
CAPÍTULO 4: Implementación

Con el objetivo de llevar a la práctica el mecanismo de recomendación propuesto en el capítulo anterior, se ha diseñado e implementado un sistema que da soporte a entornos de recomendación y realización de actividades individuales y colaborativas a los que los usuarios se conectan a través de un navegador Web utilizando distintos dispositivos. Este sistema se llama **CoMoLE** (“*Context-based adaptive Mobile Learning Environments*”).

CoMoLE da soporte a la recomendación de distintas actividades de acuerdo a las necesidades de cada uno de los usuarios y del contexto en el que se encuentren en el momento de la recomendación, así como a la generación de espacios de trabajo para la realización de dichas actividades. Tanto la recomendación de las actividades como la selección de contenidos y herramientas a incluir en los espacios de trabajo, se realiza dinámicamente a partir de la información almacenada y gestionada por CoMoLE sobre entornos, usuarios, grupos, actividades, conjuntos de actividades, contenidos, herramientas, reglas de adaptación, y acciones realizadas por otros usuarios previamente. CoMoLE guía a los usuarios a través de las actividades ofreciendo en cada paso recomendaciones sobre cuáles son las más adecuadas para realizar, realizando un seguimiento de sus acciones mientras interactúan con el entorno. Este sistema se ha utilizado para la generación de entornos de aprendizaje móvil para la enseñanza, campo en el que se ha aplicado la propuesta, aunque se ha implementado de forma genérica para dar soporte a la creación de entornos donde la clave reside en recomendar actividades y generar espacios de trabajo a usuarios y grupos que interactúan entre sí en distintos contextos, siendo aplicable también al mundo empresarial, por ejemplo.

Para facilitar la creación, configuración y almacenamiento de la información de los distintos elementos de este entorno, se ha desarrollado una herramienta de autor que permite a los profesores o diseñadores de este tipo de entornos realizar estas labores de una forma sencilla. Además, esta herramienta incluye la posibilidad de elegir los rasgos a considerar para las recomendaciones de entre un conjunto de atributos y valores previamente definidos, y seleccionar filtros y reglas de adaptación ofrecidas por omisión. Por supuesto, también es posible configurar estos filtros, reglas y atributos. La implementación del sistema de recomendación consta de dos módulos principales. El primero de ellos se encarga de procesar las reglas definidas para cada uno de los filtros seleccionados por los autores del entorno (descritos en el capítulo anterior). El segundo, se basa en la información almacenada sobre las acciones de otros usuarios, y hace posible la realización de recomendaciones sin necesidad de especificar reglas de adaptación,

utilizando solamente la información almacenada en el entorno sobre el propio usuario y sobre las interacciones de otros usuarios con características similares en situaciones análogas. Finalmente, el generador de espacios de trabajo se encarga de componer las páginas mostradas a los usuarios, incluyendo información sobre las recomendaciones y seleccionando los contenidos y herramientas más apropiados para generar los espacios de trabajo a través de los cuales los usuarios realizan las actividades.

A continuación, se presentan los detalles de la implementación de CoMoLE, describiendo la información que necesita almacenar para realizar las recomendaciones, la arquitectura general del sistema y el funcionamiento del mismo. También se describe la herramienta de autor desarrollada y cómo se han implementado las ayudas ofrecidas a los creadores de este tipo de entornos.

4.1. Datos

Como se ha detallado en el capítulo anterior, para poder realizar la recomendación de las actividades más adecuadas para un determinado usuario en un momento específico, se necesita almacenar información sobre todos los elementos involucrados.

El entorno de aprendizaje móvil necesita conocer información sobre las actividades a realizar, contenidos y herramientas asociados, y reglas de adaptación. Además, necesita almacenar datos sobre las características personales de los usuarios y grupos de trabajo, las acciones que van realizando y su contexto en cada momento. En CoMoLE se diferencian cuatro tipos distintos de información: datos relacionados con el estudiante, incluyendo acciones realizadas previamente, datos sobre los grupos de trabajo, información sobre el conjunto de actividades del entorno junto con sus características comunes, e información sobre las propias actividades, distintas versiones de contenidos que se presentarán a los usuarios, herramientas colaborativas a utilizar para facilitar la realización e interacción en las actividades colaborativas, reglas y criterios de adaptación.

Toda esta información se encuentra almacenada en distintos ficheros *xmIs*, en función del elemento con el que se relaciona. Esto permite tanto la reutilización de los distintos elementos almacenados en los ficheros así como el mantenimiento sencillo de la información almacenada en cada uno de ellos. Cada vez que se quiere realizar una nueva recomendación al estudiante, se consultará la información almacenada, actualizando los datos adecuadamente. En los siguientes apartados, establecidos según la organización de la información en los diferentes ficheros, se describe la estructura y el formato en que se almacenan todos estos datos.

4.1.1. Información de usuarios y grupos de trabajo

Durante la definición del modelo de usuario, la información sobre cada individuo se ha dividido, dependiendo de su estabilidad en el tiempo, en datos estáticos y dinámicos. Los datos estáticos son aquellos que varían poco a lo largo del tiempo y están relacionados con datos personales y características personales que no varían (o varían muy poco) a lo largo del tiempo, incluyendo los estilos de aprendizaje. Algunos ejemplos de datos personales son: nombre del usuario, dirección postal (incluyendo calle, distrito postal, ciudad, país), teléfonos, direcciones de correo electrónico, edad, idioma, nombre de usuario y clave, y entornos a los que tiene acceso. Como características personales se podrían incluir el idioma preferido, su edad, el nivel de conocimientos previo en la materia o sus estilos de aprendizaje. No es obligatorio almacenar toda esta información, basta con el nombre de usuario, la información sobre los entornos a los que tiene acceso y su dirección de correo electrónico.

En la figura 4.1 se muestra un ejemplo de los datos y características personales almacenados para el usuario “Jose Pérez”. Como se puede observar, se ha almacenado su nombre completo, dirección de correo electrónico, edad, idioma, estilos de aprendizaje (visual, secuencial, reflexivo y sensorial) y los entornos a los que tiene acceso. En este caso concreto, el usuario sólo tiene acceso al entorno de aprendizaje cuyo identificador es “EDI1”. La información de acceso del usuario al entorno se encuentra definida en el propio fichero: el nombre de usuario se utiliza también como nombre del fichero *.xml*, y la contraseña de acceso se almacena dentro del fichero.¹

```
- <user id="jose.perez" password="123456">
- <fullName>
  <name>jose</name>
  <surname>perez</surname>
</fullName>
- <eaddress>
  <email>jose.perez@estudiante.uam.es</email>
</eaddress>
  <age>18</age>
  <language>spanish</language>
- <courses>
  <course id="EDI1" location="" />
</courses>
  <LS visual="y" secuencial="y" active="n" sensitive="y" />
</user>
```

Figura 4.1. Ejemplo de datos y características personales almacenados para un usuario en el fichero *jose.perez.xml*

Mientras los usuarios interactúan con el entorno, se almacena información dinámica, como su contexto (dispositivo que está utilizando, tiempo que tiene disponible y lugar físico

¹ Por motivos de privacidad, los nombres e identificadores de los usuarios han sido sustituidos por datos ficticios, siendo el resto de información real, tomada de usuarios que interactuaron con los entornos creados.

donde se encuentra), actividades que va realizando junto con los resultados obtenidos en cada una de ellas, y recomendación ofrecida por el entorno de aprendizaje en cada paso.

En la figura 4.2 se muestra parte de un ejemplo de la información almacenada sobre el usuario *jose.perez*. Cada vez que un estudiante se conecta al entorno se guarda la información sobre su contexto, ya que éste puede influir en el proceso de recomendación de actividades. En el ejemplo mostrado, se puede observar que *jose.perez* se conectó desde casa, usando su ordenador personal y disponiendo de una hora para la realización de actividades (ver información de contexto al principio del fichero).

```

<device>pc</device>
<Time>60</Time>
<location>home</location>
<Feedback id="AtomicosTeo" adecuacion="2" />
<Activity id="AtomicosTeo" ma="EDI1" fini="Thu Jun 05 21:45:13 CEST 2008" ffin="Thu Jun 05 21:48:22 CEST 2008" compuesta="n"
finalizada="F" tipo="theory" nota="10.0" />
- <Tree>
- <Nodo id="LenguajeC" estado="2" nota="1.3333333333333333" cont="" />
  <Nodo id="AtomicosEjem" padre="LenguajeC" estado="4" nota="10.0" cont="AtomicosEjem_def_def.htm" />
  <Nodo id="AtomicosTeo" padre="LenguajeC" estado="4" nota="10.0" cont="AtomicosTeo_verbal_pc.htm" />
- <Nodo id="Enum" padre="LenguajeC" estado="2" nota="0.0" cont="" />
  <Nodo id="EnumEjem" padre="Enum" estado="4" nota="0.0" cont="enumejem_verbal_pc.htm" />
  <Nodo id="EnumTeo" padre="Enum" estado="2" nota="0.0" cont="" />
  <Nodo id="EnumTest1" padre="Enum" estado="0" nota="0.0" cont="" />
  <Nodo id="EnumTest2" padre="Enum" estado="0" nota="0.0" cont="" />
</Nodo>
<Nodo id="Operadores" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Condicionales" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Bucles" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="ES" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Estructuras" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="NuevosDatos" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Func" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="PasoArgumentos" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Arrays" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Matrices" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Punteros" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="Ultimo" padre="LenguajeC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
</Nodo>
<Nodo id="RepasoCond" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="RepasoBucles" estado="0" nota="0.0" cont="" />
<Nodo id="DoWhileTestRC" estado="0" nota="0.0" cont="" />
</Tree>

```

Figura 4.2. Ejemplo de la información dinámica almacenada para el usuario *jose.perez*

Además, cuando el usuario finaliza una actividad, el entorno almacena la recomendación que se realizó al usuario y los datos de la actividad realizada, dentro de la etiqueta <Activity>:

- Identificador de la actividad.
- Identificador del entorno al que pertenece.
- Fecha de inicio.
- Fecha de finalización.
- Tipo de actividad.
- Si es una actividad simple o compuesta.
- Nota obtenida.
- Respuesta dada por el usuario, en el caso de actividades de tipo ejercicio.

Además, toda la información sobre la recomendación realizada al usuario se guarda en forma de árbol, donde cada uno de los nodos del árbol almacena:

- Identificador de la actividad
- Si esta actividad forma parte de otra más compleja (el padre del nodo en el árbol).
- Grado de recomendación de la actividad en ese momento, almacenado bajo la etiqueta <estado>. El estado puede ser: 4=realizada, 3=disponible, 2=recomendada , 1=no recomendada ó 0=no disponible .
- Nota obtenida. Esta nota puede ser definitiva si la actividad está realizada o parcial si todavía quedan subactividades por realizar, en el caso de actividades compuestas, donde se calcula en función de los resultados obtenidos en cada una de las subactividades.
- Contenidos multimedia y herramientas que se seleccionaron (si la actividad es colaborativa) para la generación del espacio de trabajo que se presentó al usuario cuando realizó la actividad.

En el ejemplo de la figura 4.2, las actividades “*AtomicosEjem*”, “*AtomicosTeo*” y “*EnumEjem*” se encuentran realizadas (estado=1). Las actividades “*LenguajeC*”, “*Enum*” y “*EnumTeo*” se encuentran recomendadas (estado=2). El resto de actividades no se encuentran disponibles debido a las características del usuario, a requisitos entre actividades o a su contexto actual. En el caso concreto de la actividad “*AtomicosTeo*” se puede observar que tiene como padre a la actividad “*LenguajeC*” y que se encuentra realizada (estado=4) con una nota de 10. Cuando el usuario realizó dicha actividad se mostró como contenido la información del fichero “*AtomicosTeo_verbal_pc.htm*”. También se puede observar que la actividad “*LenguajeC*” es una actividad compuesta que se encuentra recomendada y que tiene una nota parcial de 1.33 ya que todavía no se han realizado parte de las subactividades de las que se compone.

Para poder adaptar las actividades colaborativas a cada grupo (incluyendo el enunciado concreto de la actividad a desarrollar y las herramientas a ofrecer) es necesario almacenar información relacionada con el grupo de trabajo. Para ello, se ha creado un **modelo de grupo** que almacena información sobre los miembros que componen cada grupo, el listado de actividades a realizar por un determinado grupo, tiempo empleado en la realización de la actividad y resultados obtenidos (si corresponde), el rol de cada uno de los usuarios en las actividades asociadas al grupo, el estado de los miembros en cada actividad (si se encuentran listos para realizar la actividad o se encuentran pendientes de que un compañero les envíe algún tipo de material), así como sus opiniones en actividades previas realizadas colaborativamente.

La figura 4.3 presenta un ejemplo de la información almacenada sobre un grupo de trabajo. Éste se encuentra formado por tres estudiantes que deben realizar dos actividades colaborativas cuyos identificadores son “*PilasCol*” y “*ColasCol*”. En la actividad “*PilasCol*” los alumnos no tienen asignado ningún tipo de rol, mientras que en la actividad “*ColasCol*” el líder del grupo será el estudiante con identificador “*jose.perez*”.

```

- <group id="11">
- <actvs>
- <actv id="PilasCol" roles="n">
- <users>
  <user id="jose.perez" state="waiting" opinion="op_jose.perez.txt" />
  <user id="juan.lopez" state="ready" opinion="" />
  <user id="ana.martin" state="ready" opinion="" />
</users>
</actv>
- <actv id="ColasCol" roles="y">
  <rol leader="jose.perez" />
- <users>
  <user id="jose.perez" state="ready" opinion="" />
  <user id="juan.lopez" state="ready" opinion="" />
  <user id="ana.martin" state="ready" opinion="" />
</users>
</actv>
</actvs>
</group>

```

Figura 4.3. Ejemplo de la información almacenada sobre un grupo de trabajo

4.1.2. Información del entorno

La información sobre cada **entorno de aprendizaje** contiene características comunes a todo el conjunto de actividades que componen el entorno, así como a los usuarios, grupos y posibilidades de adaptación a las que se va a dar soporte, incluyendo:

- Filtros que se utilizarán para la recomendación de actividades basada en reglas de adaptación.
- Listado de idiomas en los cuales se proporcionarán las descripciones de las actividades y se definirán los contenidos asociados a cada actividad.
- Descripciones del entorno en cada uno de los distintos idiomas a los que se dará soporte.
- Rasgos de adaptación que se van a tener en cuenta para realizar la recomendación de las actividades. Estos rasgos serán utilizados en las distintas reglas de adaptación. Por cada uno, se almacenará información sobre su nombre, tipo (n=numérico ó s=estereotipo), y nivel de prioridad que se utilizará cuando haya dos o más reglas de adaptación que se puedan aplicar con distintos criterios. Si el rasgo es numérico, se podrán definir sus valores mínimo y máximo. En el caso de estereotipos se definirán los posibles valores (al menos dos) que podrá tomar ese rasgo para cada estudiante.

- Características generales de los grupos de trabajo para las actividades colaborativas, incluyendo si la agrupación se realizará de forma automática y, en ese caso, el tamaño mínimo y máximo de los grupos de trabajo; y los roles posibles para los usuarios.
- Listado con los identificadores de las actividades que forman parte del entorno. Este listado no implica ninguna relación estructural entre actividades. Dentro de cada entorno pueden existir únicamente actividades atómicas o una combinación de atómicas y compuestas.

En la figura 4.4 se muestra un ejemplo de un fichero *xml* con la información del entorno creado como apoyo al estudio de la asignatura “*Estructuras de Datos de la Información I*”, de primero de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. En la parte izquierda de la figura, se puede ver que para este conjunto de actividades se tendrán en cuenta los tres tipos de adaptación que se pueden combinar en los entornos de aprendizaje a que da soporte CoMoLE: reglas estructurales, filtros generales de contexto y requisitos individuales (fStruct=”y”, fContext=”y” y fInd=”y” respectivamente). A continuación, en el fichero se indica el idioma en que se presentarán las actividades y contenidos (sólo en castellano) y la descripción del entorno (EDI1).

Dentro de los rasgos a considerar con propósitos adaptativos, en este entorno se van a utilizar siete. Seis de ellos se basan en estereotipos: las cuatro dimensiones de los estilos de aprendizaje (visual-verbal, activo-reflexivo, sensorial-intuitivo y secuencial-global), el dispositivo utilizado para conectarse al sistema (ordenadores personales, portátiles, PDAs o teléfonos móviles); y por último, el lugar donde se encuentran físicamente (clase, laboratorio de prácticas, casa u otros - si no se encuentran en ninguno de los lugares anteriores). El tiempo del que dispone el estudiante para realizar actividades (entre un minuto y un día) es el único atributo numérico en este entorno.

Tras los rasgos de adaptación considerados, en este fichero se especifica que los grupos de trabajo para las actividades colaborativas se constituirán automáticamente y que tendrán un tamaño comprendido entre tres y cuatro personas. Por último, en la parte derecha de la figura, se puede observar parte del listado con los identificadores de las actividades definidas dentro de este entorno.

```

- <MetaActivity fStruct="y" fContext="y" fInd="y" roles="y">
- <languages>
  <language>spanish</language>
</languages>
- <descriptions>
  <spanish>EDI1</spanish>
</descriptions>
- <Features>
- <feature name="VisualVerbal" pref="1" type="s">
  <value>visual</value>
  <value>verbal</value>
</feature>
- <feature name="ActvRef" pref="1" type="s">
  <value>active</value>
  <value>reflective</value>
</feature>
- <feature name="SenInt" pref="1" type="s">
  <value>sensitive</value>
  <value>intuitive</value>
</feature>
- <feature name="SecGlo" pref="1" type="s">
  <value>sequential</value>
  <value>global</value>
</feature>
- <feature name="device" pref="2" type="s">
  <value>pc</value>
  <value>pda</value>
  <value>laptop</value>
  <value>phone</value>
</feature>
- <feature name="place" pref="2" type="s">
  <value>home</value>
  <value>class</value>
  <value>lab</value>
  <value>others</value>
  <value>any</value>
</feature>
- <feature name="Time" pref="2" type="n">
  <minValue>1</minValue>
  <maxValue>1440</maxValue>
</feature>
</Features>
<Workgroups dynamic="yes" minsize="3" maxsize="4"/>
+ <Activities>
</MetaActivity>

- <MetaActivity fStruct="y" fContext="y" fInd="y" roles="y">
+ <languages>
+ <descriptions>
+ <Features>
- <Workgroups dynamic="yes" minsize="3" maxsize="4"/>
- <Activities>
  <activity id="LenguajeC" />
  <activity id="AtomicosEjem" />
  <activity id="AtomicosTeo" />
  <activity id="Operadores" />
  <activity id="OperadoresEjem" />
  <activity id="OperadoresTeo" />
  <activity id="OperadoresTest1" />
  <activity id="OperadoresTest2" />
  <activity id="OperadoresTest3" />
  <activity id="OperadoresRptaLibre1" />
  <activity id="OperadoresRptaLibre2" />
  <activity id="OperadoresRptaLibre3" />
  <activity id="OperadoresRptaLibre4" />
  <activity id="OperadoresRptaLibre5" />
  <activity id="Condicionales" />
  <activity id="If" />
  <activity id="IfEjem" />
  <activity id="IfTeo" />
  <activity id="IfTest" />
  <activity id="Switch" />
  <activity id="SwitchEjem" />
  <activity id="SwitchTeo" />
  <activity id="SwitchRptaLibre1" />
  <activity id="SwitchRptaLibre2" />
  <activity id="RepasoCond" />
  <activity id="CondReview" />
  <activity id="IfEjemRC" />
  <activity id="IfTestRC" />
  <activity id="SwitchEjemRC" />
  <activity id="SwitchRptaLibre1RC" />
  <activity id="SwitchRptaLibre2RC" />
  <activity id="Bucles" />
  <activity id="While" />
  <activity id="WhileEjem" />
  <activity id="WhileTeo" />
  <activity id="WhileTest" />
  <activity id="DoWhile" />
  <activity id="DoWhileEjem" />
  <activity id="DoWhileTeo" />
  <activity id="DoWhileTest" />

```

Figura 4.4. Ejemplo de la información general sobre el entorno EDI1

4.1.3. Información de actividades, recursos y reglas de adaptación

Por cada una de las actividades que forman parte de un entorno, se almacena información de la **propia actividad** de forma independiente. Esta información contiene su identificador, tipo, descripciones en los distintos idiomas definidos en el entorno y lugar de realización. Además, se puede guardar su fecha de finalización máxima o si existe un tiempo mínimo estimado de realización de la actividad (si procede), el modo en que se estructura en distintas subactividades, sus requisitos individuales de realización (si los tiene), cuáles son los contenidos asociados a la misma y, en el caso de actividades colaborativas, información sobre contenidos y herramientas para la generación de los espacios de trabajo colaborativos correspondientes.

Si la actividad es compuesta y se descompone en varias subactividades más simples, se almacena información sobre cómo se estructura dicha actividad en términos de **reglas estructurales de adaptación** dentro del propio fichero de la actividad. Cada regla

estructural expresa la manera en la que una actividad compuesta se descompone en otras más simples de acuerdo a una determinada condición. En el fichero de la actividad se almacena cuáles son las subactividades en que se divide en los distintos casos, a qué alumnos va dirigida cada una de las descomposiciones, y cuál será la guía de navegación ofrecida entre dichas subactividades en cada caso.

En la figura 4.5 se muestra la información de una actividad compuesta, cuyo identificador es “*LenguajeC*”, que se puede realizar desde cualquier lugar. Esta actividad tiene asociadas dos reglas estructurales de adaptación (etiqueta *r-Structs* en el XML) que indican dos formas distintas de dividir dicha actividad. Tanto las subactividades que realizarán los alumnos (*sact*) como la guía de navegación ofrecida entre ellas (atributo *ord* de cada regla identificada con *rSt*), son las mismas en cada una de estas dos reglas. Los estudiantes deberán realizar las subactividades en el orden en que aparecen en la regla (*ord*="A"). Pero las subactividades aparecen listadas en distinto orden, dependiendo de la dimensión sensorial-intuitivo de su estilo de aprendizaje, incluida como condición en las reglas (*cond*). A los estudiantes sensoriales, se les propondrán primero las actividades de tipo ejemplo seguidas de las actividades teóricas (regla con *id*="1" de la figura 4.5). Sin embargo, a los estudiantes intuitivos se les recomendará las subactividades en orden inverso (regla con *id*="2" de la figura 4.5).

```

- <Activity id="LenguajeC" type="set">
- <descriptions>
  <spanish>Lenguaje C</spanish>
</descriptions>
<place>any</place>
- <rStructs>
- <rSt id="1" ord="A">
- <cond type="s">
  <name>SenInt</name>
  <op>=</op>
  <value>sensitive</value>
</cond>
<sact fsact="AtomicosEjem" />
<sact fsact="AtomicosTeo" />
<sact fsact="Enum" />
<sact fsact="Operadores" />
<sact fsact="Condicionales" />
<sact fsact="Bucles" />
<sact fsact="ES" />
<sact fsact="Estructuras" />
<sact fsact="NuevosDatos" />
<sact fsact="Func" />
<sact fsact="PasoArgumentos" />
<sact fsact="Arrays" />
<sact fsact="Matrices" />
<sact fsact="Punteros" />
<sact fsact="Ultimo" />
</rSt>
+ <rSt id="2" ord="A">
</rStructs>
</Activity>

- <Activity id="LenguajeC" type="set">
- <descriptions>
  <spanish>Lenguaje C</spanish>
</descriptions>
<place>any</place>
- <rStructs>
+ <rSt id="1" ord="A">
- <rSt id="2" ord="A">
- <cond type="s">
  <name>SenInt</name>
  <op>=</op>
  <value>intuitive</value>
</cond>
<sact fsact="AtomicosTeo" />
<sact fsact="AtomicosEjem" />
<sact fsact="Enum" />
<sact fsact="Operadores" />
<sact fsact="Condicionales" />
<sact fsact="Bucles" />
<sact fsact="ES" />
<sact fsact="Estructuras" />
<sact fsact="NuevosDatos" />
<sact fsact="Func" />
<sact fsact="PasoArgumentos" />
<sact fsact="Arrays" />
<sact fsact="Matrices" />
<sact fsact="Punteros" />
<sact fsact="Ultimo" />
</rSt>
</rStructs>
</Activity>

```

Figura 4.5. Ejemplo de una actividad compuesta

Además, las actividades, tanto simples como compuestas, pueden tener definidas requisitos individuales de realización expresadas mediante **reglas de requisitos individuales**.

En la figura 4.6 se muestra un ejemplo de una actividad de repaso, cuyo identificador es “*RepasoCond*” y que puede ser realizada por los estudiantes desde cualquier lugar. Esta actividad tiene asociadas tanto reglas estructurales (por estar compuesta de subactividades) como individuales. La restricción individual definida está relacionada con los resultados obtenidos en una actividad previa cuyo identificador es “*Condicionales*” (ver <cond type=“nota”> en la parte derecha de la figura 4.6). Si el alumno ha obtenido una calificación inferior a 8.0 en la actividad “*Condicionales*”, “*RepasoCond*” será recomendada al alumno.

```

- <Activity id="RepasoCond" type="review">
+ <descriptions></descriptions>
<place>any</place>
- <rStructs>
- <rSt id="1" ord="Y">
- <comcond op="A">
- <cond type="s">
<name>Activref</name>
<op></op>
<value>active</value>
</cond>
- <cond type="n">
<name>Time</name>
<op></op>
<value>10</value>
</cond>
</comcond>
<sact fsact="CondReview"/>
<sact fsact="IfEjemRC"/>
<sact fsact="SwitchEjemRC"/>
</rSt>
- <rSt id="2" ord="Y">
- <cond type="n">
<name>Time</name>
<op></op>
<value>10</value>
</cond>
<sact fsact="CondReview"/>
<sact fsact="IfEjemRC"/>
<sact fsact="IfTestRC"/>
<sact fsact="SwitchEjemRC"/>
<sact fsact="SwitchRptaLibre1RC"/>
<sact fsact="SwitchRptaLibre2RC"/>
</rSt>
</rStructs>
- <Activity id="RepasoCond" type="review">
- <descriptions>
<spanish>Repaso de condicionales</spanish>
</descriptions>
<place>any</place>
+ <rStructs></rStructs>
- <rInds>
- <rInd id="1">
- <cond type="nota">
<name>Condicionales</name>
<op></op>
<value>8.0</value>
</cond>
</rInd>
</rInds>
</Activity>

```

Figura 4.6. Ejemplo de una actividad compuesta con requisitos individuales de realización

Si se cumple la restricción de realización (nota inferior a 8.0), se procesarán las reglas estructurales definidas para dicha actividad (rStructs en la parte izquierda de la figura 4.6). La primera regla (rst id="1") indica que la actividad estará disponible para estudiantes con estilo de aprendizaje activo y con un tiempo disponible inferior o igual a diez minutos, y en

ese caso la actividad se estructurará en tres subactividades: un resumen con la teoría de condicionales (“*CondReview*”) y dos actividades de ejemplo, una con ejemplos en los que se utiliza la sentencia “*if*” y otra con ejemplos de uso de la sentencia “*switch*”. La segunda regla (rSt id= “2”) indica que para cualquier estudiante que tenga más de diez minutos disponibles, la actividad “*RepasoCond*” se dividirá en las mismas subactividades que se indicaban en la anterior regla estructural junto con otros cuatro ejercicios relacionados con el uso de sentencias condicionales. A los estudiantes reflexivos con menos de diez minutos disponibles, no se les recomendará ninguna subactividad, ya que no se cumple ninguna de las condiciones de activación de las reglas estructurales definidas para “*RepasoCond*”.

Al mismo tiempo, cada actividad puede tener asociados varios **contenidos multimedia**. Si se quieren adaptar los contenidos presentados en una actividad al dispositivo utilizado por los alumnos, es necesario almacenar información sobre qué ficheros serán los que se utilicen a la hora de generar la página de contenidos presentada al usuario en cada caso. También se puede tener en cuenta características personales de los alumnos, desarrollando distintas versiones de contenidos para cada uno de los posibles valores de los rasgos que se quieren tener en cuenta.

En la figura 4.7 se muestra un ejemplo de una actividad atómica de tipo teórico cuyo identificador es “*SwitchTeo*”. Esta actividad tiene asociadas distintas versiones de contenidos, de entre las cuales se seleccionará la más apropiada en función tanto del dispositivo utilizado por el alumno como de la dimensión visual-verbal de su estilo de aprendizaje. Por ejemplo, a estudiantes que se conecten a través de un ordenador personal y que tengan un estilo de aprendizaje verbal, se les mostrarán los contenidos del fichero “*switchteo_verbal_pc.htm*”. Por el contrario, a estudiantes utilizando el mismo dispositivo que tengan estilo de aprendizaje visual, se les mostrarán los contenidos almacenados en el fichero “*switchteo_visual_pc.htm*”. A los estudiantes que utilicen PDAs para llevar a cabo esta actividad se les mostrarán los contenidos adecuados al tamaño de las pantallas de sus dispositivos, que también serán diferentes en función de su estilo de aprendizaje. Los contenidos de los ficheros “*switchteo_verbal_pda_1.htm*”, “*switchteo_verbal_pda_2.htm*” y “*switchteo_verbal_pda_3.htm*” se mostrarán en orden secuencial a los estudiantes verbales, mientras que a los usuarios visuales se les presentarán los contenidos almacenados en los ficheros “*switchteo_visual_pda_1.htm*”, “*switchteo_visual_pda_2.htm*” y “*switchteo_visual_pda_3.htm*”.

```

- <Activity id="SwitchTeo" type="theory">
- <descriptions>
  <spanish>Switch. Teoria</spanish>
</descriptions>
<place>any</place>
- <contents>
- <content dis="pc">
  - <verbal>
    <loc>switchteo_verbal_pc.htm</loc>
  </verbal>
  - <visual>
    <loc>switchteo_visual_pc.htm</loc>
  </visual>
</content>
- <content dis="pda">
  - <verbal>
    <loc>switchteo_verbal_pda_1.htm</loc>
    <loc>switchteo_verbal_pda_2.htm</loc>
    <loc>switchteo_verbal_pda_3.htm</loc>
  </verbal>
  - <visual>
    <loc>switchteo_visual_pda_1.htm</loc>
    <loc>switchteo_visual_pda_2.htm</loc>
    <loc>switchteo_visual_pda_3.htm</loc>
  </visual>
</content>
</contents>
</Activity>

```

Figura 4.7. Ejemplo de una actividad con distintas versiones de contenidos

Por último, las actividades colaborativas tendrán asociados recursos para facilitar tanto la interacción entre los miembros de los grupos de trabajo como la realización de la propia actividad. Como se expuso en la sección anterior, estos recursos se encuentran definidos mediante otros dos tipos de reglas de adaptación: **reglas de espacios de trabajo colaborativos** y **reglas de herramientas colaborativas**.

En la figura 4.8, se muestra la información almacenada de una actividad colaborativa sobre la estructura de datos pila (“*PilasCol*”). Esta actividad deberá realizarse sólo cuando el estudiante esté trabajando con un ordenador personal (existe una restricción individual de realización, etiqueta `rln ds` en el fichero de esta actividad colaborativa). Además, para definir los espacios de trabajo colaborativos que se generarán cuando los estudiantes realicen dicha actividad, se especifica una única regla (ver `rln d id="1"` en la figura 4.8). Dicha regla no tiene ninguna condición de activación asociada y por tanto se aplicará por igual a todos los estudiantes. En ella se indica que habrá un único enunciado para la actividad, almacenado en el fichero “*pilascol_def_pc.htm*”, y que el conjunto de herramientas colaborativas que facilitarán su realización es “*s1*”.

```

- <Activity id="Pilascol" type="collaborative">
- <descriptions>
  <spanish>Actividad colaborativa sobre pilas</spanish>
</descriptions>
<place>any</place>
- <workspaces>
- <rworkspace>
  - <statement dis="pc">
    <loc>pilascol_def_pc.htm</loc>
    </statement>
    <set id="s1" />
  </rworkspace>
</workspaces>
- <rInds>
- <rInd id="1">
  - <cond type="s">
    <name>device</name>
    <op>=</op>
    <value>pc</value>
  </cond>
</rInd>
</rInds>
</Activity>

```

Figura 4.8. Ejemplo de la información almacenada para una actividad colaborativa

```

- <rCollTools>
- <rCollTool id="1">
  <set id="s1" />
  - <tools>
    <tool set="m1" type="main_tools" />
    <tool set="ad1" type="additional_tools" />
  </tools>
</rCollTool>
- <rCollTool id="2">
- <cond type="s">
  <name>VisualVerbal</name>
  <op>=</op>
  <value>visual</value>
</cond>
<set id="m1" />
- <tools>
  <tool id="graphicalEd" />
</tools>
</rCollTool>
- <rCollTool id="3">
- <cond type="s">
  <name>VisualVerbal</name>
  <op>=</op>
  <value>verbal</value>
</cond>
<set id="m1" />
- <tools>
  <tool id="textEd" />
</tools>
</rCollTool>
- <rCollTool id="4">
  <set id="ad1" />
  - <tools>
    <tool id="chat" />
    <tool id="email" />
  </tools>
</rCollTool>
</rCollTools>

```

Figura 4.9. Ejemplo de los datos de las herramientas colaborativas para un conjunto

En cada entorno existe un fichero con información sobre las herramientas colaborativas disponibles para ser utilizadas para la realización de actividades colaborativas. Estas herramientas se pueden organizar en conjuntos a mostrar en la interfaz del usuario. En la figura 4.9 se muestran las herramientas elegidas para dar soporte a la realización de la actividad colaborativa mostrada en la figura 4.8. La primera regla, que no tiene condición de activación, indica que el conjunto “*s1*” estará formado por el conjunto de herramientas “*m1*”, a mostrar en la interfaz principal del espacio de trabajo colaborativo, y un conjunto de herramientas adicionales que también estarán accesibles a través de una interfaz secundaria (“*ad1*”). Las dos reglas siguientes (<rCollTool id=“2”> e <rCollTool id=“3”>) diferencian las herramientas a mostrar en la interfaz principal (“*m1*”) dependiendo del estilo de aprendizaje de los alumnos. A los estudiantes con estilo de aprendizaje visual se les ofrecerá un editor gráfico colaborativo (**graphicalEd**), mientras que a los alumnos con estilo de aprendizaje verbal se les suministrará un editor de texto (**textEd**). En cuanto a las herramientas adicionales (regla <rCollTool id=“4”>), se ofrecerá a todos los usuarios un *chat* y la posibilidad de enviar correos electrónicos. De este modo queda especificado cómo se generarán los espacios de trabajo colaborativos para dar soporte a la realización de la actividad “*PilasCol*” para los distintos tipos de usuarios dependiendo de su estilo de aprendizaje, en este caso concreto.

Por último, los criterios generales para la recomendación de actividades en función del tipo de actividad y del contexto de los usuarios, se especifican en términos de **reglas generales de adaptación basadas en el contexto**. Estas reglas se encuentran almacenadas en un fichero *xml* que se aplica a todas las actividades de un entorno dado.

En el caso concreto de la asignatura “*Estructura de Datos de la Información P*”, se ha definido una regla de contexto (ver figura 4.10), donde se especifica que los estudiantes deben tener un tiempo mínimo disponible para poder realizar los ejercicios de respuesta libre. De otro modo, la actividad se marcará como no recomendada. El mínimo tiempo libre exigido varía en función del estilo de aprendizaje de cada alumno. Si el alumno es activo y tiene menos de diez minutos, los ejercicios de respuesta libre se marcarán como no recomendados. Para estudiantes reflexivos, el tiempo mínimo exigido para recomendarlas es mayor (veinte minutos).

La disponibilidad de reglas o filtros de adaptación a distintos niveles hace posible la selección de los que se deseen para la creación de entornos concretos. Los responsables del entorno (a los que también se hará referencia en este documento como autores) podrán especificar los rasgos a tener en cuenta para la adaptación, las distintas actividades, la forma en que se organizan, los contenidos y herramientas a utilizar y los distintos criterios para las recomendaciones, suministrando la información que se almacena en los ficheros XML descritos anteriormente. La especificación y almacenamiento de esta información de forma separada facilita la labor de reutilización y mantenimiento de los distintos elementos del

entorno. Con el fin de facilitar la labor de describir todos los elementos que componen un entorno, así como de aislar a los autores de los detalles del lenguaje XML, utilizado para almacenar la información correspondiente, se ha desarrollado una herramienta de autor, la cual se describe a continuación.

```

- <ContextRules id="EDI1">
- <ctxRule id="1" recom="no">
- <compcnd op="O">
- <compcnd op="A">
- <cond type="s">
  <name>Actvref</name>
  <op>=</op>
  <value>active</value>
</cond>
- <cond type="n">
  <name>Time</name>
  <op><</op>
  <value>10</value>
</cond>
</compcnd>
- <compcnd op="A">
- <cond type="s">
  <name>Actvref</name>
  <op>=</op>
  <value>reflective</value>
</cond>
- <cond type="n">
  <name>Time</name>
  <op><</op>
  <value>20</value>
</cond>
</compcnd>
</compcnd>
<type>short_text</type>
</ctxRule>
</ContextRules>

```

Figura 4.10. Ejemplo de los datos almacenados sobre reglas generales de contexto

4.2. Herramienta de autor

Como se ha mencionado anteriormente, la creación de entornos de aprendizaje adaptativos móviles en los que actividades individuales y colaborativas pueden ser adaptadas a cada usuario no es una tarea fácil. Como se ha podido observar en la sección 4.1, los creadores de estos entornos son los responsables de definir todos los elementos del entorno: los distintos rasgos de adaptación, sus posibles valores, cómo se utilizarán estos rasgos a la hora de realizar la recomendación de las distintas actividades, qué contenidos se mostrarán, cuáles son más apropiados para cada estudiante, etc.

La creación de un nuevo entorno se puede realizar de diferentes maneras. Por ejemplo, se podrían crear directamente cada uno de los ficheros con la información de los nuevos elementos. Esta opción es muy complicada, ya que requiere memorizar las etiquetas

xml que se permiten en cada uno de los tipos de ficheros, comprender el significado de la información almacenada y su organización dentro del propio fichero. Esta opción también requiere que los autores tengan conocimientos técnicos sobre el lenguaje **XML**, memoricen las etiquetas utilizadas por este entorno y no cometan errores en la construcción del fichero *xml*. Otra opción consiste en utilizar plantillas predefinidas para crear cada uno de los elementos del entorno. Esta segunda opción es mejor que la anterior, pues el diseñador no necesita memorizar ninguna etiqueta, aunque sí necesita entender la información que se almacena y su significado. Además, esta opción también es propensa a fallos a la hora de utilizar etiquetas de la plantilla para almacenar información sobre los elementos. En cualquiera de los casos anteriores, las labores de creación y configuración de este tipo de entornos pueden resultar complejas. En este sentido, la creación de nuevos entornos puede resultar una labor imposible para algunos diseñadores y muy frustrante para otros.

Por este motivo, se ha desarrollado una herramienta de autor que facilita la creación y el diseño de estos entornos de aprendizaje móvil, permitiendo la inserción de la información relacionada con los distintos elementos mediante un navegador web a través de una interfaz sencilla que aísla al autor del lenguaje utilizado para almacenar información. Esta herramienta irá guiando al autor, pidiéndole la información relativa al entorno a través de páginas con formularios, y ofreciéndole la posibilidad de seleccionar rasgos o criterios utilizados con frecuencia, para que no sea necesaria la especificación de toda la información desde cero..

El proceso de creación y configuración de un nuevo entorno de aprendizaje móvil donde se recomendarán las actividades en función de unos determinados rasgos de adaptación consta de cuatro pasos principales:

1. Creación del nuevo entorno y definición de sus características generales.
2. Especificación de criterios de recomendación generales basados en contexto (mediante reglas generales de contexto, que afectarán a todas las actividades del entorno).
3. Descripción de los conjuntos de herramientas que se utilizarán para la realización de las actividades colaborativas y la comunicación entre usuarios.
4. Creación de las propias actividades, incluyendo la definición de reglas estructurales y de requisitos individuales de realización (si procede), así como la asociación de contenidos y conjuntos de herramientas.

En el primer paso, el autor introduce las características comunes a todas las actividades del entorno, y decide qué rasgos y filtros de adaptación se tendrán en cuenta durante el proceso de recomendación de actividades. Para ello, la herramienta presenta al diseñador la página web mostrada en la figura 4.11. En esta pantalla, se debe introducir el nombre del entorno, los idiomas a que dará soporte y las descripciones del entorno en esos idiomas, qué tipo de filtros se van a utilizar para las recomendaciones (basados en reglas estructurales, generales

de contexto o requisitos individuales) y las opciones generales de las actividades colaborativas (creación automática de grupos de trabajo, tamaños de los grupos y si los miembros de los grupos tendrán asignado algún tipo de rol).

Para finalizar este paso, se introducirán los rasgos de adaptación que serán posteriormente utilizados para las recomendaciones (como condiciones de las reglas). Con el objetivo de facilitar esta tarea, se ofrecen atributos ya especificados, junto con sus posibles valores, que el autor puede seleccionar. Estos atributos predefinidos son el dispositivo utilizado (ordenador personal, portátil, PDA, y teléfono móvil) y la localización física del usuario (casa, clase, laboratorio, desconocido, otros). El diseñador sólo tendrá que seleccionarlos de la parte derecha de la página (“Useful features”), asignarles su prioridad y pulsar el botón “Add Default Feature”. Inmediatamente aparecerán reflejados en la tabla “Features” situada en la parte central de la misma. En esta tabla se irán mostrando los rasgos de adaptación que el diseñador ha definido hasta el momento.

Creation of new subject - Windows Internet Explorer
http://tangow.ii.uam.es/AuthoringTool/ShowOption

CREATION OF NEW SUBJECT

Name of the new subject: ED11

Languages: Spanish Description: ED11 English Description:

Adaptation Capabilities: Structural Context Individual

Collaboration: Dynamic workgroup generation: yes Minimum size of groups: 3 Maximum size of groups: 4 Roles: None

Features

Name	Type	Priority	Possible Values
------	------	----------	-----------------

Current Feature

Name: Type: Stereotype Priority: 1 Values:

Useful Features

- Device (pc, laptop, pda, mobile phone)
- Place (home, class, lab, unknown, others)
- Visual/verbal dimension of learning styles (visual, verbal)
- Sensing/intuitive dimension of learning styles (sensing, intuitive)
- Sequential/global dimension of learning styles (sequential, global)
- Active/reflective dimension of learning styles (active, reflective)

Figura 4.11. Ejemplo de pantalla de creación de un nuevo conjunto de actividades

Los diseñadores también pueden especificar otros rasgos de adaptación cuyos valores sean numéricos o estereotipos. Para ello deberán suministrar el nombre del rasgo, su tipo, prioridad y posibles valores. Si se está definiendo un rasgo numérico, se pedirá tanto su

valor máximo como mínimo. Una vez que introducidos los datos del nuevo rasgo, se pulsará el botón “*Confirm Feature*” para incluirlo en la tabla con los rasgos de adaptación.

En la figura 4.12. se puede observar cómo el diseñador ha seleccionado, de entre los atributos disponibles previamente definidos, aquellos relacionados con el contexto como rasgos de adaptación en este nuevo entorno. Además, se encuentra especificando un nuevo atributo numérico “*Time*” que tiene prioridad máxima (1) frente a otros rasgos de adaptación y cuyos posibles valores estarán entre 0 y 1440.

Features

Name	Type	Priority	Possible Values
Device	Stereotype	1	Pc Pda Laptop Mobile phone
Place	Stereotype	1	Home Class Lab Others Any

Current Feature

Name:

Type:

Priority:

Values:

- Minimum value:
- Maximum value:

Obs: Values must be represented as minutes

Useful Features

Device (pc, laptop, pda, mobile phone)

Place (home, class, lab, unknown, others)

Visual/verbal dimension of learning styles (visual, verbal)

Sensing/intuitive dimension of learning styles (sensing, intuitive)

Sequential/global dimension of learning styles (sequential, global)

Active/reflective dimension of learning styles (active, reflective)

Priority:

Figura 4.12. Ejemplo de especificación de rasgos adaptativos

En el caso de añadir un rasgo cuyos valores son estereotipos (ver figura 4.13.), el diseñador deberá introducir los posibles valores (al menos dos) pulsando el botón “*Add Value*”. Cada vez que se pulse este botón, la herramienta le pedirá que introduzca un nuevo valor mediante una ventana de diálogo. Según se inserten los nuevos valores, estos se irán mostrando en la propia página. Una vez definidos todos los valores sólo deberá confirmar los datos introducidos del nuevo rasgo pulsando el botón correspondiente. La figura 4.13 muestra el rasgo “*PreviousKnowledge*” que tiene definidos dos posibles valores “*novice*” y “*advanced*”.

Cuando haya finalizado de definir el nuevo entorno, deberá pulsar el botón “*Send Data*” para que la herramienta cree y almacene los datos introducidos sobre el nuevo entorno. A continuación, mostrará al diseñador la siguiente página en la que se solicita la

definición de los filtros generales de contexto para el entorno creado en el paso anterior (ver captura en la figura 4.14). Esta página sólo se muestra si el diseñador seleccionó el uso de este filtro de las capacidades de adaptación del entorno en la página anterior.

Current Feature

Name:

Type:

Priority:

Values:

Novice

Advanced

Figura 4.13. Ejemplo de definición de un rasgo adaptativo cuyos valores son estereotipos

CREATION OF NEW CONTEXT FILTER

Activation Condition

REL OP COND

Feature:

Types of activities for the new context rule:

Select a type:

Recommendation:

You can use one of these default general context rules

- Students using pdas or mobile phones can only perform tests and review activities
- Collaborative activities and short-text exercises are not suitable for active students that have <10 minutes available
- Collaborative activities and short-text exercises are not suitable for reflective students that have <20 minutes available
- Students that have <10 minutes available can only do test exercises and review activities

Figura 4.14. Ejemplo de la pantalla de especificación de reglas generales de contexto

Como se puede observar, para crear una nueva regla general de contexto, el diseñador debe definir la condición de activación de la regla general de contexto, seleccionar los tipos de

actividades que serán consideradas como recomendadas (o no recomendadas) de acuerdo al grado de recomendación de la regla (si se consideran apropiadas o no un determinado tipo de actividades en el caso de cumplirse la condición de activación). Una vez realizados estos pasos, deberá pulsar el botón “*Create Context Rule*” para crear la regla de contexto y almacenar su información.

Todas las páginas web generadas que permiten la definición de distinto tipo de reglas de adaptación, muestran la especificación de las condiciones de activación de las mismas de una forma similar (parte superior de la página mostrada en la figura 4.14.). Si la regla a definir no tiene ninguna condición de activación, ya que se aplicará a todos los estudiantes por igual independientemente de sus características, acciones y contexto, se dejará sin especificar la condición de activación. Por el contrario, si se desea definir una condición, el diseñador debe seleccionar el rasgo de adaptación que quiere tener en cuenta. Los rasgos mostrados en esta página fueron introducidos previamente en la página de creación del nuevo entorno. Una vez seleccionado el rasgo, si sus posibles valores son estereotipos, el diseñador deberá seleccionar uno de ellos. Sin embargo, si el rasgo es numérico, el diseñador deberá seleccionar un posible operador de comparación y especificar el valor que se utilizará en la condición de activación.

Se pueden especificar tanto condiciones simples como compuestas. Para definir una condición simple, hay que añadir un único par rasgo-valor a la condición de activación. Las condiciones compuestas pueden ser de dos tipos: condiciones en las que se deberán cumplir todas las subcondiciones para que la condición compuesta se satisfaga (AND), y condiciones en las que sólo es necesario que se cumpla una de las subcondiciones para que la condición compuesta se cumpla (OR). En la figura 4.15 se muestra un ejemplo de condición compuesta que se satisfará para los estudiantes activos que tengan un tiempo disponible menor o igual a diez minutos y para los estudiantes reflexivos que dispongan de un tiempo inferior o igual a veinte minutos.

Activation Condition	
REL OP	COND
	(Actvref = active) AND (Time <= 10)
__OR__	(Actvref = reflective) AND (Time <= 20)

Feature:

Operator:

Value:

Figura 4.15. Ejemplo de una condición de activación de una regla de adaptación

Con el objetivo de ayudar al diseñador en la creación de reglas generales de contexto, se le ofrece un listado con varios filtros generales de contexto predefinidos al final de esta página. Estos filtros son los siguientes:

- Si el estudiante está utilizando un teléfono móvil o una PDA, los mensajes, las actividades de repaso y los ejercicios tipo test serán anotados como recomendadas.
- Si el estudiante dispone de menos de diez minutos, los mensajes, las actividades de repaso y los ejercicios tipo test se marcarán como recomendados.
- Las simulaciones, explicaciones teóricas, actividades colaborativas y los ejercicios de respuesta libre no serán recomendados a los estudiantes activos que tengan menos de diez minutos disponibles.
- Las simulaciones, explicaciones teóricas, actividades colaborativas y los ejercicios de respuesta libre no serán recomendados a los estudiantes reflexivos que tengan menos de veinte minutos disponibles.

```

- <ContextRules id="Template">
- <ctxRule id="1" recom="true">
- <compcnd op="O">
- <cond type="s">
  <name>device</name>
  <op>=</op>
  <value>pda</value>
</cond>
- <cond type="s">
  <name>device</name>
  <op>=</op>
  <value>phone</value>
</cond>
</compcnd>
<type>msg</type>
<type>review</type>
<type>test</type>
</ctxRule>
- <ctxRule id="2" recom="true">
- <cond type="s">
  <name>time</name>
  <op><</op>
  <value>10</value>
</cond>
<type>msg</type>
<type>review</type>
<type>test</type>
</ctxRule>
+ <ctxRule id="3" recom="false">
+ <ctxRule id="4" recom="false">
</ContextRules>

- <ContextRules id="Template">
+ <ctxRule id="1" recom="true">
+ <ctxRule id="2" recom="true">
- <ctxRule id="3" recom="false">
- <compcnd op="A">
- <cond type="s">
  <name>ActvRef</name>
  <op>=</op>
  <value>active</value>
</cond>
- <cond type="n">
  <name>time</name>
  <op><</op>
  <value>10</value>
</cond>
</compcnd>
<type>simulation</type>
<type>theory</type>
<type>collaborative</type>
<type>short_text</type>
</ctxRule>
- <ctxRule id="4" recom="false">
- <compcnd op="A">
- <cond type="s">
  <name>ActvRef</name>
  <op>=</op>
  <value>reflective</value>
</cond>
- <cond type="n">
  <name>time</name>
  <op><</op>
  <value>20</value>
</cond>
</compcnd>
<type>simulation</type>
<type>theory</type>
<type>collaborative</type>
<type>short_text</type>
</ctxRule>
</ContextRules>

```

Figura 4.16. Fichero *xml* de configuración con reglas generales de contexto por defecto

Si el diseñador quiere utilizar cualquiera de estos filtros, sólo deberá seleccionarlo y pulsar el botón de creación de la regla. De esta manera, se almacenarán como reglas del entorno

de aprendizaje que se está definiendo desde el primer paso. La información de estos filtros se encuentra almacenada en un fichero de configuración de la propia herramienta (ver figura 4.16.). Estos filtros generales se corresponden a los descritos en la sección 3.6 del capítulo anterior.

El siguiente paso a la especificación de las reglas generales de contexto es definir los conjuntos de herramientas que se utilizarán dentro del entorno. La definición de los conjuntos de herramientas que los estudiantes utilizarán en el desarrollo de las actividades colaborativas se realiza mediante reglas de adaptación de herramientas colaborativas. Estas reglas fueron utilizadas en el sistema COLTANGOW para definir la adaptación de los conjuntos de herramientas utilizados por los estudiantes [Carro03a] y para generar dinámicamente los espacios de trabajo colaborativos [Carro03b]. La página mostrada al diseñador tiene una apariencia similar a la anterior (ver figura 4.17.). Por cada regla a crear, se debe definir su condición de activación (si procede), el nombre del conjunto de herramientas y las herramientas que se utilizarán dentro de dicho conjunto.

The screenshot shows a web-based interface for defining collaborative tool rules. The title is "GENERAL COLLABORATIVE SET OF TOOLS: EDI". Below the title is the section "CREATION OF NEW COLLABORATIVE TOOL RULE".

The "Activation Condition" section contains a table with two columns: "REL OP" and "COND". Below this table, there is a "Feature:" label followed by a dropdown menu showing "SecGlo". There are two buttons: "Add Feature-Value to the last Condition" and "Add New Disjunctive Condition".

The "Set:" section has a text input field.

The "Tools:" section has a "Select a tool:" label followed by a dropdown menu showing "set". There is an "Add Tool" button.

At the bottom of the form, there is a "Create Collaborative Tool Rule" button and a "Go to Activity Menu" button.

Figura 4.17. Ejemplo de la página generada para definir los conjuntos de herramientas

Después de especificar las reglas de conjuntos de herramientas colaborativas, se pasará a la siguiente página de creación de actividades (ver figura 4.18.). A través de esta página, se podrá definir no sólo la información de la propia actividad sino también de sus elementos asociados (contenidos, reglas estructurales y requisitos individuales). En esta página, el diseñador puede introducir la siguiente información:

- Nombre de la actividad (caja de texto ①), que será su identificador dentro del entorno.
- Tipo (caja de selección ②). Los tipos de actividades se encuentran definidos en un fichero de configuración de la propia herramienta. El diseñador sólo deberá seleccionar el tipo deseado de la lista de todos los posibles.
- Descripciones en los idiomas definidos para todo el entorno (caja de texto ③)
- Lugar de realización de la actividad (caja de selección ④).
- Fecha en la que la actividad deberá estar realizada. Esta fecha será seleccionada cuando se pulse sobre el icono ⑤ de la figura 4.18. Una vez elegida la fecha, se mostrará en la caja de texto correspondiente.
- Tiempo máximo estimado de realización de dicha actividad (caja de texto ⑥)

CREATION OF NEW ACTIVITY

Name: ①

Type: ②

Spanish Description: ③

Accomplishment place: ④

Deadline: ⑤

Maximum accomplishment time (expressed in minutes): ⑥

⑦

⑨

⑩

June, 2008							
Today							
wk	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
22	1	2	3	4	5	6	7
23	8	9	10	11	12	13	14
24	15	16	17	18	19	20	21
25	22	23	24	25	26	27	28
26	29	30					

Figura 4.18. Ejemplo de la pantalla mostrada para la creación de una actividad

No toda esta información es obligatoria: la fecha límite en la que la actividad debe estar realizada y el tiempo máximo estimado son campos opcionales. A continuación, debe pulsar el botón “*Create Activity*” (7 en la figura 4.18).

Una vez creada la nueva actividad, se puede almacenar información sobre los elementos relacionados (contenidos, reglas estructurales y requisitos individuales). Para ello, se debe pulsar sobre el botón correspondiente de la página de creación de actividades.

Si se quiere asociar ficheros de contenidos a las actividades, se debe pulsar sobre el botón “*Add Contents to Activity*”. Inmediatamente, se mostrará una pantalla análoga a la mostrada en la figura 4.19. El diseñador podrá asociar los contenidos deseados para una determinada actividad pulsando el botón “*Examinar*” de dicha página. A través de una ventana de diálogo, se elegirá el fichero de contenidos que se enviará al servidor para su posterior almacenamiento.

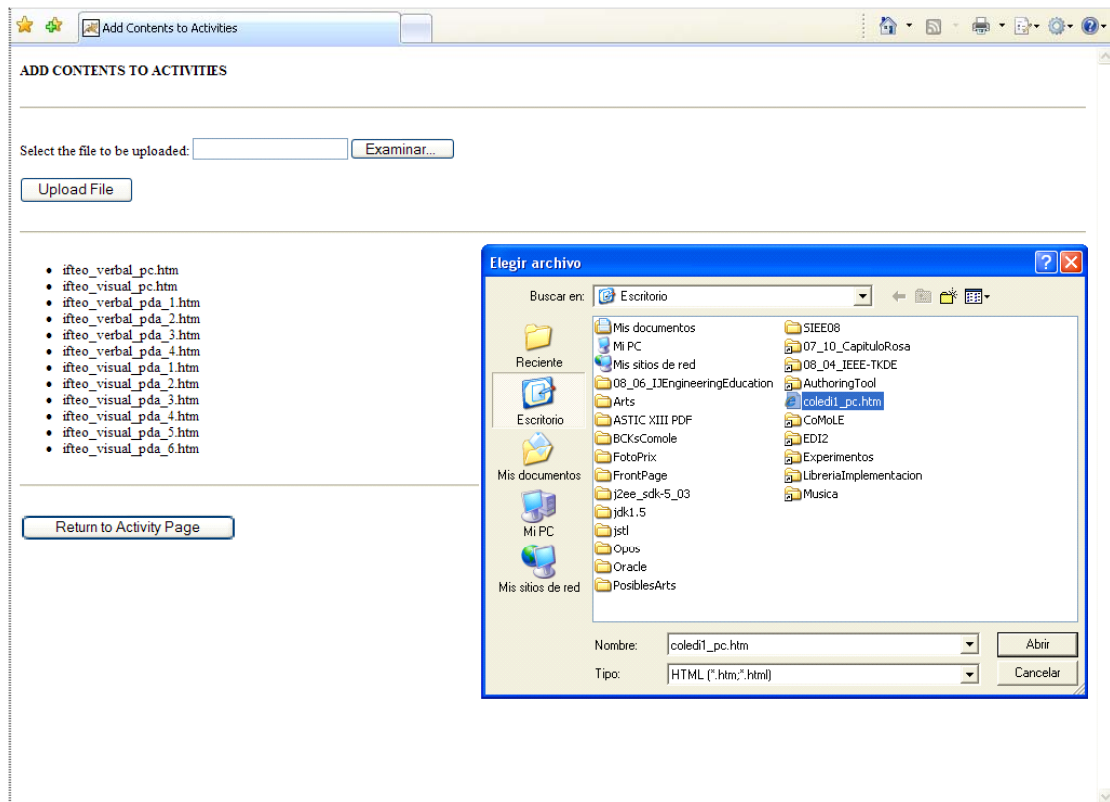


Figura 4.19. Ejemplo de la pantalla mostrada para asociar contenidos a una actividad

Es posible asociar más de un fichero de contenidos a una misma actividad pulsando tantas veces como sea necesario el botón “*Examinar*”. En cada paso, se irá mostrando los ficheros asociados actualmente a la actividad en la propia página. Estos ficheros de contenidos pueden asociarse a más de una actividad, permitiendo la reutilización de material previamente almacenado en el entorno de aprendizaje. Una vez terminada la asociación de

contenidos para una actividad, se deberá pulsar sobre el botón “Return to Activity Page” para volver a la pantalla anterior de creación de actividades.

La definición de contenidos para actividades colaborativas es un caso especial en el que el diseñador no sólo debe suministrar el enunciado de la actividad a desarrollar sino también el conjunto de herramientas que se facilitará a los estudiantes para su realización. Para ello, se mostrará una página similar a la presentada en la figura 4.20. En ella, se podrán definir distintas reglas de espacios de trabajo para la actividad que se acaba de crear (en el ejemplo de la figura, la actividad “PilasCol”). Pueden especificarse distintos espacios de trabajo en función de distintos rasgos de adaptación. En cuyo caso, se crearán varias reglas de espacios de trabajo colaborativos donde se debe detallar la condición de activación, el enunciado de la actividad y el conjunto de herramientas a utilizar.

CREATION OF NEW ACTIVITY

Name: PilasCol

Type: collaborative

Spanish Description: Actividad c

Accomplishment place: any

Deadline:

Maximum accomplishment time (e

Create Activity

Add Contents to Activity

WORKSPACES RULES AND CONTENTS FOR A COLLABORATIVE ACTIVITY *PilasCol*

No rules defined yet

CREATION OF NEW WORKSPACE RULE

Activation Condition

REL OP COND

Feature: SecGlo

Add Feature-Value to the last Condition

Add New Disjunctive Condition

Select the file to be uploaded: Examinar...

Write the name of the set of tools:

Create Workspace Rule

Figura 4.20. Ejemplo de la pantalla para asociar contenidos a una actividad colaborativa

Si el diseñador está definiendo una actividad que se descompone en otras subactividades más simples, deberá crear las correspondientes reglas estructurales para dicha actividad. Para ello, pulsando sobre el botón “Create Structural Rules” de la página de creación de actividades, se accede a otra página de creación de reglas estructurales (ver figura 4.21.). En ella, el diseñador especificará la condición de activación de la regla, la guía de navegación que se ofrecerá a los estudiantes entre las distintas subactividades, y las propias

subactividades. La definición de la condición se efectuará de manera similar a la creación de condiciones en las reglas generales de contexto.

La figura 4.21. muestra dos ejemplos de especificación de reglas estructurales relacionadas con la actividad compuesta “*RepasoCond*”. En la parte izquierda de esta figura, se puede ver que el diseñador ha creado una condición de activación que indica que esa regla se activará para estudiantes activos cuando tengan un tiempo igual o inferior a diez minutos. Las subactividades definidas son tres: “*CondReview*”, “*IfEjem*” y “*SwitchEjem*”; y se podrán realizar en el orden en el que los estudiantes decidan (guía libre). En la parte derecha, se muestra los datos de otra regla estructural. En ella, se indica que para los estudiantes que tengan más de diez minutos disponibles independientemente del resto de características, la actividad “*RepasoCond*” se dividirá en las siguientes seis actividades: “*CondReview*”, “*IfEjem*”, “*SwitchEjem*”, “*IfTest*”, “*SwitchRptaLibre1*” y “*SwitchRptaLibre2*”. Los alumnos decidirán el orden de realización de las mismas. Estas dos reglas se corresponden con la información almacenada en el fichero *xml* presentado anteriormente en la figura 4.6. de la sección 4.1 sobre dicha actividad.

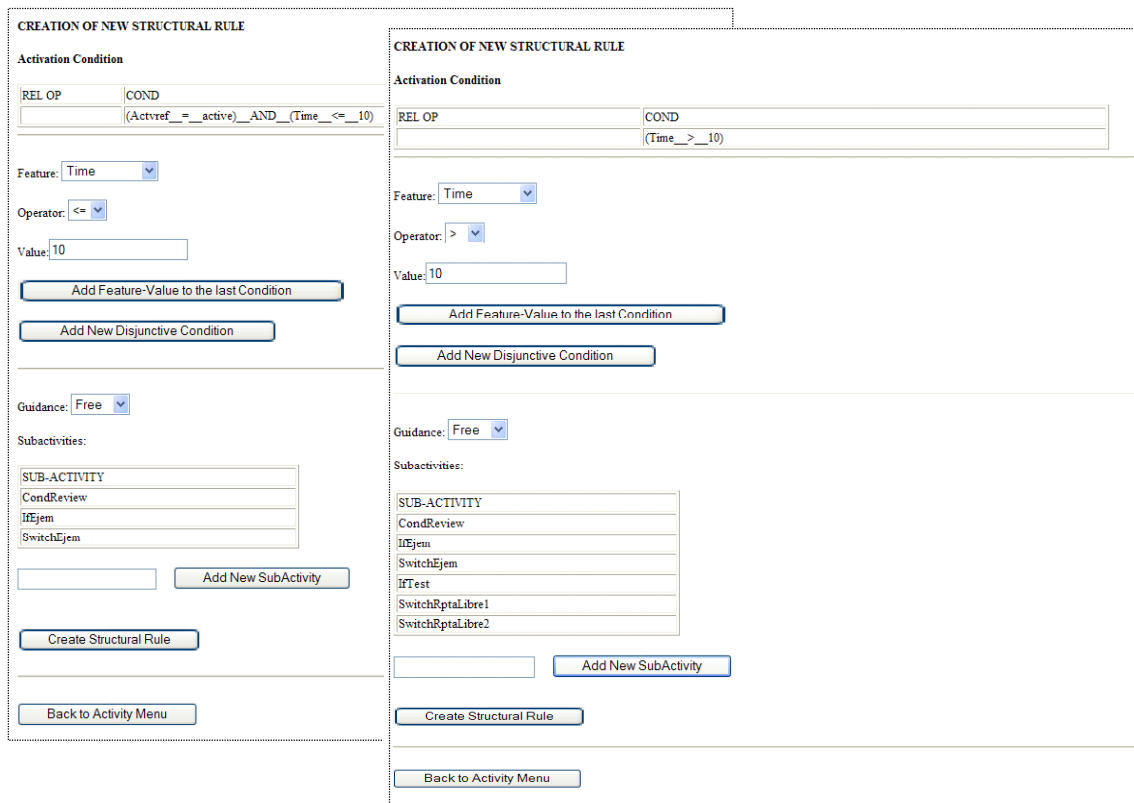


Figura 4.21. Dos ejemplos de la pantalla mostrada para definir sendas reglas estructurales

La figura 4.22. muestra el resultado de la creación de estas dos reglas estructurales. Esta información aparece en la parte superior de la página donde se definen las propias reglas estructurales.

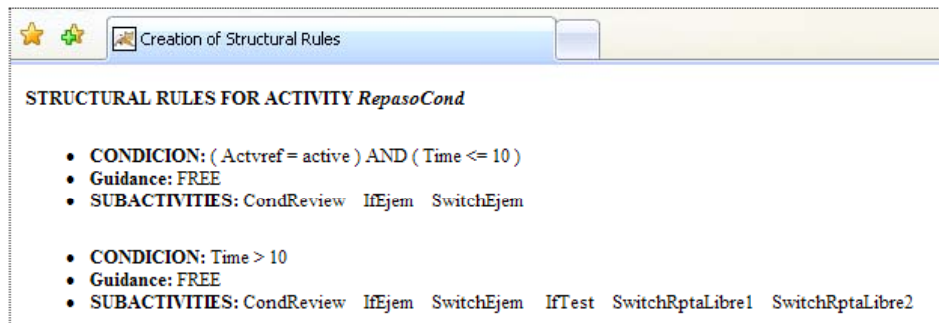


Figura 4.22. Ejemplo de la información definida sobre unas reglas estructurales

Cuando el diseñador termine de definir las reglas estructurales de una actividad compuesta, volverá de nuevo a la página de creación de actividades donde podrá definir el último elemento relacionado con las actividades: las reglas de requisitos individuales.

En la figura 4.23., se muestra la página en la que el diseñador introducirá la información de este último tipo de las reglas. Los datos de la condición de la regla individual se introducen de manera análoga a las reglas generales de contexto y a las reglas estructurales. Una vez creada la condición de la regla individual, se procede a almacenar sus datos pulsando el botón de creación de la nueva regla “*Create Individual Rule*”.

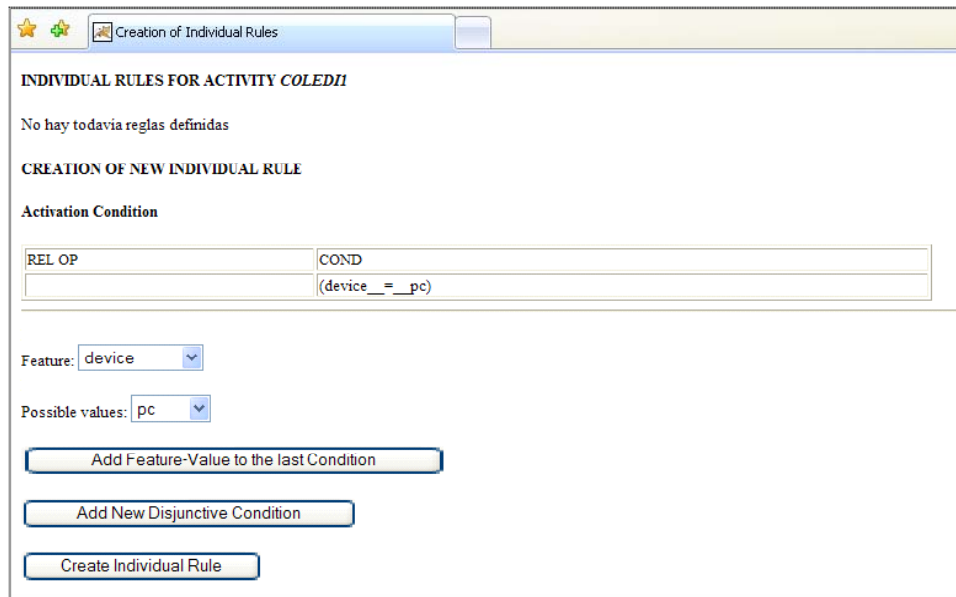


Figura 4.23. Ejemplo de pantalla de creación de reglas de requisitos individuales

Al finalizar la creación e inserción de todos los datos de la nueva actividad (información de la propia actividad, contenidos, reglas estructurales y requisitos individuales), se procede a almacenar toda la información de la propia actividad en un fichero *xml* similar a los presentados en la sección 4.1. Para ello, el diseñador deberá pulsar el botón “*Record Activity Data*” de la página de creación de actividades. El paso de creación de actividades será repetido tantas veces como actividades de aprendizaje haya definidas en el entorno.

La herramienta de autor ha sido implementada en lenguaje Java. Los formularios web de las páginas mostradas al diseñador en cada uno de los pasos incluyen código JavaScript y DOM para controlar tanto los posibles errores de entrada de datos en los formularios de las páginas web como la actualización de los valores que va introduciendo el diseñador en cada una de las páginas. Además, esta herramienta utiliza dos paquetes externos (“*Commons FileUpload*” y “*Commons IO*”) para gestionar el tratamiento de los ficheros de contenidos asociados a las actividades de aprendizaje, los cuales son enviados a través del navegador web del cliente al servidor. El paquete “*Commons FileUpload*” [FileUpload] permite tratar una petición de envío de un fichero a través de un formulario web de una forma sencilla. El paquete “*Commons IO*” [IO] contiene métodos útiles que permiten trabajar con flujos de datos y ficheros.

Esta herramienta de autor facilita al diseñador la definición de nuevos conjuntos de actividades de aprendizaje y de filtros generales de contexto de una manera sencilla. Además ayuda a configurar nuevos entornos donde puede definir distintas capacidades de adaptación a utilizar para realizar la recomendación de actividades.

4.2.1. Configuración de editores gráficos colaborativos específicos

A veces no es suficiente disponer de un conjunto de herramientas colaborativas. Los diseñadores pueden necesitar herramientas específicas que soporten la realización de determinadas actividades. En el caso concreto de editores gráficos colaborativos, algunos de ellos ofrecen un conjunto de elementos demasiado extenso. Algunos usuarios pueden tardar demasiado tiempo buscando los elementos útiles para la realización de una determinada actividad.

Con este objetivo, se diseñó e implementó una aplicación desarrollada en lenguaje Java que permite a los diseñadores la creación y gestión de actividades colaborativas que incluyen editores gráficos personalizados y la gestión de usuarios y creación de grupos de trabajo [Carrasco05]. Cada editor gráfico colaborativo ofrecerá a los estudiantes sólo los elementos necesarios para la realización de una actividad. De esta manera, por un lado, los usuarios no pierden tiempo en encontrar los elementos adecuados para la realización de la actividad, ya que el editor está adaptado a las características de una actividad específica. Por

otro lado, los diseñadores pueden configurar este tipo de editores de una forma visual sencilla, minimizando el tiempo de creación de este tipo de editores gráficos para actividades colaborativas.

El primer paso que tiene que realizar un diseñador que utiliza esta aplicación es la definición de un nuevo conjunto de actividades que serán realizadas a través de editores gráficos colaborativos. A continuación, se deben crear cada una de las actividades colaborativas asociadas a este nuevo conjunto, facilitando su descripción, el enunciado del problema a resolver y el conjunto de elementos que utilizarán los estudiantes para su realización, los cuales compondrán la barra de herramientas del editor gráfico colaborativo.

En la figura 4.24. se muestra un ejemplo de la pantalla de creación y configuración de actividades gráficas colaborativas de esta aplicación. En la parte superior, se muestra una lista con las actividades definidas hasta el momento para un determinado conjunto. La actividad actual sobre la que se está trabajando se encuentra marcada en color azul.

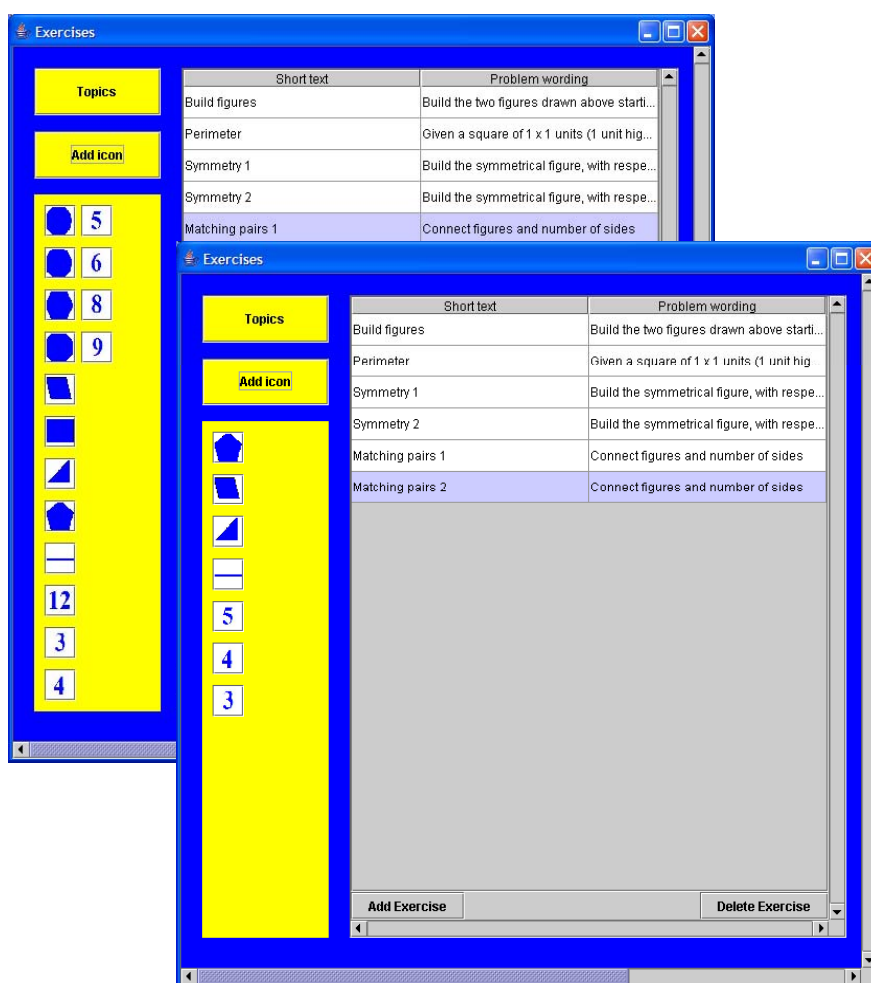


Figura 4.24. Ejemplo de la herramienta de gestión de actividades gráficas colaborativas

Para crear una nueva actividad colaborativa, se debe pulsar sobre el botón “Add Exercise”, insertar su descripción y el enunciado del problema a través de la interfaz principal. Una vez hecho esto, se deben asociar los distintos elementos gráficos que utilizarán los usuarios para realizar esta nueva actividad. Al pulsar sobre el botón “Add icon”, se mostrará al diseñador una nueva pantalla donde aparecerán los elementos previamente almacenados en la aplicación y un cuadro de diálogo a través del cual se podrá buscar e incluir nuevos elementos (pantalla análoga a la presentada en la figura 4.25.). De esta manera, el diseñador puede elegir entre la reutilización de material proporcionado anteriormente a la aplicación o la inclusión de nuevos elementos gráficos.

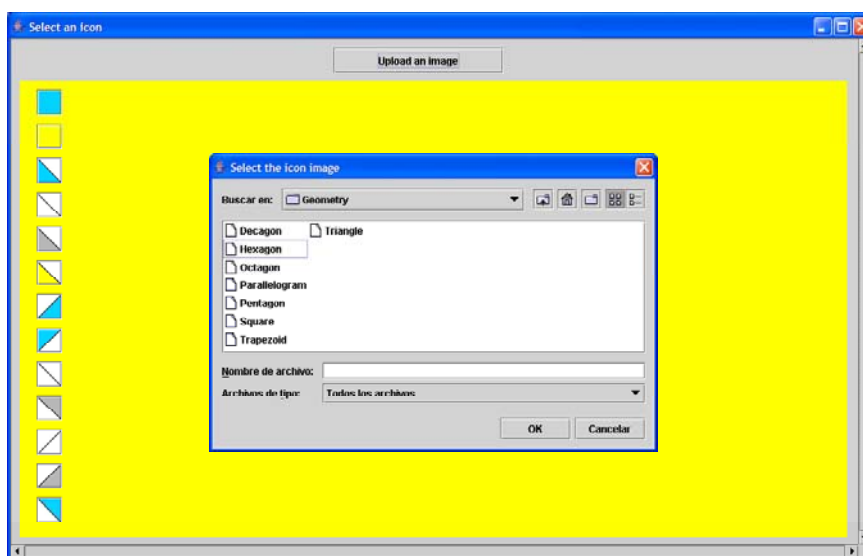


Figura 4.25. Ejemplo de inserción de nuevos elementos o reutilización de los existentes

El diseñador repetirá este proceso tantas veces como actividades desee crear. También podrá eliminar actividades desde la pantalla de gestión de actividades pulsando sobre el botón “Delete Exercise”.

Las actividades definidas a través de esta aplicación serán realizadas por los estudiantes a través de otra aplicación específica cuyos detalles serán explicados en la sección 4.3.4. Esta aplicación se puede incluir como herramienta colaborativa disponible dentro del sistema CoMoLE.

A continuación, se presenta la arquitectura general y funcionamiento del sistema implementado para dar soporte a entornos de recomendación donde los usuarios pueden realizar actividades individuales y colaborativas utilizan distintos dispositivos.

4.3. Sistema

El mecanismo de recomendación explicado en el capítulo anterior ha sido implementado en un sistema llamado CoMoLE, que da soporte a la recomendación de actividades y generación de espacios de trabajo, y sobre el que se crearán los entornos descritos previamente. Este sistema se encarga de guiar a los estudiantes a través de un conjunto de actividades realizando recomendaciones sobre las actividades más adecuadas en cada paso en función de sus características personales, acciones y contexto en el que se encuentran. Los estudiantes acceden a este sistema a través de un navegador web utilizando diferentes dispositivos².

CoMoLE soporta la recomendación y realización de diferente tipo de actividades de aprendizaje tales como estudio de explicaciones teóricas, observación de ejemplos, realización de ejercicios tipo test y ejercicios de respuesta libre, resolución de problemas de forma colaborativa, descarga de material electrónico, envío y recepción de mensajes entre compañeros, etc.

El proceso de recomendación de las actividades más adecuadas y generación de los espacios de trabajo correspondientes para cada actividades se encuentra dividido en cuatro módulos principales: generación del listado inicial de actividades, recomendación basada en reglas de adaptación, recomendación basada en la información de otros usuarios, y generación de espacios de trabajo. Estos módulos implementan cada una de las fases del mecanismo de recomendación explicado en el capítulo anterior. La arquitectura general del sistema CoMoLE se presenta en la figura 4.26.

Cuando un alumno accede al entorno de aprendizaje desde su navegador web, se le pide que se identifique facilitando sus datos de acceso al sistema en la pantalla inicial (parte izquierda de la figura 4.27.). A continuación, si es la primera vez que accede al entorno, se le muestra un formulario web con una serie de preguntas sobre sus características personales relacionadas con rasgos de adaptación utilizados en la recomendación de actividades. Las respuestas a estas preguntas se almacenan dentro del fichero *xml* que contiene la información estable del usuario. A continuación se procede a averiguar su contexto actual (donde se encuentra físicamente, el tiempo que tiene disponible y el dispositivo que está empleando). Junto con estos datos, se pregunta cuál es el entorno al que desea acceder. Estas preguntas se realizan en otra página web (ver captura en la parte derecha de la figura 4.27).

² La actual implementación se encuentra disponible en la dirección: <http://tangow.ii.uam.es/comole/>

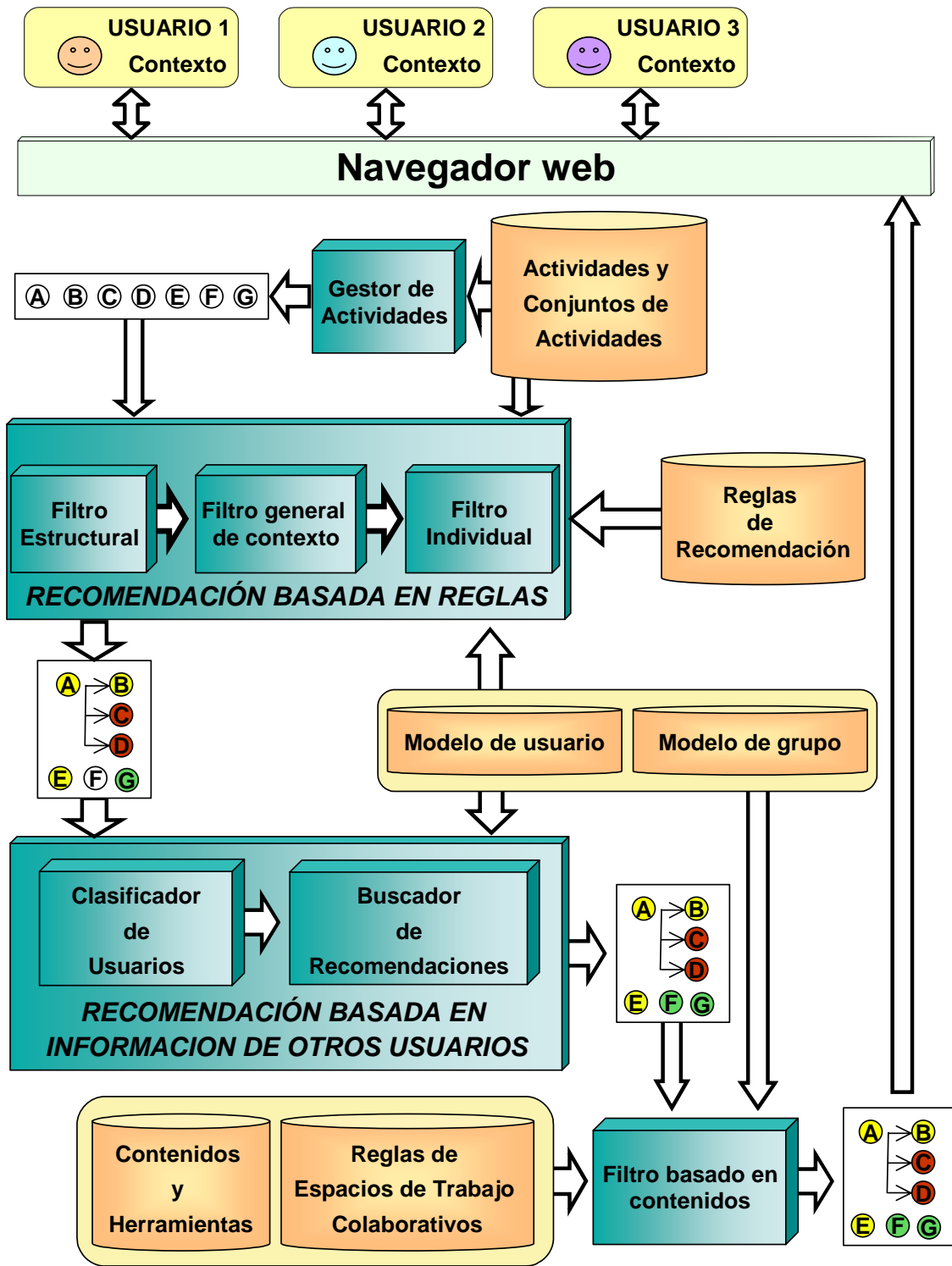


Figura 4.26. Arquitectura general del entorno CoMoLE

Una vez conocido el contexto del usuario, el entorno de aprendizaje procede a seleccionar las actividades más adecuadas para cada estudiante de acuerdo a sus características personales, acciones realizadas previamente y contexto actual. En este proceso se encuentran implicados todos los módulos del sistema de aprendizaje (gestores y filtros de la figura 4.26). Estos módulos son los responsables de seleccionar las actividades más

adecuadas y generar los espacios de trabajo de las actividades para un determinado usuario teniendo en cuenta su situación actual. A continuación se explican cada una de las fases que comprenden este proceso.

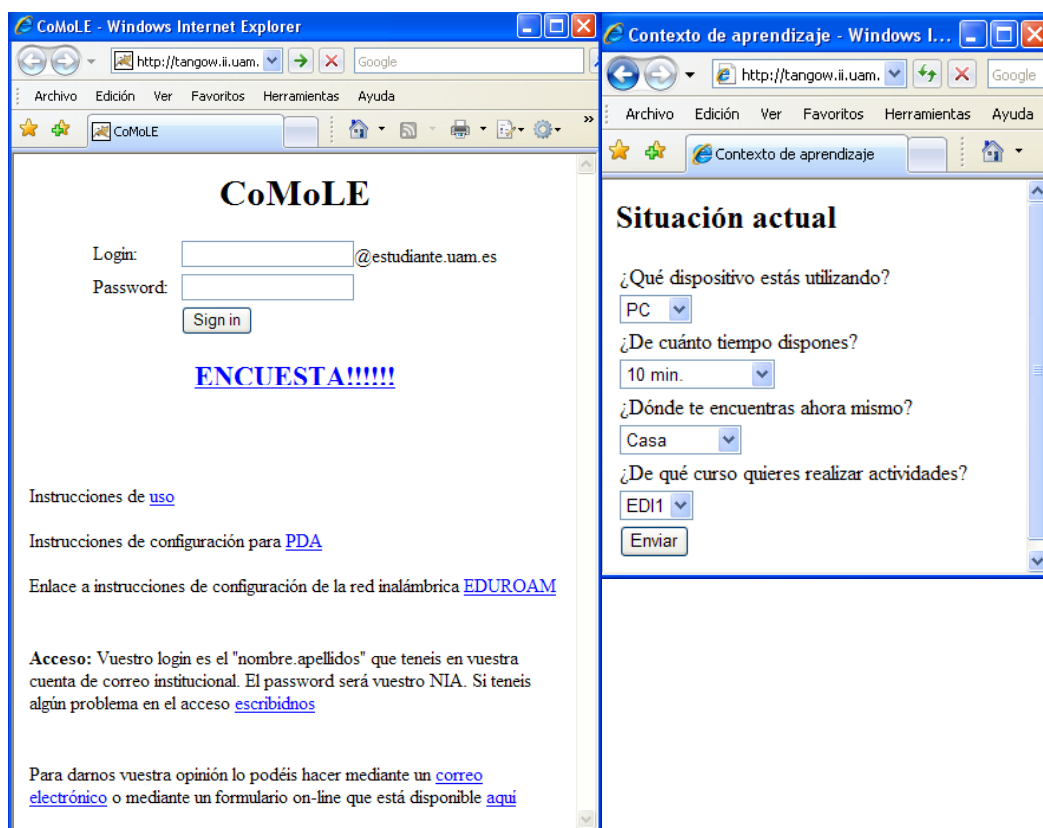


Figura 4.27. Pantallas de entrada y de petición de datos de contexto de CoMoLE

4.3.1. Generación del listado inicial de actividades

El primer paso del sistema consiste en averiguar cuáles son las actividades relacionadas con el entorno seleccionado por el usuario. El **gestor de actividades** es el responsable de obtener un listado inicial de las actividades de un entorno determinado.

Para generarlo, el gestor de actividades consulta la información almacenada en el sistema en el conjunto de ficheros *xml* en los que se definen todos los elementos del entorno y las actividades que ya ha realizado el usuario. A partir de esta información, obtiene el listado de actividades del entorno, anota las actividades realizadas previamente por el usuario, y proporciona un listado inicial que envía al módulo de recomendación basado en reglas de adaptación.

4.3.2. Recomendación basada en reglas de adaptación

A continuación, se procesan los distintos tipos de reglas de adaptación definidos para la lista inicial de actividades recibida del gestor de actividades en la fase anterior. En esta fase, intervienen tres módulos de recomendación que implementan el mecanismo de adaptación basado en reglas descrito en el capítulo anterior [Martín06a]. Cada uno de estos módulos se corresponde con uno de los filtros descritos en la sección 3.3: **filtro estructural**, **filtro general de contexto** y **filtro individual** [Martín06b].

Cada módulo soporta el procesamiento de un tipo de reglas de adaptación: reglas estructurales, filtros generales de contexto y restricciones individuales de realización. Este hecho facilita que se puedan utilizar cada uno de los módulos por separado, de tal manera que sea el diseñador del entorno quien decida en la fase de diseño qué módulos de recomendación hay que utilizar para adaptar un conjunto determinado de actividades. Esta selección se realiza a través de la herramienta de autor, en la pantalla de creación de un nuevo entorno.

La entrada de cada uno de los módulos de recomendación es la salida del módulo anterior, a excepción del primero que se encuentre definido, que recibe el listado inicial proporcionado por el gestor de actividades. La salida de los módulos de recomendación basada en reglas de adaptación es un listado con las actividades anotadas junto con su correspondiente grado de recomendación. Este listado es la entrada al módulo de recomendación basada en la información almacenada sobre otros usuarios.

4.3.3. Recomendación basada en información de otros usuarios

A pesar de haber procesado diferentes reglas de adaptación puede ocurrir que el listado de entrada al módulo de recomendación basada en información de otros usuarios, contenga actividades cuyo estado sea disponible, es decir, no se tenga suficiente información sobre el grado de recomendación de la actividad. Esta situación se produce cuando no existe ninguna regla de adaptación definida en los correspondientes ficheros *xml* que ofrezca suficiente información sobre si una determinada actividad debería recomendarse (o no) al usuario en función de sus características personales, actividades realizadas y contexto en el que se encuentra.

El objetivo principal de este tercer módulo es realizar recomendaciones sobre las actividades que todavía se encuentren en estado disponible basándose en el orden en que usuarios con características similares realizaron las actividades del mismo entorno.

Antes de realizar este tipo de recomendaciones, se deben analizar las acciones de otros usuarios con el objetivo de obtener un recorrido de actividades para cada tipo de usuario y las probabilidades de realizar una actividad a continuación de otra. Este recorrido de actividades se consigue analizando la secuencia de realización de actividades de cada usuario a partir de los ficheros históricos. Los ficheros históricos del sistema contienen información dinámica sobre cada una de las actividades que los usuarios han ido realizado.

Con el objetivo de obtener los recorridos para cada tipo de usuario, se ha desarrollado una aplicación que se encarga de analizar las secuencias de realización de actividades de cada tipo de usuarios. A partir de este análisis se construye un grafo de actividades representado a través de un modelo de Markov [Baum70]. El grafo de actividades consta de dos elementos: nodos y enlaces. Los nodos representan cada una de las actividades que pertenecen a un determinado entorno. Los enlaces entre nodos representan la probabilidad de realizar una actividad a continuación de otra. Dada una actividad origen y otra actividad destino, la probabilidad de transición de la actividad origen a la actividad destino se obtiene a partir del número de usuarios que realizaron la actividad destino después de la actividad origen y del número total de usuarios que realizó una actividad a continuación de la actividad origen (flujo total de salida de un determinado nodo). Estos grafos de actividades se generan fuera de línea. Sólo es necesario utilizar esta aplicación para generar los grafos cuando se tiene un número suficiente de usuarios y suficiente información dinámica sobre las actividades realizadas dentro de un determinado entorno.

El módulo de recomendación basado en la información de otros usuarios utiliza la información almacenada en estos grafos de actividades para realizar sugerencias sobre actividades disponibles para cada tipo de usuario. Este módulo consta de dos fases: **clasificación de usuarios** y **buscador de recomendaciones**. En la primera fase, se clasifica al usuario en uno de los tipos de usuarios para los cuales se encuentra definido un grafo de actividades. A continuación, para cada una de las actividades disponibles y en función de la clasificación obtenida en el módulo anterior, el buscador de recomendaciones se encarga de analizar la probabilidad de transición desde actividades que el usuario ya ha realizado a las actividades que tiene disponibles.

Si existe suficiente nivel de confianza sobre la probabilidad de realizar una determinada actividad a continuación de una de las actividades realizadas ya por el usuario, la actividad destino que se encontraba en estado disponible es anotada como recomendada. El cálculo del nivel de confianza de una determinada transición se realiza tal y como se explicó en la sección 3.2.4. del capítulo anterior.

Al incluir recomendaciones basadas en la información de otros usuarios, el sistema CoMoLE puede considerarse como un sistema de recomendación de actividades híbrido,

ya que combina la información proporcionada por expertos definida en términos de reglas de adaptación junto con la información de otros usuarios para realizar las recomendaciones. Además, gracias a este tipo de recomendaciones no es necesario especificar a priori ningún tipo de información definida en términos de reglas de adaptación para poder realizar recomendaciones de actividades a los usuarios del sistema.

Una vez que el buscador de recomendaciones ha terminado de actualizar el estado de las actividades disponibles del listado del usuario, envía la lista de actividades completa al filtro basado en contenidos para que genere los correspondientes espacios de trabajo.

4.3.4. Generación de espacios de trabajo

El último módulo, el **gestor de contenidos**, se encarga de generar los espacios de trabajo seleccionando los contenidos y herramientas más adecuados. Este gestor genera dinámicamente una página web con el espacio de trabajo adecuado a partir de las recomendaciones realizadas por los dos módulos anteriores. Además, selecciona los contenidos más adecuados teniendo en cuenta las características del dispositivo y los rasgos personales de los usuarios, e incluye un índice anotado de actividades con información de las recomendaciones de los módulos anteriores dentro de la propia página. Una vez que se generó la página, es enviada al navegador web del usuario.

En la figura 4.28. se presenta un ejemplo de una página web generada para un usuario que está interactuando con un entorno de recomendación de actividades relacionado con la materia de “Estructura de Datos y de la Información I”. Como se puede observar, la página se encuentra dividida en tres zonas: área de recomendación (área ①), índice de actividades (área ②) y área de contenidos (área ③ en figura 4.28.).

Las recomendaciones se realizan en la parte superior de la página web generada (área ① de la figura 4.28). En la parte izquierda de esta área, se muestra la recomendación de actividades que se realiza al usuario en un momento determinado. Las actividades “*Switch. Ejemplo*” y “*If. Teoría*” se encuentran marcadas como recomendadas en el ejemplo de la figura 4.28. La actividad que está realizando actualmente puede verse en la parte derecha de esta área (“*If. Ejemplos*” es la actividad actual en el ejemplo presentado). De esta manera, los usuarios pueden ver tanto la actividad actual que están realizando como las sugerencias propuestas por el sistema como siguientes actividades recomendadas a realizar. En la parte central de esta área, se encuentran dos botones. La funcionalidad de estos botones es permitir al usuario salir del entorno de aprendizaje finalizando la sesión actual y mostrar/ocultar el índice de actividades (área ②) para contraer/extender el tamaño del área de contenidos (zona ③).

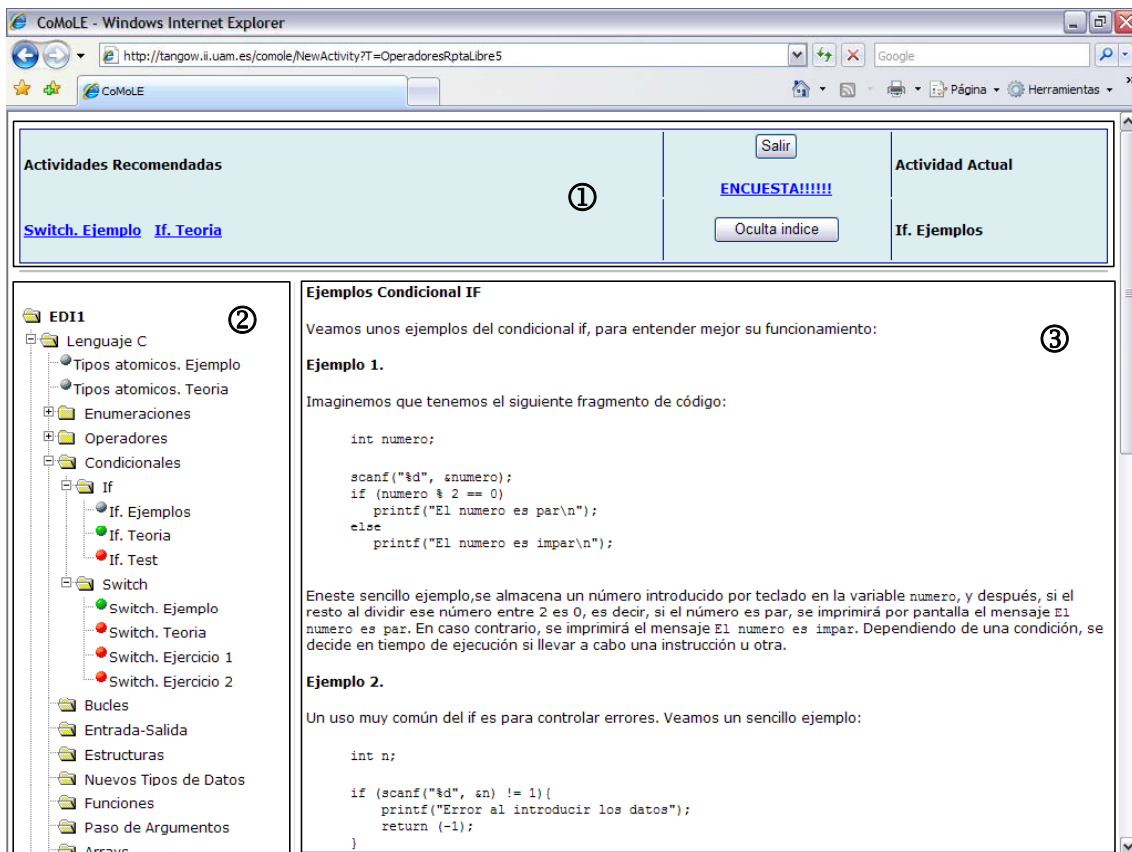


Figura 4.28. Ejemplo de una página web generada por CoMoLE

En la parte inferior izquierda (área ②), se muestra el **índice con las actividades** a realizar para un determinado usuario. Este índice se genera dinámicamente a partir del listado de actividades anotadas generado por los módulos de recomendación. Como se puede observar, cada actividad está coloreada de acuerdo a la metáfora del semáforo [Weber97]. Los colores utilizados en este índice son:

- Verde para indicar que la actividad se encuentra disponible para el usuario y además está recomendada por el entorno de aprendizaje en ese momento.
- Amarillo cuando la actividad está disponible pero no se encuentra recomendada ya que alguna condición relacionada con el contexto del usuario no se satisface (p.e. el usuario no tiene suficiente tiempo disponible para realizarla).
- Rojo si la actividad no se encuentra disponible y por tanto el usuario no puede realizarla (p.e. es necesario que una actividad previa esté realizada antes).
- Negro para las actividades ya realizadas por el usuario.

Por último, en la parte inferior derecha de la pantalla (área ③), se muestra el **área con los contenidos** más adecuados para la actividad actual. Estos contenidos son seleccionados por el gestor de actividades teniendo en cuenta tanto las distintas versiones de los mismos

almacenadas en el entorno como los rasgos personales del usuario, comportamiento y contexto (p.e. contenidos textuales/gráficos de acuerdo a la dimensión visual-verbal del estilo de aprendizaje de los alumnos o contenidos *pc/pda* dependiendo del dispositivo que esté utilizando el usuario).

Los estudiantes pueden seleccionar la siguiente actividad a realizar, la cual será la actividad actual en el siguiente paso. Esta selección se puede realizar pulsando sobre:

- El enlace generado para las actividades recomendadas del área de recomendación.
- Cualquiera de las actividades recomendadas, no recomendadas y realizadas del índice de actividades (área ②). Las actividades no recomendadas se anotan como tales en el índice (con color amarillo) aunque el entorno de aprendizaje no impide su realización. Las actividades no disponibles, que se encuentran marcadas en rojo en el índice, no podrán ser realizadas por el estudiante hasta que no cambie su grado de recomendación actual.
- El botón de siguiente actividad recomendada que se genera al final del área de contenidos (área ③). En este caso, la actividad que se seleccionará como actividad actual será la primera del listado de actividades recomendadas que tenga el usuario en ese momento.

El entorno ofrece como máximo tres actividades dentro del área de recomendación de la página web generada. Si un alumno tuviera más de tres actividades recomendadas en un determinado momento, podría seleccionar cualquiera de ellas a través del índice (aunque no apareciesen en el área de recomendación). Esta decisión se ha tomado para no sobrecargar al estudiante con un exceso de recomendaciones. De esta manera, se consigue por un lado guiar a los estudiantes más desorientados con este tipo de entornos de aprendizaje; y por otro, flexibilizar el acceso a todas las actividades a través del índice a los estudiantes que estén más familiarizados con este tipo de entornos.

En el caso de actividades colaborativas, este gestor de contenidos también se encarga de generar el espacio de trabajo colaborativo para dicha actividad seleccionando tanto el enunciado de la actividad como las herramientas que utilizarán los estudiantes para interactuar entre ellos y llevar a cabo la actividad. Para ello, el gestor procesa las reglas de herramientas y espacios de trabajo colaborativos y genera el correspondiente espacio de trabajo.

La figuras 4.29. muestran un ejemplo de un espacio de trabajo colaborativo definido para la realización de actividades relacionadas con un curso de “Geometría”, el cual incluye un editor gráfico colaborativo personalizado creado a partir de la aplicación explicada en la sección 4.2.1 [Martín08]. Este espacio de trabajo ha sido generado para un estudiante novel

que tiene asignado el rol de líder en su grupo de trabajo. Como se puede observar, consta de cinco áreas donde cada una de ellas contiene:

- La lista de las actividades colaborativas a realizar por el estudiante (área ① en la figura 4.29).
- El enunciado de la actividad actual en el área ②.
- La barra de herramientas con los elementos gráficos que los estudiantes utilizarán para componer la solución de la actividad colaborativa. Además, se incluyen otros iconos para permitir a los estudiantes mover un elemento, cambiarlo de tamaño o borrarlo dentro del espacio de trabajo compartido. Por último, si el alumno tiene asociado el rol de líder del equipo de trabajo, la barra de herramientas también incluirá un botón que permite marcar la actividad como finalizada. Esta barra de herramientas se encuentra situada en la parte izquierda del espacio de trabajo colaborativo (③ en la figura 4.29).
- El área de trabajo compartida con el editor gráfico colaborativo la cual está situada en el área principal ④ de la figura 4.29.
- Por último, en la parte inferior (área ⑤), se muestran mensajes de información que envía la aplicación (p.e. conexiones de compañeros del mismo grupo de trabajo, acciones sobre componentes en el área de trabajo compartida, etc.).

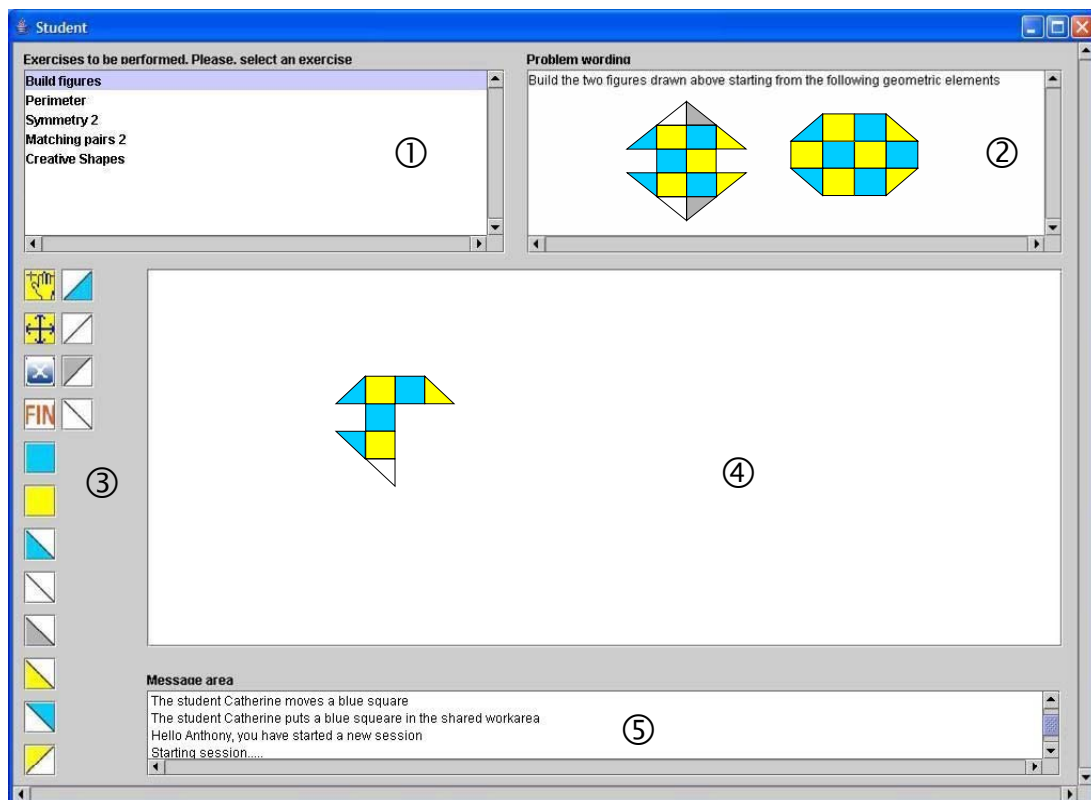


Figura 4.29. Ejemplo del espacio de trabajo generado para editores gráficos específicos

Esta aplicación gestiona las acciones realizadas por los estudiantes en los diferentes espacios de trabajo y almacena continuamente el estado del área de trabajo compartida para cada actividad y grupo de trabajo.

La información inicial presentada a cada estudiante (enunciado del problema y elementos a utilizar en su realización) están relacionados con la primera actividad de la lista de actividades pendientes de realizar. Si el estudiante quiere trabajar sobre otra actividad, sólo debe seleccionarla de la lista de actividades presentadas en el área ①. A continuación, el enunciado del problema de la actividad seleccionada se cargará en el área ②, la barra de herramientas personalizada en el área ③ y el estado actual de la actividad en el área principal ④ del espacio de trabajo compartido.

Cuando los alumnos están trabajando sobre la solución de una actividad colaborativa, pueden realizar distintas acciones sobre elementos ya incluidos dentro del área de trabajo compartida: i) insertar un nuevo elemento, ii) seleccionar, mover o cambiar su tamaño, o iii) borrar un elemento. Los resultados de cada una de estas acciones se muestran inmediatamente a todos los miembros del grupo dentro del área de mensajes, situada al pie de la página (área ⑤ en la figura 4.29.).

Además, los líderes de los grupos de trabajo pueden marcar una actividad como finalizada pulsando el botón de “Fin” incluido en su barra de herramientas. En este momento, se informará al resto de compañeros del grupo de trabajo de la finalización de la actividad en un periodo de cinco minutos. Una vez que este periodo de tiempo pase, la actividad se anotará como finalizada y ningún miembro del grupo podrá modificar la solución de la misma.

El profesor también puede finalizar una actividad cuando lo considere necesario a través de la herramienta de configuración explicada en la sección 4.2.1. Una de las opciones de esta aplicación consiste en permitir monitorizar las acciones que los estudiantes están realizando visualizando el contenido del área de trabajo compartida de cada uno de los grupos de trabajo o guardarlo en ficheros *pdf* para su posterior evaluación. Un ejemplo de la pantalla mostrada al profesor donde se puede monitorizar el trabajo de los estudiantes se presenta en la figura 4.30.

Otro ejemplo de espacio de trabajo generado para la realización de una actividad colaborativa se presenta en la figura 4.31. Este espacio de trabajo se ha generado a partir de reglas de adaptación de espacios de trabajo y reglas de herramientas colaborativas. Por un lado, las reglas de adaptación del espacio de trabajo definen la utilización de un conjunto de herramientas determinado y un enunciado del problema. Por otro, las reglas de adaptación de las herramientas colaborativas describen qué herramientas se ofrecerán a los estudiantes en la interfaz principal y cuáles se les proporcionarán como herramientas secundarias.

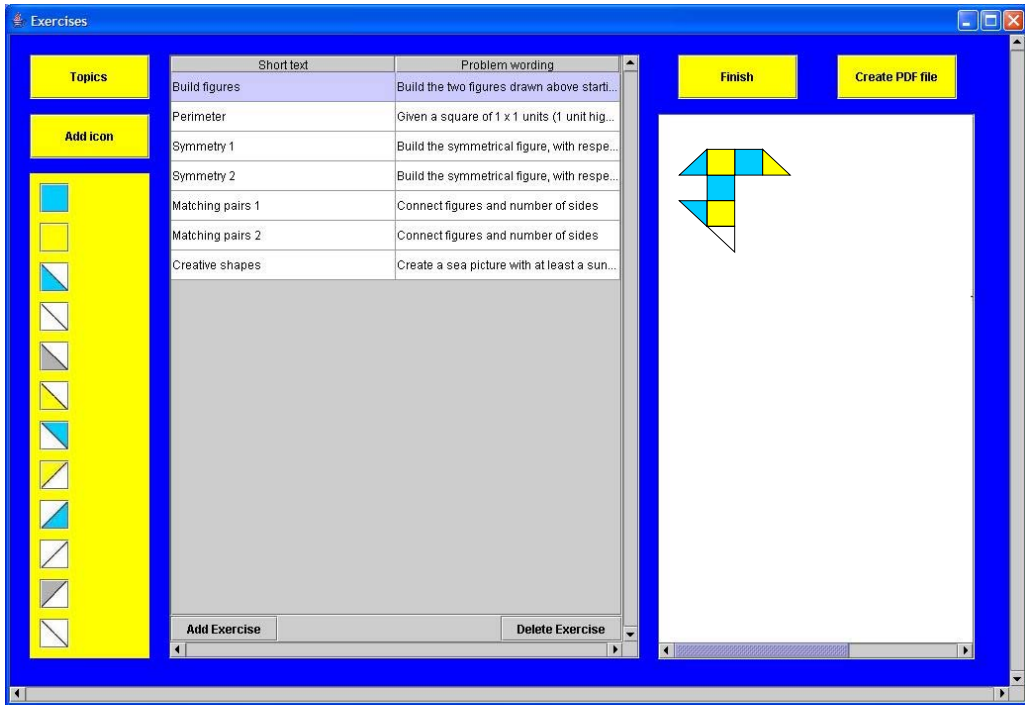


Figura 4.30. Monitorización de las acciones de los estudiantes cuando interactúan con editores gráficos colaborativos configurables

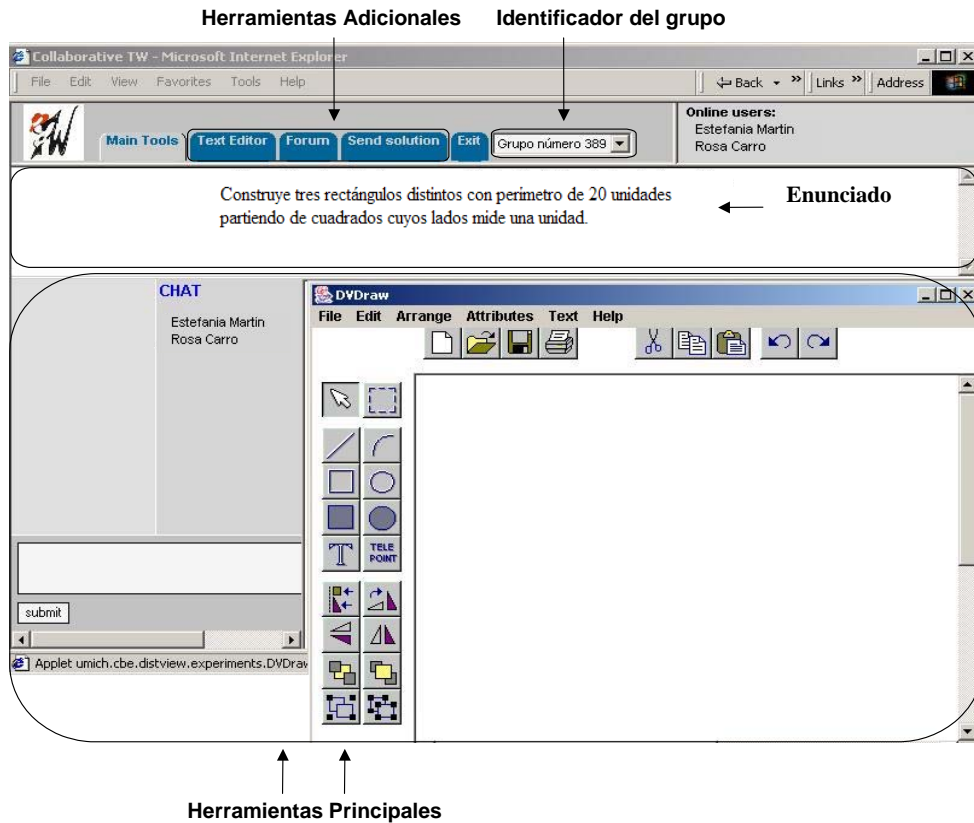


Figura 4.31. Ejemplo de espacio de trabajo colaborativo generado

En el área superior del espacio de trabajo presentado en la figura 4.31, se muestran las herramientas adicionales (editor de texto, foro y envío de soluciones). A continuación, se encuentra el enunciado del problema a realizar; y por último, en la interfaz principal, las herramientas que los estudiantes utilizarán para el desarrollo de la actividad (un chat para poder interactuar en tiempo real y un editor gráfico colaborativo más complejo que el presentado en la figura 3.29.).

Al igual que la herramienta de autor, la implementación del sistema CoMoLE ha sido realizada en lenguaje Java. Este sistema utiliza una librería común a la herramienta de autor que contiene elementos y funcionalidades comunes a ambas aplicaciones. Además, se ha utilizado la librería **jdom** [Jdom] de código fuente externa en ambas aplicaciones para realizar manipulaciones de datos XML optimizados para código Java. Por otra parte, para la herramienta de creación de editores gráficos colaborativos configurables se ha utilizado la librería **iText** [Itext] para dar soporte a la generación de ficheros *pdf* con las soluciones de los alumnos de las actividades colaborativas.