

---

## **CAPÍTULO 5:**

### **Evaluación**

Con el objetivo de comprobar el impacto y la utilidad de la propuesta en entornos reales de aprendizaje móvil, se llevaron a cabo dos casos de estudio con usuarios de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. Se creó un entorno de aprendizaje móvil para el apoyo al estudio de la asignatura de “Estructuras de Datos de la Información I” (en adelante, EDI1) y otro para el apoyo al estudio de “Sistemas Operativos I” (en adelante, SO1), correspondientes a primer y segundo curso respectivamente. Ambas asignaturas se imparten durante el segundo cuatrimestre del curso.

Los alumnos utilizaron estos entornos como recursos educativos adicionales a las clases de teoría y prácticas que se impartían presencialmente. Para cada uno de los entornos se definieron distintas actividades de aprendizaje de acuerdo al programa de cada asignatura. El sistema CoMoLE dio soporte a la recomendación y realización de actividades en ambos entornos.

Estos dos casos de estudio ofrecieron retroalimentación sobre: la preferencia de sistemas de recomendación a sistemas sin ningún tipo de adaptación, la utilidad de recomendaciones basadas tanto en las características personales de los estudiantes de Ingeniería Informática de estos cursos como del contexto en el que se encuentran, la calidad de las recomendaciones ofrecidas, el seguimiento de las recomendaciones sugeridas por el sistema, la (in)conveniencia de utilizar distintos dispositivos para realizar estas actividades específicas, la adecuación de la adaptación de las versiones de contenidos a sus perfiles y al dispositivo que estaban utilizando, la facilidad de uso del sistema, la influencia del sistema en la organización del tiempo de estudio, la intención de los alumnos de volver a utilizar el sistema, cómo se sintieron trabajando con estos nuevos entornos de recomendación, sus opiniones sobre la experiencia, posibles mejoras a realizar sobre el sistema, etc.

Los estudiantes de ambas asignaturas nos dieron su opinión sobre el sistema y nos facilitaron comentarios sobre distintos aspectos de estos entornos de recomendación. Esta información fue recopilada a través de formularios mientras se encontraban interactuando con el entorno de aprendizaje, y al finalizar el estudio de cada una de las asignaturas mediante una encuesta detallada sobre su experiencia con el sistema.

A continuación, se describen las características de los entornos de aprendizaje creados para cada una de las asignaturas, y se ofrecen detalles de uso y participación de los estudiantes. Además se presentan los resultados sobre la adecuación de las

recomendaciones ofrecidas por el sistema en ambas experiencias y las opiniones de los estudiantes sobre la experiencia, incluyendo cada una de las valoraciones y comentarios que los estudiantes contestaron a través de la encuesta.

## 5.1. Casos de estudio

En esta sección se describen las características generales de las asignaturas “Estructuras de Datos de la Información I” (EDI1) y “Sistemas Operativos I” (SO1) de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid, así como de los entornos desarrollados.

El número de estudiantes matriculados en las asignaturas EDI1 y SO1 durante el curso 2007/08 fue 285 y 230 estudiantes respectivamente. Los entornos de aprendizaje móvil creados para ambas asignaturas se pusieron a disposición de los alumnos una semana antes de finalizar las clases presenciales del segundo cuatrimestre (por motivos logísticos). Se explicó su funcionamiento en unos 5 minutos de clase, y el uso de ambos entornos fue totalmente voluntario. Estos entornos fueron utilizados por 135 estudiantes en EDI1 y por 160 alumnos en SO1 (47% y 69% de participación con respecto a los estudiantes matriculados, respectivamente). La fecha del examen final de la asignatura EDI1 fue el 6 de junio, siendo el 23 de junio para SO1. Por tanto, los estudiantes de EDI1 tuvieron menos tiempo para poder interactuar con el entorno de aprendizaje y realizar actividades dentro del mismo antes del examen. Además, fueron los primeros estudiantes que utilizaron el entorno (pensamos que porque su examen era antes) y detectaron algunos pequeños errores con el entorno de recomendación. Gracias a sus comentarios, estos problemas fueron solucionados rápidamente.

Con el objetivo de motivar a los estudiantes a que se conectaran a estos entornos y permitirles que se beneficiaran del proceso de recomendación de actividades basado en su contexto, se prestaron 20 PDAs a los estudiantes que no tenían una propia.

El entorno creado para la asignatura “Estructura de Datos y de la Información I” se centra en actividades de aprendizaje relacionadas con estructuras de datos y programación en lenguaje C. Estas actividades se corresponden con la tercera parte del temario de la asignatura. Los profesores habían explicado previamente cada uno de los temas en clase. Los rasgos de adaptación definidos para este entorno de aprendizaje son el estilo de aprendizaje de los estudiantes (dimensiones visual-verbal, activo-reflexivo y sensorial-intuitivo) y su contexto (dispositivo utilizado, tiempo disponible y localización física). El temario de la asignatura “Sistemas Operativos I” consta de nueve temas. El entorno de aprendizaje ofrecido para dicha asignatura incluye actividades correspondientes a uno de los temas (“Gestión de Memoria”). Los rasgos de adaptación a tener en cuenta para realizar

la recomendación de actividades y contenidos en esta asignatura fueron las mismas tres dimensiones de los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los mismos rasgos de adaptación de contexto utilizados en EDI1.

Ambos entornos contienen actividades para permitir al estudiante reforzar el aprendizaje de conceptos teóricos y procedimientos (mediante el estudio de contenidos), revisar ejemplos, practicar con ejercicios tipo test y cuestiones de respuesta libre, y realizar actividades de repaso cuando el alumno tenga dificultades con la asimilación de ciertos contenidos. En el caso de la asignatura “Sistemas Operativos”, también se incluye la realización de una actividad colaborativa usando un recurso externo [Sicopata], que es activado a través de CoMoLE. La decisión de no proponer a los estudiantes actividades colaborativas donde tanto las herramientas como el enunciado fueran adaptados a cada estudiante fue tomada por los profesores de la asignatura, ya que no se quería sobrecargar a los estudiantes con un exceso de actividades en poco tiempo, siendo el principal objetivo ver si las recomendaciones basadas en las características personales de los estudiantes y en el contexto en el que se encontraban eran adecuadas, si el mecanismo de recomendación funcionaba apropiadamente y si el entorno era aceptado por los estudiantes como apoyo al estudio de la asignatura.

En ambos entornos se incluyen actividades atómicas y actividades compuestas. Estas últimas son utilizadas solamente con fines estructurales, para poder organizar las distintas actividades atómicas, por lo que no tienen ningún contenido asociado. Además, se definieron varias reglas estructurales para especificar el modo en que se proporcionan las guías de navegación a los estudiantes de acuerdo a la dimensión sensorial-intuitivo de su estilo de aprendizaje. El entorno de EDI1 consta de 133 actividades diferentes, de las cuales 95 son atómicas. En el caso de SO1, hay 79 actividades atómicas distintas de las 91 que componen el conjunto total para este entorno.

Las actividades y los contenidos son recomendados a los estudiantes de acuerdo a los rasgos de adaptación considerados en cada asignatura, considerando también información dinámica sobre las acciones realizadas por los estudiantes mientras interactúan con el entorno, tales como actividades realizadas o resultados en los ejercicios.

Para ambos entornos de aprendizaje se definieron filtros generales de contexto, los cuáles especifican el tiempo mínimo disponible que se estima necesario para la realización de ejercicios de respuesta libre y actividades colaborativas. Se establecieron distintos tiempos en función del estilo de aprendizaje de los estudiantes. En la figura 5.1 se presenta el fichero con la configuración del filtro general de contexto aplicado para la asignatura EDI1. Como se puede observar en la figura, estos tipos de actividades (etiqueta <type> al final del fichero) se recomiendan a alumnos con estilo de aprendizaje activo que disponen al menos de diez minutos (primera condición en el fichero), mientras que para estudiantes

reflexivos el tiempo mínimo exigido para la recomendación es de veinte minutos (segunda condición en el fichero), según criterio del profesor.

```

- <ContextRules id="EDI1">
- <ctxRule id="1" recom="false">
- <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>
<type>collaborative</type>
</ctxRule>
</ContextRules>

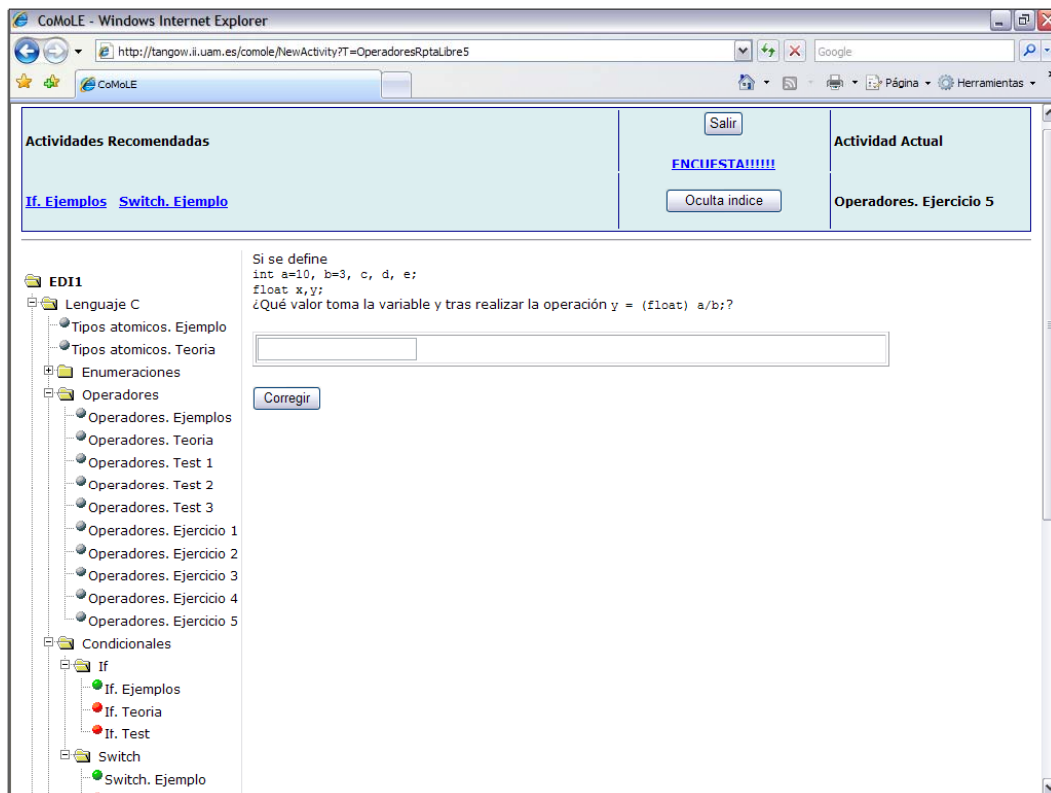
```

**Figura 5.1. Filtro general de contexto aplicado en la asignatura EDI1**

También se especificaron restricciones individuales de realización de ciertas actividades. Estas restricciones contemplan fechas de inicio en la que determinadas actividades comienzan a estar disponibles para los alumnos y dispositivos requeridos para la realización de ciertas actividades colaborativas.

Cuando se llevaron a cabo estos dos casos de estudio, el módulo de recomendación basada en las acciones de otros usuarios (utilizando modelos de Markov) todavía no estaba implementado por completo. Por tanto, en ambos casos de estudio se utilizó una recomendación basada en reglas de adaptación. Actualmente dicho módulo sí se encuentra implementado, y se ha realizado ya una clasificación de los usuarios que interactuaron con ambos entornos, en función de sus características personales y de los contextos en que estaban cuando se conectaron al sistema, basándose en los datos recogidos. Esta clasificación se encuentra disponible para ser utilizada por el nuevo módulo de recomendación durante el próximo curso. Para la clasificación se han utilizado 295 ficheros históricos del sistema, y se han obtenido 32 clases de usuarios correspondientes a los

valores de cada uno de los rasgos de adaptación que se consideraron en este entorno. En este cálculo, se han tenido en cuenta los dos valores posibles de cada una de las dimensiones consideradas de los estilos de aprendizaje de los alumnos (sensorial-intuitivo, activo-reflexivo). Los posibles valores de los dispositivos han sido agrupados en dos categorías: dispositivos móviles y ordenadores ya que comparten características comunes. Por último, los posibles valores del atributo tiempo disponible se han agrupado en cuatro categorías: menos de media hora, entre treinta minutos y una hora, de una a dos horas, y más de dos horas.. A continuación se presentan algunos ejemplos de páginas generadas dinámicamente para distintos estudiantes accediendo a los entornos descritos desde distintos contextos. En ellas se pueden observar las distintas recomendaciones ofrecidas por el sistema en función de sus características personales, acciones previas y contexto. La adaptación del entorno comprende adaptación de actividades, espacios de trabajo y guía de navegación.



**Figura 5.2. Primer ejemplo de recomendación de actividades en la asignatura EDI1**

En la figura 5.2 se muestra la pantalla generada para un estudiante de EDI1 con estilo de aprendizaje activo, verbal y sensorial. Este estudiante se encuentra realizando el quinto ejercicio de respuesta libre del bloque de operadores. En la tabla de actividades anotada, se puede observar cómo el sistema ha adaptado la guía de navegación ofrecida entre las actividades a su dimensión sensorial-intuitivo de sus estilos de aprendizaje de tal manera

que las actividades de tipo ejemplo son propuestas antes que las explicaciones teóricas. Además, las actividades propuestas como recomendadas para realizar en el siguiente paso son los ejemplos de las estructuras condicionales “if” y “switch”; estas actividades se marcan como recomendadas tanto en el área de recomendación en la parte superior de la página como en la tabla de actividades presentada en la izquierda, donde se encuentran anotadas con color verde.

The screenshot shows the SO1 interface. At the top, there are buttons for 'Salir', 'ENCUESTA!!!!!!', and 'Oculta indice'. Below these, there are sections for 'Actividades Recomendadas' (listing 'Ejemplo', 'Comparativa', 'Test 1') and 'Actividad Actual' (listing 'Ejemplo 1').

On the left, a tree view shows the course structure under 'SO1', including 'Gestion de memoria', 'Paginacion simple', 'Segmentacion simple', 'Comparativa', and 'Segmentacion Paginada'. Under 'Paginacion simple', 'Test 1' through 'Test 5' are marked with green dots, indicating they are recommended. Under 'Segmentacion Paginada', 'Test 1' through 'Test 14' are listed, with 'Test 3' through 'Test 13' marked with yellow dots, indicating they are not recommended.

The main content area is titled 'Paginación Simple' and 'Ejemplos de ubicación de páginas'. It contains three diagrams: 'Mapa del proceso', 'Tabla de páginas', and 'Memoria'. The 'Mapa del proceso' shows a linear sequence of pages (Página 0, 1, 2, 3) with addresses 0, 1024, 1536, 2048, and 3072. The 'Tabla de páginas' shows a non-linear mapping of frames (Marco N, Marco 2, Marco 0, Marco 3) to pages. The 'Memoria' diagram shows the physical layout of pages in memory frames (Marco 0 to Marco N) with addresses 0, 1024, 2048, 2560, and 3072.

Below the diagrams, there is explanatory text: 'En este ejemplo se supone un tamaño de página de 1024. Como se puede observar, dos direcciones lógicas contiguas que pertenezcan a la misma página, serán también contiguas en el espacio destino. Sin embargo, si las dos direcciones lógicas contiguas se corresponden con el final de una página y el principio de la siguiente, no estarán contiguas en el espacio destino. Esta reubicación no lineal consume muchos más recursos que una lineal, tanto en espacio, por el uso de la tabla de páginas, como en tiempo, por la complejidad del mecanismo de traducción.'

**Figura 5.3. Ejemplo con actividades recomendadas y no recomendadas en SO1**

En las figuras 5.3 y 5.4 se puede observar el resultado de la aplicación de filtros generales de contexto dentro del proceso de recomendación de actividades. La figura 5.3 muestra la página generada para un estudiante con estilo de aprendizaje reflexivo y visual que ha accedido al entorno de “Sistemas Operativos I” desde casa con su ordenador personal y dispone de diez minutos para realizar actividades. Como se puede observar, el sistema genera una página con varias actividades recomendadas para el usuario en esta situación (marcadas en color verde en la tabla anotada de actividades). De éstas, se seleccionan tres para mostrar en la parte de arriba de la página, como actividades recomendadas. Debido a la aplicación de los filtros generales de contexto mostrados en el fichero XML de la figura 5.1., las actividades correspondientes a ejercicios de respuesta libre y a las actividades colaborativas son anotadas en color amarillo, ya que, aun estando disponibles en principio, no son adecuadas para ese usuario en ese contexto, debido a que el usuario no tiene tiempo suficiente para poder realizarlas. CoMoLE no impide la realización de estas actividades anotadas en amarillo, pero advierte al usuario mediante la

anotación de que no son adecuadas dado su contexto. En este caso, al existir varias actividades recomendadas, normalmente el usuario seguirá las recomendaciones del sistema. En este caso particular, el usuario ha seleccionado la primera actividad recomendada en la barra superior de la página, y los contenidos correspondientes son mostrados en la página.

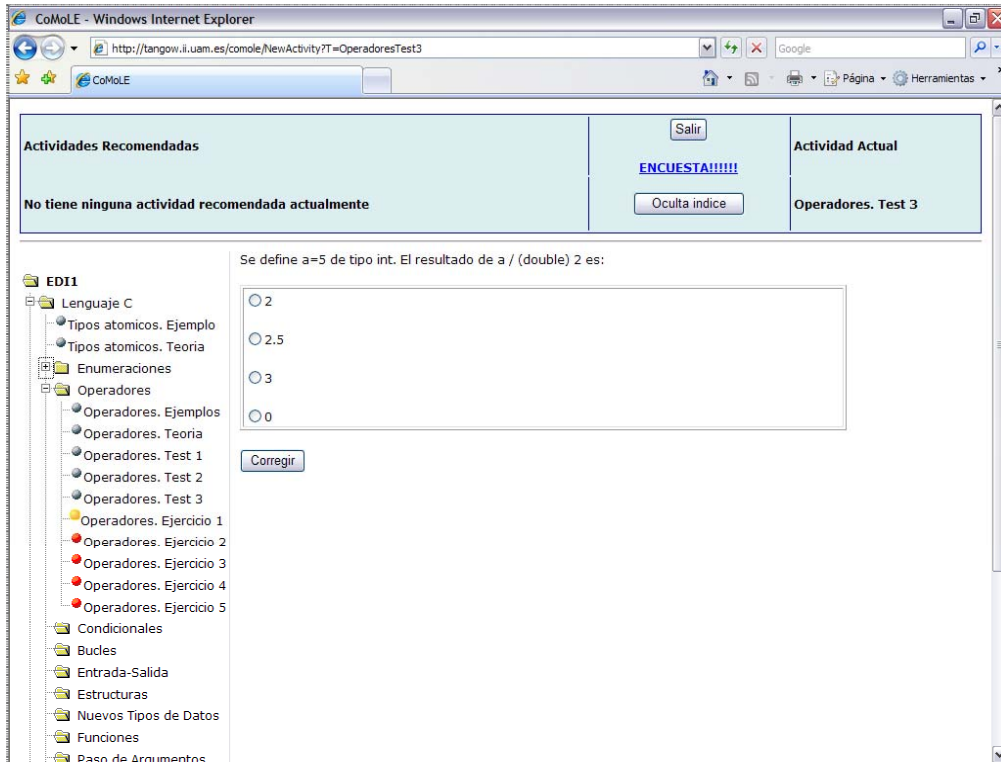


Figura 5.4. Ejemplo con actividades no recomendadas en la asignatura EDI1

Sin embargo, también podría ocurrir que el usuario no tuviese ninguna actividad recomendada especialmente en un momento determinado, como es el caso del ejemplo presentado en la figura 5.4. Este ejemplo se corresponde con otro usuario, cuyo estilo de aprendizaje es visual y reflexivo, que ha accedido al entorno de “Estructuras de Datos I”. Este usuario se encuentra trabajando con su ordenador personal desde su casa y tiene diez minutos disponibles para realizar actividades. Como se puede ver en la figura 5.4., el usuario está realizando el tercer ejercicio tipo *test* de la parte de operadores. En la parte superior de la pantalla, CoMoLE indica al usuario que no tiene ninguna actividad recomendada actualmente. La única actividad que tiene disponible, pero anotada como no recomendada en ese contexto, es un ejercicio de respuesta libre sobre operadores (que no se recomendará a estudiantes con estilo reflexivo que no tengan más de 20 minutos de tiempo disponible debido al filtro general de contexto mostrado anteriormente en la figura 5.1). En esta situación, el usuario puede pulsar sobre el enlace anotado en amarillo para realizar el ejercicio de respuesta libre marcado como no recomendado en ese contexto o

bien repasar alguna de las actividades realizadas previamente, que siempre se encuentran accesibles (anotadas en negro).

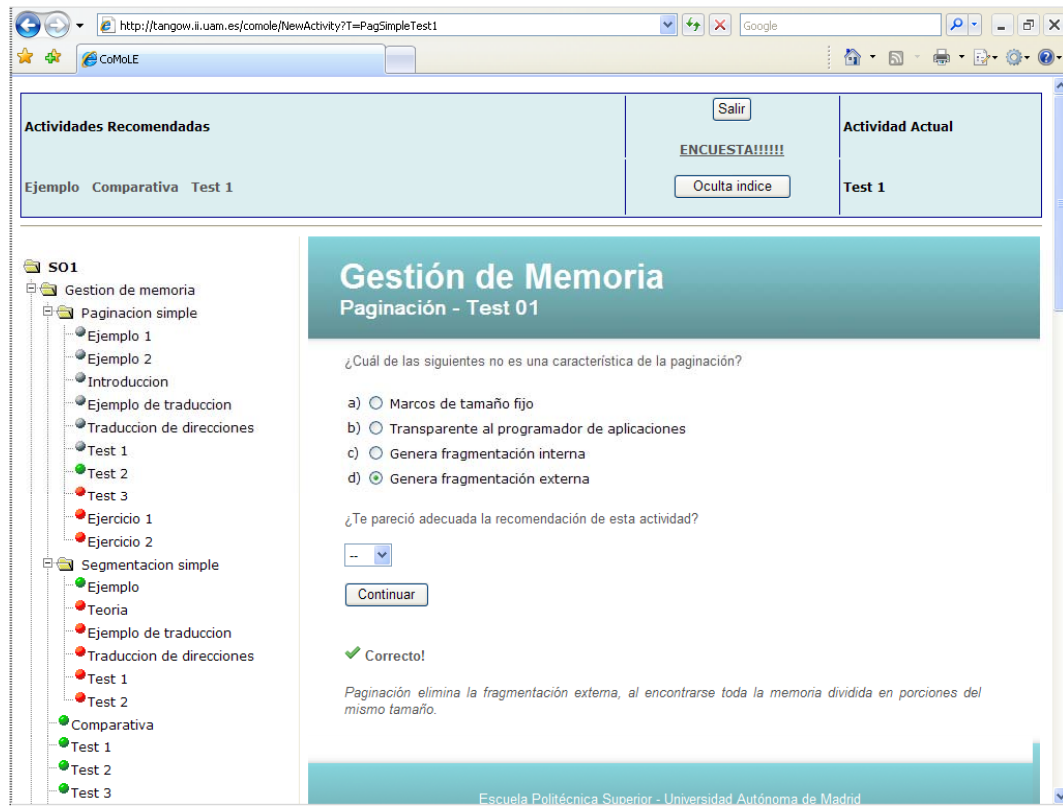


Figura 5.5. Ejemplo de información mostrada a los estudiantes en los ejercicios

Además, en ambos entornos de aprendizaje, los contenidos multimedia se adaptan al estilo de aprendizaje de los estudiantes y al dispositivo que utilizado en cada momento. Por un lado, los contenidos presentados a los estudiantes con estilo de aprendizaje visual contienen más imágenes y explicaciones gráficas, y menos texto. Por el contrario, las versiones de contenidos orientadas a estudiantes con estilo de aprendizaje verbal contienen explicaciones textuales más detalladas.

En el entorno para “Sistemas Operativos I” se utilizan diferentes hojas de estilos en cascada para adaptar los contenidos presentados al dispositivo utilizado por los estudiantes. Se definieron dos hojas de estilo, una para PDAs y otra para ordenadores personales o portátiles. Además, para ambas asignaturas, la versión de contenidos utilizada para ordenadores personales se divide en varias páginas para construir pequeñas versiones de contenidos con una longitud adecuada al dispositivo. De esta manera, los alumnos pueden visualizar los contenidos de una forma apropiada cuando utilizan las PDAs.

## Gestión de Memoria

### Paginación - Ejercicio 01

Considere un espacio lógico de direcciones compuesto de 8 páginas con 1024 entradas cada una, que debe albergarse en una memoria física que en total posee 32 marcos. Indicar (con número) cuántos bits tiene la dirección lógica y cuántos la dirección física.

bits la lógica y  bits la física

¿Te pareció adecuada la recomendación de esta actividad?

--

**✘ Incorrecto**

**Solución**

La dirección lógica está compuesta por:

número de página + desplazamiento

El número de bits que necesitamos para el desplazamiento viene dado por el tamaño de la página =  $2^{10}$  bytes (1024 entradas).

Necesitamos por tanto 10 bits para el desplazamiento y 3 bits para el número de página (espacio lógico de direcciones compuesto de 8 páginas =  $2^3$ ).

dirección lógica = 3 bits (número de página) + 10 bits (desplazamiento) = 13 bits.

Figura 5.6. Ejemplo de explicación dada a los estudiantes en los ejercicios

Las figuras 5.7 y 5.8 presentan algunos ejemplos de páginas y contenidos mostrados a estudiantes cuando estaban utilizando PDAs. La figura 5.7 muestra la página generada para un estudiante que está realizando una actividad teórica sobre constantes enumeradas. Se puede ver que la tabla de actividades anotada no se muestra en la parte izquierda de la página; esta es una decisión de diseño tomada para la implementación. Sin embargo, si el estudiante desea ver la tabla de actividades asociada al entorno donde se encuentra, sólo debe pulsar sobre el botón “Muestra índice” de la parte superior de la página generada. De esta manera, los contenidos de la actividad actual serán ocultados y se mostrará el índice de actividades para ofrecer al estudiante una visión general de las actividades del entorno al que se ha conectado.

En la figura 5.8, se muestran dos ejemplos de los contenidos mostrados a los usuarios cuando interactúan con el sistema a través de una PDA. La parte izquierda de la figura muestra la segunda pantalla de los contenidos de una actividad teórica sobre constantes enumeradas, que es continuación de los contenidos mostrados en la figura 5.7. La parte derecha muestra los contenidos de un ejercicio tipo test de constantes enumeradas. Dichos contenidos son adaptados al dispositivo, de tal manera que se evite o minimice el uso de las barras de desplazamiento (como se puede ver en la figura, en estos casos el desplazamiento necesario no es considerable).

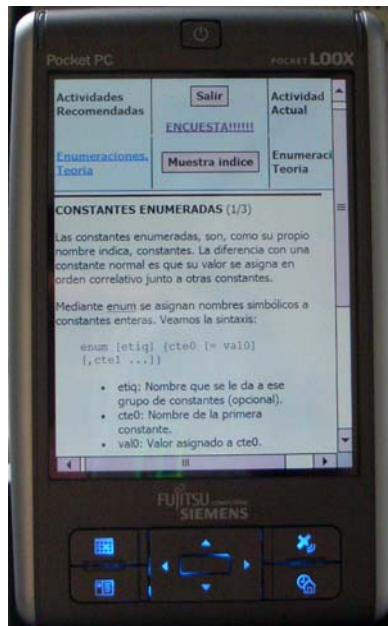


Figura 5.7. Ejemplo de página generada para un alumno que utiliza una PDA

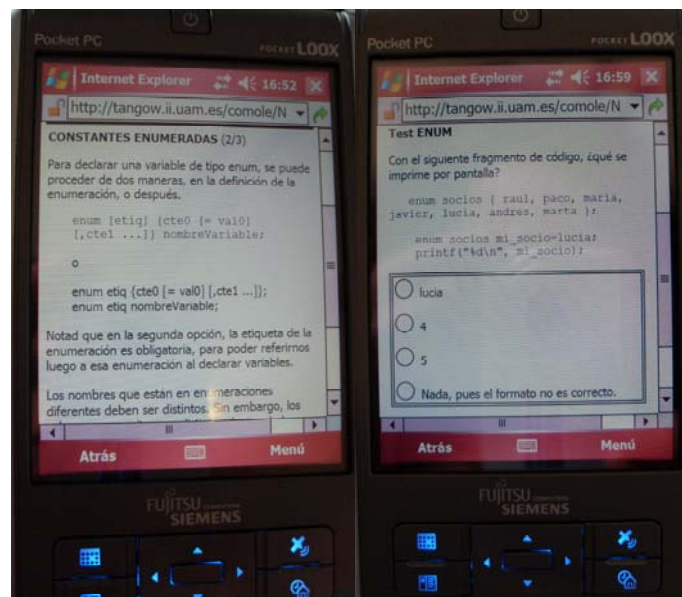


Figura 5.8. Ejemplo de contenidos mostrados a los estudiantes cuando usan una PDA

## 5.2. Resultados y discusión de los casos de estudio

Antes de mostrar y comentar los resultados obtenidos, se presenta un resumen de algunos datos de acceso a los entornos desarrollados mediante CoMoLE. Como se observa en la tabla 5.1, los porcentajes de participación fueron del 47% en EDI1 y del 69% en SO1, del total de estudiantes matriculados. El número de actividades que se realizaron a través de estos entornos fue 4387 en “Estructuras de Datos y de la Información I” y 6101 en

“Sistemas Operativos I”. La media de actividades atómicas realizadas por estudiante fue de 33 actividades en la EDI1 y de 39 actividades en SO1, de las 95 y 79 actividades atómicas que contenían dichas asignaturas respectivamente. Los alumnos de segundo curso realizaron más actividades en media que los estudiantes de primer curso (49% frente a 35% de actividades realizadas por alumno).

**Tabla 5.1. Información sobre el uso de CoMoLE en las asignaturas de EDI1 y SO1**

	<b>EDI1</b>	<b>SO1</b>
Estudiantes matriculados	285	230
Estudiantes que utilizaron CoMoLE	135	160
Número de actividades atómicas por cada asignatura	95	79
Total de actividades atómicas realizadas por los estudiantes	4387	6101
Número medio de actividades atómicas realizadas por estudiante	33	39
Número de accesos a los entornos de aprendizaje	190	381
Total de minutos realizando actividades	3867	4015

En ambos entornos de recomendación, los estudiantes dieron su opinión sobre el sistema de recomendaciones CoMoLE. Los alumnos pudieron expresar su opinión mientras interactuaban con el entorno de aprendizaje y también al finalizar el estudio de cada una de las asignaturas.

Tras cada una de las recomendaciones ofrecidas por el entorno, se les preguntó si creían que era apropiada. Con el objetivo de dar soporte a este tipo de opiniones, el gestor de contenidos incluyó la pregunta “¿Consideras que la recomendación actual fue adecuada?” al final del área de contenidos de la página generada dinámicamente para cada estudiante en cada paso. Los alumnos podían seleccionar una de las siguientes opciones: “sí”, “no” y “no sabe, no contesta”, siendo esta última respuesta la que el sistema ofrecía por omisión (ver “--” en la figura 5.5.). CoMoLE almacena, junto con la opción elegida por el usuario, las recomendaciones que se le ofrecieron y la actividad que realizó, para poder analizar los datos al finalizar el estudio. Sin embargo, previendo que los estudiantes podrían considerar una tarea tediosa el dar su opinión en cada uno de los pasos, se incluyó una encuesta disponible a través del entorno para que pudieran expresar su opinión personal sobre el sistema de una manera libre cuando terminasen su estudio. Esta encuesta estuvo disponible mientras los alumnos interactuaban con el entorno, aunque la mayoría expresó su opinión sobre la experiencia después de realizar los exámenes de ambas asignaturas.

Las tablas 5.2. y 5.3 muestran los datos almacenados sobre la (in)adecuación de las recomendaciones del sistema en cada uno de los pasos, según las opiniones de los estudiantes tras cada recomendación. La tabla 5.2 muestra los datos correspondientes al entorno de “Estructura de Datos de la Información”, mientras que la tabla 5.3 presenta la

información para “Sistemas Operativos”. Ambas muestran el número de respuestas dadas por cada una de las posibles opciones de selección hasta una determinada fecha.

**Tabla 5.2. Respuestas sobre la (in)adecuación de las recomendaciones en EDI1**

Fecha	Sí	No	No sabe, no contesta
Hasta el 29/05/2008	61	3	190
Hasta el 30/05/2008	122	8	441
Hasta el 02/06/2008	269	15	869
Hasta el 03/06/2008	352	20	1183
Hasta el 06/06/2008	614	39	2891

Con el objetivo de analizar las opiniones de los estudiantes presentadas en estas dos tablas sobre las recomendaciones ofrecidas, es importante recordar que ambos entornos estuvieron disponibles a finales del mes de mayo, y que el examen final de “Estructuras de Datos y de la Información I” fue el 6 de junio, siendo el 23 de junio el de “Sistemas Operativos”.

Como puede observarse en ambos estudios, hay un gran incremento de “No sabe, no contesta” en los días previos del examen final. Antes de recibir retroalimentación más detallada de las encuestas realizadas a los estudiantes, se pensó que este incremento podría deberse a que los estudiantes estaban preocupados por realizar todas las actividades incluidas dentro de estos entornos rápidamente, para poder practicar para el examen final, sin tiempo suficiente para dar su opinión sobre la adecuación de la recomendación.

**Tabla 5.3. Respuestas sobre la (in)adecuación de las recomendaciones en SO1**

Fecha	Sí	No	No sabe, no contesta
Hasta el 28/05/2008	42	2	63
Hasta el 29/05/2008	53	4	70
Hasta el 30/05/2008	91	5	84
Hasta el 02/06/2008	108	8	113
Hasta el 03/06/2008	112	8	113
Hasta el 06/06/2008	163	15	177
Hasta el 13/06/2008	253	32	374
Hasta el 17/06/2008	280	36	546
Hasta el 18/06/2008	330	50	751
Hasta el 19/06/2008	359	54	815
Hasta el 22/06/2008	617	89	2393
Hasta el 23/06/2008	657	98	2613

En ambos casos se observa una gran falta de retroalimentación por parte de los estudiantes. Sin embargo, si comparamos únicamente las opciones sí y no entre ellas, hay muchos más estudiantes que consideran adecuadas las recomendaciones que realiza este sistema basadas en su contexto y en sus características personales: el 94,3% frente a un 5,7% en “Estructuras de Datos y de la Información”; y el 87% frente al 13% en “Sistemas Operativos”. La tabla 5.4. muestra los porcentajes de los resultados finales obtenidos en cada uno de los entornos.

**Tabla 5.4. Resultados finales sobre la (in)adecuación de las recomendaciones**

	Sí	No	No sabe, no contesta
<b>Estructuras de Datos y de la Información I</b>	23%	1%	76%
<b>Sistemas Operativos I</b>	29%	4%	67%

Con el objetivo de averiguar qué sucedió en los casos en los que las recomendaciones fueron anotadas como “inadecuadas”, se analizaron los datos sobre la recomendación realizada a los estudiantes, en qué contexto se encontraban y sus características personales. El objetivo principal fue obtener explicaciones sobre qué tipo de estudiantes consideraban la actividad no apropiada y su contexto en el momento de la recomendación, para obtener información sobre la posibilidad de tener que modificar algún criterio de recomendación.

El primer paso para realizar este análisis consistió en explorar qué actividades se propusieron en las recomendaciones que fueron consideradas como inapropiadas por los estudiantes, y cuántos estudiantes consideraron la recomendación inadecuada. A partir de estos datos, se creó una lista (para cada uno de los entornos) de actividades que aparecían en las recomendaciones inadecuadas.

En el caso de EDI1, este listado contenía 22 actividades de las 95 actividades atómicas que incluía este entorno. Sin embargo, sólo 8 fueron consideradas como inadecuadas por más de un estudiante. Las recomendaciones marcadas como inapropiadas estaban relacionadas con actividades cuyos contenidos eran fundamentales. Por ejemplo, la actividad con ejemplos sobre tipos atómicos en lenguaje C, se consideró como inadecuada en 7 ocasiones. Sólo este caso representa el 18% de las recomendaciones marcadas como inadecuadas en esta asignatura. Otras actividades que fueron consideradas como inadecuadas fueron la teoría de tipos atómicos en C y la teoría de las sentencias condicionales “if” y “switch”; ejemplos de uso de distintos operadores y diferentes bucles en C; y por último, actividades de repaso que se propusieron sólo a los estudiantes que obtuvieron resultados bajos cuando resolvieron los ejercicios tipo test y los ejercicios de respuesta libre en las actividades correspondientes a sentencias condicionales y bucles.

En el entorno de “Sistemas Operativos I”, las actividades involucradas en las recomendaciones que se marcaron como inadecuadas con más frecuencia también estaban relacionadas con actividades cuyos contenidos eran básicos. Aparte de actividades teóricas y ejemplos relacionados con los conceptos de “Paginación” y “Segmentación simple”, hubo algunos ejercicios tipo test relacionados con conceptos básicos de “Gestión de memoria” que fueron marcados como inapropiados. Del conjunto completo de actividades atómicas para esta asignatura (79), hubo 23 recomendaciones marcadas como inapropiadas por más de un estudiante.

Con el objetivo de saber si existe algún tipo de relación entre la selección entre las recomendaciones anotadas como inadecuadas, el contexto en que se propusieron, y las características de los usuarios que realizaron esas anotaciones, se analizó toda la información almacenada en el sistema sobre las dos actividades marcadas como inapropiadas en más ocasiones por los estudiantes. Estas actividades son “AtomicosEjem” (ejemplos de tipos atómicos en EDI1) y “Mem\_Test2”, un test sobre gestión de memoria en SO1.

La tabla 5.5 muestra la información almacenada sobre los estudiantes que marcaron la actividad de ejemplos de tipo atómicos de EDI1 como inapropiada. Esta actividad es la primera que se recomienda a los estudiantes de estilo de aprendizaje sensoriales y la segunda que deben realizar los estudiantes con estilo de aprendizaje intuitivos independientemente del contexto en el que se encuentren. Siete estudiantes marcaron dicha actividad como inadecuada frente a otros cuarenta y cinco que la marcaron como adecuada.

**Tabla 5.5. Información sobre las características personales y el contexto de los usuarios que consideraron inadecuada la actividad “AtomicosEjem”**

Usuarios	Estilos de aprendizaje	Rasgos de contexto
Usuario1	Visual, global, activo, sensorial	Pc, 30 minutos, casa
Usuario2	Visual, global, reflectivo, sensorial	Pc, 20 minutos, casa
Usuario3	Verbal, secuencial, reflexivo, sensorial	Pc, 10 minutos, casa
Usuario4	Visual, secuencial, activo, sensorial	Pc, 4 horas, otros
Usuario5	Visual, global, reflexivo, sensorial	Pc, 10 minutos, casa
Usuario6	Visual, secuencial, reflexivo, sensorial	Pc, 30 minutos, casa
Usuario7	Visual, secuencial, reflexivo, sensorial	Pc, 2 horas, otros

Como puede verse, el contexto en que se encontraban los usuarios cuando se les propuso la actividad era diferente. Sin embargo, todos los estudiantes eran de estilo de aprendizaje sensorial. Si analizamos las características de los estudiantes que anotaron la misma actividad como apropiada, tenemos que 39 de ellos también eran de estilo de aprendizaje sensorial y sólo 6 eran intuitivos. Por tanto, parece ni los estilos de aprendizaje de los

estudiantes ni el contexto en el que se encontraban han sido factores determinantes a la hora de marcar dicha actividad como inapropiada.

Por su parte, la tabla 5.6. muestra las características personales y el contexto de los estudiantes que marcaron como inapropiado la recomendación del ejercicio tipo test relacionado con la gestión de memoria en el entorno de SO1. Seis estudiantes marcaron la actividad como adecuada, y otros seis la marcaron como inadecuada. Esta actividad se recomienda a todos los estudiantes sin considerar ninguna dimensión del estilo de aprendizaje de los alumnos. Es una subactividad de “Gestión de memoria”. La guía de navegación entre las subactividades de esta última (“Gestión de memoria”) no es diferente en función del estilo de aprendizaje del usuario. Además, el contexto de los usuarios es diferente para cada estudiante. Por tanto, con esta información no se pueden extraer los motivos sobre qué tipo de estudiantes y en qué situaciones consideraron la recomendación inadecuada.

Si consideramos a los estudiantes que marcaron la misma actividad (“Mem\_Test2”) como apropiada, todos tenían estilo de aprendizaje visual y cuatro de ellos sensorial. Además todos se encontraban utilizando su ordenador personal, cinco de ellos estaban en casa y uno en otro lugar (excluyendo su casa, el aula de clase y el laboratorio de prácticas). Tres de ellos sólo tenían disponibles diez minutos, dos de ellos media hora y el último una hora. Por tanto, la información de los casos presentados en las tablas 5.5 y 5.6 muestran que no existe relación entre la anotación de las recomendaciones como inapropiadas y las características personales de los usuarios o su contexto.

**Tabla 5.6. Información sobre las características personales y el contexto de los usuarios que consideraron inadecuada la actividad “Mem\_Test2”**

Usuarios	Estilos de aprendizaje	Rasgos de contexto
Usuario1	Visual, global, reflexivo, sensorial	Pc, 20 minutos, casa
Usuario2	Visual, global, active, sensorial	Pc, 1 hora, casa
Usuario3	Verbal, secuencial, reflexivo, sensorial	Pc, 1 hora, casa
Usuario4	Visual, global, reflexivo, sensorial	Pc, 30 minutos, casa
Usuario5	Visual, global, activo, sensorial	Pc, 20, casa
Usuario6	Visual, global, reflexivo, sensorial	Pda, 10 minutos, clase

El siguiente análisis realizado consistió en mirar el tipo de actividades involucradas en recomendaciones que se consideraron inapropiadas, para averiguar si existe alguna relación entre los tipos de las actividades anotadas como inapropiadas y las características de los usuarios junto con su contexto. El objetivo es averiguar si sería conveniente modificar algún criterio o regla general de adaptación basada en el contexto.

La figura 5.9. muestra los distintos tipos de actividades y la frecuencia con que formaron parte de recomendaciones consideradas inadecuadas. En la parte izquierda se muestran los datos extraídos del entorno EDI1. La información sobre el entorno SO1 se encuentra en la parte derecha. En ambos casos, las explicaciones teóricas son el tipo de actividad involucrada con más frecuencia en recomendaciones consideradas inadecuadas por parte de los estudiantes.

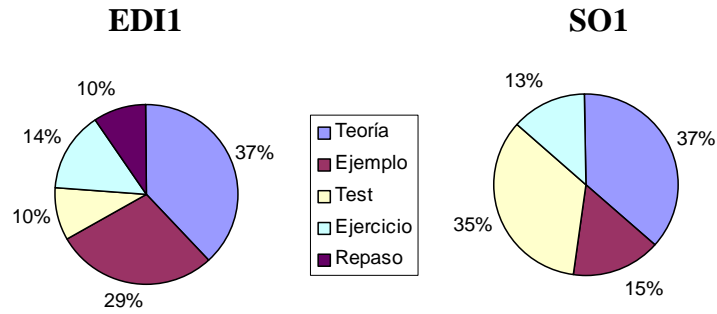


Figura 5.9. Tipos de actividades y frecuencia de inadecuación

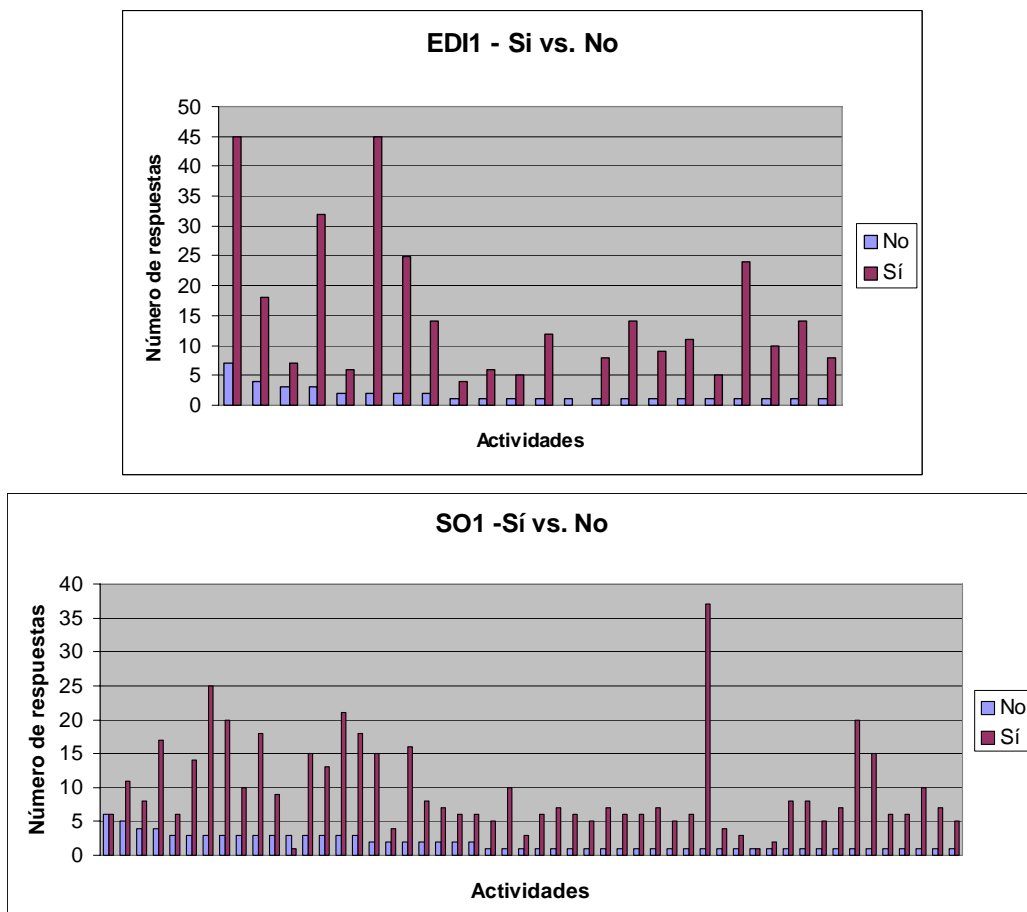


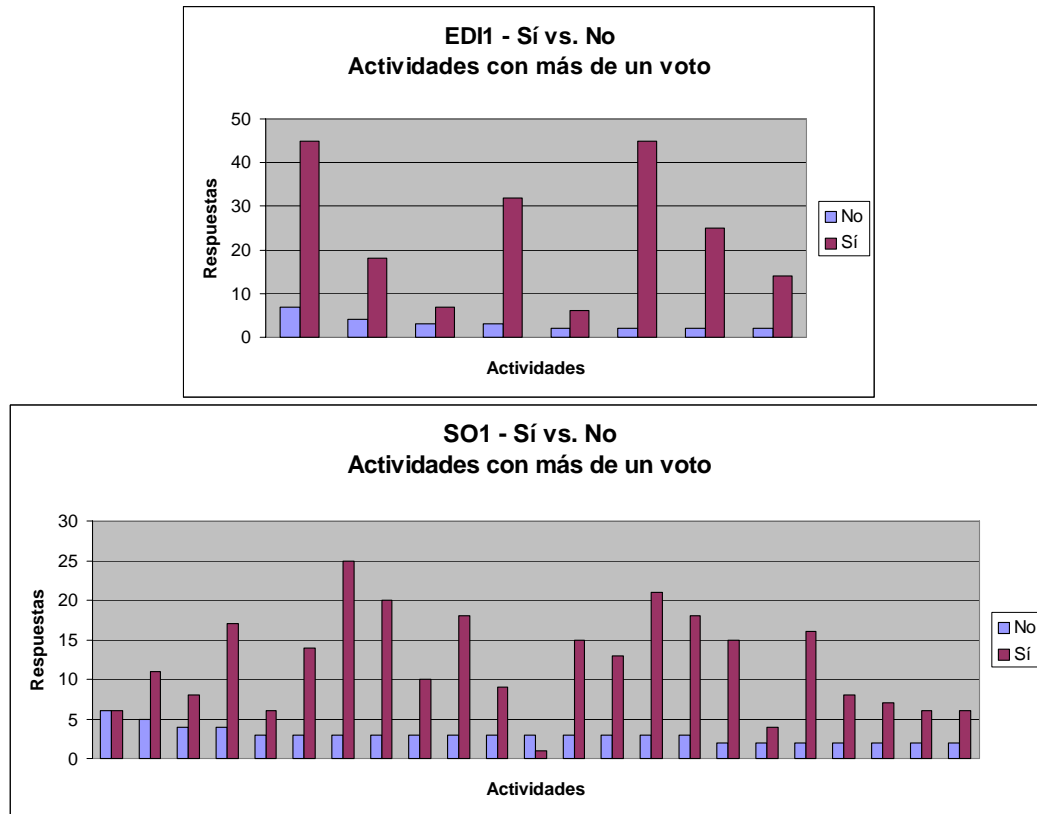
Figura 5.10. Respuestas totales de los estudiantes sobre la adecuación-inadecuación

Para cada una de las actividades que se seleccionaron al menos una vez como inapropiada, se analizó el número de estudiantes que la anotó de este modo frente al número de estudiantes que la marcó como apropiada. La figura 5.10. muestra el número de veces que se seleccionó la opción “Sí” frente a “No” tanto para el entorno EDI1 como para SO1.

Como puede observarse, todas las actividades tienen un mayor número de respuestas positivas frente a las negativas., salvo un ejercicio de respuesta libre del entorno SO1, que recibió un pequeño número de votos, la mayoría de ellos negativos. Cuando se comprobó qué pregunta era, resultó que la retroalimentación dada a los alumnos en este ejercicio era incorrecta. Pensamos que esto puede ser un motivo por el que los estudiantes no consideraron apropiada la recomendación (quizá pensaron que no estaban preparados para responder la pregunta correctamente, al pensar, quienes lo habían contestado correctamente, que estaban equivocados; o simplemente se molestaron por la retroalimentación errónea, aquellos que se dieron cuenta).

La figura 5.11. muestra la información simplificada de las respuestas que dieron los estudiantes en el caso anterior comparando únicamente el número de respuestas positivas y negativas de las actividades que recibieron más de un voto negativo (“recomendación inapropiada”). El número de actividades anotadas como inadecuadas se reduce en ambos casos: 8 actividades en EDI1 fueron catalogadas como inapropiadas por más de un estudiante y 23 en SO1. El número de respuestas positivas frente a negativas es mayor en todos los casos a excepción del ejercicio comentado anteriormente y de otra actividad dentro de la misma asignatura. Esta última actividad recibió el mismo número de votos positivos como negativos, y los resultados del análisis de las características de los usuarios y su contexto son los comentados anteriormente (relacionados con la tabla 5.6.).

Teniendo en cuenta estos resultados, parece que el proceso de recomendación que lleva a cabo el sistema CoMoLE funciona adecuadamente, seleccionando en cada paso las actividades más adecuadas para cada estudiante en cada situación, siguiendo los criterios especificados por los profesores de la asignatura. Un número significativo de estudiantes no dieron su opinión sobre la adecuación de las recomendaciones en cada paso, posibilidad que se contempló desde el principio, al no estar obligados a ello. Por este motivo se incluyó en los entornos una encuesta donde los estudiantes podían expresar su opinión sobre el sistema de una forma más libre y detallada, y se pidió a los estudiantes que la rellenaran cuando les fuera posible, recalcándoles la importancia de que sus opiniones fueran críticas y sinceras (de nuevo, voluntariamente). La respuesta por su parte fue buena: 68 estudiantes respondieron a esta encuesta, 21 de primer curso (EDI1) y 47 de segundo curso (SO1).



**Figura 5.11. Respuestas sobre la adecuación-inadecuación con más de un voto negativo**

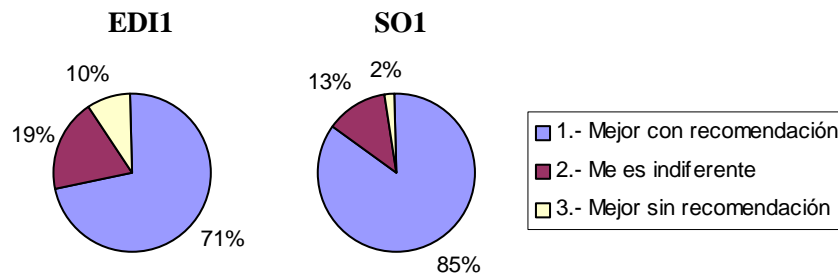
La encuesta<sup>1</sup> está formada por 18 preguntas, algunas de las cuales están orientadas solamente a estudiantes que utilizaron PDAs para conectarse al sistema. El uso de ordenadores portátiles y de PDAs entre los estudiantes de Ingeniería Informática de nuestra escuela se ha incrementado en los últimos años. Sin embargo, es más frecuente encontrar que los estudiantes que utilizan estos dispositivos están en cursos superiores. Con el objetivo de facilitar el aprendizaje móvil y conocer la aceptación de uso de PDAs por parte de los estudiantes para estudiar a través de estos entornos, se prestaron 20 PDAs. Aunque la encuesta estuvo disponible desde el comienzo de ambos casos de estudio, la mayoría de los alumnos respondió a las preguntas una vez terminados los exámenes finales. A continuación se presentan las preguntas de la encuesta y las respuestas que dieron los alumnos, incluyendo también sus opiniones, expresadas por medio de texto libre.

La primera pregunta es: “¿Te ha parecido bien que el sistema te recomendara actividades o hubieras preferido que no ofreciera ningún tipo de recomendación?”. Los estudiantes pueden elegir una de las siguientes opciones:

- Mejor con recomendación
- Me es indiferente
- Mejor sin recomendación

<sup>1</sup> La encuesta que se realizó a los alumnos se encuentra en el anexo A.

La mayoría de los estudiantes de ambas asignaturas prefieren sistemas que les recomienden actividades frente a los sistemas que no ofrecen ningún tipo de recomendación (71% en el caso de los estudiantes de “Estructura de Datos I” y 85% para “Sistemas Operativos I”). La parte izquierda de la figura 5.12. muestra de forma gráfica los datos obtenidos de los estudiantes de EDI1, mientras que las respuestas de los alumnos de SO1 se presentan en la parte derecha de la misma figura.



**Figura 5.12. Recomendación vs. no recomendación**

En la encuesta, tras cada pregunta se incluye una caja de texto donde los estudiantes pueden justificar la razón de su selección si lo desean. Los estudiantes que prefieren las sugerencias del entorno de aprendizaje enfatizan varias características de este tipo de entornos:

- “Estos sistemas te guían a través de un conjunto de actividades a realizar y te ayudan a decidir el punto de inicio (cuáles son las actividades más adecuadas para ser realizadas teniendo en cuenta tus necesidades personales y tu propio proceso de aprendizaje).”
- “Es útil que el sistema recomiende los conceptos más importantes de todo el conjunto de actividades.”
- “Te ayuda a conocer con qué conceptos tienes dificultades de aprendizaje y te propone actividades de repaso para consolidarlos.”
- “Te ayudan a organizar tu tiempo libre, de tal manera que son muy útiles cuando dispones sólo de unos cuantos minutos.”
- “Tiene muchos ejercicios de distinto tipo que permiten practicar para el examen final, ya que los profesores sólo pueden realizar unos cuantos ejercicios en clase.”
- “Estos entornos son más atractivos ya que permiten realizar distinto tipo de actividades, no sólo estudiar teoría con un libro de texto o con tus apuntes de clase.”
- En algunos casos, los estudiantes comprendían mejor los conceptos que se explicaban en las actividades teóricas del sistema que a los propios profesores en clase de teoría.

Los estudiantes que eligieron las opciones “Me es indiferente” ó “Mejor sin recomendación” recalcaron que lo realmente importante de estos entornos son los contenidos, no las actividades en sí ni las recomendaciones. Además, preferían elegir las

actividades a realizar en cada uno de los pasos y no que el sistema les guiase sugiriéndoles actividades. Algunos de estos estudiantes tenían estilo de aprendizaje global y los entornos de aprendizaje que se crearon para ambas asignaturas no incluían este rasgo de adaptación dentro de las características a tener en cuenta en el proceso de recomendación. Otros alumnos argumentaban que a veces estaban tan cansados que no podían concentrarse en realizar determinado tipo de actividades como explicaciones extensas de un determinado concepto. Por ello, preferían que el sistema les dejase elegir para poder realizar actividades que les requiriesen menor concentración como actividades de repaso, o revisar ejemplos de conceptos aprendidos anteriormente.

La segunda pregunta fue “¿Crees que es útil que el sistema te oriente en las actividades a realizar dependiendo de tus características personales (estilo de aprendizaje)?”. Los estudiantes pueden elegir entre cinco posibles respuestas:

- Muy útil
- Útil
- Ni útil ni no útil
- Poco útil
- Nada útil

Como se puede observar en la figura 5.13., ningún estudiante seleccionó la respuesta “nada útil” en ninguno de los casos de estudio. Además, sólo un estudiante de cada asignatura seleccionó la opción “poco útil”, lo cual se traduce en que sólo un 5% y un 2% de los estudiantes de cada asignatura, respectivamente, considera poco útil la adaptación de las actividades a las características personales. El 71% de los estudiantes de “Estructuras de Datos de la Información I” y el 79% de los alumnos de “Sistemas Operativos I” consideran muy útil o útil la recomendación de las actividades en función de sus características personales.

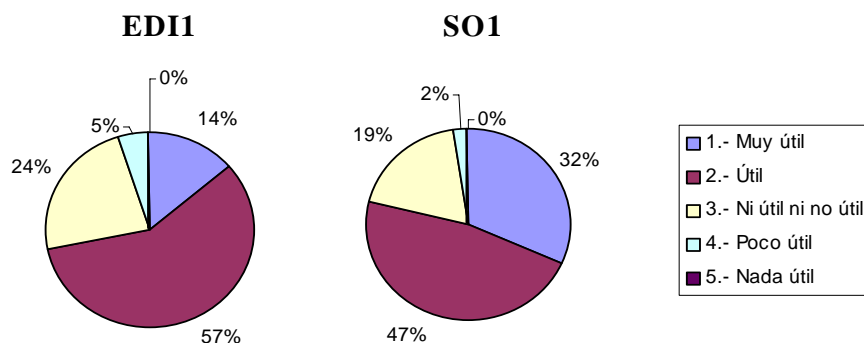


Figura 5.13. Utilidad de recomendaciones basadas en las características personales

La tercera pregunta fue: “¿Crees que es útil que el sistema te oriente en las actividades a realizar dependiendo de tu contexto en cada momento (dispositivo que utilizas, tiempo del que dispones y lugar donde te encuentras)?” Las posibles respuestas son las mismas que en la pregunta anterior. En este caso, los estudiantes consideraron el contexto como una característica ligeramente menos relevante que los rasgos personales (ver resultados en la figura 5.14.). El porcentaje de las opciones “Muy útil” y “Útil” fue 67% para “Estructura de Datos y de la Información I” y 66% para “Sistemas Operativos I”. Las respuestas “Poco útil” y “Nada útil” fueron seleccionadas por un total de siete estudiantes entre las dos asignaturas.

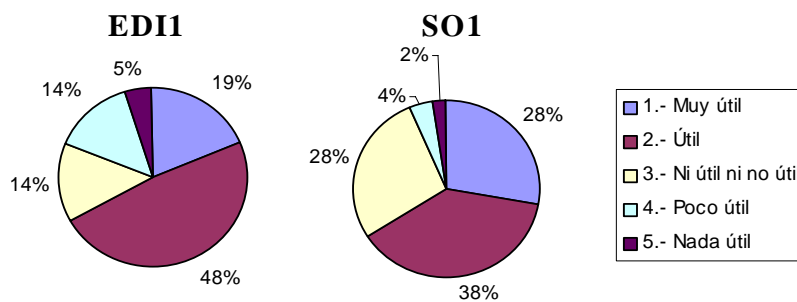


Figura 5.14. Utilidad de recomendaciones basadas en el contexto

La siguiente pregunta fue *si los estudiantes habían seguido las recomendaciones que el sistema les ofrecía (bien en el área superior de las páginas web que se generaban dinámicamente en cada paso, o en la tabla de actividades) o si, por el contrario, ellos habían seleccionado alguna otra actividad no recomendada.* El porcentaje de los estudiantes que siguieron las recomendaciones que el entorno de aprendizaje les ofrecía en todas las ocasiones o la mayoría de las veces fue de un 62% en ambos casos de estudio (ver figura 5.15.). El porcentaje de alumnos que no siguió las recomendaciones la mayoría de las veces fue bajo (tres estudiantes por asignatura), y ninguno ignoró completamente las recomendaciones. Por último, el porcentaje de estudiantes que en ocasiones siguieron las sugerencias del sistema y en ocasiones no hicieron fue de un 24% en EDI1 y de un 32% en SO1.

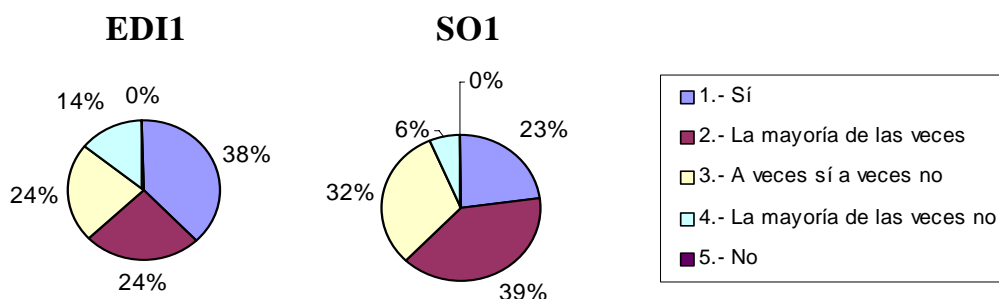
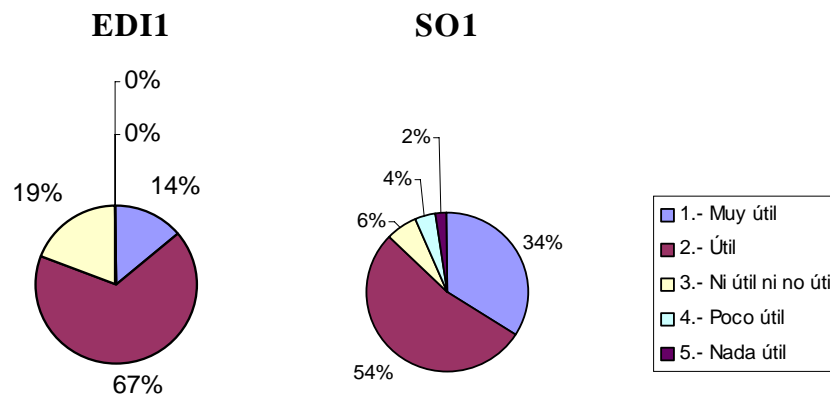


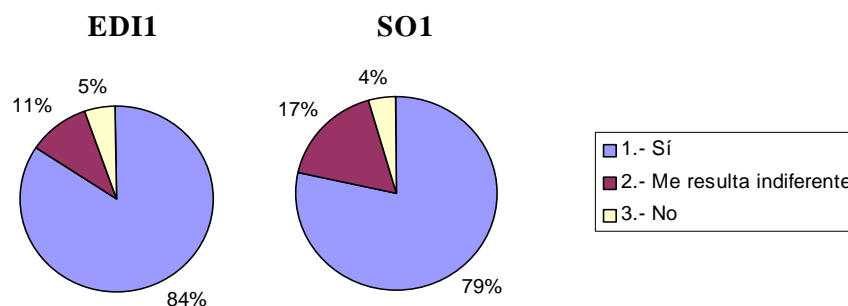
Figura 5.15. Porcentajes de seguimiento de las recomendaciones ofrecidas por el sistema



**Figura 5.16. Utilidad de la adaptación de contenidos al estilo de aprendizaje y al contexto**

En relación a la *adaptación de los contenidos multimedia presentados en cada una de las actividades según el dispositivo utilizado por los estudiantes y la dimensión visual-verbal de sus estilos de aprendizaje*, la mayoría de los estudiantes de “Estructuras de Datos y de la Información I” creen que la adaptación de contenidos fue muy útil o simplemente útil (81% de los estudiantes entre las dos opciones). Además, ningún alumno de esta asignatura seleccionó las posibles respuestas “Poco útil” ni “Nada útil”. En la asignatura “Sistemas Operativos I”, el porcentaje combinado de las respuestas “Muy útil” y “Útil” se incrementa hasta el 88%. En este caso, aunque el porcentaje de respuestas de la opción “Ni útil ni no útil” decrece, hubo algunos estudiantes que seleccionaron las opciones “Poco útil” (dos estudiantes) y “Nada útil” (un estudiante). Estos resultados se presentan en la figura 5.16.

La siguiente pregunta es: *“Desde tu punto de vista de estudiante, ¿crees que son útiles los sistemas que recomiendan actividades que se pueden realizar en distintos dispositivos?”*. La figura 5.17 muestra que el 84% de los estudiantes de “Estructura de Datos y de la Información I” y el 79% de los de “Sistemas Operativos I” consideran útiles este tipo de entornos de aprendizaje móvil que adaptan las actividades a realizar. Sólo el 5% en EDI1 y el 4% de los estudiantes de SO1 piensan que este tipo de entornos no es útil.

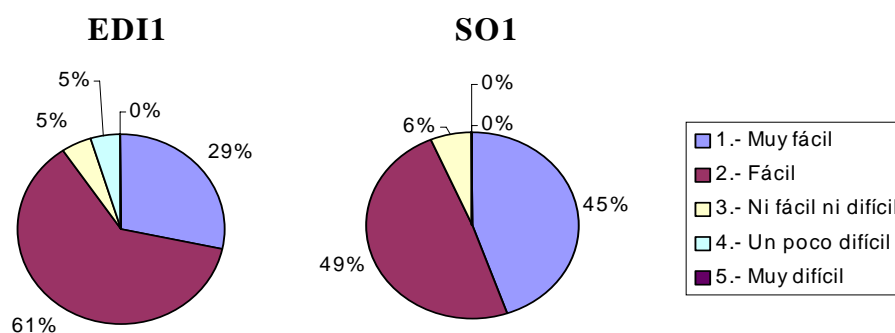


**Figura 5.17. Utilidad de este tipo de entornos adaptativos de aprendizaje móvil**

Justificando su respuesta a esta pregunta, los estudiantes comentaron que estos entornos son útiles porque: i) soportan la adaptación al contexto del usuario (dispositivo utilizado y tiempo disponible) seleccionando las actividades más adecuadas en cada momento; ii) complementan el aprendizaje y guían a los estudiantes a través de las actividades a realizar; y iii) les ayudan a afrontar las asignaturas de una forma nueva, lo cual es un incentivo para estudiar más en menos tiempo. Estos aspectos ya habían sido comentados anteriormente en la justificación a la respuesta dada para la pregunta 1.

Algunos estudiantes consideran que el proceso de aprendizaje es más atractivo cuando las actividades se pueden realizar, sin necesidad de estar delante del ordenador personal, desde cualquier lugar y en cualquier momento (p.e. utilizando una PDA). Otros consideran más importantes los contenidos en sí mismos que la adaptación de los contenidos a diferentes dispositivos. Prefieren distintas versiones de contenidos con diferentes niveles de dificultad, antes que los contenidos se adapten en función del dispositivo utilizado. Estos estudiantes argumentan que normalmente llevan consigo sus ordenadores portátiles y que todavía no disponen de PDAs; con lo cual no consideran la adaptación de contenidos al dispositivo como un factor importante.

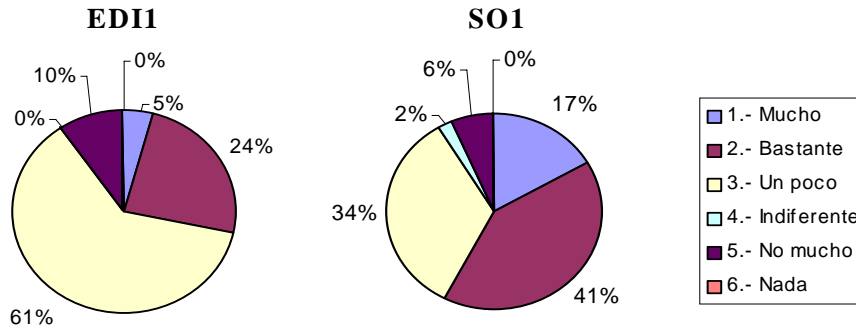
Con respecto a la *facilidad de uso de estos entornos de aprendizaje móvil*, el 90% de los estudiantes de EDI1 y el 94% de los alumnos de SO1 dijeron que el sistema era muy fácil o fácil de utilizar (ver resultados en la figura 5.18.). Hubo cuatro estudiantes en total de las dos asignaturas, que seleccionaron la opción “Ni fácil ni difícil”. Por último, un único alumno de primer curso dijo que el sistema era un poco difícil de utilizar, y ninguno dijo que fuera muy difícil.



**Figura 5.18. Facilidad de uso de los entornos de aprendizaje móvil**

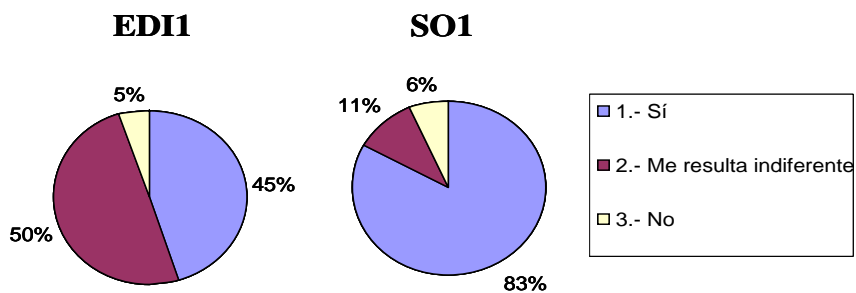
La siguiente pregunta fue “¿El entorno de aprendizaje te ha servido para la preparación de la asignatura?”. Las posibles respuestas podían ser “Mucho”, “Bastante”, “Un poco”, “Indiferente”, “No mucho” y “Nada”. Los entornos se utilizaron como recursos adicionales, sin sustituir a las clases tradicionales ni a las prácticas de laboratorio. Los resultados desglosados se encuentran en la figura 5.19. Si juntamos los datos recogidos en

ambas asignaturas, se obtiene, en media, que el 92% piensa que sí ayuda: el 13% de los estudiantes considera que les ayudó mucho, el 35% que ayuda bastante y el 44% que les ayudó un poco. Sólo un 8% de los estudiantes contestaron “Me es indiferente” o “No mucho”.



**Figura 5.19.** Utilidad del entorno de aprendizaje móvil para la preparación de la asignatura

La encuesta también incluye una pregunta sobre *si los entornos de aprendizaje móvil motivaron a los estudiantes en el estudio de estas materias*. El 45% de los estudiantes de “Estructura de Datos de la Información I” se sintió especialmente motivado a estudiar más gracias a la disponibilidad del correspondiente entorno, mientras que al 50% de los alumnos les ha resultado indiferente (ver figura 5.20). Sólo el 5% opinó que el entorno no le había motivado al estudio de la asignatura. En el caso de “Sistemas Operativos I” se obtuvieron mejores resultados (83%, 11% y 6% respectivamente).



**Figura 5.20.** Incremento de la motivación en el estudio de los estudiantes

Con respecto a la búsqueda y uso de recursos adicionales disponibles a través de Internet, se realizaron otras dos preguntas. La primera era *si los alumnos habían buscado en Internet más recursos relacionados con la asignatura (p.e. apuntes, ejercicios resueltos, mensajes en foros, blogs, etc.) aparte de utilizar este sistema*. Las posibles respuestas eran “sí, bastante”, “alguna cosa puntualmente” y “no, nada”. En la figura 5.21. se pueden observar diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes de las dos asignaturas. En el caso de los alumnos de primer curso, el número de estudiantes que buscaron información en fuentes adicionales en

Internet fue de un 45% y los que buscaron alguna vez puntualmente fueron otro 45%. Sin embargo, solo un 19% de los estudiantes de SO1 buscaron bastante información en la Web y el 53% lo hizo de manera puntual.

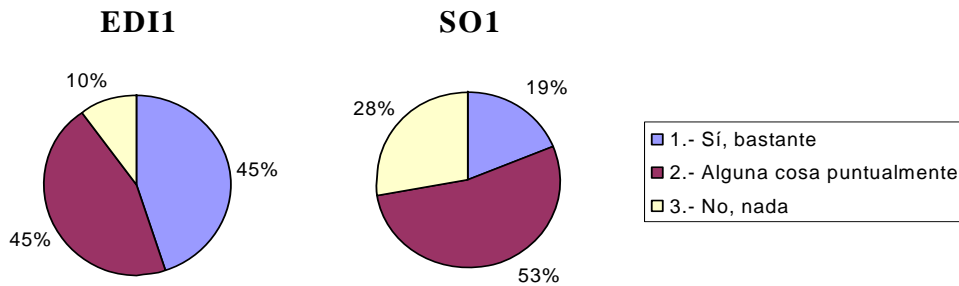


Figura 5.21. Búsqueda de recursos externos en Internet

La segunda pregunta fue: “Si no hubieras tenido este sistema disponible, ¿habrías buscado más, menos o igual cantidad de recursos en Internet?”. Al igual que en la pregunta anterior, hay diferentes opiniones entre los estudiantes de las dos asignaturas (ver figura 5.22.). La mayoría de los estudiantes de “Estructura de Datos y de la Información I” (66%) habría buscado la misma cantidad de información en sitios Web externos, un 24% habría buscado más fuentes si no hubiese existido el entorno de aprendizaje y sólo un 10% habría buscado menos material en Internet. Sin embargo, el 45% de los estudiantes de segundo curso habría buscado menos información si no hubiesen tenido este entorno de aprendizaje, el 30% habría buscado la misma cantidad de información y un 25% habría buscado más información. Una posible explicación a las respuestas de los estudiantes de “Sistemas Operativos I” sería que las explicaciones ofrecidas por el entorno, los ejemplos resueltos y los ejercicios planteados hayan despertado la curiosidad de los estudiantes en el tema, y por este motivo, hayan accedido a la Web a buscar más información, y piensan que si no hubiera sido porque usaron el entorno tampoco habrían buscado más información en la Web.

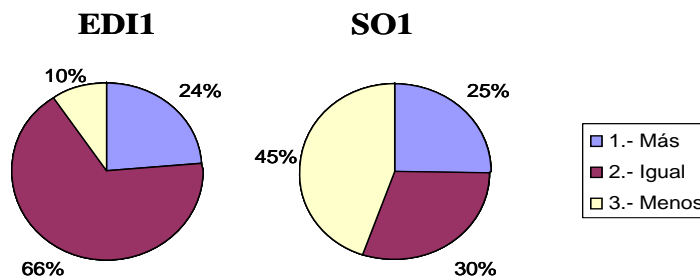


Figura 5.22. Búsqueda de recursos externos si no hubiesen existido estos entornos

A los estudiantes que utilizaron PDAs para conectarse a los entornos de aprendizaje, se les pidió que contestaran a algunas preguntas adicionales sobre el uso de estos dispositivos en este tipo de entornos.

La primera pregunta que se les hizo fue *si tenían experiencia previa en el uso de PDAs*. La mayoría de los estudiantes dijeron que no tenían experiencia previa (un 73% de media entre los dos casos de estudio, frente a un 27% que sí tenía experiencia previa). El número de estudiantes que había utilizado este tipo de dispositivo anteriormente fue mayor en estudiantes de segundo curso (ver figura 5.15). Además, los estudiantes que las habían utilizado previamente no se consideraban a sí mismos usuarios expertos, ya que las habían usado de manera esporádica. Sólo dos estudiantes de “Sistemas Operativos I” se consideraban expertos e indicaron que las utilizaban a menudo.

La segunda pregunta que se les realizó fue *si la posibilidad de poder acceder a este entorno de aprendizaje utilizando PDAs les había gustado*. Las posibles respuestas eran “Sí”, “No” y “Me resulta indiferente”. Al 67% de los estudiantes de primer curso les gustó la experiencia de poder utilizar este tipo de dispositivos (ver figura 5.24). Sin embargo, este porcentaje disminuye en los alumnos de segundo curso, siendo del 50%. Hay un número significativo de estudiantes a los que les es indiferente el poder utilizar un dispositivo u otro para acceder al entorno (22% en EDI1 y 21% en SO1).

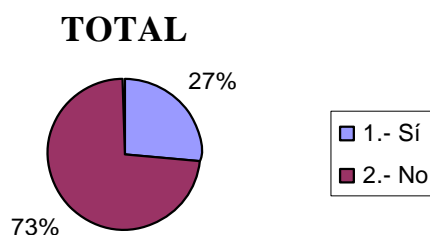
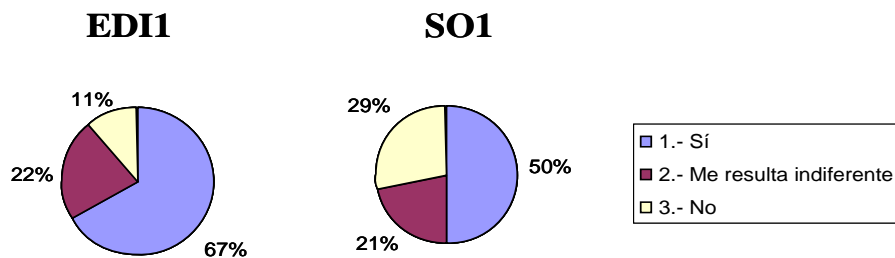


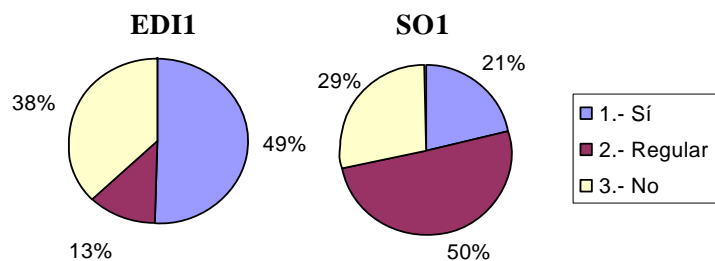
Figura 5.23. Experiencia previa de los estudiantes con PDAs

Los estudiantes a los que sí les gustó la experiencia de utilizar PDAs para acceder al entorno argumentaron que a su favor que podían utilizar este dispositivo desde cualquier lugar y en cualquier momento, y que podían llevarla consigo gracias a sus pequeñas dimensiones, teniendo acceso en todo momento a todo lo que necesitaban a través de ella. También enfatizaban que la habían encontrado muy útil para acceder al entorno cuando disponían de poco tiempo para poder realizar actividades. Por el contrario, a los estudiantes que no les gustó utilizar este dispositivo en ambos casos de estudio, comentaron que la conexión inalámbrica de la universidad se interrumpía a menudo, y que por esta razón su utilización no era demasiado cómoda. Es importante señalar que la conexión inalámbrica en el campus de la Universidad Autónoma de Madrid se realiza a través de la red “Eduroam”, que en algunas ocasiones tiene problemas de cobertura en determinados edificios.



**Figura 5.24. Satisfacción en el uso de PDAs para realizar actividades en estos entornos**

Con respecto a la visualización y longitud de los contenidos multimedia presentados a los estudiantes en cada una de las actividades, los alumnos tuvieron algún problema puntual, a pesar de utilizar hojas de estilo en cascada en el caso de los contenidos de “Sistemas Operativos I” (ver figura 5.25.) y a las instrucciones facilitadas para ajustar las imágenes presentadas en algunas actividades al ancho de la pantalla. Los alumnos justificaron su respuesta exponiendo los motivos de dichos problemas. En general, la longitud de las páginas generadas para estos dispositivos fue adecuada. Sin embargo, el hecho de mostrar una pequeña barra de desplazamiento horizontal en algunas páginas que contenían imágenes y tablas era un problema para determinados estudiantes. Además, los estudiantes mostraban su preferencia en la utilización del ratón de los ordenadores personales y portátiles antes que el puntero de las PDAs.



**Figura 5.25. Visualización correcta de contenidos usando PDAs**

La siguiente pregunta fue “¿Te pareció bien que el menú apareciera oculto cuando accedías con la PDA, pudiendo acceder a él desde el botón en la parte superior, o habrías preferido que se mostrara el menú desplegado?”. La mayoría de los estudiantes dijo que fue una buena opción ocultar el menú por defecto y pulsar el botón correspondiente para ver el índice (56% en EDI1 y 40% en SO1, figura 5.26.). Sin embargo, hubo un número significativo de estudiantes que señaló la opción “No sabe no contesta” (22% en EDI1 y 53% en SO1). Las justificaciones que dieron en esta pregunta fueron diversas. Por un lado, algunos estudiantes preferían ver el menú de actividades, al igual que cuando utilizaban el ordenador de sobremesa de su casa o su portátil. Por otro lado, otros pensaban que el ancho los contenidos de la página generada junto con el índice de actividades sería demasiado grande para presentarlo al mismo tiempo en una PDA.

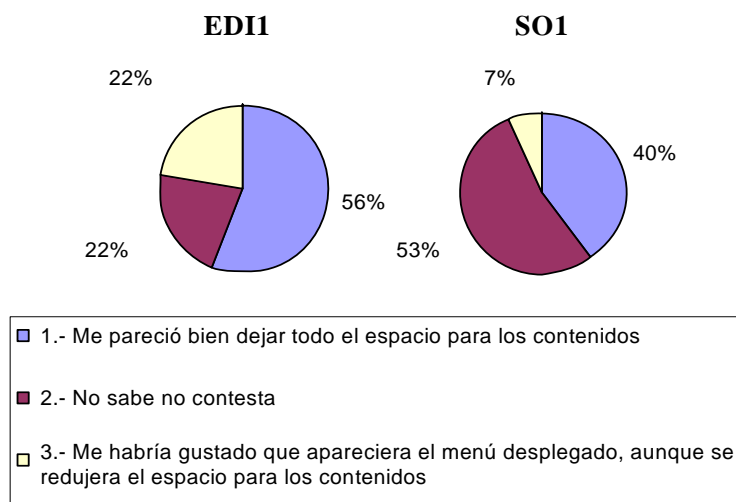


Figura 5.26. Adecuación de la ocultación del menú de actividades cuando se usa una PDA

La última pregunta que se realizó a los estudiantes que usaron PDAs fue *qué tipos de actividades consideraban más adecuadas para realizarlas en PDAs*. Las actividades más votadas fueron los ejercicios tipo test y los repastos de conceptos (ver figura 5.19.). Los ejemplos y los ejercicios de respuesta libre fueron considerados sólo en unos cuantos casos. Las explicaciones teóricas no se consideraron adecuadas para realizarlas en estos dispositivos.

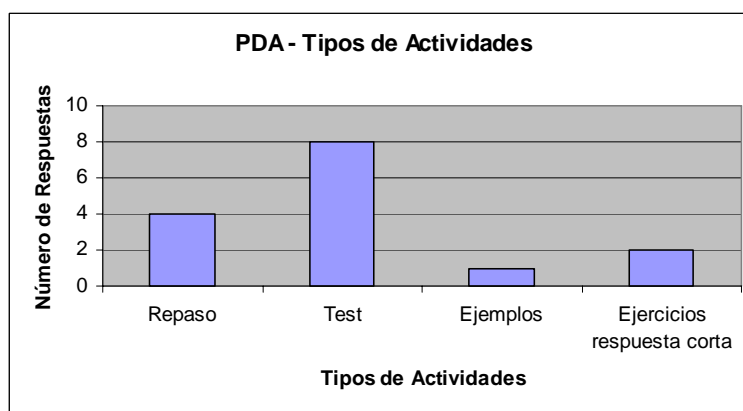


Figura 5.27. Tipos de actividades más adecuadas para realizar en PDAs

Por ultimo, se propusieron dos preguntas abiertas a todos los estudiantes de ambas asignaturas sobre las *posibles mejoras que les gustaría que este tipo de entornos incluyeran en el futuro*, y *comentarios y sugerencias adicionales sobre la experiencia*. Las opiniones expresadas por los estudiantes de ambas asignaturas se presentan a continuación.

Entre los aspectos positivos, a la mayoría de los estudiantes les gustó la experiencia con este tipo de entornos de aprendizaje móvil capaces de adaptar las actividades en función no sólo de las características personales de los estudiantes y de sus acciones, sino

también del contexto en el que se encuentran. Describen la experiencia como realmente positiva y sugieren el uso del sistema CoMoLE en otras asignaturas de la misma carrera. Los estudiantes indican que el entorno de aprendizaje les ayudó a extraer los conceptos más importantes, a organizar el tiempo que tenían disponible en cada sesión, y les ofreció la posibilidad de poder acceder desde cualquier lugar y practicar con material adicional para el examen final de ambas asignaturas. Además (siempre reproduciendo sus opiniones), la su motivación para estudiar la asignatura se incrementó. El aprendizaje de estas asignaturas fue más atractivo gracias a que cuando estaban aburridos de estudiar teoría con un libro o con sus propios apuntes de clase, podían continuar preparándose la asignatura de una forma más dinámica e interactiva utilizando su ordenador personal, portátil o PDA. Además, el entorno de aprendizaje favoreció las discusiones entre compañeros sobre las actividades que el sistema les proponía (explicaciones teóricas, ejemplos, ejercicios y retroalimentación). En este sentido, se favoreció el intercambio de ideas y la construcción del conocimiento entre iguales.

Los estudiantes manifestaron dos aspectos negativos sobre estas experiencias. El primero fue que no dispusieron de tiempo suficiente para poder utilizar el entorno, ya que se puso a su disposición cerca del final del cuatrimestre. El segundo aspecto negativo fue que las actividades de aprendizaje sólo cubrían algunas partes del temario de las asignaturas. Propusieron que el entorno de aprendizaje estuviera disponible desde principios del cuatrimestre para el próximo curso, y que se incluyesen más actividades de diferentes tipos que cubriesen la totalidad del temario. Por último, los estudiantes de “Sistemas Operativos I” también sugirieron incluir un nuevo tipo de actividades (“examen”) que fuera recomendado cuando los estudiantes hubiesen terminado de realizar todas las actividades. Según los estudiantes, el objetivo de la inclusión de este nuevo tipo de actividades no es aprender, sino poder practicar para superar el examen final.

Como posibles mejoras, los alumnos sugieren la posibilidad de habilitar-deshabilitar las recomendaciones ofrecidas por estos entornos. De esta manera, los estudiantes son libres de decidir qué opción se adecua más en cada momento. Con el objetivo de reforzar los conceptos mal aprendidos, proponen incluir actividades de repaso relacionadas con los conceptos en los que han tenido problemas de aprendizaje en la sesión anterior, aunque después se superaran. De esta manera, el propio entorno les obligará a repasar los temas que más les costó aprender. También proponen poder ver las versiones de los contenidos que no se adaptan a su perfil cuando finalizan el conjunto de actividades. De esta manera, verían diferentes explicaciones sobre el mismo concepto (p.e. versiones visuales y textuales de los mismos contenidos). En relación con la adaptación de la navegación, les gustaría que el entorno considerara su nivel de conocimiento previo, de tal manera que pudieran acceder a realizar actividades más avanzadas antes. Además, sugieren que cuando se eligen actividades que están recomendadas en el índice, pero todavía no se recomiendan en el área

superior de recomendación de la página generada, el proceso de recomendación cambie el orden en que recomiendan las siguientes actividades que tengan grados de recomendación iguales, dando más prioridad a los conceptos relacionados con la última elección del usuario. Por último, sugieren otras dos mejoras. La primera es suministrar explicaciones más detalladas en los ejercicios cuando los alumnos los resuelvan correctamente, ya que a veces no están seguros de la razón por la que esa es la respuesta correcta, y necesitan una explicación más detallada. La segunda es utilizar imágenes de baja calidad para la versión de contenidos de PDAs, ya que la descarga de determinadas imágenes en estos dispositivos lleva demasiado tiempo.

### **5.3. Recomendación basada en información de otros usuarios**

Como se ha mencionado anteriormente, cuando se pusieron a disposición de los estudiantes los dos entornos EDI1 y SO1, el módulo de recomendación basada en la información de otros usuarios no se encontraba implementado por completo. Por tanto, no pudo evaluarse en estos dos casos de estudio.

Una vez que el módulo estuvo implementado, se procedió a utilizar la información de los usuarios que interactuaron con ambos entornos para comprobar el funcionamiento de éste módulo y para obtener información sobre la conveniencia o no de recomendar ciertas actividades a determinados usuarios en contextos particulares en el futuro uso del entorno.

Primeramente, se procesaron los datos dinámicos almacenados en los ficheros históricos de CoMoLE, consultando el orden en el que los usuarios realizaron las actividades, cuál era su contexto en cada momento y qué características personales tenían cada uno de ellos. Tras este procesamiento, se obtuvieron ficheros auxiliares con información sobre: los distintos tipos de usuarios que interactuaron con estos entornos (agrupados en distintas clases), el número de usuarios clasificados en cada una de las clases y los recorridos de actividades que realizaron los usuarios de un determinado tipo.

Es importante recordar en este punto aspectos que fueron explicados en el capítulo 3, como la posibilidad de que las acciones de un mismo estudiante aparezcan en diferentes categorías (y, por tanto, en distintos ficheros). Esta situación se produce cuando cambia alguna de las características del contexto en el que se encuentra el usuario. Por ejemplo, si el estudiante se conecta con su PDA para realizar las actividades 1, 2 y 3, y al día siguiente se conecta con su ordenador personal para realizar las actividades 4, 5 y 6, incluso aunque se disponga del mismo tiempo y se encuentre en el mismo lugar, sus acciones realizadas en ambos casos aparecerán clasificadas en categorías diferentes, ya que su contexto en cada momento era diferente (el dispositivo utilizado varía).

En la figura 5.28 se pueden ver las secuencias de actividades realizadas por estudiantes con estilo de aprendizaje visual, activo y sensorial de la asignatura “Estructuras de Datos y de la Información I” cuando tuvieron entre treinta minutos y una hora de tiempo disponible, y se encontraban en su casa utilizando su ordenador personal. Al comienzo del fichero aparece el número de usuarios clasificados en esa clase, El número 24 indica que 24 estudiantes con las mismas características personales se encontraron en el contexto descrito anteriormente al menos en una ocasión (no que el total de estudiantes con estilo de aprendizaje visual, activo y sensorial interactuando con el entorno EDI1 fuera de 24).

Numero de usuarios: 24

126						
0						
1	2	16	55	2		
2	55	13	56	2		
3						
4	5	12				
5	6	12	7	1		
6	7	12				
7	8	13				
8	9	12	10	1		
9	10	12				
10	11	11	12	1		
11	12	11				
12	13	9				
13	16	8	17	1		
14						
15						
16	20	8				
17	18	1	20	1	21	7
18	21	1	22	7		
19						
20	17	8	21	1		
21	18	7	22	2		
22	23	9				
23	33	8				
24						
25	26	6				
26	27	6	39	1		
....						

**Figura 5.28. Fichero de estudiantes de EDI1 con las características: visual, activo, sensorial, tiempo disponible entre 30-60 minutos, utilizando su ordenador personal desde casa**

A continuación, en el fichero aparece el número total de actividades definidas para el entorno EDI1 (126, incluyendo actividades simples y compuestas). Y finalmente aparecen información sobre secuencias de actividades realizadas por los 24 estudiantes clasificados en esta categoría. En cada una de las líneas se puede ver un identificador de actividad (actividad origen) seguido de pares que indican qué actividad realizaron los estudiantes después de realizar la actividad origen y cuántos estudiantes realizaron este salto o siguieron esa secuencia. Por ejemplo, después de realizar la actividad cuyo identificador es 1 (que se corresponde con la actividad que contiene ejemplos de tipo de datos atómicos, “AtomicosEjem” de este entorno de aprendizaje), 16 estudiantes realizaron la actividad número 2, que se corresponde (teoría de tipos atómicos, “AtomicosTeo”), y dos estudiantes realizaron la actividad número 55 (ejemplos de tipos enumerados, “EnumEjem”).

Se puede ver que en este fichero existen varias actividades para las que no se ha registrado secuencia alguna (la línea correspondiente contiene sólo el identificador). Estas actividades se corresponden con actividades compuestas, las cuales no se han considerado en los recorridos, ya que en ambos casos de estudio no tenían asociado ningún tipo de contenidos (sólo servían para agrupar otras actividades) y, por tanto, no se corresponden realmente con actividades que los estudiantes deban realizar.

Una vez obtenidos todos los ficheros con las secuencias de realización de actividades para cada tipo de usuario (habrá un fichero por clase), el segundo paso es generar las matrices con las probabilidades de transición entre actividades utilizando un modelo de Markov. En el ejemplo considerado en la figura 5.28, para la actividad “AtomicosEjem”, la probabilidad de transición de la actividad origen “AtomicosEjem” a la actividad destino “AtomicosTeo” es de un 88,88% (esta transición la llevaron a cabo 16 estudiantes de un total de 18 de este tipo concreto que realizaron la actividad origen); por su parte, la probabilidad de realizar la actividad “EnumEjem” después de la actividad “AtomicosEjem” es de un 11% (2 estudiantes de 18 en total).

Si nos fijamos en los resultados obtenidos al considerar la actividad “IfTeo”, cuyo identificador es el número 17 en el fichero mostrado en la figura 5.28, tendremos que un usuario realizó a continuación la actividad número 18 (“IfTest”), otro realizó la actividad número 20 (“SwitchTeo”), y siete estudiantes realizaron la actividad número 21 (“SwitchEjem”). En este caso, las probabilidades de transición entre la actividad “IfTeo” y las actividades “IfTest”, “SwitchEjem” y “SwitchTeo” son de 11,11%, 11,11% y 77,77%, respectivamente.

Una vez obtenidas todas las probabilidades de transición entre todas las actividades asociadas a un mismo entorno, se probó el módulo de recomendación basada en información de otros usuarios con los mismos datos obtenidos mientras los estudiantes

interactuaban con estos dos entornos. Por ello, las recomendaciones de este módulo se corresponden con las recomendaciones que realizó el sistema CoMoLE a los usuarios de estos entornos procesando las reglas de adaptación. Como se obtuvieron los resultados esperados, el funcionamiento de este módulo es correcto. No obstante, la verdadera puesta en práctica de este módulo se llevará a cabo el curso que viene, cuando, a través del sistema CoMoLE se ofrezcan recomendaciones a los nuevos usuarios basándose en la información disponible sobre las acciones realizadas por los usuarios durante este curso.

Un hecho a destacar sobre el trabajo realizado en el módulo de recomendación basado en acciones previas de otros usuarios es que, al haber muchas clases posibles para los usuarios en ambos entornos (tantas como combinaciones de los valores de las características de usuario y contextos), sólo unas cuantas categorías tuvieron un número significativo de usuarios. Sería interesante poder agrupar estas clases, de modo que cada una de ellas tuviera un número mayor de usuarios. Con este objetivo en mente, sería interesante poder detectar las características más relevantes en este tipo de entornos, para eliminar las combinaciones que surgen de los distintos valores de aquellas menos relevantes, y dejar sólo las clases creadas a partir de las combinaciones de las características que más influyan en la realización de las actividades. Esto repercutiría positivamente en la realización de recomendaciones a los usuarios, pues se podrían hacer sugerencias a partir de información de un número de usuarios total menor al utilizado actualmente.

Por último, otro aspecto interesante sería poder realizar recomendaciones a los usuarios sin necesidad de preguntarles ninguna característica relacionada con sus rasgos personales o contexto, sino que el propio sistema realizase un seguimiento de las acciones y detectase patrones de comportamiento del usuario. De esta manera, se podrían realizar recomendaciones a los usuarios sin necesidad de que exista información previa sobre los mismos. Esto facilitaría que los usuarios tampoco tuviesen que emplear su tiempo en contestar a una serie de preguntas o cuestionarios relacionados con sus características personales.

