

**AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA PARA LA
INNOVACIÓN DOCENTE PARA EL CURSO 2009/2010**

MEMORIA FINAL

PROYECTO ID9/020

**Hacia un diseño dirigido por el alumno de materiales
audiovisuales para el autoaprendizaje en la materia
sistemas operativos**

Investigador principal: [Dr. Roberto Therón Sánchez](#)
Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca - Facultad de Ciencias
Plaza de la Merced, s/n
37008 Salamanca

Tabla de Contenidos

1. DATOS DEL PROYECTO	3
2. OBJETIVOS PROPUESTOS	4
3. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO Y RESULTADOS LOGRADOS	7
3.1 Introducción	7
3.2 Rediseño de la interfaz visual e interactiva de usuario	7
3.2.1 Técnicas y consideraciones utilizadas al inicio un proyecto.....	8
3.2.2 Técnicas y consideraciones utilizadas para conocer la usabilidad del primer prototipo.....	9
3.3 Pruebas de Usabilidad.....	13
3.3.1 Herramienta de Acceso a Disco.....	13
3.3.2 Herramienta de Reemplazo de Páginas de Memoria.....	13
3.3.3 Herramienta de Planificación de Procesos y Reparto de CPU.....	13
3.4 Test de Usabilidad.....	15
3.5 Conclusiones Extraídas del Estudio de Usabilidad	17
3.6 Nuevos Diseños de la Interfaz de Usuario	21
3.7 Reimplementación del Sistema Usando Flex + WebOrb	24
4. MATERIAL Y GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO INICIAL	26
4.1 Material adquirido	26
4.2 Grado de cumplimiento	26
4.3 Publicaciones generadas	27
5. CONCLUSIONES.....	28

1. DATOS DEL PROYECTO

TÍTULO: Hacia un diseño dirigido por el alumno de materiales audiovisuales para el autoaprendizaje en la materia sistemas operativos

REFERENCIA: ID9/020

INVESTIGADOR PRINCIPAL: THERÓN SÁNCHEZ, ROBERTO

ORGANISMO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

CENTRO: FACULTAD DE CIENCIAS

INVESTIGADORES QUE FORMAN EL EQUIPO:

Roberto Therón Sánchez

Luis Antonio Miguel Quintales

Guillermo González Talaván

Ana Belén Gil González

DURACIÓN: julio 2009 a mayo 2010

SUBVENCIÓN CONCEDIDA: 900 €

2. OBJETIVOS PROPUESTOS

El objetivo principal de este proyecto es **involucrar al alumno en la generación de materiales audiovisuales** para la materia Sistemas Operativos. La experiencia del equipo en esfuerzos previos de implantación de sistemas y metodologías que faciliten el autoaprendizaje a puesto de manifiesto la principal debilidad de los mismos: aunque estos han sido siempre elaborados teniendo en cuenta al alumno, siempre se ha tratado como un sujeto pasivo en el proceso de desarrollo de materiales, lo que supone un obstáculo para la consecución de la autonomía deseada.

Al integrar al alumno en todos los procesos de diseño de materiales audiovisuales, ejerciendo un papel no sólo activo, si no de director, se pretende aumentar la calidad de dichos materiales, que se ajustarán más certeramente a las necesidades de aprendizaje.

Hay que mencionar que el mismo equipo desarrolló, a través de una convocatoria de proyectos de innovación docente anterior, un sistema *on-line* audiovisual e interactivo que muestra el funcionamiento de los principales algoritmos de los sistemas operativos en las áreas de acceso a disco, reemplazo de páginas de memoria y distribución de la CPU entre los procesos del sistema. **Partiendo de esta base tecnológica, se realizará un rediseño dirigido por los alumnos de los materiales audiovisuales existentes, además de adaptar la plataforma para la incorporación y consulta de nuevos materiales audiovisuales realizados por los propios alumnos.**

Como objetivos generales se presentan:

- 1) Potenciar la **autonomía en el aprendizaje a través del diseño por parte del alumno de nuevo material audiovisual**
- 2) Potenciar la interacción del alumno con las herramientas de simulación elaboradas por el equipo investigador, a través del **rediseño dirigido por casos de usabilidad** de las interfaces de usuario
- 3) Reforzar positivamente el papel del alumno en el proceso educativo, proporcionando **material didáctico más atractivo, en primera instancia, y que incida en los aspectos más complejos según la propia percepción del discente**
- 4) Completar la formación activa del alumno a través de un **sistema de Webcast integrado en el sistema de autotrendizaje online**. Proporcionando la infraestructura tecnológica necesaria, los alumnos podrán producir sus propios materiales de ayuda en el aprendizaje de las materias de sistemas operativos

Como objetivos específicos cabe citar:

- 1) **Potenciar la creación de materiales audiovisuales por parte del alumnado**
- 2) **Habilitar un sistema de almacenamiento y consulta** de los materiales elaborados por los alumnos

- 3) **Integrar el sistema de Webcast en la herramienta tutorial existente**
- 4) **Diseño dirigido por el alumno de una interfaz** más atractiva e intuitiva para el usuario
- 5) **Sustitución de Flash (anterior herramienta utilizada para la realización del material audiovisual) por Adobe Flex.** Flex es un marco de trabajo gratuito de código abierto para crear aplicaciones Web expresivas e interactivas que se implantan coherentemente en los principales exploradores, equipos y sistemas operativos
- 6) **Complementar y comunicar tecnologías Flex (cliente) y C# (servidor).** Para ello la herramienta que se utilizará es WebOrb
- 7) Mejorar e incluir algunos aspectos de la funcionalidad de la herramienta para conseguir que sea más útil y didáctica. Para ello se **realizarán estudios de usabilidad** de la anterior versión del tutorial con grupos de estudiantes de la Universidad de Salamanca que estén cursando la asignatura de Sistemas Operativos
- 8) Además de las conclusiones que se obtendrán tras el estudio de usuabilidad, un análisis previo, realizado por el quipo investigador, de la funcionalidad de la aplicación, ha permitido identificar la siguiente serie de **mejoras y modificaciones:**
 - a. En general para las **tres herramientas:**
 - i. Dotar de mayor explicación del funcionamiento de cada módulo o herramienta en la página inicial
 - ii. Proporcionar más información sobre los algoritmos y el uso en cada herramienta
 - iii. Incorporar una opción para retroceder por pasos
 - iv. Incorporar una opción de 'reseteo' para volver a comenzar con la simulación
 - v. Disminuir la velocidad de la simulación automática
 - vi. Permitir copiar, cortar y pegar en los controles en los que el usuario introduce datos
 - b. En la herramienta de **simulación de acceso a Disco:**
 - i. Incorporar una opción que permita probar distintos algoritmos con los mismos datos de forma automática
 - ii. Incorporar un sistema de avisos de error cuando se introduzcan caracteres no válidos
 - c. En la herramienta de **simulación de reemplazo de páginas de memoria:**
 - i. Rediseñar la forma de representación gráfica de las páginas de memoria

- ii. Rediseñar la forma de representación de los bits de validez, modificación y referencia
- iii. Rediseñar La representación de la memoria física, siguiendo más fielmente las abstracciones usadas en teoría para una mejor comprensión
- d. En la herramienta de **simulación de planificación de procesos**:
 - i. Incorporar una opción que permita saber o configurar el tamaño del proceso que se va a crear
 - ii. Permitir variar el coeficiente de antigüedad en el algoritmo SPN.
 - iii. Incorporar una opción que permita eliminar los procesos que se desee.
 - iv. Poder seleccionar en los procesos cuándo se producirá una petición de E/S.
 - v. Incluir el diagrama de estados de un proceso, para ver de forma clara el estado en que se encuentra cada proceso.

Finalmente, como objetivos docentes se consideran:

1. Desde el **punto de vista docente**, el sistema de autoaprendizaje ofrecerá:
 - a) Un repositorio de material audiovisual generado tanto por el profesorado como por el alumno
 - b) Un sistema de webcast que permitirá al alumnado acercarse a los contenidos de las materias de Sistemas Operativos de una forma adaptada al ritmo de aprendizaje del alumno
 - c) Un sistema validado por el alumno a través de diversos estudios de usabilidad, garantizando así la máxima calidad de los materiales
 - d) Una plataforma completa, que abarca la doble vertiente de 1) experimentación, a través de la interacción con las simulaciones; y 2) exposición, a través de la generación y visionado de material audiovisual a través de webcast
2. Desde el **punto de vista discente**, el sistema de autoaprendizaje:
 - a) Acceso a abstracciones visuales diseñadas por alumnos (y supervisadas por los profesores) que faciliten la comprensión tanto de conceptos como de funcionamiento de algoritmos
 - b) La posibilidad de aprender realizando material audiovisual que será incorporado al repositorio y puesto a disposición del resto del alumnado en abierto a través de un sistema de webcast

- c) Disponer de un sistema operativo visual e interactivo, a través de abstracciones diseñadas por y para los alumnos de esta materia
- d) Participar de forma activa en un proceso de aprendizaje “learning by doing”, incorporando su experiencia en el rediseño de los materiales audiovisuales

3. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO Y RESULTADOS LOGRADOS

3.1 Introducción

En este apartado se recogen los aspectos más notables del proyecto. Al tratarse fundamentalmente de un trabajo de (re)diseño de los aspectos visuales y de interacción de una herramienta informática, en esta memoria se incluyen tanto aspectos más técnicos relativos a este proceso (documentación y descripción del fundamento teórico y el modo en que se ha llevado al sistema existente), como los tocantes a los objetivos como proyecto de innovación docente. Así, se describen las principales conclusiones que han llevado al rediseño del tutorial basado en la Web. No obstante, si se requiere una discusión más detallada acerca de él puede consultarse el “Manual de usuario” de la aplicación desarrollada, así como la memoria del proyecto de innovación asociada al mismo (ID/0047 2009).

Se debe resaltar que el proyecto estaba presupuestado teniendo en consideración los objetivos previstos (ver sección 2 de esta memoria). Debido al recorte en la dotación final del proyecto, al no poder adquirir el material necesario para elaborar los materiales audiovisuales, se decidió prescindir de la parte relativa al Webcast y centrar todos los esfuerzos al rediseño de la herramienta web. Esto suponen dos partes bien diferenciadas:

- a. Rediseño de la interfaz visual interactiva basado en la realimentación recibida por estudios de usabilidad de la anterior herramienta
- b. Reimplementación del sistema usando las tecnologías más apropiadas para el proyecto propuesto: Flex + WebOrb

Se debe mencionar que estas dos partes forman parte del Proyecto de Fin de Carrera de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, de la alumna Alejandra Lanuza, de próxima lectura. Así, a través del responsable de este proyecto de innovación, que también es el tutor de la alumna para el proyecto de fin de carrera mencionado, Alejandra se incorporó como un miembro más del equipo.

Las siguientes secciones explican el proceso seguido para la consecución de los objetivos previstos.

3.2 Rediseño de la interfaz visual e interactiva de usuario

A continuación se explican las consideraciones tenidas en cuenta a la hora de

abordar el rediseño. Esto incluye un análisis por parte del equipo a cargo del proyecto, así como el diseño de las pruebas de usabilidad, la elaboración de las mismas y la extracción de conclusiones. Finalmente se muestran los nuevos diseños.

3.2.1 Técnicas y consideraciones utilizadas al inicio un proyecto

En esta fase del proyecto lo importante es tener claro¹:

- Nuestro objetivo: **proporcionar una herramienta basada en la web que permita el autoaprendizaje en la materia Sistemas Operativos**
- Nuestro público: el sistema tutorial está dirigido a **usuarios de ingeniería**, con conocimientos previos en el ámbito de la Informática
- El perfil del usuario: **alumnos inmersos en el sistema EEES**

Principios generales de usabilidad en sitios Web aplicados al tutorial de Sistemas Operativos:

1. **Anticipación:** el tutorial Web debe anticiparse a las necesidades del usuario, para ello el equipo se basa en su experiencia docente, el material usado en las clases presenciales, la bibliografía, etc.
2. **Autonomía:** tratándose de un sistema orientado al autoaprendizaje, los usuarios deben tener el control sobre el tutorial
3. **Diseño gráfico:** Los colores han de utilizarse con precaución para no dificultar el acceso a los usuarios con problemas de distinción de colores
4. **Consistencia:** las aplicaciones deben ser consistentes con las expectativas de los usuarios, es decir, un complemento a su aprendizaje previo en las clases presenciales
5. **Eficiencia del usuario:** las simulaciones se deben centrar en la productividad del usuario, no en la del propio sitio Web. Por ejemplo, en ocasiones tareas con mayor número de pasos son más rápidas de realizar para un alumno que otras tareas con menos pasos, pero más complejas
6. **Reversibilidad:** un tutorial interactivo orientado al autoaprendizaje ha de permitir deshacer las acciones realizadas
7. **Ley de Fitts:** indica que el tiempo para alcanzar un objetivo con el ratón esta en función de la distancia y el tamaño del objetivo. A menor distancia y mayor tamaño más facilidad para usar un mecanismo de interacción
8. **Reducción del tiempo de latencia:** Hace posible optimizar el tiempo de espera del usuario, permitiendo la realización de otras tareas mientras se completa la previa e informando al usuario del tiempo pendiente para la finalización de la tarea
9. **Aprendizaje de uso:** el uso eficiente del tutorial debe ser alcanzable con un mínimo proceso de aprendizaje; se busca potenciar la intuición el uso para poder ser utilizado desde el primer momento
10. **El uso adecuado de metáforas:** facilita el autoaprendizaje; corregir el uso inadecuado de éstas en la versión existente que puedan dificultar el

¹ Adaptado de “Usabilidad Web. Experiencia de Usuario”, DNX Group, <http://dnxgroup.com/>

aprendizaje

11. **Legibilidad:** el color de los textos debe contrastar con el del fondo, y el tamaño de fuente debe ser suficientemente grande
12. **Interfaz visible:** Se deben evitar elementos invisibles de navegación que han de ser inferidos por los usuarios, menús desplegados, indicaciones ocultas, etc.
13. Otros principios para el diseño de sitios Web considerados son:
 - a) Los usuarios deben ser capaces de alcanzar sus objetivos con un mínimo esfuerzo y unos resultados máximos
 - b) La herramienta no ha de tratar al usuario de manera hostil. Cuando el usuario comete un error el sistema ha de solucionar el problema, o en su defecto sugerir varias soluciones posibles, pero no emitir respuestas que meramente informen del error culpando al usuario
 - c) La herramienta no puede venirse abajo o producir un resultado inesperado. Por ejemplo no deben existir enlaces rotos
 - d) La herramienta debe ajustarse a los usuarios. La libertad en el uso es un aspecto peligroso, cuanto mayor sea el número de acciones que un usuario pueda realizar, mayor es la probabilidad que cometa un error. Limitando el número de acciones al público objetivo se facilita el uso de un sitio Web
 - e) Los usuarios no deben sufrir sobrecarga de información. Se debe evitar que cuando un alumno use el tutorial no sepa dónde comenzar
 - f) El tutorial debe ser consistente. Aunque pueda parecer apropiado que diferentes áreas tengan diseños diferentes, la consistencia entre los diseños facilita al usuario el uso de un sitio
 - g) La herramienta debe proveer de un *feedback* a los alumnos, de manera que éstos siempre conozcan y comprendan lo que sucede en todos los pasos del proceso

3.2.2 Técnicas y consideraciones utilizadas para conocer la usabilidad del primer prototipo

Se ha incorporado el análisis de usabilidad desde las primeras fases del presente proyecto por dos razones: para prevenir errores futuros y porque, como se ha constatado con el proyecto anterior, corregir esos errores en un sistema en funcionamiento puede ser muy complicado. Así, había igualmente que comprobar si nuestro sistema se adecuaba a las mejores prácticas de usabilidad, y si realmente es fácil de usar para los alumnos.

Técnicas disponibles:

1. Benchmark

Esta técnica consiste en determinar los sistemas competidores directos y analizarlos identificando las mejores prácticas de usabilidad, junto con aquellos otros que, aunque no son competidores, sí pueden servirnos como referencia por llevar a cabo acciones parecidas a las nuestras.

Esta técnica no es procedente, por la particularidad del sistema tutorial implementado.

2. *Análisis heurístico*

Esta es una de las técnicas más utilizadas y conocidas dentro del contexto de evaluación de usabilidad. Consiste en la revisión del sistema por un conjunto de expertos en usabilidad los cuales contrastan el sistema con una serie de criterios generales previamente definidos, conocidos y aceptados por la comunidad de expertos en usabilidad que se denominan “principios heurísticos”.

Se pueden dar varios tipos de análisis heurísticos atendiendo a su alcance:

a) Análisis del sistema completo

b) Análisis de secciones concretas, dentro del sistema, definidas previamente por quien encargue el estudio.

La operativa del análisis heurístico es el trabajo individual de cada miembro del equipo sobre las distintas secciones y luego su puesta en común. En una primera fase cada miembro trabajó de manera separada en la búsqueda de problemas de usabilidad dentro del sistema. Una vez detectados, a continuación se esbozaron las posibles soluciones.

Una vez los miembros terminaron el trabajo individual, se realizó una puesta en común y se elabora un documento único con los objetivos a implementar.

3. *Prototipado*

Esta técnica consiste en reproducir un modelo del sistema final en un prototipo, para poder testarlo previamente a su puesta en explotación. El prototipo permite de manera rápida aclarar algunas dudas de diseño en cuanto a funcionalidades o apariencia antes de continuar con el desarrollo definitivo del producto. Esta técnica ayuda a depurar errores en fases iniciales del ciclo de vida del sistema con la consecuente reducción de costes y aprovechamiento de recursos resultante.

Dentro de esta técnica podemos encontrarnos dos tipos de prototipos:

- Prototipos de baja fidelidad (*low-fidelity*): aquellas maquetas realizadas de manera rápida y sencilla (papel o dibujos, o presentaciones en pantalla del ordenador). El objetivo de este tipo de prototipado es asentar mediante test con usuarios las líneas básicas, sobre todo funcionalidades y de estructura de contenidos, de nuestro producto web.
- Prototipos de alta fidelidad (*high-fidelity*): son maquetas con un mayor nivel de detalle desde el punto de vista gráfico y de programación. No se pueden considerar el producto final pero se acercan en mayor medida que los de baja fidelidad. El objetivo es poder evaluar elementos de diseño

y el uso de las funcionalidades que tendrá el producto final. En esta fase la programación puede ser real o simulada, pero la intención es presentar al usuario como respondería el sistema ante sus acciones.

El prototipo es una técnica orientada a la inspección, se busca poner a prueba los cimientos de nuestro sistema. Una vez estos 'cimientos' son sólidos de cara a nuestros usuarios, existe vía libre para el desarrollo definitivo. Si los tests con usuarios no dan el aprobado, es aconsejable volver a fases iniciales para replantearse aquellos elementos puestos en entredicho.

El resultado de los tests con usuarios sobre los prototipos indicará si podemos continuar con fases posteriores o es conveniente volver a fases previas y replantear el prototipo.

En lo referente a esta técnica hay que decir que el rediseño de la interfaz visual ha sido realizado a través de un prototipo inicial, que es el que actualmente se está manejando dentro del equipo. Las pruebas de usabilidad (que se comentan en el siguiente punto) se han hecho sobre la primera versión del tutorial, y en próximos cursos académicos se harán sobre el sistema rediseñado.

4. El test de usabilidad

Esta técnica tiene como objetivo constatar con usuarios reales la usabilidad de nuestro sistema.

Esta técnica puede ser muy valiosa para conocer una instantánea de los usuarios de nuestro sistema: preferencias sobre contenido, momentos de conexión, familiaridad con Internet, intereses, etc. En ningún caso hay que tomarla como una medición de la usabilidad del sistema, sino más bien como una técnica exploratoria de usos y motivaciones de los usuarios actuales o potenciales.

Las preguntas incluidas en el cuestionario se consensuaron por el equipo del proyecto. Lógicamente, se centraron en aquellos puntos del diseño que surgieron como candidatos a evaluar durante el proceso que se viene explicando en la presente memoria. En todo momento se trato de ser lo más objetivo y aséptico posible y de evitar preguntas que incitaran a una respuesta determinada, con objeto de reducir el sesgo de quien realiza el cuestionario. en las preguntas.

El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Se encargo a Alejandra que ejerciera de directora del test y varios ordenador con el tutorial Web ya cargado
- Los alumnos participantes se sentaron frente del ordenador a una distancia normal. Se intentó en todo momento que el entorno en el que se realizaron los tests reprodujera al máximo el ambiente de uso del alumno, evitando ruidos e interrupciones exteriores
- La directora del test se sitúa al lado de los alumnos en una posición más

retrasada. La intención es no distraer a los alumnos durante la prueba respetando su 'espacio personal', para que estos puedan olvidarse de su presencia

- La directora hace una breve introducción sobre los objetivos del estudio, sin entrar en detalles, simplemente para hacer partícipe a los alumnos y que sea más real la situación. Esta parte es importante crear un entorno amigable que facilite la conversación y navegación por tutorial de cara a tranquilizar al alumno
- Después de esto, explica a los estudiantes la dinámica: "Ahora te voy a ir dando una serie de tareas para realizar que en principio son hipotéticas pero totalmente factibles. Es decir, que te voy a pedir que te pongas en una situación ficticia para realizar una serie de tareas. Pero estas tareas son totalmente realizables dentro del tutorial". Las tareas son leídas en voz alta por la directora, y si hay dudas se aclararán todo lo que sea necesario hasta que el estudiante entienda lo que debe hacer. En ningún caso esta aclaración contiene información sobre cómo encontrar la información o lograr el éxito de la tarea
- Es importante recalcar al alumno que se exprese con total libertad, de ahí la necesidad de generar un ambiente agradable y de confianza al inicio. Debemos pedirle que piense en voz alta de forma que podamos conocer las impresiones del alumnado durante la prueba
- Las tareas nuevas deben ser leídas según se finalizan las anteriores. Se consideran terminadas cuando el alumno da por hecho que ha conseguido lo que se le pedía, y no en función de si ha alcanzado con éxito el objetivo. Esto nos va a permitir conocer el grado de cumplimiento con éxito o fracaso de las tareas
- También finaliza cuando el alumno desiste del intento de seguir con la tarea debido a la frustración de no encontrar lo que busca. Se intenta evitar sensaciones negativas que puedan condicionar las tareas siguientes. Todos estos datos van siendo recogidos por la directora de la prueba
- Una vez terminada la dinámica se le entrega al usuario el test que ha sido preparado para plasmar las conclusiones que el equipo del proyecto necesita obtener
- Finalizados todos los test, se agrupan los datos recogidos durante el campo para su posterior análisis.

Cuando se realiza un estudio de usabilidad con un número elevado de usuarios, como es nuestro caso, se debe realizar una guía de pruebas. Esta guía, junto con el test que deben completar los usuarios será entregada a cada uno de ellos durante la realización del estudio.

En los siguientes dos puntos de la memoria se incluyen los 2 documentos que se han entregado a los alumnos para el ESTUDIO DE USABILIDAD DE LA HERRAMIENTA-TUTORIAL WEB DE SISTEMAS OPERATIVOS.

3.3 Pruebas de Usabilidad

Las tareas se dividieron en las tres partes de las que consta la herramienta tutorial de Sistemas Operativos: Acceso a Disco, Reemplazo de Páginas de Memoria y Planificación de Procesos y Reparto de CPU. A continuación se muestran los enunciados de las tareas solicitadas a los alumnos.

3.3.1 Herramienta de Acceso a Disco

Para familiarizarse con la herramienta, comience seleccionando un algoritmo para la simulación y realizando peticiones aleatorias o introducidas manualmente. A continuación atienda las peticiones una a una o de modo automático hasta que no quede ninguna pendiente.

Ahora realice una simulación para cada algoritmo disponible introduciendo manualmente las mismas peticiones en cada simulación, pudiendo así comparar cómo la representación vectorial de disco va cambiando según el algoritmo elegido.

3.3.2 Herramienta de Reemplazo de Páginas de Memoria

Para familiarizarse con la herramienta, comience seleccionando un algoritmo de reemplazo y creando sólo un proceso. Compruebe que en la ventana de memoria virtual aparece una representación del proceso recién creado, de momento sin ninguna información en sus páginas. En el cuadro de peticiones marque una página del proceso y solicite una petición de esa página. Compruebe cómo en la ventana de la memoria física se ha cargado la página solicitada y cómo en la ventana de actividad aparece un detalle de la petición. Vea también cómo los bits de validación, referencia o modificación de la página solicitada han cambiado mostrando así el estado actual de la página.

Ahora realice distintas simulaciones con los distintos algoritmos de reemplazo disponibles, creando varios procesos en cada simulación. Pruebe también el control automático, que realiza peticiones de páginas de forma aleatoria y automática.

3.3.3 Herramienta de Planificación de Procesos y Reparto de CPU

De nuevo, para familiarizarse con la herramienta, comience seleccionando un algoritmo para la simulación, configurando en las distintas pestañas de esa ventana los parámetros que desee y creando sólo un proceso. Compruebe que en la ventana de memoria virtual aparece una representación del proceso recién creado, de momento sin ninguna información en sus páginas. A continuación vaya pulsando el botón Play para ir viendo pulso a pulso la ejecución del proceso y observando la información que le aportan el resto de ventanas, hasta que el proceso finalice.

Ahora realice distintas simulaciones con los distintos algoritmos disponibles, creando varios procesos en cada simulación, y cambiando los parámetros de la configuración del conjunto residente, la memoria y las opciones de proceso como

deseo, para observar los resultados que se producen.

En el siguiente punto se incluye el test distribuido entre los alumnos después de realizar las tareas asignadas.

3.4 Test de Usabilidad



Facultad de Ciencias
Universidad de

TEST USABILIDAD

Por favor, dedique unos minutos a rellenar esta encuesta. Sus respuestas nos ayudarán a mejorar la calidad de esta Herramienta Web.

1. ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con la Herramienta-Tutorial Web de SSOO?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

2. Concretamente, acerca de la herramienta de acceso a disco ¿cuál es su nivel general de satisfacción?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

3. Y acerca de la herramienta de reemplazo de páginas de memoria ¿cuál es su nivel general de satisfacción?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

4. Y sobre la herramienta de planificación de procesos y reparto de CPU ¿cuál es su nivel de satisfacción?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

A continuación, basándose en su experiencia con la Herramienta-Tutorial Web de SSOO, por favor, puntúe los siguientes aspectos para cada una de las herramientas proporcionadas, donde 1 = Muy mala y 5 = Muy buena.

5. Herramienta de acceso a disco.

	1	2	3	4	5
Facilidad de uso					
Diseño atractivo					
Contenidos adecuados					
Ayuda para la comprensión de aspectos teóricos					

6. Herramienta de reemplazo de páginas de memoria.

	1	2	3	4	5
Facilidad de uso					
Diseño atractivo					
Contenidos adecuados					
Ayuda para la comprensión de aspectos teóricos					

7. Herramienta de planificación de procesos y reparto de CPU

	1	2	3	4	5
Facilidad de uso					
Diseño atractivo					
Contenidos adecuados					
Ayuda para la comprensión de aspectos teóricos					

8. Considera que los contenidos de la Herramienta-Tutorial Web de SSOO son... (Por favor, marque tantas opciones como considere oportunas)

- Útiles
- Interesantes
- Complicados pero merecen la pena
- Le han ayudado a comprender algún aspecto que antes no tenía claro
- Le ha resultado aburrido
- Le ha resultado entretenido
- Ninguna de las anteriores

9. ¿Qué es lo que más le ha gustado de la Herramienta-Tutorial Web de SSOO?

10. Qué es lo que menos le ha gustado de la Herramienta-Tutorial Web de SSOO?

Por último, ¿podría indicar algún comentario adicional o sugerencia que nos ayude a mejorar la Herramienta Web o algún aspecto del servicio?

3.5 Conclusiones Extraídas del Estudio de Usabilidad

A continuación se analizan los resultados obtenidos en los tests rellenados por 40 alumnos de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, pertenecientes a diferentes grupos; todos ellos han cursado la asignatura Sistemas Operativos al menos una vez (el estudio se realizó en diciembre, cuando ya se han completado las clases magistrales y se ha cubierto todo el temario de la asignatura Sistemas Operativos). Se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con la Herramienta-Tutorial Web de SSOO?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

El 85% de los alumnos se encuentra satisfecho, y el 15% restante está completamente satisfecho.

2. Concretamente, acerca de la herramienta de acceso a disco ¿cuál es su nivel general de satisfacción?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

El 55% de los alumnos se encuentra completamente satisfecho, y el 45% restante está satisfecho.

Aun con este buen resultado obtenido, en el apartado de sugerencias ha aparecido alguna respecto a esta herramienta en concreto.

3. Y acerca de la herramienta de reemplazo de páginas de memoria ¿cuál es su nivel general de satisfacción?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

El 50% de los alumnos se encuentra satisfecho. Un 37,5% está insatisfecho con esta herramienta y el 12,5% restante está completamente satisfecho.

4. Y sobre la herramienta de planificación de procesos y reparto de CPU ¿cuál es su nivel de satisfacción?

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

El 60% de los alumnos se encuentra satisfecho. Un 22,5% está completamente satisfecho con esta herramienta y el 17,5% restante está insatisfecho.

A continuación, basándose en su experiencia con la Herramienta-Tutorial Web de SSOO, por favor, puntúe los siguientes aspectos para cada una de las herramientas proporcionadas, donde 1 = Muy mala y 5 = Muy buena.

5. Herramienta de acceso a disco.

	1	2	3	4	5
Facilidad de uso	2,5%	0%	30%	40%	27,5%
Diseño atractivo	0%	12,5%	22,5%	47,5%	17,5%
Contenidos adecuados	0%	0%	20%	37,5%	42,5%
Ayuda para la comprensión de aspectos teóricos	0%	5%	17,5%	45%	32,5%

Cabe destacar en cuanto al resultado de esta pregunta que aunque en general la media de todos los aspectos a estudiar es un 4, que es una buena puntuación, en cuando al diseño atractivo de la herramienta de disco, hay un porcentaje importante que puntuaron 2 o 3. Respecto a la facilidad de uso también hay un porcentaje alto que puntuaron 3 y además es el único aspecto que ha tenido, aunque mínimamente, un porcentaje de alumnos que puntuaron con un 1.

6. Herramienta de reemplazo de páginas de memoria.

	1	2	3	4	5
Facilidad de uso	2,5%	15%	52,5%	27,5%	2,5%
Diseño atractivo	2,5%	12,5%	32,5%	45%	7,5%
Contenidos adecuados	0%	0%	15%	57,5%	27,5%
Ayuda para la comprensión de aspectos teóricos	7,5%	20%	22,5%	32,5%	17,5%

Ha tenido muy buen resultado en esta herramienta el aspecto de contenidos

adecuados, donde la mayoría de los alumnos lo han puntuado con un 4 o un 5. Sin embargo, en facilidad de uso, diseño atractivo y ayuda para la comprensión de aspectos teóricos, ha habido un porcentaje importante de alumnos que han puntuado con un 1, un 2 ó un 3.

7. Herramienta de planificación de procesos y reparto de CPU

	1	2	3	4	5
Facilidad de uso	0%	27,5%	35%	22,5%	15%
Diseño atractivo	2,5%	5%	40%	35%	17,5%
Contenidos adecuados	0%	2,5%	15%	50%	32,5%
Ayuda para la comprensión de aspectos teóricos	2,5%	5%	22,5%	52,5%	17,5%

Lo más destacable es el alto porcentaje de alumnos que ha puntuado como malo o regular el aspecto de facilidad de uso. En cuanto al diseño atractivo hay variedad de opiniones, siendo el 3 y el 4 las puntuaciones más recibidas. Los aspectos contenidos adecuados y ayuda para la comprensión de aspectos teóricos han tenido muy buen resultado, donde la mayoría de los alumnos los han puntuado con un 4 o un 5.

8. Considera que los contenidos de la Herramienta-Tutorial Web de SS00 son... (Por favor, marque tantas opciones como considere oportunas)

- Útiles → 72,5%
- Interesantes → 67,5%
- Complicados pero merecen la pena → 42,5%
- Le han ayudado a comprender algún aspecto que antes no tenía claro → 47,5%
- Le ha resultado aburrido → 0%
- Le ha resultado entretenido → 55%
- Ninguna de las anteriores → 0%

La conclusión es que a más de la mitad de los alumnos encuestados han encontrado esta herramienta útil, interesante y entretenida.

9. ¿Qué es lo que más le ha gustado de la Herramienta-Tutorial Web de SS00?

- Facilita la comprensión de los algoritmos de manera entretenida
- La simulación de la herramienta de acceso a disco
- El diseño de la aplicación
- La multitud de situaciones que simular y la cantidad de aspectos configurables
- La representación gráfica de los tiempos de los procesos en la herramienta de planificación
- Posibilidad de plasmar los aspectos teóricos de forma visual, creando ejemplos propios sin estar únicamente sujeto a los proporcionados en teoría.
- La rapidez de simulación

- Amplios contenidos
- La herramienta de paginación, ya que siguiendo cada paso en la memoria virtual y física se comprende mucho mejor que con la teoría

10. Qué es lo que menos le ha gustado de la Herramienta-Tutorial Web de SS00?

- No poder reutilizar los ejemplos antes creados
- Complejidad de uso inicial
- La simulación de reemplazo de páginas no se ve muy clara
- En algunos lugares la imposibilidad de copiar, pegar o borrar
- La interfaz de planificación del procesador es un poco liosa
- La presentación gráfica en general
- No tener opción de 'reseteo' para volver a empezar la simulación
- Las ventanas condensan demasiada información en poco espacio, y es complicado seguir el desarrollo de los algoritmos
- Resulta algo difícil de ver la representación de las páginas en memoria
- Está poco explicado el funcionamiento de cada módulo
- En la herramienta de planificación no se puede saber de antemano de qué tamaño es cada proceso
- En la herramienta de paginación, los bits de validez, modificación y referencia que se van activando tienen diferentes colores, pero no se sabe qué color corresponde a cada uno de los bits, hay que irlo deduciendo porque no aparece en ningún sitio
- En el algoritmo SPN no se puede variar el coeficiente de antigüedad
- Si no tienes bastante clara la teoría resulta difícil de manejar, esta poco explicado.

Por último, ¿podría indicar algún comentario adicional o sugerencia que nos ayude a mejorar la Herramienta Web o algún aspecto del servicio?

- Que hubiese opción de retroceder por pasos
- La representación de la memoria física se vería más clara si los marcos fuesen seguidos, unos debajo del otro, como está representado en teoría
- Proporcionar más información sobre los algoritmos y el uso de la herramienta
- Permitir el borrado de las peticiones de acceso a disco
- Mayor claridad de la interfaz
- Poder introducir una lista entera de peticiones en la herramienta de acceso a disco
- En la herramienta de planificación que se puedan eliminar los procesos
- Una opción que permita probar distintos algoritmos con los mismos datos de forma automática
- En la herramienta de disco, al introducir caracteres no válidos no avisa del error
- Poder seleccionar en los procesos cuando se producirá una petición de E/S
- El T. Cuanto no se actualiza hasta que no esté el algoritmo seleccionado
- Posibilidad de variar la velocidad de la simulación automática

3.6 Nuevos Diseños de la Interfaz de Usuario

A continuación se muestran las capturas de las nuevas interfaces diseñadas como consecuencia de el análisis por parte del equipo, tanto de las herramienta en sí misma como de las pruebas de usabilidad.

En las figuras 1 y 2 se muestra el aspecto visual de la interfaz de la Herramienta de Disco antigua y la resultante del rediseño, respectivamente.

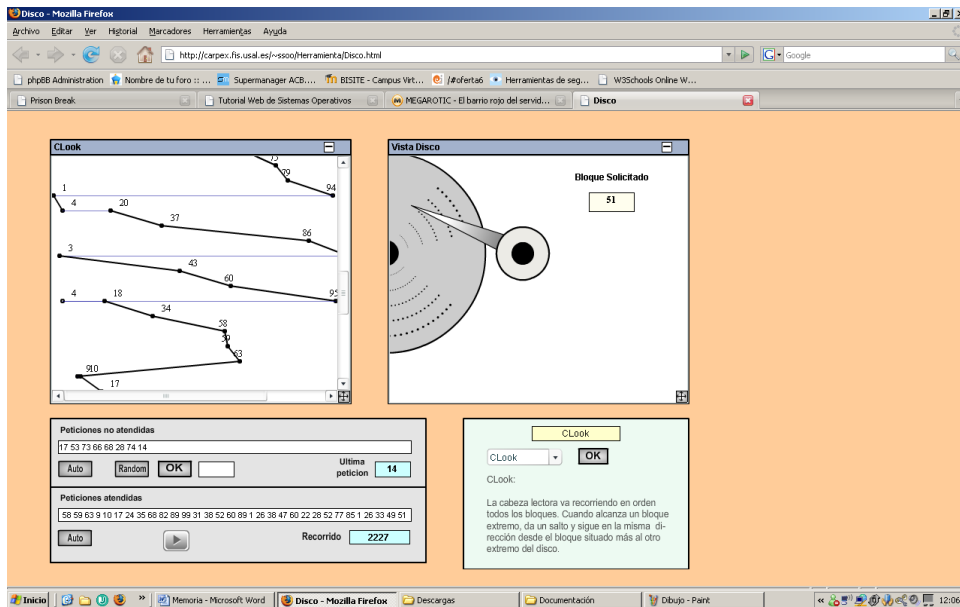


Figura 1.- Antigua Interfaz para la Herramienta de Disco

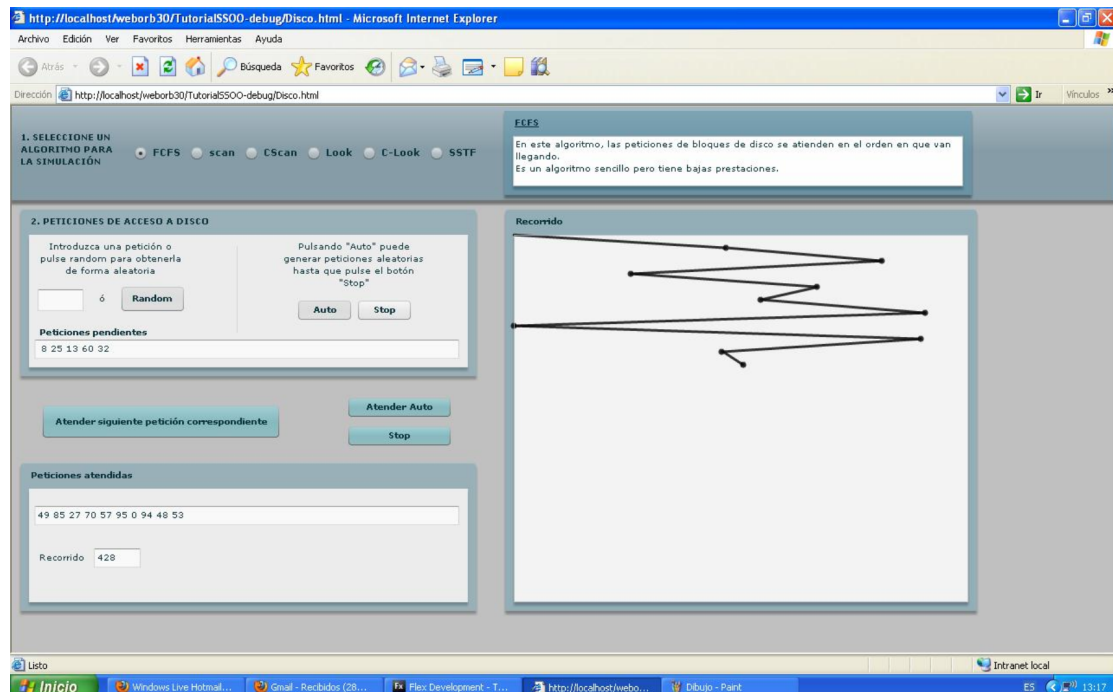


Figura 2.- Rediseño de la Interfaz para la Herramienta de Disco

En las figuras 3 y 4 se muestra el aspecto visual de la interfaz de la Herramienta de Paginación antigua y la resultante del rediseño, respectivamente.

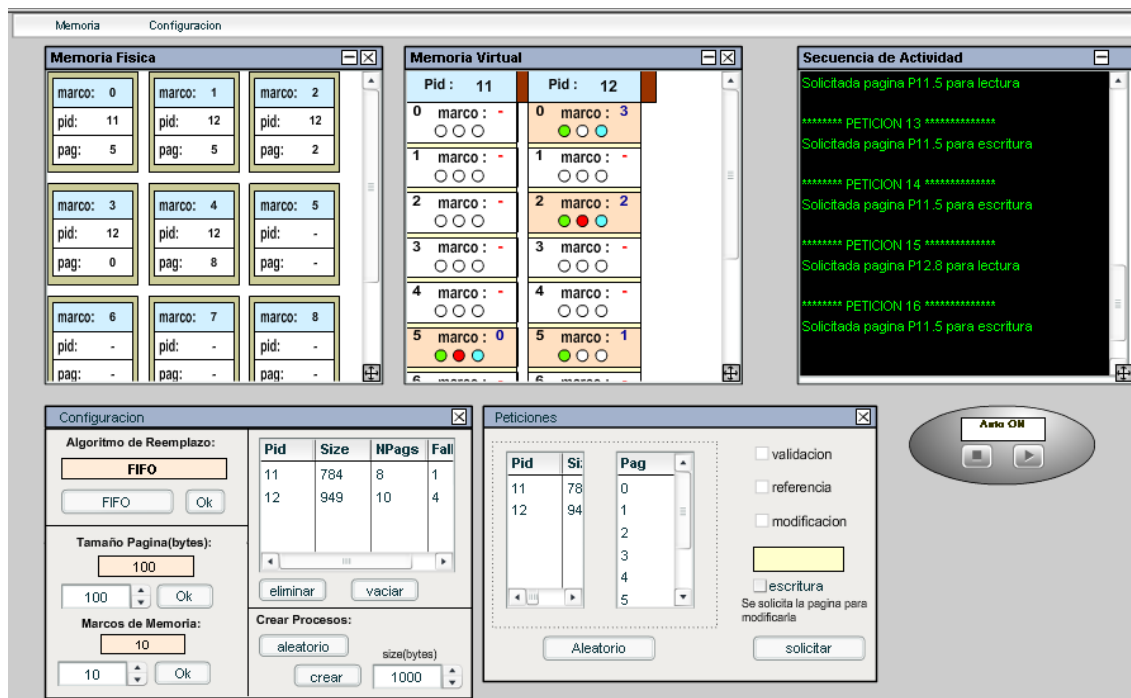


Figura 3.- Antigua Interfaz para la Herramienta de Paginación

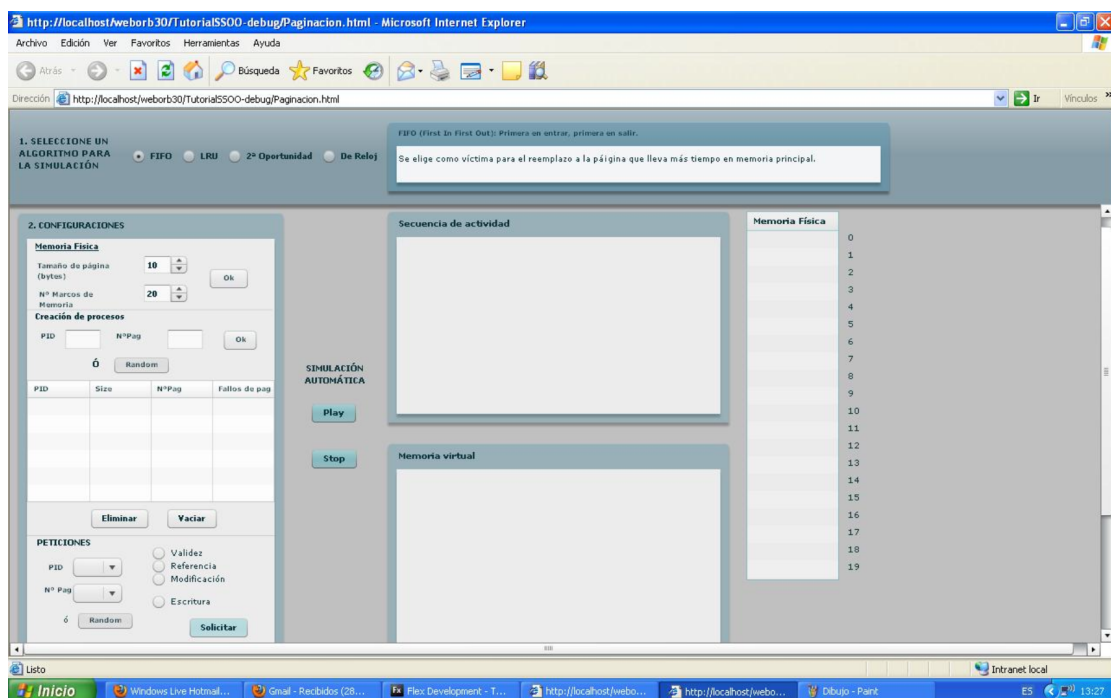


Figura 4.- Rediseño de la Interfaz para la Herramienta de Paginación

En las figuras 5 y 6 se muestra el aspecto visual de la interfaz de la Herramienta de Planificación antigua y la resultante del rediseño, respectivamente.

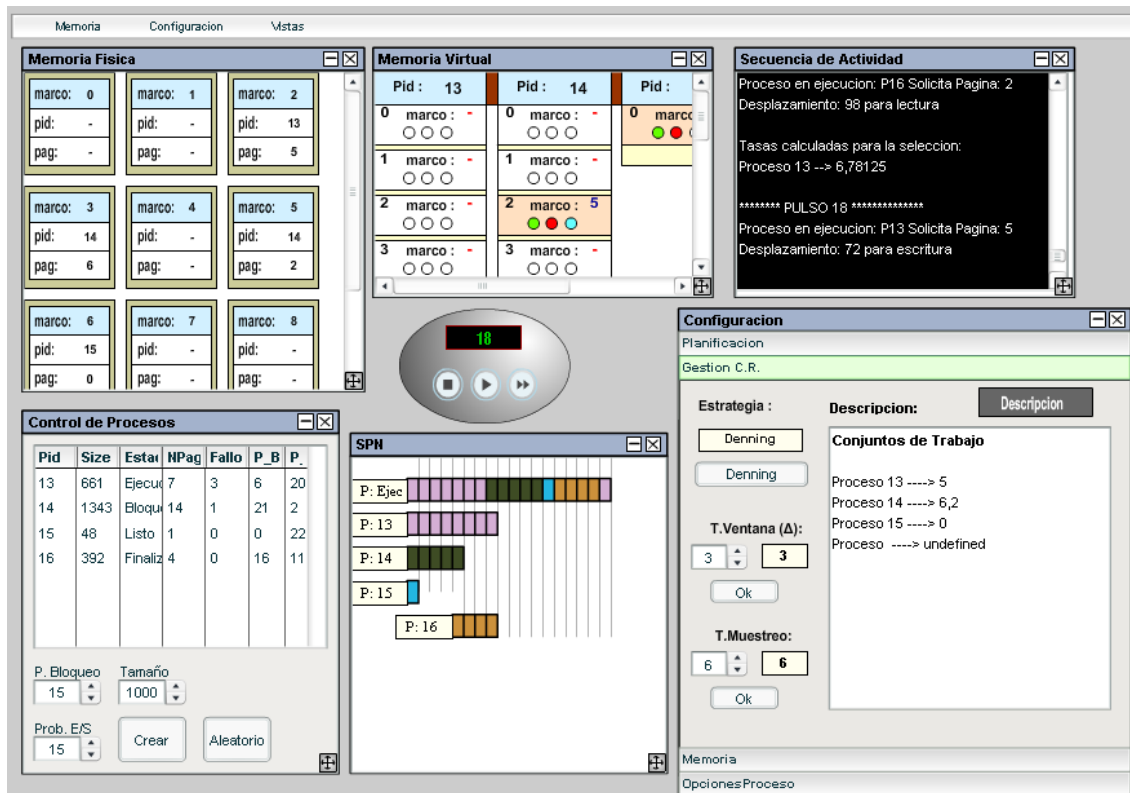


Figura 5.- Herramienta de Planificación

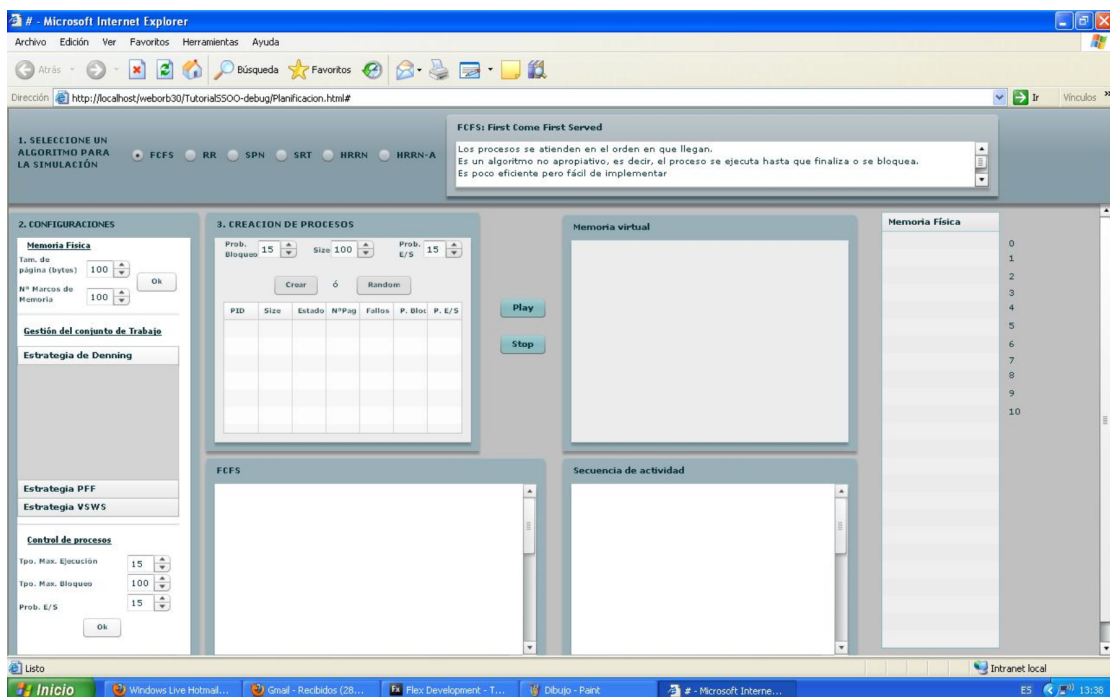


Figura 6.- Rediseño de la Herramienta de Planificación

Finalmente se ha de añadir que el rediseño de los aspectos visuales e interactivo de la herramienta tutorial no tendrían sentido si no fuera acompañado de un cambio de la tecnología asociada. El siguiente punto hace una breve descripción del trabajo realizado en este sentido.

3.7 Reimplementación del Sistema Usando Flex + WebOrb

A continuación se detallan los aspectos de implementación según su relación con los objetivos particulares.

Diseño de una interfaz más atractiva e intuitiva para el usuario.

Para ello se ha sustituido Flash (anterior herramienta utilizada para la realización de esta parte del proyecto) por Adobe Flex. Flex es un marco de trabajo gratuito de código abierto para crear aplicaciones web expresivas e interactivas que se implantan coherentemente en los principales exploradores, equipos y sistemas operativos. Ofrece un lenguaje basado en estándares moderno y un modelo de programación que admite los patrones de diseño habituales. MXML, un lenguaje declarativo basado en XML, se utiliza para describir el aspecto y comportamiento de la interfaz de usuario, y ActionScript 3, un potente lenguaje de programación orientado a objetos, se utiliza para crear la lógica de clientes. Asimismo, Flex incorpora una biblioteca de componentes muy completa con más de 100 componentes de interfaz de usuario extensibles y de eficacia demostrada para crear RIA, así como un depurador interactivo de aplicaciones de Flex.

Para acelerar el desarrollo de aplicaciones Flex, se ha utilizado Adobe Flex™ Builder™ 3. Es una herramienta de desarrollo basada en Eclipse™ que incorpora las siguientes funciones: códigos inteligentes, depuración interactiva estratificada, además del diseño visual del aspecto y comportamiento de la interfaz de usuario de las aplicaciones de Internet sofisticadas. Flex Builder 3 incluye el marco de trabajo completo de Flex, incluidos los compiladores, la biblioteca de componentes y los depuradores.

Complementar y comunicar tecnologías Flex (cliente) y C# (servidor)

Para ello la herramienta que se está utilizando es WebOrb. WebOrb es un servidor multiprotocolo que se instala en el servidor de aplicaciones .net, que permite conectar clientes Flex, Flash o AJAX a objetos .NET, es decir a dlls (*dynamic link libraries*) o Web Services, sin xml intermedio. La comunicación será mucho más rápida, y no sólo eso. Todos los tipos de objetos de Flex tienen su análogo en C# y viceversa. Con Flex (cliente) se llama "directamente" a un método de la aplicación (mediante "RemoteObject") o .dll de C# de manera asíncrona. La dll devuelve un valor, que puede ser por ejemplo, un arrayCollection como un recordset de una bd, etc. Esto quiere decir que el Front-End se comunica directamente con el Back-End. En el caso de Flex, se utiliza el protocolo AMF3 (*Action Message Format 3*), si se utiliza Flash, se estaría ocupando el protocolo AMF0.

Mejorar e incluir algunos aspectos de la funcionalidad de la herramienta para conseguir que sea más útil y didáctica

Para ello se hizo un estudio de usabilidad de la anterior versión del tutorial con un grupo de estudiantes de la Universidad de Salamanca que estaban cursando la asignatura de Sistemas Operativos. El estudio se hizo en diciembre. Ésa fue la

fecha elegida dado que en ese momento los alumnos ya habían recibido las clases teóricas correspondientes y estaban en el proceso de asimilación y estudio de la asignatura. Es en ese momento en el se pretende que el uso y manejo de este tutorial les sirva de ayuda para el estudio y la comprensión de los conceptos de la asignatura.

Las conclusiones obtenidas tras el estudio sumadas al análisis previo de la funcionalidad de la aplicación (por parte del equipo del proyecto de innovación), dieron lugar a la siguiente serie de mejoras y modificaciones que se desea incluir en la nueva versión:

En general para las tres herramientas:

- Mayor explicación del funcionamiento de cada módulo o herramienta en la página inicial
- Proporcionar más información sobre los algoritmos y el uso en cada herramienta
- Una opción para retroceder por pasos
- Una opción de 'reseteo' para volver a comenzar con la simulación
- Disminuir la velocidad de la simulación automática
- Que se permita copiar, cortar y pegar en los controles en los que el usuario introduce datos

En la herramienta de simulación de acceso a Disco:

- Una opción que permita probar distintos algoritmos con los mismos datos de forma automática.
- Que avise del error cuando se introduzcan caracteres no válidos.

En la herramienta de simulación de reemplazo de páginas de memoria:

- La representación gráfica de las páginas de memoria, que resultó difícil de comprender en un alto porcentaje de los alumnos que participaron en el estudio
- Especificar cuáles son los bits de validez, modificación y referencia, ya que ahora, a medida que se van activando adquieren diferentes colores, pero para saber a qué color corresponde cada uno hay que irlo deduciendo
- La representación de la memoria física. Se pretende hacer de manera que los marcos vayan seguidos, unos debajo del otro, tal y como está representado en teoría para una mejor comprensión

En la herramienta de simulación de planificación de procesos:

- Una opción que nos permita saber o configurar nosotros mismo el tamaño del proceso q se va a crear
- Solucionar los problemas con el coeficiente de antigüedad en el algoritmo SPN, ya actualmente no permite variarlo
- Opción que permita eliminar los procesos que se desee

- Poder seleccionar en los procesos cuando se producirá una petición de E/S.
- Incluir el diagrama de estados de un proceso, para ver de forma clara el estado en que se encuentra cada proceso

4. MATERIAL Y GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO INICIAL

Se debe comenzar exponiendo el contexto de ejecución del proyecto. El plazo de desarrollo del proyecto solicitado no cubre una anualidad (octubre-mayo), con lo que el tiempo disponible para realizar los objetivos propuestos es notablemente reducido. Además, el presupuesto es limitado para el desarrollo de un sistema informático completo. En consecuencia, el presupuesto ha sido empleado íntegramente en la compra de un equipo de desarrollo y validación del sistema propuesto.

4.1 Material adquirido

Dado el recorte del presupuesto, sólo se ha podido comprar un Monitor LED Cinema Display de Apple (modelo de inferiores prestaciones al presupuestado en la solicitud del proyecto), con el que se ha abordado el rediseño de la interfaz visual e interactiva de usuario. No ha sido posible adquirir ni la interfaz de sonido profesional, ni auriculares ni micrófonos profesionales, con lo que se decidió no abordar la parte de generación de contenidos audiovisuales (webcasts) y postergar este aspecto del proyecto a futuros esfuerzos que permitan abordar estos objetivos con garantías.

4.2 Grado de cumplimiento

Durante toda la duración del proyecto se ha experimentado en el desarrollo de nuevas herramientas de visualización interactivo que faciliten el aprendizaje. Algunas de estas exitosas experiencias ya habían sido incluidas en el sistema tutorial Web existente y se ha continuado haciendo lo propio en el presente proyecto de innovación. En este sentido, los resultados son excelentes.

En suma se puede estimar que, a pesar de las limitaciones temporales, se ha cubierto prácticamente todos los objetivos del proyecto (exceptuando la parte de Webcast, debido a las limitaciones previamente mencionadas), y se estima que, una vez finalizado el proyecto de fin de carrera asociado se empiecen a abordar objetivos que no estaban inicialmente previstos para la totalidad del proyecto de innovación.

Hay que destacar que tanto el sistema tutorial antiguo como el prototipo que incorpora el rediseño están funcionando y están siendo utilizados por el equipo de investigación, como apoyo para sus clases, aunque es necesario todavía un periodo de uso continuado y con carga real, para dar por completamente validado el sistema desarrollado.

Por otro lado ha sido diseñado e implementado con vistas de futuro, para que la

incorporación de nuevas técnicas de simulación y visualización sea un proceso rápido y exento de complejidades.

Finalmente, el equipo de investigación está especialmente satisfecho con la labor de innovación en el trabajo continuado de innovación docente a través de las dos proyectos realizados; la propuesta de nuevas soluciones visuales para el autoaprendizaje de la materia Sistemas Operativos está siendo de gran ayuda para los alumnos de las titulaciones ITIS e Ingeniería Informática, y serán una herramienta imprescindible en el nuevo Grado en Ingeniería Informática que comienza a impartirse el próximo septiembre. En este sentido se han obtenido resultados que van más allá de los objetivos previstos inicialmente y que permiten asegurar un fructífera línea de investigación que merece la pena ser explorada en sucesivos proyectos de ámbito tanto regional como nacional, e incluso internacional.

4.3 Publicaciones generadas

Juan Garcia, Roberto Theron, Francisco Garcia (2010) Visualization of Large Software Projects by using Advanced Techniques In: Innovations and Advances in Computer Sciences and Engineering 325-330 Springer Verlag isbn:978-90-481-3657-5

Diego Alonso Gómez Aguilar, Cristóbal Suárez Guerrero, Roberto Therón, Francisco García Peñalvo (2010) Visual analytics to support e-learning Edited by: Mary Beth Rosson. 207-228 IN-TECH: Advances in Learning Processes isbn:978-953-7619-56-5

Juan García, Diego Alonso Gómez Aguilar, Antonio González Torres, Francisco José García Peñalvo, Roberto Therón (2009) A Middleware Framework to Create and Manage Data Structures for Visual Analytics In: Best Practices for the Knowledge Society. Knowledge, Learning, Development and Technology for All, Second World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2009, Chania, Crete, Greece, September 16-18, 2009. Proceedings WSKS (2) 466-473 Springer

Diego Alonso Gómez Aguilar, Miguel Ángel Conde, Roberto Therón, Francisco García Peñalvo (2010) Retrieval information model for Moodle data visualization In: 2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies IEEE Press

5. CONCLUSIONES

El trabajo correspondiente al proyecto consistía en consolidar una herramienta interactiva y visual que fomentara el autoaprendizaje de la materia Sistemas Operativos. Los beneficios del autoaprendizaje son contemplados como fundamentales dentro del marco del Espacio Europeo de Educación Superior, y el enorme potencial educativo de las herramientas de simulación visuales e interactivas para el alumno es indiscutible.

El haber involucrado a los propios alumnos en el proceso de diseño de las herramientas ha sido un labor compleja y costosa en términos de coordinación, preparación de pruebas, realización de las mismas, análisis de resultados, rediseño de la arquitectura mediante nuevas tecnologías y, finalmente, implementación de un prototipo. No obstante, la satisfacción es enorme, pues se ha podido constatar que el enfoque original ya estaba muy cerca de las necesidades reales del alumnado, y que el trabajo realizado en la reconcepción del sistema completo garantizará un aprovechamiento real por parte de los nuevos alumnos del Grado en Ingeniería Informática.

para la materia Sistemas Operativos. Por otro lado, se coordinó entre los distintos docentes que tienen asignada docencia en esta materia, toda la información que ha permitido el despliegue de un sistema de simulación de un sistema operativo y de un tutorial Web interactivo que potencia el autoaprendizaje.

Una vez más, las experiencias obtenidas en cuanto a la innovación de técnicas de autoaprendizaje interactivo han sido excelentes y la integración de algunas de ellas en el sistema a desarrollar ha sido correcta.

Los resultados obtenidos tras duración de este proyecto han permitido colocar al equipo investigador a la vanguardia de la docencia en Sistemas Operativos. En concreto, el **entorno de autoaprendizaje visual dirigido por alumnos**, es uno de los primeros de su clase y en gran medida, sus resultados son transportables a otras materias.

Lamentablemente, las características de la convocatoria de proyectos de innovación y la dotación final obtenida, han obligado a obviar una parte muy interesante de la propuesta final (el desarrollo e integración en la herramienta de un sistema de Webcast de materiales educativos). No obstante, esto queda como una línea clara de trabajo futuro, susceptible de ser abordada a través de otros proyectos de innovación docente.

Finalmente, se puede añadir que, a la vista de los resultados obtenidos y a todos los efectos, el proyecto ha sido desarrollado satisfactoriamente.