

Resultado de las tres primeras evaluaciones de usabilidad de SRec

Antonio Pérez Carrasco
DLSI1, ETSII
Universidad Rey Juan Carlos
C/ Tulipán, s/n
28933 Madrid
+34 914 888 266

antonio.perez.carrasco@urjc.es

Ángel Velázquez Iturbide
DLSI1, ETSII
Universidad Rey Juan Carlos
C/ Tulipán, s/n
28933 Madrid
+34 916 647 454

angel.velazquez@urjc.es

ABSTRACT

Se presentan las tres primeras sesiones de evaluación de usabilidad realizadas sobre SRec, una herramienta software con fines docentes orientada tanto a profesores como alumnos. Se persigue con estas sesiones por un lado evaluar el desarrollo realizado y por otro obtener información sobre qué funciones son más y menos útiles para el alumnado, al cual la aplicación intenta ayudar en el estudio de los algoritmos en función de la técnica de diseño empleada para desarrollarlos.

Categorías y Descriptores de Materias

D.3.3 [Programming Languages]: processors – preprocessors;
H.5.1 [Information Interfaces and Presentation]: Multimedia Information Systems – animations; K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education.

Términos Generales

Algoritmos, Diseño, Experimentación, Lenguajes.

Palabras Clave

Visualización de programas, animación de programas, usabilidad..

1. INTRODUCCIÓN

SRec es una herramienta software creada por el grupo de investigación LITE que comenzó su desarrollo el 11 de septiembre de 2006 tras un periodo de investigación y definición del prototipo inicial. Su objetivo es mitigar el esfuerzo necesario para la generación de visualizaciones de programas basados en la recursividad aportando vistas específicas en función de la técnica de diseño empleada.

Este software está orientado a los profesores, que encontrarán en SRec una herramienta que les facilitará la creación sin esfuerzo de

numerosos ejemplos para sus clases. Además, también está enfocado a los alumnos, ya que les permitirá entender mejor el funcionamiento de los algoritmos replicando los ejemplos vistos en clase y creando otros nuevos, así como desarrollando prácticas y resolviendo ejercicios.

Su desarrollo ha estado ligado desde el principio a las necesidades encontradas durante la actividad docente, por lo que es fruto, tal y como está concebido, de un cuidado proceso de estudio que ha intentado dotar a la aplicación de las facilidades y funcionalidades que de mayor utilidad puedan resultar a los futuros usuarios (profesores y alumnos).

SRec ha sido empleado en clases magistrales desde el curso 2007/2008 para apoyar al profesor en sus exposiciones ante el alumnado. Éste a su vez también ha tenido oportunidad de utilizar el software para la realización de prácticas y repaso de ejemplos y ejercicios propuestos.

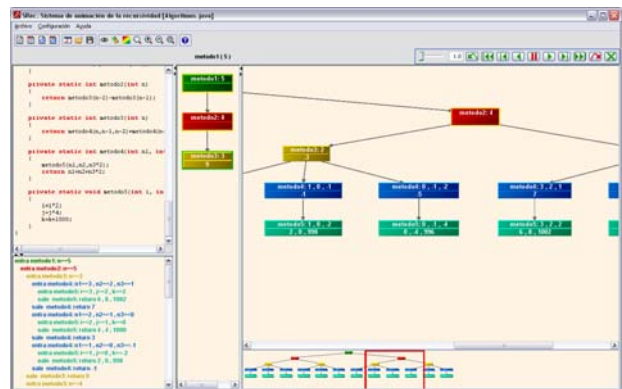


Figura 1. Ventana principal de SRec

2. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DE LAS SESIONES DE EVALUACIÓN

A lo largo de los cursos 2006/2007 a 2008/2009 se han realizado tres evaluaciones de usabilidad entre diferentes grupos de alumnos para realizar una medición tanto del grado de aceptación de SRec y de las animaciones que produce como de los cambios registrados en los resultados académicos del alumnado tras su comienzo de utilización.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.
Conference'04, Month 1–2, 2004, City, State, Country.
Copyright 2004 ACM 1-58113-000-0/00/0004...\$5.00.

Con el fin de medir la calidad de la aplicación y de sus diferentes cualidades, se han llevado a cabo tres sesiones de evaluación de usabilidad para determinar si se estaba caminando en la dirección correcta o si por el contrario era necesario corregir el rumbo de la aplicación. Las sesiones de evaluación de usabilidad han servido, por tanto, para refutar ciertas funcionalidades o modos de funcionamiento de la aplicación así como para recabar ideas que posiblemente pudieran materializarse después.

Estas sesiones de evaluación se han realizado siempre entre alumnos y los ejercicios propuestos en las sesiones han estado siempre contenidos en alguna de las prácticas que formaban parte de la actividad académica de las asignaturas por lo que los alumnos tenían la motivación adecuada para afrontar los ejercicios propuestos y aprender a manejar la aplicación. Salvo en la primera de ellas, la sesión de evaluación se realizó después de que los alumnos vieran el uso de la aplicación gracias al empleo de la misma por parte del profesor en clases previas.

2.1 Procedimiento general

Estas sesiones tuvieron una duración de dos horas. En ellas se plantearon varios ejercicios relacionados con la programación y análisis de algoritmos. El primero de ellos siempre fue realizado por el profesor con el fin de presentar la aplicación e introducir al alumnado al manejo básico de la misma. Los siguientes ejercicios, de baja complejidad, se enfocaban en que el alumno se familiarizase con la aplicación mediante la utilización de sus diversas funcionalidades para que pudieran abordar la práctica de una manera eficiente.

Posteriormente se les planteaba un último ejercicio que les comenzaba a exigir cierta capacidad de análisis y un mínimo nivel de destreza en el diseño de algoritmos. Este ejercicio, que debía efectuarse con la herramienta, era objeto de evaluación para la asignatura.

Por último, se les facilitaba un breve cuestionario que pedía su valoración en una escala de 1 a 5 para ciertos aspectos concretos de la aplicación. Además, el cuestionario planteaba preguntas de respuesta abierta. Tanto los enunciados como las respuestas de todos los participantes se pueden consultar en los anexos de este informe.

2.2 Resultados de la Sesión 1

2.2.1 Procedimiento de la sesión

La primera de las tres sesiones de evaluación de la usabilidad tuvo lugar el 24 de mayo de 2007. Se contó para ella con la participación de 7 alumnos de la asignatura "Estructura de datos y algoritmos avanzados", impartida por D. Carlos A. Lázaro Carrascosa.

Se les planteó como ejercicio final de la práctica la depuración de una versión del algoritmo mergesort que contenía dos errores.

2.2.2 Resultados de satisfacción

Los resultados de la prueba permitían obtener la conclusión de que el programa necesitaba pequeñas mejoras en la interfaz. Así, algunos alumnos no fueron conscientes de algunas de las opciones que proporcionaba el programa como por ejemplo la edición de código, utilizando otro software ajeno para esa tarea. Al fin y al cabo, SRec no está orientado a la depuración de programas, sino a la visualización de algoritmos ya programados, si bien es cierto

que la integración de su sencillo editor permite agilizar las pequeñas depuraciones que puedan ser necesarias en un momento dado. SRec era además poco flexible en algunos momentos, comportamiento que fue corregido para evitar (o al menos reducir) los mensajes de error dados al usuario por parte de la aplicación.

Como nota global, SRec obtuvo un 4,14 sobre 5. Respecto a usabilidad, SRec obtuvo un buen 4,43 sobre 5. A continuación se presenta una tabla con los valores medios obtenidos en los cuestionarios:

Tabla 1. Valores obtenidos en el cuestionario

Cuestión	Media
SRec es fácil de usar	3,88
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos y a encontrar el error	2,63
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos para comprobar que la solución propuesta es correcta	4,13
Calidad general de SRec para analizar la recursividad	3,38
Calidad del menú principal	3,75
Calidad de los controles de animación	4,38
Calidad de la vista de traza	3,75
Calidad de la vista de pila de control	4,00
Calidad de la vista del árbol de recursión	4,25
Calidad de la configuración de las visualizaciones	3,88
Interacción con los paneles	3,63
SRec me ha gustado	3,63

Atendiendo a las medias individuales de las puntuaciones aportadas por cada alumno, se muestra en la figura 2 la valoración obtenida de SRec (sobre 5):

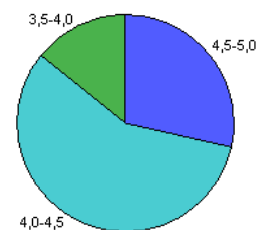


Figura 2. Media de las puntuaciones de cada individuo

Tal y como se puede ver en el gráfico, la primera versión evaluada de SRec, extremadamente sencilla en comparación con la versión actual, obtuvo una gran aceptación. Así, más del 28% de los alumnos puntuaron a SRec con una nota media superior al 4,5 sobre 5, mientras que el 57% le situó entre el 4 y el 4,5.

2.2.3 Críticas y sugerencias recibidas

En términos generales, como ya se ha comentado, la aceptación del programa fue bastante alta. La característica que más gustó a los alumnos fue la facilidad del manejo de la herramienta. El

hecho de que con apenas un par de clics se puedan generar visualizaciones útiles y con calidad gráfica fue uno de los factores que más ayudó a lograr la aceptación de la herramienta entre los alumnos.

La vista del árbol de recursión, que les permitía ver de una manera clara cómo funcionaba el algoritmo que estaban visualizando, fue el segundo elemento que más impacto positivo tuvo en los alumnos. Por detrás quedan otros factores como la claridad y utilidad de las visualizaciones en general y la capacidad de personalización de las vistas que ofrece la aplicación.

Algunos alumnos también valoraron positivamente las vistas de la traza y de la pila de control, que complementaban la vista principal. También hubo quien destacó que se podía ver fácilmente el resultado de cada subllamada y de la ejecución total del algoritmo, lo cual le resultaba de interés.

Respecto a las opiniones negativas sobre SRec, las más destacadas son las que echan en falta el seguimiento de la ejecución a través del panel de código, remarcando las sentencias que se van ejecutando. Sin embargo, la aplicación no funciona por sentencias, sino por subllamadas, por lo que el enfoque del resaltado de sentencias no se adapta al funcionamiento del programa. La inclusión de valores de variables en la vista de traza sigue un planteamiento similar y requeriría igualmente que la aplicación avanzase por sentencias, en lugar de por subllamadas recursivas como es su funcionamiento.

Para otros alumnos, las principales quejas fueron la dificultad que presentaba ver árboles de gran tamaño, ya que se perdían por él. Posteriormente se implementaría un visor de navegación para ofrecer una vista contextual de todo el árbol que permita al alumno ubicarse dentro del árbol y navegar por él con mayor facilidad.

También se destacó que el programa no ayudaba activamente a encontrar los errores que contenían los códigos suministrados en el enunciado de la práctica. Esto es fruto de que la aplicación no ha sido concebida como un depurador sino como una herramienta para el análisis de algoritmos correctos.

Por último, algunos alumnos indicaron que el funcionamiento del programa podría ser más cómodo para el usuario si incluyese un botón de recarga de una clase para cuando ésta ha sido modificada por el usuario. De esta forma, se evita tener que buscarla por el sistema de ficheros cada vez que se quiere volver a cargar. El botón fue añadido posteriormente para agilizar la carga de clases, y se acompañó de otro que facilitaba la propia edición de la clase ya cargada en el sistema.

A la pregunta que pedía la mención de características que SRec no tenía pero que sería interesante que incorporara, casi la mitad de las respuestas solicitaron el resalte dinámico de instrucciones de código a medida que se iba avanzando paso a paso en la visualización. Otras peticiones fueron el resalte de ciertos nodos (implementado posteriormente en la versión 1.1), más opciones en la vista de traza, resalte de errores sintácticos en el sencillo editor que proporciona SRec, la modificación de las combinaciones de teclado para el acceso rápido a las funcionalidades de SRec o más opciones en el desarrollo de visualizaciones (si bien no se especificó ninguna funcionalidad concreta).

2.2.4 Cuestiones académicas

Tan sólo tres estudiantes de los siete que realizaron la prueba resolvieron correctamente el ejercicio. Se debe reconocer que SRec no fue concebido como un depurador de algoritmos, sino más bien como un asistente al análisis, de ahí que no ofrezca muchas facilidades para realizar tal tarea, salvo el editor integrado de código.

2.3 Resultados de la sesión 2

2.3.1 Procedimiento de la sesión

La segunda prueba fue desarrollada el 4 de diciembre de 2007 dentro de la asignatura “Diseño y análisis de algoritmos”, impartida por D. Ángel Velázquez Iturbide. Fue de carácter similar, y con una intencionalidad igualmente parecida a la de la primera prueba.

Se les propuso a los 28 alumnos asistentes a la sesión una serie de ejercicios que tenían que realizar. Como ejercicio final se le pidió a los alumnos que analizaran el algoritmo de recursividad múltiple del problema de competición para entregar posteriormente dos grafos: uno del árbol de recursión (copiado desde la pantalla de SRec) y otro del grafo de dependencia.

2.3.2 Resultados

Los resultados de la prueba, que se hicieron sobre una versión más avanzada del programa y que tenía en cuenta los resultados de la prueba anterior, tuvieron un carácter muy positivo.

A continuación se adjunta una tabla que repasa las puntuaciones obtenidas por el programa:

Tabla 2. Valores obtenidos en el cuestionario

Cuestión	Media
SRec es fácil de usar	4,50
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos para estudiar qué llamadas se realizan en tiempo de ejecución	4,29
SRec me ha ayudado a identificar la dependencia de llamadas recursivas	4,36
Calidad general de SRec para analizar la recursividad	4,29
Calidad del menú principal	4,07
Iconos	3,86
Calidad de los controles de animación	4,50
Calidad de la vista de traza	4,00
Calidad de la vista de pila de control	4,04
Calidad de la vista del árbol de recursión	4,43
Calidad de la configuración de las visualizaciones	3,82
Interacción con los paneles	3,89
SRec me ha gustado	4,26

Las mejores opiniones sobre el programa se vertieron sobre la vista del árbol de activación, gracias a su diseño estilizado y altamente configurable y a que ayuda a entender fácilmente el proceso recursivo, tal y como indicó un notable número de alumnos. Esta vista es, por su expresividad, calidad técnica y vía

de información, uno de los elementos más valorados de la aplicación.

En general, SRec obtiene mejores puntuaciones que en la primera sesión, fruto de ciertas mejoras en el procesamiento de archivos y opciones de funcionamiento, que hacen que su funcionamiento sea más fluido y estable.

De nuevo valoramos también la nota media obtenida por el programa (siempre sobre 5) otorgada por cada uno de los participantes, donde se observa que aparece un nuevo grupo:

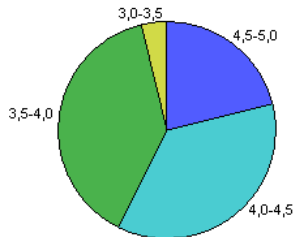


Figura 3. Media de las puntuaciones de cada individuo

El porcentaje de estudiantes que puntuaron a SRec con una nota mayor a 4,5 alcanza el 21% (7 puntos menos que en la anterior sesión), mientras que el de alumnos que puntuaron a SRec con entre 4 y 4,5 puntos supera el 37%, haciéndose significativo (y mayoritario) el aumento del grupo de alumnos que puntúa a SRec con una media situada en entre 3,5 y 4 puntos, que asciende al 39%.

Estos datos contrastan con los extraídos desde las notas medias de las diferentes cuestiones planteadas en el formulario, donde en general, SRec obtenía unos resultados notablemente mejores que en la primera sesión de evaluación de su usabilidad.

2.3.3 Críticas y sugerencias recibidas

En esta ocasión la herramienta también consiguió un alto éxito de aceptación entre los alumnos, si bien el mayor número de participantes en la sesión proporcionó una mayor variedad de opiniones y sugerencias que en la anterior sesión.

La cualidad más resaltada por los estudiantes fue la claridad y utilidad de las vistas proporcionadas por SRec. Así, dejaban claro que las visualizaciones realmente les ayudaba en el proceso de comprensión y análisis del funcionamiento de los algoritmos, objetivo fundamental del programa. La vista del árbol de recursión fue también muy bien recibida por los alumnos, siendo el segundo elemento del programa mejor aceptado. Dos tercios de los individuos encuestados respaldaron una de estas dos opiniones expuestas.

A continuación, la vista de la pila de control se sitúa como el siguiente elemento con mayor aceptación, vista que complementa la información mostrada en el árbol de recursión. Con un nivel de aprobación similar se encuentran las opciones de manejo del programa, calificadas como sencillas por gran parte del alumnado.

Ya en menor medida, también contaron con cierto respaldo por parte de los alumnos la vista de traza y la capacidad de aprendizaje que proporciona SRec gracias a la visión conjunta de las vistas proporcionadas, todas ellas complementarias y siempre con un funcionamiento sincronizado. También recibieron mención la flexibilidad de configuración de la aplicación y la funcionalidad de edición de código.

En el lado negativo, las funcionalidades que más críticas recibieron fueron la exportación de una visualización a GIF animado y la vista de traza. El proceso de exportación a GIF animado exigía en esta versión mantener la ventana visible mientras se realizaba el guardado de la animación, un proceso que, en visualizaciones grandes, podía tomar varios minutos, de tal forma que no se podía emplear el ordenador para otras tareas de manera concurrente. Este proceso fue optimizado en siguientes versiones, eliminando esa restricción. Por otro lado, varios alumnos expresaron un ligero rechazo a la vista de traza, fundamentalmente por considerarla redundante.

De nuevo varios alumnos volvieron a mencionar la dificultad que podía llegar a tener la visualización de árboles muy grandes, ya que por entonces aún se contaba con una versión 1.0 preliminar del programa, que no contenía ningún visor de navegación. También quedó mencionado que la aplicación podía tardar algunos segundos en abrir una visualización con un árbol de recursión muy grande. Otras cuestiones objeto de crítica fueron el alto número de opciones de configuración disponibles, la poca flexibilidad de la barra de herramientas, la no existencia de libre movilidad de los paneles que contenían las vistas y el hecho de que el panel de código redujera el espacio disponible que se podía destinar a las vistas.

Como principales sugerencias recibidas, destaca de nuevo la petición de incluir en la vista del código de la clase el resaltado de las instrucciones que se van ejecutando. También destacaron las peticiones de que se admitieran otros lenguajes de entrada para la codificación de los algoritmos como C, si bien el lenguaje con el que se trabaja en la asignatura es Java. También, fruto de los requisitos del enunciado, nació una nueva demanda, la de la representación del grafo de dependencias, para que complementara las vistas existentes.

Por entonces, la aplicación sólo podía exportar animaciones GIF, de ahí que ante la petición en el enunciado de que aportaran en su informe de prácticas un árbol de recursión, pidieran que la aplicación pudiera realizar capturas estáticas de la vista del árbol de recursión en formato JPG. Esta funcionalidad fue añadida posteriormente, permitiendo la exportación estática de las vistas en archivos GIF, JPG y PNG, empleables en documentación de carácter ofimático.

Otras sugerencias recibidas fueron la modificación de atajos de teclado, la funcionalidad de autozoom según va avanzando la animación de la visualización, mayores opciones de movilidad de los paneles, la creación de un visor de navegación (se creó poco después), información sobre si la ejecución del algoritmo levantó alguna excepción (se implementó posteriormente), cálculo de la complejidad del algoritmo en tiempo y memoria (actualmente la aplicación ofrece el número total de subllamadas realizadas), opción directa para imprimir en papel el contenido de las vistas, aportación como nueva vista de un diagrama de flujo, inserción en el árbol de la operación que realiza el algoritmo y la posibilidad de "autoformato" en la vista del árbol de recursión.

2.3.4 Cuestiones académicas

Respecto a los resultados académicos de las pruebas, 26 de los 28 alumnos entregaron correctamente el ejercicio, y de éstos, 23 emplearon SRec para la resolución del mismo. En esta ocasión, la nota sobre usabilidad subió hasta el 4,5 sobre 5, mientras que la nota final del programa alcanzó los 4,26 puntos sobre 5.

2.4 Resultados de la sesión 3

2.4.1 Procedimiento de la sesión

La tercera sesión de evaluación de usabilidad se desarrolló el 14 de noviembre de 2008. De nuevo los participantes, 33 en total, eran alumnos de la asignatura “Diseño y análisis de algoritmos”, impartida por D. Ángel Velázquez Iturbide. Se mantuvo la estructura de la sesión, por lo que fue muy parecida a la de las pruebas anteriores.

Tras los ejercicios de familiarización con la herramienta, en esta tercera sesión se les planteó un problema donde tenían que eliminar la redundancia debida a la recursividad múltiple empleando técnicas de memorización y tabulación, ofreciendo posteriormente además un cálculo de la complejidad de los algoritmos resultantes. Adicionalmente tenían que dibujar un árbol de recursión (la aplicación les permitía sacar una imagen capturada del mismo) y su grafo de dependencia asociado.

2.4.2 Resultados

A continuación se adjuntan los datos medios (sobre 5) obtenidos en las preguntas realizadas en el cuestionario de la tercera sesión.

Tabla 3. Valores obtenidos en el cuestionario

Cuestión	Media
SRec es fácil de usar	4,20
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos y determinar las llamadas recursivas que se realizan	4,19
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos para identificar la dependencia de llamadas recursivas	4,05
Calidad general de SRec para analizar la recursividad	4,00
Iconos	3,57
Calidad de los controles de animación	3,71
Calidad de la vista del árbol de recursión	4,00
Calidad del visor de los árboles grandes	3,86
Configuración de formatos	3,76
Configuración de zoom	3,71
Interacción con los paneles	3,80
Proceso de generación de una animación	4,00
Proceso de almacenamiento/carga de una animación	4,14
Visualización almacenada en un fichero de captura	4,10
SRec me ha gustado	3,95

Los resultados, tal y como se puede observar, muestran un ligero descenso en los valores, fruto de la mayor complejidad de la aplicación y de algunos problemas de instalación que surgieron debido a una incorrecta configuración de los equipos del laboratorio el día en que se llevó a cabo la sesión.

De manera individual, los resultados obtenidos por SRec se muestran en el gráfico de la figura 3.

A pesar de que se mantiene la tendencia decreciente del grupo que puntúa a SRec con más de 4,5 puntos, que se reduce al casi 5%, la

proporción total de personas que puntuaron a SRec con una nota superior a 4 ascendió hasta el 62% (en la anterior sesión se mantuvo en el 58%), gracias a que más del 57% de los alumnos colocó a SRec una nota media de entre el 4 y el 4,5.

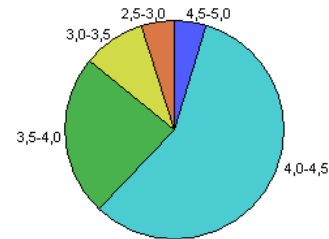


Figura 4. Media de las puntuaciones de cada individuo

Casi el 24% de los encuestados dio como nota media de SRec un valor entre 3,5 y 4 puntos, mientras que sólo el 14% restante dio una nota por debajo del 3,5, y siempre superior al 2,5 (nivel de aprobado).

2.4.3 Críticas y sugerencias recibidas

En esta ocasión la cantidad de respuestas abiertas contestadas fue menor, tanto en aquellas que pedían valorar los aspectos positivos como en las de los aspectos negativos. Aun así, se pudo recoger información de interés sobre los puntos fuertes de la aplicación o las carencias que los alumnos detectaron en SRec.

Al igual que en la segunda sesión, la principal cualidad de SRec destacada por los alumnos fue la alta claridad y utilidad de las vistas ofrecidas, haciendo de la aplicación una herramienta de calidad para su periodo de aprendizaje. La facilidad de manejo, una cualidad que se intentó mantener a toda costa pese a la cada vez mayor cantidad de funcionalidades, y la vista del árbol de recursión fueron nuevamente dos de las cualidades mejor valoradas por los alumnos.

Otros elementos de SRec que fueron mencionados positivamente son: la vista de traza, la herramienta de zoom, la capacidad de exportación a formato GIF animado, el proceso de carga de clases, y la posibilidad de guardar las visualizaciones en formato XML para recuperarlas en sesiones posteriores.

En el polo opuesto, la ingente cantidad de opciones de configuración pareció no agrandar a algunos alumnos, que destacaron esto como un aspecto negativo, bien por considerarlo irrelevante o demasiado complejo.

El proceso de exportación a GIF animado (por el hecho de no ser instantáneo y no permitir su cancelación) recibió alguna crítica, igual que la visión de árboles grandes, que pese a contar ya con un visor de navegación, algunos alumnos pudieron experimentar alguna dificultad.

Otras críticas se enfocaron en el tiempo de ejecución y creación de visualizaciones en el caso de árboles grandes, la barra de herramientas por su poca flexibilidad de ubicación en la ventana, el proceso de carga de clases y la interfaz general, a la que se proponía realizar cambios sin especificar ninguno.

Como principal reivindicación apareció la generación de un grafo de dependencias, comprensible al ser una representación requerida en el ejercicio evaluable que realizaron durante la sesión y que no les aportaba el programa. La segunda petición fue la de un cambio en los iconos que representan las diferentes

funcionalidades de SRec tanto en los menús como en la barra de herramientas, al parecer crean confusión y resultan poco intuitivos.

Otras peticiones, menos secundadas que las anteriores, fueron la de que SRec se pueda ejecutar en otras plataformas distintas a Windows, la adición de nuevas opciones de visualización, como la de pantalla completa o la exportación de capturas a gran tamaño.

2.4.4 Cuestiones académicas

Las notas fueron considerablemente mejores que las obtenidas en prácticas anteriores de similares características, logrando duplicar el número de alumnos que obtuvieron la calificación de “Sobresaliente”.

Espontáneamente la mayoría de los alumnos indicaron en sus informes de prácticas que la herramienta les había ayudado a entender mejor el funcionamiento del algoritmo estudiado y les parecía de ayuda la aplicación.

2.5 Resultados globales

Los resultados de las diferentes sesiones dejan ver que el programa, poco a poco, ha ido satisfaciendo cada vez en mayor profundidad las necesidades del profesorado y del alumnado.

A medida que las evaluaciones han ido produciéndose, se ha ido obteniendo una realimentación cada vez más fina, y que ha ido pasando de reclamar mejoras básicas para pasar a requerir funcionalidades más específicas.

Es cierto que la aplicación ha ido ganando en complejidad, sin embargo, los alumnos en todo momento han percibido la herramienta como una aplicación fácil de aprender a manejar, con unos controles intuitivos y con una clara e incontestable utilidad, asistir al alumno durante el proceso de aprendizaje de algoritmos recursivos.

Ellos mismos lo afirmaron tanto en los cuestionarios que se les pasó durante las diferentes sesiones de evaluación de usabilidad como en los informes de prácticas presentados con posterioridad, donde no se les pedía ya opinión alguna sobre la aplicación que se les propuso emplear.

Los resultados de aceptación parecen evidenciar que la utilización de herramientas software motiva en mayor grado al alumno durante el proceso de aprendizaje que la resolución tradicional de los ejercicios sin ayuda de ellas.

Para facilitar la comparativa, se presenta a continuación la tabla conjunta de valoración con las respuestas a las cuestiones de las tres sesiones de evaluación de usabilidad realizadas hasta el momento. Tal y como se puede comprobar, las preguntas del cuestionario fueron variando a lo largo de las sesiones.

Como se puede apreciar en ella, la segunda sesión ofrece los mejores resultados en los cuestionarios, ya que los resultados de la tercera sesión son ligeramente inferiores.

Esto puede deberse a ciertos problemas existentes en el aula a la hora de ejecutar la aplicación, que provocaron improvisar algunas soluciones de emergencia así como disponer de algo menos de tiempo del inicialmente previsto para toda la sesión, y a una mayor complejidad de la aplicación, fruto de las funcionalidades añadidas a versiones anteriores más sencillas.

Tabla 4. Valores medios obtenidos en el cuestionario

Cuestión	S.1	S. 2	S. 3
SRec es fácil de usar	3,88	4,50	4,20
SRec me ha ayudado a analizar los algoritmos recursivos para buscar el error	2,63	-	-
SRec me ha ayudado a comprobar que la solución propuesta es correcta	4,13	-	-
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos y a determinar las llamadas recursivas que se realizan	-	4,29	4,19
SRec me ha ayudado a analizar algoritmos para identificar la dependencia de llamadas recursivas	-	4,36	4,05
Calidad general de SRec para analizar la recursividad	3,38	4,29	4,00
Estructura del menú principal	3,75	4,07	-
Calidad de los controles de animación	4,38	4,50	3,71
Vista de la traza	3,75	4,00	-
Vista de la pila de control	4,00	4,04	-
Vista del árbol de activación	4,25	4,43	4,00
Iconos	-	-	-
Calidad del visor de los árboles grandes	-	-	3,71
Configuración de formatos	3,88	3,82	-
Configuración de zoom	-	-	-
Interacción con los paneles	3,63	3,89	4,00
Proceso de generación de una animación	-	-	3,57
Proceso de almacenamiento/carga de una animación	-	-	3,86
Visualización almacenada en un fichero de captura	-	-	3,76
SRec me ha gustado	3,63	4,26	3,71

Desde el punto de vista de la satisfacción personal, los valores obtenidos son los siguientes:

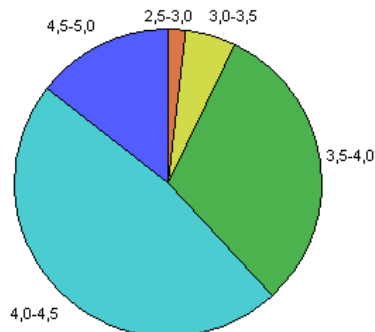


Figura 5. Media de todas las puntuaciones por individuos

Los datos reflejan la excelente aceptación de la aplicación entre los usuarios. Más de un 61% le otorga una nota superior a 4 (sobre un total de 5), siendo el más numeroso de los grupos el que le concede una puntuación en el rango (4,4.5], que asciende al 47,27% de los encuestados, casi la mitad.

El segundo grupo más numeroso, con un 30,9% de los encuestados, es el que proporciona a SRec una nota entre 3,5 y 4, éste inclusive. Los grupos que dan a la aplicación una nota inferior de 3,5 tienen un carácter residual, ya que juntos no superan el 7,2%. Todos los encuestados ofrecen una media que permite alcanzar el umbral del aprobado a SRec en cuanto a aceptación y, como ya se ha comentado, alcanzar el notable alto o sobresaliente en el 61% de los casos.

3. CONCLUSIONES

Las sesiones de usabilidad se realizaron separadas en el tiempo y sobre versiones de SRec cada vez más completas y complejas. Estas versiones eran el resultado de largos procesos de diseño e

implementación que iban acercando la aplicación hacia el resultado final esperado, una herramienta fácil de aprender, fácil de usar, que asista al alumno en su proceso de aprendizaje y que ayude al profesor a complementar sus exposiciones teóricas. A medida que se van ampliando las funcionalidades y posibilidades de la herramienta se requiere de un mayor esfuerzo por parte del usuario a la hora de aprender el manejo de la herramienta, aunque este aspecto ha sido tenido en cuenta de manera permanente durante el diseño de la aplicación. Así, destaca el dato de que la pregunta con mayor puntuación del cuestionario de las sesiones 2 y 3 es la que refleja si SRec resulta fácil de usar, lo que indica que este aspecto, de carácter fundamental, ha sido conseguido.

En general, el alumnado ha sido muy receptivo a SRec, encontrando una herramienta de apoyo que le ha ayudado en la consecución de buenos resultados académicos gracias a las animaciones, que permiten realizar un seguimiento paso a paso muy visual de la ejecución de los algoritmos, motivando e involucrando activamente al alumno en el proceso de aprendizaje.