



LIBRO ELECTRÓNICO “Complejidad de Algoritmos”: herramienta de apoyo a la enseñanza virtual de la disciplina técnicas de programación de computadoras.

M. Sc. Yolanda Soler Pellicer ⁽¹⁾; PhD. Mateo Gerónimo Lezcano Brito ⁽²⁾; M. Sc. Rafael Batista Leguén ⁽¹⁾; M. Sc. Manuel José Linares Alvaro ⁽¹⁾

Universidad de Granma, Cuba; ⁽²⁾ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba

yoly@udg.co.cu, mlezcano@uclv.edu.cu, rbatistal@udg.co.cu,
cheche@udg.co.cu

Resumen: La carrera de Informática tiene como objetivo prioritario lograr la eficiencia en el desarrollo de software, sin embargo, los temas relacionados con las técnicas de análisis y diseño de algoritmos y la determinación de la complejidad no se desarrollan con la sistematicidad deseada, estos contenidos se imparten con un número reducido de horas dentro de la asignatura Técnicas de Compilación, afectándose la formación de esta habilidad. Es por ello que se diseña el libro electrónico “Complejidad de Algoritmos”, que incluye información, problemas, ejercicios, simulaciones, técnicas y estrategias para hacer más eficientes los algoritmos, contribuyendo a que el estudiante use criterios e instrumentos para el proceso de diseño modular y de interfaz, que pueda evaluar la calidad de un programa, profundizando en el desarrollo de las formas de pensamiento lógico y la capacidad de razonamiento, mediante el análisis algorítmico de los problemas.

Palabras Clave: Libro electrónico, técnicas de análisis y diseño, complejidad de algoritmos.

Eje Temático: Calidad y Materiales educativos y Herramientas tecnológicas en Educación a Distancia.



1. INTRODUCCIÓN

Los planes y programas de estudio señalan como propósitos fundamentales para los cursos de Técnicas de Compilación, desarrollar en los estudiantes habilidades y conocimientos para adquirir un pensamiento crítico, reflexivo, flexible, capaz de realizar generalizaciones, clasificar, inducir, inferir, y resolver problemas utilizando la complejidad de algoritmos (MES, 1998).

Las actividades y recursos didácticos de uso generalizado en la enseñanza y aprendizaje de la asignatura han proporcionado resultados poco satisfactorios, los diagnósticos muestran que el aprendizaje de los estudiantes es, principalmente, de tipo algorítmico, con escasas nociones de los aspectos conceptuales y de aplicación. Para algunos esto es resultado de una enseñanza que utiliza poco la visualización y la contextualización de las propiedades de los conceptos y procesos matemáticos, así como de las dificultades que se presentan para vincular cognitivamente aspectos gráfico-visuales y analítico-algorítmicos relacionados con ellos (Nodarse, 2000).

Según, Rico y Silvestre (2001), el cambio de la posición pasiva del estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje a una posición activa, transformadora, requiere un esfuerzo intelectual, que demande orientarse en la tarea, reflexionar, valorar, suponer, llegar a conclusiones, argumentar, utilizar el conocimiento, generando nuevas estrategias de búsqueda para el mismo, entre otras acciones.

En esta investigación se considera que en dicho proceso se da la necesidad y deben crearse las condiciones que potencien este comportamiento intelectual motivado.

El **objetivo** fundamental de este trabajo es: Diseñar una herramienta que organice los contenidos relacionados con las técnicas de análisis y diseño de algoritmos, contribuyendo al cálculo de la complejidad, mostrando aplicaciones y simulaciones sobre esta temática, con el cual se espera:

Facilitar una rápida visualización de los contenidos de aprendizaje.

Favorecer el recuerdo y el aprendizaje de manera organizada y jerarquizada.

Permitir una rápida detección de los conceptos claves de un tema, así como de las relaciones entre los mismos.

Favorecer el desarrollo del pensamiento lógico.

Facilitar el estudio independiente.

Permitir que el alumno pueda explorar su conocimiento previo acerca de un nuevo tema, así como para la integración de la nueva información que ha aprendido.

Organizar los conocimientos a partir de las principales relaciones entre los conceptos.

Es por ello que en este trabajo se considera que el Libro Electrónico "Complejidad de Algoritmos" sirve de material de apoyo y consulta a los estudiantes y profesores, al diseñar algoritmos para resolver con eficiencia un problema determinado.



2. METODOLOGÍA

2.1 Libros Electrónicos.

Algunos autores coinciden en que los libros electrónicos pueden definirse como sistemas de información capaces de poner a disposición de sus usuarios una serie de páginas conceptualmente organizadas del mismo modo que las de un libro de papel, con las que además pueden interaccionar. (Gorga y Madoz, 2000; Madoz, 2004)

Por consiguiente, un libro electrónico es un hipertexto con imágenes, gráficos y sonidos, en el que se tiene la posibilidad de navegar de forma interactiva. Malagón (2005), define el libro electrónico como un programa de hipermedios, generalmente producido en un CD-ROM, que organiza la información basándose en la alegoría de un libro.

Estos libros aumentan enormemente las posibilidades del texto al integrar en la misma prestación multimedia: vídeo, fotografía, animación y gráficos. Las herramientas de las bases de datos hacen posible los enlaces de referencias cruzadas a gran escala, las búsquedas en función de múltiples criterios y una información a la medida de las necesidades del usuario.

El libro diseñado en el presente trabajo puede ser considerado un como un Libro Hipermedia, similar a los libros multimedia pero contiene información que es organizada en forma no lineal.

A diferencia de las páginas de un libro convencional, aquellas que forman parte de un libro electrónico pueden ser dinámicas y reactivas. (Bertone, 2005)

Pueden cambiar dinámicamente de acuerdo con las necesidades del usuario.

Proporcionan mecanismos de vuelta atrás, que mantienen una historia de la interacción del usuario con el libro.

Permiten una lectura no lineal.

Facilidades de copiado y compartido.

Rapidez en el acceso y exactitud en la recuperación.

Actualizaciones rápidas y efectivas.

Capacidades añadidas de memoria.

Potencialidades en la enseñanza

Ahorro en el poco espacio que ocupa en disco magnético o en medios de almacenaje óptico.

Sentido ambientalista.

Gracias a las tecnologías de transmisión por red, pueden diseminarse rápida y económicamente.

Ofrecen facilidades de búsqueda que garantizan una recuperación efectiva de la información.

Permite el acceso al conocimiento de las últimas novedades que haya



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

introducido el autor en su obra. Esta capacidad de actualización es muy útil en la comunicación científica, pues permite mantener el estado de una investigación, de un estudio, en un solo texto que se mantiene en constante remodelación.

Se evita la acumulación de artículos y libros que sólo puede que aporten alguna novedad pero que también considerables repeticiones y redundancia.

Se abre un diálogo entre el lector/autor, entre lector/lectores y entre autor/lectores.

2.2 Plataforma +Medios y el Borland C++ para el diseño de la propuesta de solución.

Para la realización de multimedias existe una gama de programas profesionales como el Director, el Toolbook entre otros, en la elaboración del libro electrónico "Complejidad de Algoritmos" para contribuir en la solución del problema de la investigación se utiliza el +Medios, producto cubano de muy buena calidad, que no requiere de licencias por su utilización y facilita el trabajo de creación de multimedias, contribuye a obtener un ahorro sustancial de tiempo puesto que su operación es fácil y sencilla, consta de varias plantillas que le permiten al desarrollador obtener y disponer el diseño deseado. El resultado final es comparable con los productos obtenidos por los softwares profesionales. (Valdés, 2006)

En cuanto a la utilización del Borland C++, su utilización está enmarcada por la facilidad de operación con el mismo.

El trabajo con esta herramienta está dividida en dos partes fundamentales, la visual y la de la programación, la visual es catalogada como de botones, puesto que los componentes visuales se arrastran de paletas y se sueltan en la forma, lo que garantiza una rapidez a la hora de diseñar la apariencia de la aplicación resultante, por supuesto a estos componentes se les puede modificar sus propiedades y admitir una serie de eventos provocados por las distintas operaciones que se le realicen ya sea por mouse o teclado.

En cuanto a la programación, es conocida la potencia del lenguaje C++ y aparte de eso las funcionalidades de la programación orientada a objeto. Otro factor a su favor es que presenta un compilador bastante aceptable para no ser una herramienta de desarrollo profesional, el cual crea ejecutables que no necesitan instaladores, lo que se adapta a las necesidades de desarrollar las simulaciones, permitiendo vincular estas aplicaciones a cualquier documento y poder ser ejecutadas en cualquier máquina sin necesidad de archivos complementarios, es también un compilador caracterizado por su rapidez, estabilidad y fiabilidad.

2.3 Técnicas de Simulación

Para complementar el trabajo con el libro electrónico "Complejidad de Algoritmos" se usan una serie de aplicaciones que simulan diferentes algoritmos de ordenación y de búsqueda, mostrando cómo es su funcionamiento internamente, aparte de que también muestra el cálculo de la complejidad del algoritmo en diferentes estados, pero para desarrollar estas



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

simulaciones se tuvo que tener en cuenta:

Definición del sistema. Cada estudio debe comenzar con una descripción del problema o del sistema. Deben determinarse los límites o fronteras, restricciones, y medidas de efectividad que se usarán. (Torres, 2007)

Formulación del modelo. Reducción o abstracción del sistema real a un diagrama de flujo lógico.

Preparación de datos. Identificación de los datos que el modelo requiere y reducción de estos a una forma adecuada.

Selección del lenguaje: De ella dependerá el tiempo de desarrollo del modelo de simulación, es importante utilizar el lenguaje que mejor se adecue a las necesidades de simulación que se requieran.

Translación del modelo. Consiste en generar las instrucciones o código computacional necesario para lograr que el modelo pueda ser ejecutado en la computadora.

Validación del modelo. Es el proceso que tiene como objetivo determinar la habilidad que tiene un modelo para representar la realidad, se lleva a cabo mediante la comparación estadística de los resultados del modelo y los resultados reales.

Planeación estratégica. Diseño del un experimento que producirá la información deseada.

Planeación táctica. Determinación de cómo se realizarán cada una de las ejecuciones de prueba.

Experimentación. Ejecución de la simulación para generar los datos deseados y efectuar análisis de sensibilidad.

Interpretación. Obtención de inferencias con base en datos generados por la simulación.

Implantación. Una vez seleccionada la mejor alternativa es importante llevarla a la práctica, en muchas ocasiones este último caso es el más difícil ya que se tiene que convencer a los directivos y al personal de las ventajas de esta puesta en marcha. Al implantar hay que tener cuidado con las diferencias que pueda haber con respecto a los resultados simulados, ya que estos últimos se obtienen, si bien de un modelo representativo, a partir de una suposiciones.

Monitoreo y control: Los sistemas son dinámicos y con el transcurso del tiempo es necesario modificar el modelo de simulación, ante los nuevos cambios del sistema real, con el fin de llevar a cabo actualizaciones periódicas que permitan que el modelo siga siendo una representación del sistema. (Sanz, 2002)

Ventajas:

Proporciona diversidad de alternativas posibles de explorar.

Proporciona un método más simple de solución cuando los procedimientos matemáticos son complejos y difíciles.

La simulación proporciona un control total sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar.



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

Auxilia el proceso de innovación ya que permite al experimentador observar y jugar con el sistema.

Es mucho más sencillo visualizar y comprender los métodos de simulación que los métodos puramente analíticos. Da un entendimiento profundo del sistema

Da soluciones a problemas sin solución analítica. (Jonnan, 2000)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Se ofrecer una herramienta a la disciplina de Técnicas de Programación de Computadoras.

El libro electrónico "Complejidad de Algoritmos" puede ser usada en diferentes asignaturas, a partir de Programación I, para que los alumnos profundicen y aprendan técnicas que les permitan solucionar, óptima y eficientemente, problemas complejos, permitiéndole al profesor subrayar la importancia de su utilización en la reducción del costo de los programas desarrollados, al contribuir a la realización de un producto final con mejor calidad y eficiencia.

Este mensaje llegará a través del libro electrónico mediante la presentación de diapositivas que contienen los distintos temas y algoritmos, se presentan ejemplos para lograr una mejor comprensión de los temas tratados, así como el empleo de simulaciones de cada algoritmo para que el usuario pueda interactuar con ellas, de tal forma que el estudiante puede aprender o sistematizar los contenidos que se imparten de forma superficial en la asignatura Programación IV y que desde Programación I ya deben comenzar a dominar, (Figura 1).



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

Figura 1: Pantalla de presentación de un tema en el libro electrónico “Complejidad de Algoritmos”.

Con una navegación muy flexible se puede acceder, prácticamente en un solo paso, al contenido que desea consultar, presenta un Glosario con los conceptos fundamentales tratados en el libro. (Figura 2)

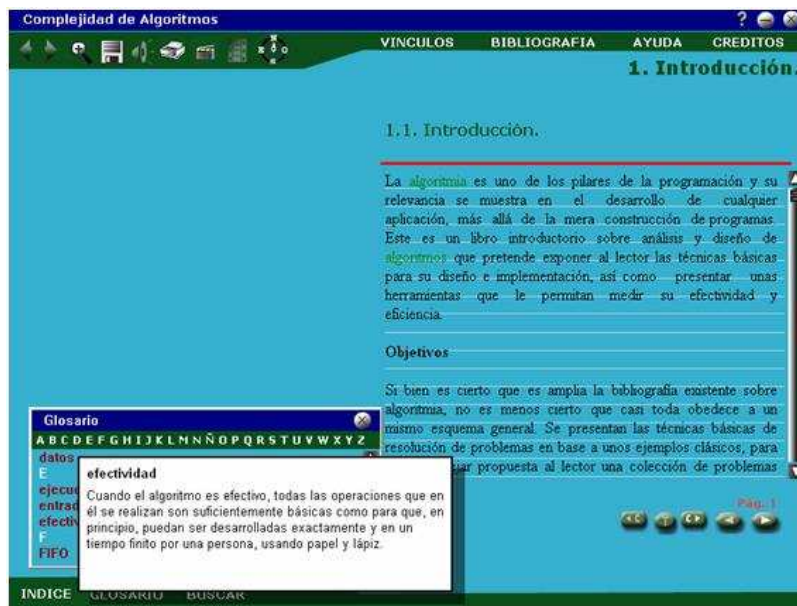


Figura 2: Pantalla de presentación del glosario en el libro electrónico “Complejidad de Algoritmos”.

- **El libro incluye aplicaciones, simulaciones, algoritmos.**

Se encuentran presentes links a los distintas simulaciones recreativas de los algoritmos tratados, que al ejecutarlos abren las correspondientes aplicaciones. Los enlaces a las simulaciones de los algoritmos permiten al estudiante interactuar y probar el desempeño de los mismos en diferentes situaciones, (Fig. 3).

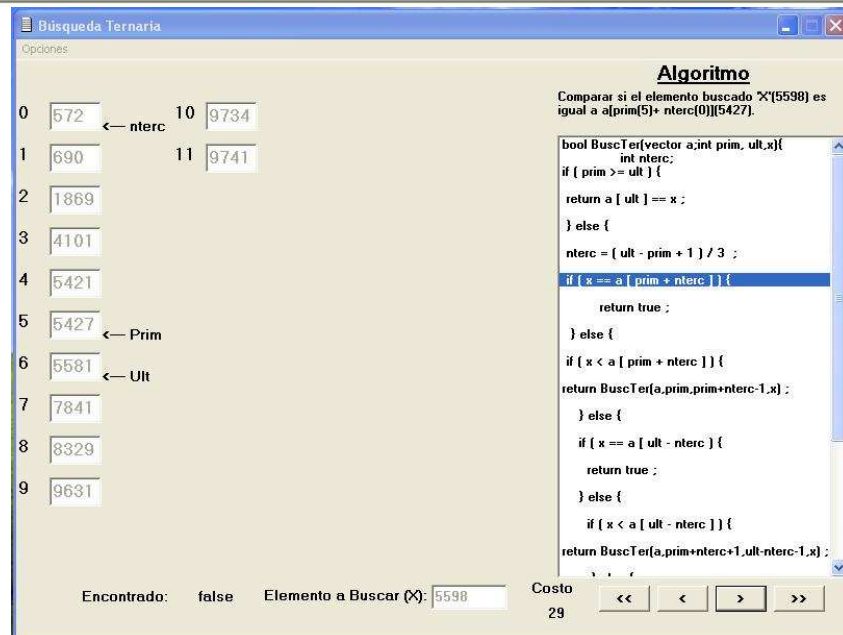


Figura 3: Pantalla de presentación de la simulación del algoritmo de búsqueda ternaria.

Estas simulaciones ayudan a la comprensión del tema tratado puesto que muestran gráficamente la esencia de los diferentes algoritmos, y en que situación son eficientes y en cuales no, puesto que en la literatura existente se comentan las funciones de cada uno, pero no se ve el funcionamiento interno del algoritmo, ni tampoco puede probarse en diferentes condiciones. Sin embargo con estas simulaciones el estudiante puede insertar una serie de números, con una cantidad y en un orden deseado con la finalidad de ver el valor final del costo del ordenamiento o la búsqueda realizada y así lograr comparar los diferentes algoritmos con la misma situación.

Los usuarios finales a los que se destina este libro electrónico son, en primer lugar, los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Informática, así como Ingenieros Informáticos, Licenciados en Ciencias de la Computación y todo el que esté interesado en la complejidad de algoritmos. Como requisito indispensable para su utilización, el usuario debe tener conocimientos profundos de la sintaxis de al menos un lenguaje de programación y de la utilización de las estructuras de datos.

- **El libro organiza e integra el sistema de conocimientos de los temas: Complejidad y Técnicas de Análisis y Diseño de Algoritmos.**

La información mostrada en el libro electrónico consta de diferentes temas, la complejidad de algoritmos, algoritmos de ordenación, algoritmos de búsquedas, las diferentes técnicas de análisis y diseño.

Los contenidos que abarca este software están enmarcados en los siete

capítulos que a continuación se relacionan:

Capítulo 1. La complejidad de los Algoritmos: Eficiencia y complejidad, Cotas de complejidad. Medidas asintóticas, Resolución de ecuaciones en recurrencia. Problemas propuestos, Solución a los problemas propuestos.

Capítulo 2. Ordenación: Ordenación por Inserción, Ordenación por Selección, Ordenación Burbuja, Ordenación por Mezcla (Mergesort), Ordenación mediante Montículos (Heapsort), Ordenación Rápida de Hoare (Quicksort), Ordenación por Incrementos (Shellsort), Otros algoritmos de ordenación, Problemas propuestos, Solución a los problemas propuestos.

Capítulo 3. Divide y Vencerás: Búsqueda binaria, Búsqueda binaria no centrada, Búsqueda ternaria, Multiplicación de enteros, Producto de matrices cuadradas (1), Producto de matrices cuadradas (2), Mediana de dos vectores, El elemento en su posición, Repetición de cálculos en Fibonacci, El elemento mayoritario, La moda de un vector, El torneo de tenis, Divide y Vencerás multidimensional, La sub secuencia de suma máxima.

Capítulo 4. Algoritmos Ávidos.

Capítulo 5. Programación Dinámica.

Capítulo 6. Vuelta Atrás.

Capítulo 7. Ramificación y Poda.

Cada capítulo incluye una introducción histórica, problemas de motivación, conceptos teóricos fundamentales, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos que permiten utilizar el medio en la solución de problemas simples y complejos, en las asignaturas de la disciplina Técnicas de Programación y en la de Ingeniería de Software, lo que posibilita sistematizar el contenido. (Figura 4)

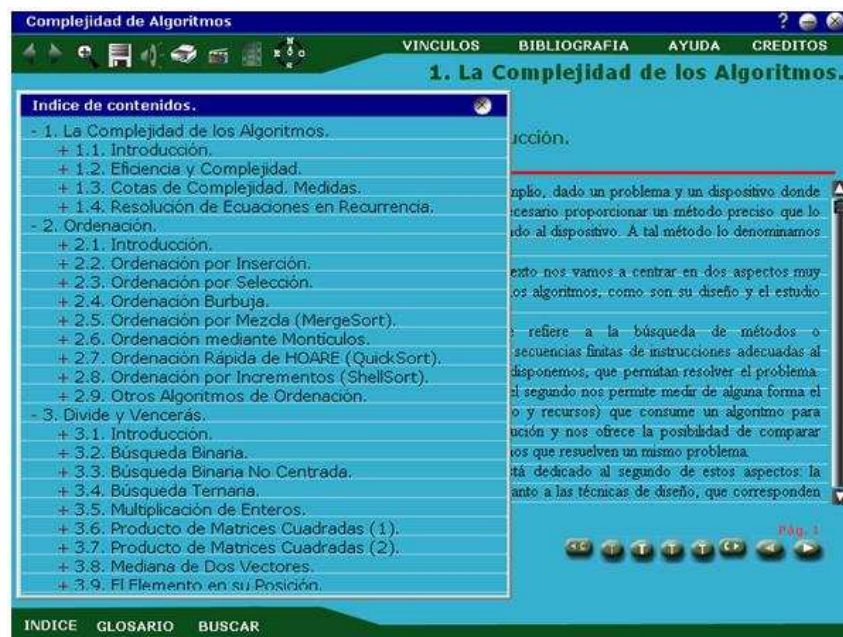


Figura 4: Índice del libro electrónico “Complejidad de Algoritmos”.

La información será presentada utilizando combinaciones de texto para



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

explicaciones e imágenes para los gráficos, ecuaciones y otros elementos que complementen la facilidad de comprensión.

Esta información se agrupará en capítulos correspondientes a cada tema, dentro de cada capítulo, una serie de epígrafes que corresponden con los algoritmos de cada tema.

Para localizar determinadas palabras dentro del libro electrónico se utiliza un método de búsqueda que en este caso es autogenerado por el +Medios, el cual mostrará la primera página donde se encuentra la palabra buscada, en caso de tener más resultados se pueden visualizar secuencialmente.

- **Aporta información y recursos para el estudio independiente y la ejercitación del tema de análisis y diseño de algoritmos.**

Este medio se usa en la asignatura Programación IV, también puede usarse en el resto de las asignaturas, pues desde Programación I comienzan a enseñarse algoritmos que usan algunas de estas técnicas y a partir de Programación II es conveniente comparar algoritmos conocidos con otros que mejoran la eficiencia en la operación que realizan, (Figura 5).

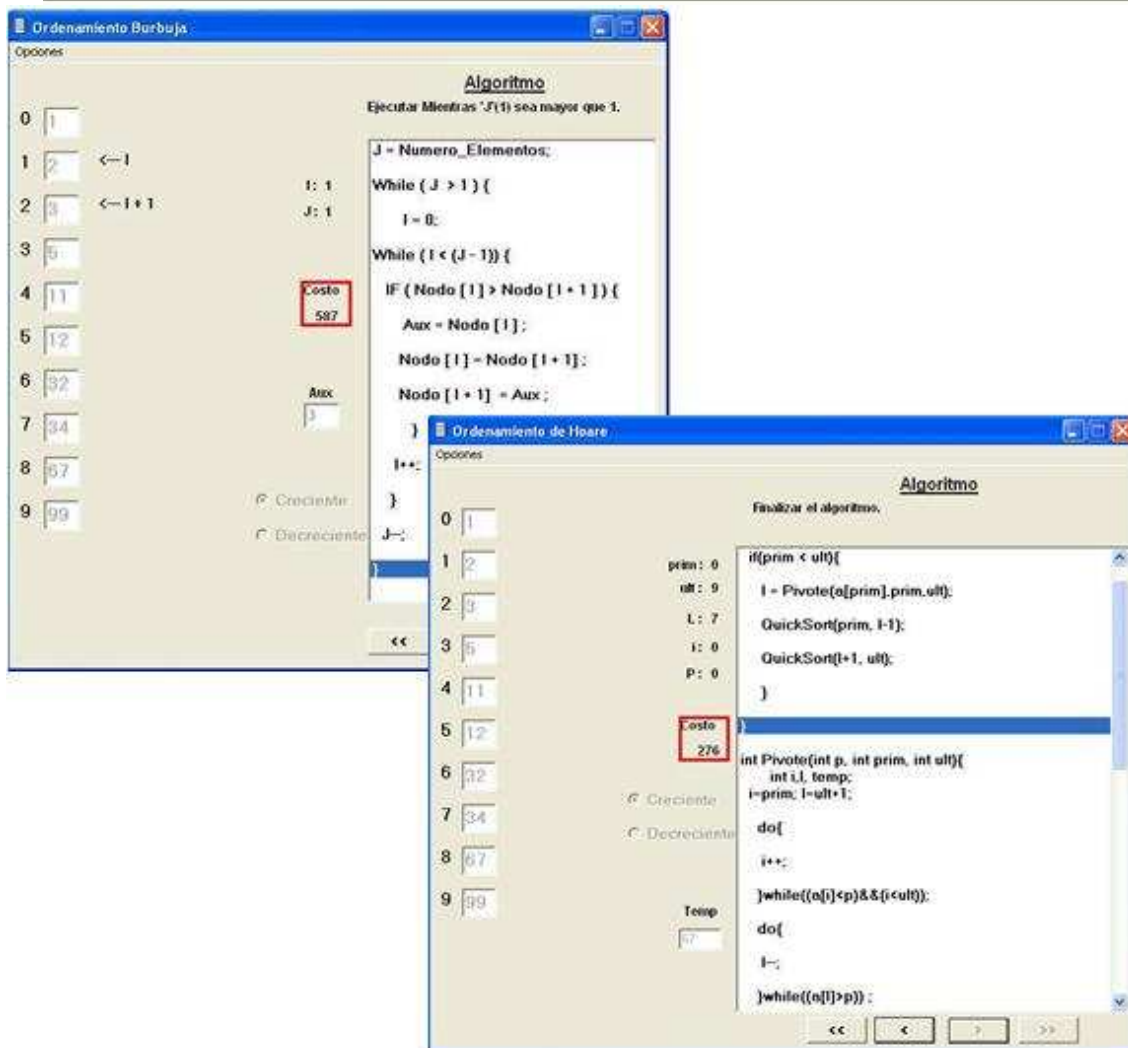


Figura 5: Vista de dos aplicaciones de ordenamiento diferentes (Bubble y QuickSort) ejecutándose para el mismo juego de datos, con el fin de comparar la eficiencia de uno con respecto al otro.

El tiempo dedicado al estudio de cada capítulo está en dependencia del nivel de conocimiento que ha demostrado el estudiante, quien tiene la opción de transitar por el software en el orden en que aparecen los temas, o elegir su propia organización temática.

▪ **Aportes del libro electrónico a la disciplina de Técnicas de Programación.**

La creación del libro electrónico “Complejidad de Algoritmos” para la disciplina de Técnicas de Programación presenta varios aportes, como:

Es una herramienta de uso vertical dirigida a estudiantes de 1ro a 5to año, específicamente para la disciplina de Técnicas de Programación de la carrera de Ingeniería en Informática., aunque no se descarta su utilización por cualquier interesado en la temática de la complejidad de algoritmos.

Eleva el nivel de sistematicidad e integración de los contenidos, además de influir positivamente en la fijación de los mismos.



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

Permite profundizar de forma gradual en el tema desarrollado, usando en cada asignatura los elementos que necesite; por lo que favorece al profesor que podrá organizar su programa de clases.

Permite una lectura flexible en cuanto a los temas aportados.

Permite orientar la solución de problemas complejos, basándose en casos similares.

▪ **Se ofrecen indicaciones para los docentes y estudiantes.**

Se han usado regularidades para crear esquemas de organización, en cada aplicación de simulación se presenta el código del algoritmo, el costo de las operaciones, aparte de las definiciones y fórmulas en el libro electrónico teniendo en cuenta el sentido curricular de los contenidos presentados. Esto permite la familiarización del estudiante con el contenido y hace que se desarrollen analogías que posibilitan, ante un nuevo problema, diseñar de forma eficiente nuevos algoritmos.

Para usar de esta herramienta, el profesor puede seguir las siguientes recomendaciones:

Imparte la clase teórico-práctica relacionada con la complejidad de algoritmos, los algoritmos de ordenación y búsqueda, teniendo en cuenta su desempeño con diferentes datos, haciendo énfasis en el cálculo de la complejidad.

Orienta la consulta del Libro electrónico “Complejidad de Algoritmos”.

Se orientarán temas a estudiar a los que no se les puede conceder el tiempo requerido teniendo en cuenta el diseño de la asignatura.

Se sugerirá el análisis de complejidad de los algoritmos y la factibilidad de usar una determinada técnica de análisis y diseño para lograr eficiencia.

Se debe orientar al estudiante el uso del libro electrónico “Complejidad de Algoritmos” teniendo en cuenta el nivel de conocimiento alcanzado y los objetivos vencidos.

Para los estudiantes se dan las siguientes Indicaciones:

Deben tener en cuenta el nivel de precedencia de los contenidos estudiados, al comenzar a estudiar algoritmos más complejos deben garantizar que los conceptos y procedimientos ya recibidos en asignaturas anteriores se dominen y puedan ser aplicados a los nuevos conceptos estudiados.

Si se presentan deficiencias en la comprensión de conceptos que no constituyen objeto de estudio de la asignatura, consultar con el profesor para que este les oriente la bibliografía.

Al recibir un método o técnica de programación nueva, se le sugiere, revisar el libro electrónico “Complejidad de Algoritmos”, el cual presenta información detallada de cada una y muestra algoritmos que las usan para resolver problemas.

Debe buscar la integración de los contenidos nuevos a los conocidos.

4. CONCLUSIONES



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

- La herramienta diseñada contribuye a la formación profesional de los estudiantes de la carrera de Informática, al brindar información y facilidades para realizar el análisis de complejidad de algoritmos.
- El libro electrónico "Complejidad de Algoritmos" constituye un medio de consulta que apoya el desarrollo de códigos más eficientes y la implementación de programas con un nivel adecuado de profesionalidad, cambiando esquemas de programación.
- El medio diseñado puede ser usado en las asignaturas de la disciplina Técnicas de Programación de Computadoras para apoyar la enseñanza semipresencial.
- El libro electrónico "Complejidad de Algoritmos" se integra a la plataforma de enseñanza a distancia de la Universidad de Granma, como un material de consulta y entrenamiento.
- El uso de las aplicaciones y simulaciones que propone el libro, apoyan el estudio independiente del estudiante y su autonomía en el proceso de aprendizaje, permitiéndole dedicar el tiempo que necesita al estudio y entrenamiento hasta alcanzar la habilidad deseada.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertone, G. (2005). Una propuesta de curso interactivo multimedial para el ingreso a Informática en la UNLP. Trabajo presentado en: 1er. CACIC, Bahía Blanca.
- Gorga, G. y Madoz, C. (2000). Experiencia en el desarrollo y utilización de un Curso Interactivo Multimedial para el Ingreso a Informática en la UNLP. La Plata.
- Jonnan, T. (2000). Discovery learning with computer simulations of conceptual domains. Trabajo presentado en: Simpósio Investigaçã e Desenvolvimento de Software Educativo, Universidad Nova de Lisboa, Portugal.
- Madoz, B. (2004). Multimedia y aplicaciones en educación.: MIT Press, 57.
- Malagón, M. J. (2005). El libro electrónico: el caso de Tecnologías de información y las comunicaciones aplicadas a la Educación (Pandora ed. Vol. 1). Madrid, 301.
- MES. (1998). Programa de la disciplina de Técnicas de Programación. Comisión Nacional de la Carrera de Informática. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
- Nodarse, F. A. F. (2000). Experiencias en la estructuración de clases de matemáticas empleando asistentes matemáticos y colección de tutoriales hipermediales.
- Rico, M. P. y Silvestre, M. (2001). Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. La Habana: Félix Varela, 45.
- Sanz, A. (2002). Introducción a UML. Disponible en: <http://www.yoprogramo.com/docs/umlintro.doc>. [2006, 22-04-2006].
- Torres, A. (2007). Simulación Discreta. Disponible en:



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

[http://www.itson.mx/dii/atorres/Nov. 2007](http://www.itson.mx/dii/atorres/Nov.2007)].

Valdés, P. (2006). +Medios, plataforma para la generación de libros electrónicos. Ciencias Pedagógicas, 24.