

Programa multimedia para la enseñanza de transferencia de calor

A multimedia program for teaching heat transfer

L. Dávila, L. Rennola*, R. Montoya
Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Los Andes
Mérida 5101. Venezuela
*leonardo@ula.ve

Resumen

La transferencia de calor constituye un área de inmensa importancia en la formación académica de los estudiantes de ingeniería química. Actualmente la tecnología computarizada permite crear programas educativos que optimizan el grado de interactividad y el nivel de retención de la información en el proceso enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, reconociendo el valor de la transferencia de calor dentro de la formación de un ingeniero químico, surge la idea de realizar un módulo de enseñanza interactivo para proveer al estudiante de un instrumento que minimice el manejo de la multiplicidad de variables y la complejidad analítica de los cálculos, que en muchos casos no permiten adquirir una visión global y eficaz del proceso. Para desarrollar la interface con el usuario y mostrar el contenido teórico se utilizaron los programas de tecnología multimedia Macromedia Director 8®, Dreamweaver 3® y Flash 5®. Para la realización del programa de evaluación y pre-diseño de condensadores e intercambiadores de calor de tubo y coraza, se utilizó el lenguaje y manejador de base de datos Microsoft Visual Foxpro 6®. El programa está dividido en: fundamentos, tipos de intercambiadores, conceptos básicos, módulo de cálculo, galería y ayuda. Su implementación se presenta como un complemento educativo idóneo para la enseñanza de transferencia de calor.

Palabras clave: Educación, multimedia, transferencia de calor

Abstract

Heat transfer is an area of great importance in the academic formation of chemical engineering students. At present, computer technology has allowed the creation of didactic programs that optimize the extent of interactivity and the level of retention of the information in the teaching-learning process. Therefore, since heat transfer concepts are of the foremost importance in the formation of a chemical engineers, we have developed an interactive teaching module in order to provide the student with an instrument that assists in the handling of multiple variables and the analytic complexity of the calculations that often makes difficult to acquire an all-encompassing and effective vision of the process. The multimedia technology programs Macromedia Director 8®, Dreamweaver 3® and Flash 5® were used to develop the interface and to show the theoretical content. The language and database program Microsoft Visual Foxpro 6® was used for the evaluation of performance and pre-design calculations of condensers and tubular heat exchangers. The program is divided in six sections, i.e., Foundations, types of heat exchangers, basic concepts, calculation module, photo gallery and help. The program is a suitable learning tool for the teaching of heat transfer.

Key words: Education, multimedia, heat transfer

1 Introducción

Día a día, en los diversos procesos envueltos tanto en las distintas ramas de la ingeniería como en nuestra vida cotidiana, se ven involucrados mecanismos que se encargan

del calentamiento o enfriamiento entre cuerpos que poseen diferentes temperaturas. El ingeniero químico práctico puede llegar a encontrar entre sus actividades diarias la necesidad de determinar las razones de transferencia de calor en diversas operaciones de procesos químicos, llegando a di-

señar nuevos equipos o simplemente sugiriendo mejoras a los equipos existentes (Karlekar, 1994). Muchos profesores han comenzado a emplear programas educativos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo los mismos de gran ayuda al presentar un entorno de aprendizaje novedoso que muestra gran cantidad de información de una forma más agradable que un libro de texto y además, permite realizar cálculos repetitivos de una manera más sencilla.

Comúnmente, en un salón de clases tanto profesores como alumnos se apoyan por igual en palabras, imágenes y números para expresar de la mejor manera posible sus ideas. Sin embargo, estas palabras, imágenes y números pueden ser expresadas de diferentes maneras. El concepto de multimedia incluye informaciones almacenadas o controladas digitalmente (videos, animaciones, imágenes fijas, textos y sonidos), los cuales pueden emplearse en la transmisión del significado envuelto en dichas palabras, imágenes y números. Este concepto también comprende la maquinaria utilizada para almacenar, editar, proyectar y transferir los datos, los cuales son la materia prima de las ideas a transmitir (Poole, 1999).

En general, los programas educativos se basan, pedagógicamente, en aspectos relacionados con la máxima utilización de la capacidad de observación, razonamiento, memoria o comprensión, planteando un incremento progresivo en los distintos niveles de dificultad. Además, deben generar mensajes motivadores y de refuerzo para las respuestas correctas y explicar los errores cometidos en respuestas incorrectas (Software Educativo, 2001).

Sin embargo, hasta al mejor profesor del mundo le resulta difícil ser el mejor en todo momento, por lo cual al apoyarse únicamente en sus propios recursos, inevitablemente someten a los alumnos a una experiencia educativa con altibajos. Por esto, el proceso de aprendizaje mediante un computador utilizando programas educativos, puede reducir la presión sobre los profesores, a la vez de permitirles a los alumnos una excelente experiencia de aprendizaje de manera consistente, tanto dentro del aula de clases como en su hogar (Poole, 1999).

Tomando en cuenta la tendencia a mejorar los procesos educativos surge la necesidad de formar personal especializado. Particularmente, la transferencia de tecnología en el área de computación educativa tiene como base el aporte de especialistas en computación y educación. La formación especializada en computación e informática, no solo incluye lo referente a programación, también incluye la incorporación del enfoque de sistemas y su uso para el estudio de solución de problemas (Gálviz, 1994).

Sin embargo, factores de distinta índole han incidido en la escasa utilización de la tecnología multimedia como soporte a la enseñanza de estos procesos, herramientas que se hacen imprescindibles en los países latinoamericanos y en especial en Venezuela, país seriamente necesitado de instrumentos que le permitan formar personal gerencial y técnico eficiente.

En la Universidad de Carabobo se están realizando

trabajos para incorporar la tecnología multimedia en la enseñanza de métodos numéricos en ingeniería química, con la ayuda exclusivamente del lenguaje de programación Microsoft Visual Basic 6.0® (Rodríguez, B. y col., 2004).

Así pues, el módulo de enseñanza, en sus Fundamentos, comenzará con la explicación de los tres mecanismos fundamentales involucrados en la transferencia de calor, la conducción, que se produce por la transferencia de energía desde partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia, por un gradiente de temperatura. La convección se presenta cuando, adicionalmente al gradiente, se tiene un fluido en movimiento. La radiación que se muestra como la energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura finita. La radiación se diferencia de la conducción y la convección porque no requiere ni gradiente de temperatura ni un medio material para transferir la energía (Kreith, 1977; Karlekar, 1994; Mills, 1994 y Bird, 1982).

Los planteamientos ya expuestos definen el valor del programa realizado. En primer lugar, el estudio de la transferencia de calor es esencial para el ingeniero práctico, el cual puede encontrar en sus actividades diarias, un gran número de problemas relacionados con dicho fenómeno. Los programas educativos son cada vez más numerosos y reconocidos por su valor pedagógico. Durante su formación, el ingeniero químico puede involucrarse en el campo de la programación, razón por la cual puede llegar a especializarse en la creación de programas educativos orientados hacia su especialidad.

El objetivo del presente trabajo es la elaboración de un programa educativo para la enseñanza de transferencia de calor, el cual jugará un papel importante en el mejoramiento de la labor educativa de esta área de la ingeniería al permitir el estudio de sus diferentes fundamentos teóricos de una manera sencilla, ofreciendo a la vez al diseñador de intercambiadores un soporte para la realización de cálculos, que debido a la multiplicidad de variables causan una gran carga de trabajo y que en muchos casos no permiten adquirir una visión global y eficaz del proceso.

2 Metodología

La implementación de bases pedagógicas, el aprovechamiento de gran parte de los recursos de la tecnología multimedia actual, la utilización del ambiente de ventanas Windows y la programación orientada a objetos, nos permitieron lograr la creación del programa educativo.

El programa multimedia se caracteriza por la interactividad de sus interfaces, ofreciendo de forma aislada o conjunta la selección por menú, el rellenado de espacios y la manipulación directa de objetos, a la vez de presentar explicaciones realizadas con la tecnología multimedia utilizando videos, animaciones, imágenes fijas, textos y sonidos. Además, la interfaz deberá ser sencilla y flexible, permitiendo el acceso y respuestas rápidas a las acciones del usuario. Para lograr los objetivos antes planteados se debe, en primer lugar, limitar el alcance a cubrir por el pro-

grama. Luego se debe estructurar el contenido de tal forma que el aprendizaje pueda lograrse de una forma continua y eficiente. Posteriormente, se diseña la pantalla principal con sus respectivos menús, uno vertical, que contiene las secciones principales y uno horizontal, que es secundario, y permite el acceso a subsecciones, ir directamente al módulo de cálculo o a la ayuda, ver la dedicatoria o salir del sistema. A continuación, se diseñan las pantallas de las subsecciones, con interfaces sencillas y flexibles que permitan al usuario el acceso y respuestas rápidas. El paso siguiente consiste en realizar la búsqueda de la información tanto escrita, de sonido o gráfica que será incluida en las secciones y subsecciones. La selección de los programas que permitirán la conexión entre las pantallas, la elaboración y puesta en marcha de las animaciones o la activación y confección del módulo de cálculo son los próximos pasos.

Una vez llevadas a cabo las actividades anteriores, se procede al trabajo de manufactura del programa multimedia, tomando en cuenta un buen diseño de la estructura básica, en forma sistematizada y siempre pensando en un instrumento al servicio de la pedagogía. El programa deberá someterse a pruebas continuas hasta eliminar toda posibilidad de error. Terminada la etapa de revisión, se procede a elaborar la ayuda, incluyendo ejemplos. Finalmente, se deposita toda la información en un CD para su distribución.

2.1 Programas utilizados

La interfaz de usuario para la enseñanza de los conceptos básicos y fundamentos teóricos de la transferencia de calor se realizó en Macromedia Director 8®, Macromedia Dreamweaver 3® y Macromedia Flash 5®.

El programa Macromedia Director 8® es una poderosa herramienta de creación multimedia de posibilidades casi ilimitadas. Sin apenas necesidad de programar se pueden desarrollar aplicaciones de programas interactivos. Se usó para crear la interfaz con el usuario ya que permite acoplar imágenes, sonido, video y prácticamente cualquier tipo de elemento multimedia, combinándolos en el orden que se desee para crear sencillas, flexibles y efectivas interfaces (Cerón, 2000).

El programa Macromedia Dreamweaver 3® se caracteriza por la edición aún más asequible de complejas técnicas que hoy tienen cabida en la producción de sitios web. Se utilizó para complementar la interfaz con el usuario. La programación de animaciones, sonidos, validación de formularios, y demás conductas de interacción, se puede realizar en Macromedia Dreamweaver 3® sin programar una sola línea, eligiendo los eventos y acciones de los menús desplegados. Se pueden integrar animaciones desarrolladas en Macromedia Flash 5® en sus páginas web. Tiene todo lo que se necesita para desarrollar un sitio Web profesional (Macromedia, 2000).

El programa Macromedia Flash 5® se utilizó para desarrollar las animaciones. Es una aplicación sencilla de usar, a la vez que potente y cuyos resultados son unos ficheros de

pequeño tamaño, lo que permite agilizar su descarga. Algunas de las características que incorpora Macromedia Flash 5® incluyen soporte para MP3 (importación y exportación), librerías de símbolos compartidas, soporte para formateo de texto en HTML, una mayor integración con otros programas de Macromedia (FreeHand®, DreamWeaver® y Fireworks®) (Armas y col., 2001).

La programación de los cálculos necesarios para el diseño térmico automatizado de condensadores, condensadores-subenfriadores y sobrecalentadores-condensadores, se realizó en Microsoft Visual Foxpro 6®, el cual es un lenguaje y manejador de base de datos con el que se puede organizar y administrar información mediante la utilización de vistas, aplicaciones, tablas, consultas, pantallas e informes. Su lenguaje está enfocado a la programación orientada a objetos y permite, a través de asistentes, crear aplicaciones con un alto grado de flexibilidad (Tiznado, 2001).

2.2 Estructuración, definición y recuperación bibliográfica del contenido programático del módulo.

La explicación de los métodos de análisis y fundamentos que rigen los intercambiadores de calor, resulta muy compleja si no se define el nivel de conocimientos del individuo que empleará el programa. Por esta razón, se fijó como nivel mínimo de instrucción el correspondiente al del Sexto semestre de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de los Andes.

La estructura teórica del módulo se organizó de acuerdo a una parte importante del programa de la materia Operaciones Unitarias II, perteneciente al pensum regular de estudios de Ingeniería Química dictada por la Universidad de Los Andes. El Módulo contiene además un capítulo de conceptos básicos en forma de glosario, con la finalidad de afianzar algunos puntos importantes inherentes al tema en estudio, un capítulo para la descripción de los diferentes tipos de equipos usados para el intercambio de calor, una galería donde se muestran una variedad de fotos de equipos reales y una ayuda que permite guiar al estudiante en el uso del programa.

2.3 Equipos

- Computadora personal. PENTIUM III 900 MHz,
- 128 Mb RAM, 8 Gb Disco Duro
- Unidad CD Rom
- Scanner Cannon D646U ex
- Monitor Samsung 15"

3 Resultados

El programa fue bautizado con el nombre FOURIER: Programa educativo para la enseñanza de transferencia de calor.

Fourier está dividido en seis grandes secciones tituladas:

- Fundamentos
- Tipos de intercambiadores
- Conceptos básicos
- Módulo de cálculo
- Galería
- Ayuda

Al iniciarse el programa Fourier, se muestra la pantalla principal (Ver Fig. 1) identificando el programa. En la parte lateral izquierda de esta pantalla existe una barra de vínculos que permite acceder rápidamente a cualquier capítulo del módulo multimedia.



Fig. 1. Pantalla principal

Para poder utilizar cualquier vínculo se coloca el ratón sobre el icono o texto deseado, el puntero del ratón cambiará de la forma de flecha original a la de una mano, luego se hace clic con el botón izquierdo del ratón.

En **Fundamentos Teóricos**: se encuentran concentrados los capítulos más importantes relacionados con la transferencia de calor, como por ejemplo: Transferencia por conducción, radiación, convección, en aletas de enfriamiento, sistemas de paredes compuestas. (Ver Fig.2). En la parte superior de esta pantalla se presenta un menú que permite trasladarse a los otros capítulos si se desea.

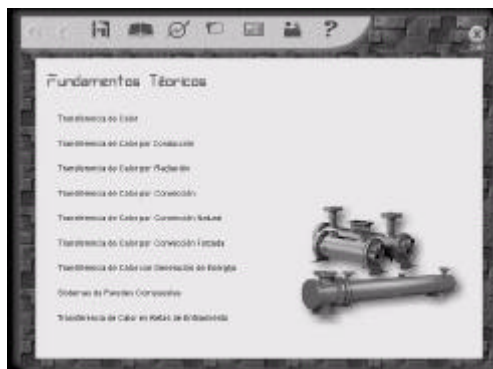


Fig. 2. Pantalla de fundamentos teóricos

En **Tipos de Intercambiadores** el usuario puede entrar los tres tipos que se muestran en este módulo que son:

coraza y tubo (donde se muestran las secciones de numeración y tamaño, diseño de intercambiadores y tipos principales de construcción), doble tubo (donde se muestran las secciones de MLDT, factores de obstrucción y cálculo de intercambiadores de doble tubo) y condensadores (donde se enseñan las secciones de Aplicaciones a procesos industriales, condensadores parciales y condensadores verticales y horizontales) (Ver Fig. 4).

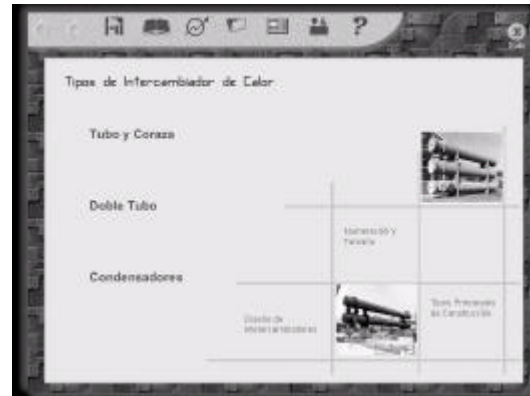


Fig. 3. Pantalla tipos de Intercambiadores

En **Conceptos Básicos** el usuario puede acceder a cualquier concepto básico desarrollado en este trabajo, pulsando la primera letra a la cual este pertenezca. Una vez pulsada la letra aparecerá un listado con todos aquellos conceptos relacionados con el tema de estudio (Ver Fig. 4).

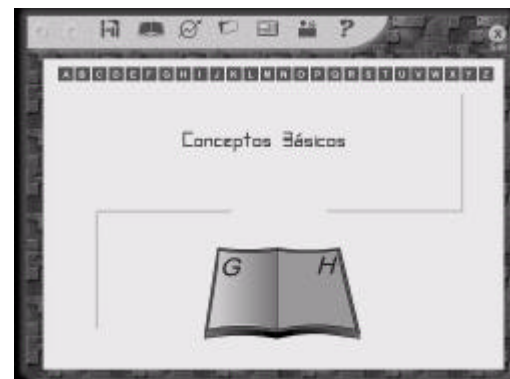


Fig. 4. Conceptos básicos

En la pantalla **Galería** se presentan una serie de fotografías de intercambiadores reales las cuales permiten al usuario familiarizarse con las características de estos equipos (Ver Fig. 5).

La pantalla **Módulo de Cálculo** presenta los diferentes cómputos que pueden ser realizados por el programa. Entre ellos podemos nombrar: Intercambiadores de tubo y coraza, Condensadores, Condensador- subenfriador, Desobrecalentador- condensador (Ver Fig. 6).

Para cada uno de estos casos se pueden realizar eva



Fig. 5. Galería de fotos de intercambiadores

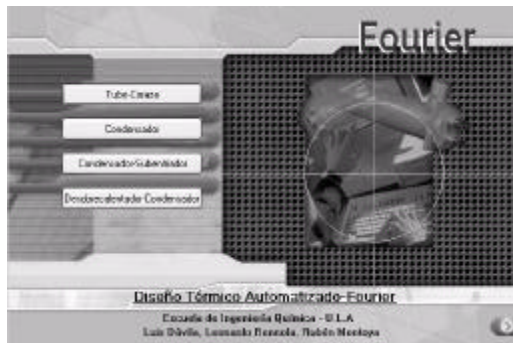


Fig. 6. Pantalla principal módulo de cálculo

luaciones utilizando como fluido caliente un hidrocarburo (usando su gravedad API como dato inicial) y agua o un hidrocarburo como fluido frío. Los datos requeridos para los cálculos son: si el intercambiador es único o existen varios en serie, flujo másico (fluido caliente o frío), Temperaturas de entrada y salida de los fluidos caliente y frío, caída de presión permitida por la coraza y por los tubos, factor de ensuciamiento, diámetro y longitud de los tubos, tipo de arreglo de tubos, distancia entre tubos, BWG (Ver Fig. 7).

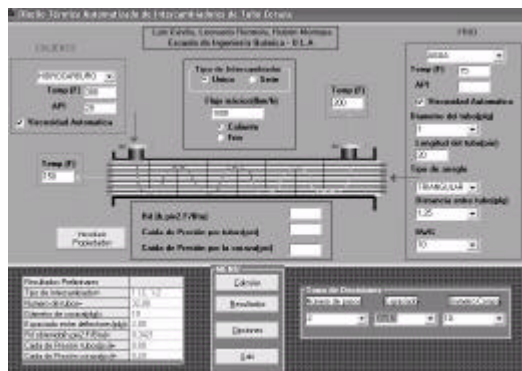


Fig. 7. Pantalla de datos y resultados del programa

Los resultados preliminares que arroja el programa son: tipo de intercambiador, número de tubos, diámetro de la coraza, espaciado entre deflectores, factor de ensucia-

miento obtenido, caída de presión tanto en los tubos como en la coraza. Con estos resultados el usuario tiene varias opciones a modificar en los datos de diseño, los cuales son: número de pasos, espaciado de baffles y diámetro de la coraza. De esta manera se van ajustando los resultados hasta lograr el diseño requerido.

En la pantalla **Ayuda** se guía al usuario en el manejo del programa multimedia, indicándole los botones que existen y cual es su utilidad (Ver Fig. 7).

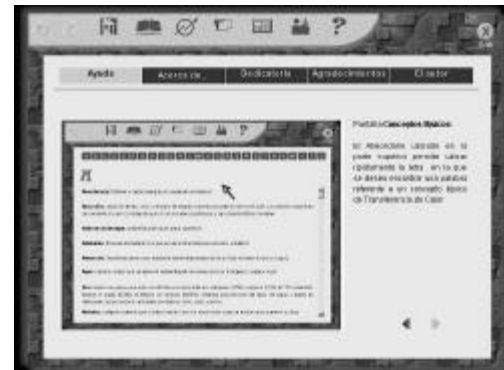


Fig. 8. Pantalla de Ayuda

En la actualidad, el programa se encuentra en etapa de evaluación por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Los Andes. Como actividades futuras de investigación se pretende realizar un estudio para evaluar la efectividad del proceso de aprendizaje al utilizar el programa multimedia.

4 Conclusiones

El programa educativo desarrollado se presenta como una excelente alternativa para la enseñanza de transferencia de calor al ofrecer además una herramienta automatizada, de soporte al diseñador térmico para la realización de cálculos en el diseño de intercambiadores y condensadores, permitiendo adquirir conocimientos más eficazmente de los procesos involucrados.

Referencias

- Armas C, Cabañas R, Denis A, Pozo M. y Velasco T, 2001, Tutorial Macromedia Flash 5. Disponible: (<http://www.flash-es.net/tuto5/intro5.html>). [consulta: 2001, Diciembre 18].
- Bird R, 1982. Fenómenos de transporte. Editorial Reverté, España.
- Cerón C, 2000, Tutorial Macromedia Director 8. Disponible: <http://www.flash-es.net/director/intro.html> (consulta: 2002, Enero 15).
- Galvis A, 1997, Ingeniería de software educativo, Ediciones UniAndes, Colombia.
- Karlekar B, 1994, Transferencia de calor, McGraw-Hill,

Mexico.

Kreith F, 1977, Principios de transferencia de calor, Editorial Herrero Hermanos, México.

Macromedia Inc, 2000. Disponible en:
<http://www.macromedia.com/es/software/dreamweaver/>.
(consulta: 2002, Enero 12).

Mills A, 1994, Transferencia de calor, Editorial Irwin, España.

Poole B, 1999, Tecnología educativa, McGraw-Hill, España.

Rodríguez B, Niño Z y Pérez S, 2004, Propuesta de un programa instruccional interactivo para mejorar la calidad del aprendizaje de la asignatura Métodos Numéricos de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Carabobo, LIV Convención Anual, AsoVAC.

Software educativo, 2000, Cuadernos de pedagogía, 301, 68.

Tiznado M, 2001, El camino fácil a Visual Foxpro 6. McGraw-Hill, España.