

Programa multimedia para la enseñanza de combustión y hornos de proceso

Multimedia program to teach combustion and process furnaces

T. Mochizuki y L. Rennola*

Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Química

Mérida, Venezuela

*leonardo@ula.ve

Resumen

La capacidad de almacenamiento y la velocidad de transferencia de datos en los computadores han llegado a niveles antes inimaginables. Esto permite la creación de aplicaciones multimedia que posean gran contenido de información en donde se integren además archivos de audio y video. Es aquí, donde los sistemas de enseñanza pueden hacer uso de esta tecnología e implementarla como herramienta didáctica en pro de mejorar la calidad de la educación. Considerando las ventajas de la multimedia, se decidió desarrollar una aplicación para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso. La importancia del estudio de la combustión se asocia a los requerimientos de energía que necesita todo proceso químico. Por otra parte, el conocimiento de las características y funcionamiento de los hornos de proceso por cualquier ingeniero químico es básico. Para la elaboración del módulo teórico se emplearon los programas Macromedia Director MX[®], Flash MX[®] y Fireworks MX[®]. En el módulo de cálculo se utilizó el programa Visual Basic 6.0[®]. El módulo Teórico incluye gran cantidad de información, con abundantes figuras, fotografías y animaciones acerca del proceso de combustión y las características de los hornos de proceso. El Módulo de Cálculo, permite la determinación de las variables básicas envueltas en la selección y el diseño de los hornos. La capacidad interactiva de la aplicación permite mantener la atención del usuario al incentivar una mayor cantidad de sentidos. El multimedia desarrollado es de gran utilidad como herramienta de apoyo en los cursos de combustión, intercambio de calor y hornos de procesos.

Palabras claves: Educación, multimedia, hornos de proceso.

Abstract

The use of computers to manage great amount of storage capacity have reached levels never thought. The storage capacity and the data transfer rate in computers have arrived at levels unimaginable. This allows the creation of multimedia applications that possess great content of information including audio and video. The quality of the education may take advantage of this technology and to implement it as didactic tool. Using the advantages of the multimedia, it was decided to develop an application for the teaching of Combustion and process furnaces. The importance of the study of the combustion is associated to the energy requirement that needs all chemical process. On the other hand, the knowledge of the characteristics and operation of the process furnaces of any chemical engineer is basic. For the elaboration of the theoretical module the programs Macromedia Director MX[®], Flash MX[®] and Fireworks MX[®] were used. In the calculation module the program Visual Basic 6.0[®] was used. The Theoretical module includes great quantity of information, with abundant figures, pictures and animations about the combustion process and the characteristics of the process furnaces. The Calculation Module, allows the determination of the basic variables wrapped in the selection and the design of the furnaces. The interactive capacity of the application allows maintaining the attention from the user in addition of motivating a bigger quantity of senses. The multimedia software developed is of great utility as a support tool in the courses of combustion, heat exchange and processes furnaces in the Chemical Engineering pensum.

Key words: Education, multimedia, process furnaces.

1 Introducción

Durante mucho tiempo fue empleado el sistema tradicional de enseñanza para la transmisión de información. Dicho sistema está basado principalmente en la exposición oral de la información a los estudiantes por parte de una persona preparada para ello, en algunas ocasiones acompañada por la lectura de libros o artículos y por la exposición de imágenes (dibujos o fotografías).

Hoy en día, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido incluir dentro del proceso de enseñanza, nuevas y sofisticadas herramientas con las cuales se ha logrado incrementar la cantidad de sentidos que se estimulan durante la etapa de captación del aprendizaje. Basu, P., Basu, A. y Marsh, D. (1996) sostienen que: "... *tocar, escuchar, ver, oler e interactuar son las vías a través de las cuales el cerebro aprende*", y algunas de estas acciones pueden ser desarrolladas mediante la utilización de computadoras. Estos equipos, versátiles por su amplia y diversa aplicabilidad, permiten incluir animaciones, sonidos y elementos visuales que se conjugan para generar un flujo de información dinámico hacia los estudiantes que culmina con el aprendizaje eficaz de los conocimientos suministrados.

Por otra parte, la inclusión de la tecnología en los sistemas de enseñanza ha permitido independizar de alguna manera al estudiantado. La comparación de dos escenarios realizada por Felder y Brent (2000), la velocidad de flujo y de captación de la información, puede ser acelerada de tal manera que el tiempo empleado por un individuo que haga uso de software multimedia para el estudio de una materia, sea mucho más corto y productivo que el tiempo que utilice una persona que asista a una clase de la misma materia, y dependa de la velocidad con la que el profesor desarrolle la clase y de la capacidad de entendimiento de sus compañeros.

Como lo afirman Basu et al. (1996), solo el 30% de los estudiantes poseen la capacidad de comprender y retener la información con una única explicación, mientras que el restante no posee el potencial necesario para alcanzar tal captación, por lo que requiere de más tiempo y debe recurrir a material suplementario que compense su deficiencia auditiva. Por su parte, Wolf (1996), refiere en su artículo los porcentajes de retención que se obtienen cuando la instrucción es únicamente auditiva, cuando se le adiciona audio y elementos visuales y finalmente cuando todos ellos están acompañados con elementos interactivos, reportando para cada uno de estos sistemas, 20%, 40% y 80% de retención, respectivamente.

En lo referido a la tecnología multimedia, ésta ha incursionado en numerosos campos, desde la educación primaria y secundaria hasta la formación de los profesionales en las propias empresas. Se han desarrollado además cursos de educación a distancia referidos a cualquier área (idiomas, deportes, computación, entretenimiento, etc) así como también software dirigido a estudiantes de educación superior (Thomas, 2000) en donde la información almacenada

es mucho más específica.

En nuestro caso, la ingeniería química, no es la excepción, y ésta como muchas otras disciplinas debe incorporar dentro de su sistema de enseñanza las herramientas necesarias que logren estimular al máximo todos los sentidos posibles del estudiante, para de esta manera obtener el mayor grado de interés sobre el tema en particular y así incrementar el nivel de comprensión y retención de la información. Existen programas comerciales que son usados ampliamente para el apoyo de la enseñanza de la ingeniería química que contienen aplicaciones multimedia y son evaluados continuamente (Abbas y Al-Bastaki, 2002). Ortiz, Rennola y Bullon (2004) publicaron un trabajo sobre educación multimedia para la enseñanza de Dinámica y Control de procesos. Adicionalmente, Dávila, Rennola y Montoya (2005) realizaron un programa multimedia para la enseñanza de transferencia de calor. Ambos trabajos pretenden incorporar la multimedia en la instrucción de la ingeniería química.

Debido a la elevada importancia que tiene el conocimiento de las características más relevantes de los procesos de combustión por parte de cualquier ingeniero químico, se tomó la iniciativa de elaborar un software multimedia que permita suministrar a los estudiantes de Ingeniería Química los conceptos básicos relacionados con la combustión y su aplicación en los hornos de procesos. El paquete de enseñanza incluye, además de conceptos teóricos, una gran cantidad de imágenes y animaciones que permiten al estudiante familiarizarse de manera interactiva con cada componente de los hornos así como con los procesos en donde suelen encontrar aplicabilidad este tipo de equipos. El módulo también dispone de una galería fotográfica que reflejará al usuario las características físicas de algunos hornos ya instalados.

Por otra parte, se desarrolló un módulo de cálculo que permite determinar las variables más importantes en el dimensionamiento de los hornos de proceso, a saber: superficie radiante, superficie convectiva, altura de la chimenea, caída de presión a través de los tubos, tiro requerido por los gases de combustión, temperatura de rocío del ácido sulfúrico en los gases, entre otras.

2 Metodología

La metodología utilizada para el diseño instruccional del programa es la expuesta por Dick y Carey citada por Fenrich (1997).

Esta metodología contempla diez fases: 1) Identificar las metas instruccionales, 2) analizar las metas instruccionales, 3) analizar las habilidades, 4) identificar las habilidades y características de entrada, 5) determinar los alcances del aprendizaje, 6) desarrollar tests de referencia de criterios, 7) desarrollar una estrategia instruccional, 8) desarrollar y seleccionar los materiales instruccionales, 9) conducir evaluaciones formativas y 10) el producto final. Cada una de ellas fue analizada en su contexto particular para obtener el

programa multimedia objeto de este artículo.

El objetivo principal del multimedia es presentar una herramienta que permita ampliar los conocimientos sobre combustión y hornos de proceso, a un estudiante de ingeniería química del noveno semestre de la carrera. El programa se limita a mostrar el contenido teórico básico de dichos temas y a realizar los cálculos de: 1) La sección de radiación del horno, 2) La sección de convección del horno, 3) Las dimensiones de la chimenea y 4) Diseño del horno de proceso.

Para lograr una transición rápida al contenido de interés del multimedia, el estudiante debe poseer los conocimientos mínimos de manejo de programas interactivos tipo web.

El uso de videos, animaciones, imágenes fijas, textos y sonidos fue enfatizado para conseguir la motivación por el material. Adicionalmente, el programa permite realizar cálculos en un tiempo mas reducido y repetirlos las veces que sean necesarios, para una mejor comprensión de los fenómenos físicos.

La navegación a través del programa se realizó creando pantallas consistentes, de uso intuitivo, con menús controlados por simples aplicaciones de botones y considerando todos los errores posibles a cometer por los usuarios para alertarlos en consecuencia.

Se estructuró el contenido de tal forma que el aprendizaje se lograra de una forma continua y eficiente. Posteriormente, se diseñó la pantalla principal con sus respectivos menús. A continuación, se diseñaron las pantallas de las subsecciones, con interfaces sencillas y flexibles que permitan al usuario el acceso y respuestas rápidas. El paso siguiente consistió en realizar la búsqueda de la información tanto escrita, de sonido o gráfica que fué incluida en las secciones y subsecciones. La selección de los programas que permitieron la conexión entre las pantallas, la elaboración y puesta en marcha de las animaciones o la activación y confección del módulo de cálculo fueron los últimos pasos.

Una vez llevadas a cabo las actividades anteriores, se procedió 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 se sometió a pruebas continuas hasta eliminar toda posibilidad de error. Terminada la etapa de revisión, se procedió a elaborar la ayuda, incluyendo ejemplos. Finalmente, se depositó toda la información en un CD para su distribución.

El desarrollo del módulo educativo para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso constó de cuatro (4) etapas básicas generales:

- 1.- Búsqueda, recopilación, selección y estructuración del contenido teórico.
- 2.- Aprendizaje en el manejo de los programas a emplear.
- 3.- Creación del módulo teórico.
- 4.- Creación del módulo de cálculo.

2.1 Búsqueda, recopilación, selección y estructuración del contenido teórico

Los fundamentos teóricos incluidos en el módulo fueron obtenidos de: referencias bibliográficas relacionadas con el intercambio de calor (Holman, 1998), enciclopedias de procesos químicos (McKetta, 1998), publicaciones realizadas por profesores de la escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Los Andes (Andérez, 2000; Villegas, 1986; Salager, 1986), manuales técnicos (Austin, 2000; Perry, 1992; Gas Processors Suppliers Association, 1987), artículos científicos (Okkes y Badger, 1987; Durand, 1997; Vancini, 1982) Internet, etc.

La información fué seleccionada y estructurada de tal manera que le permita al usuario el entendimiento rápido y fácil de cada uno los temas incluidos en el módulo. Para ello se dividió la información recopilada en tres aspectos generales: Combustión, Transferencia de Calor y Hornos de Proceso.

Esta etapa también se fundamentó en la búsqueda de imágenes (figuras y fotografías) relacionadas a los temas en cuestión.

2.2 Aprendizaje en el manejo de los programas empleados

Los programas utilizados para el desarrollo del módulo educativo para la enseñanza de Combustión y Hornos de Procesos fueron los siguientes:

-*Macromedia Fireworks MX*[®]

Macromedia Fireworks MX[®] es una herramienta desarrollada para crear elementos gráficos, bien sea para la Web o para aplicaciones multimedia. El software incorpora herramientas para la edición de imágenes vectoriales y de imágenes de mapas de bits. Macromedia Fireworks MX[®] posee la capacidad de integrarse con otros productos de Macromedia como FreeHand[®], Dreamweaver[®], Flash[®] y Director[®]. El manejo de las herramientas de dibujo con las que cuenta el paquete es básicamente igual al manejo de las herramientas en cualquier otro programa de dibujo.

En este caso en particular, Macromedia Fireworks MX[®] fue empleado para la elaboración de cada uno de los botones de acceso presentes a lo largo del módulo. Con él se crearon también diferentes figuras que ejemplifican a los hornos de proceso así como algunos de sus componentes.

-*Macromedia Flash MX*[®]

Macromedia Flash MX[®] es un programa diseñado para la creación de películas animadas que pueden ser publicadas bien sea en Internet o en aplicaciones multimedia de entretenimiento o educativas. El programa está dotado de todas las propiedades y funciones que permiten al usuario la creación de animaciones de gran impacto, mediante la incorporación de imágenes bitmaps, imágenes vectoriales, sonidos y la posibilidad de interacción entre el espectador y la animación.

Con la ayuda de este programa y su integración con Macromedia Fireworks MX[®] se lograron desarrollar algunas animaciones que permitieron explicar de manera gráfica

el funcionamiento básico de los hornos de proceso así como también el de algunos de sus componentes. Así mismo, se crearon botones y señales animadas que logran llamar la atención del usuario generando mayor fluidez durante el uso del módulo.

-Macromedia Director MX[®]

Macromedia Director MX[®] es una de las herramientas para la creación de programas multimedia más reconocidas alrededor del mundo. Está diseñado para la creación de software interactivo de la manera más rápida y eficaz posible, sin la necesidad de grandes líneas de codificación, permitiendo la elaboración de multimedia con un rico contenido de audio, video, figuras de mapas de bits, figuras vectoriales, textos, y más, todo de manera integrada.

Macromedia Director MX[®] permitió integrar de manera muy sencilla todos los elementos y objetos desarrollados con otras aplicaciones. Una vez incluidos en el reperto se fueron estructurando junto al texto y otros elementos sobre el escenario hasta lograr cada sección del módulo. Las acciones de cada uno de los botones se llevan a cabo gracias a las líneas codificadas con el lenguaje de programación Lingo.

-Visual Basic 6.0[®]

Visual Basic es un lenguaje de programación visual, denominado también lenguaje de 4ta generación, en donde gran parte de las actividades son realizadas sin codificación. Las tareas se llevan a cabo mediante simples operaciones gráficas a través del ratón sobre la pantalla del computador (Cornell, 1999). Con este programa se desarrolló el módulo de cálculo.

2.3 Creación del módulo teórico

Una vez recopilada, seleccionada y estructurada la información y a partir de los conocimientos adquiridos para el manejo del programa Macromedia Director MX[®] se procedió al desarrollo del módulo teórico para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso.

Se comenzó con el diseño estético de la interfaz computador – usuario procurando que resultara agradable y funcional para el fin con el que fue creado. Así mismo se dedicó tiempo al diseño del menú principal del módulo y a la creación de los elementos que lo conforman (botones de acceso). La resolución especificada en diseño fue de 648 x 486 píxeles.

La información seleccionada fue tabulándose sobre cada ventana de la aplicación, de manera ordenada y acompañada de un gran número de figuras y fotografías referentes a cada contexto. En las ventanas se presentan además los números correspondientes a las referencias bibliográficas de donde se extrajo la información.

Tabulada y estructurada la información se llevó a cabo la creación de los Scripts (Escritura del lenguaje de programación Lingo). De esta manera se consiguió la interactividad de la aplicación, así como también la creación de efectos, tales como: el encendido o cambio de color de los

botones de acceso cuando el cursor del ratón se posa sobre ellos y la emisión de un sonido cuando se pulsan con el ratón.

El módulo teórico incluye además un pequeño glosario en donde se compila una serie de conceptos básicos referentes a la combustión y a los hornos de proceso. Algunos de estos términos están ilustrados. Se procuró hacer fácil y rápido el acceso a los mismos. Igualmente, fue adicionada una galería de fotos, que permitirá al usuario apreciar las características y dimensiones de algunos hornos de proceso y de sus componentes.

Se integraron algunos botones para opciones de audio de tal manera que el usuario puede decidir o no ambientar musicalmente su interacción con la aplicación multimedia. Para ello se hizo uso de la librería de códigos que posee Macromedia Director MX[®], en específico aquellos relacionados con propiedades multimedia (sonido).

2.4 Creación del módulo de cálculo

El módulo de cálculo de hornos de proceso fue desarrollado empleando como herramienta de programación Visual Basic 6.0[®]. Dicho módulo fue dividido en cuatro secciones, en donde el usuario puede acceder al dimensionamiento de cada uno de las secciones del horno (cámara de radiación, sección de convección o chimenea) por separado o al dimensionamiento completo del horno de proceso.

Para la creación de cada sección del módulo cálculo se siguió básicamente la misma metodología, la cual consistió en:

- - Crear el formulario inicial o de entrada, en donde se ubicaron aquellos controles necesarios para la entrada de datos, como lo son: nombre del fluido, flujo másico, presión de entrada, caída de presión permitida, temperaturas de entrada y salida, propiedades físicas, etc. Igualmente se añadieron los controles para la selección del tipo de combustible, eficiencia térmica del equipo, % de aire en exceso y flujo de calor radiante permitido. Los controles usados para la entrada de datos fueron básicamente: cajas de texto, cajas de selección desplegadas y botones de opción.
- - Ubicar en el formulario inicial un botón de comando que permita validar algunos de los datos suministrados por el usuario así como el despliegue de un segundo formulario para la introducción de otras variables requeridas en el proceso de cálculo, por ejemplo: tamaño y longitud de los tubos, número de pasos, etc.
- - Una vez introducidos y validados todos los datos requeridos para el dimensionamiento del horno o de las secciones del mismo, la aplicación despliega un formulario en donde se resumen todas las variables calculadas de mayor importancia que deben ser verificadas por el usuario para considerar el resultado como efectivo o bueno. Por su parte, el programa verifica algunos de estos resultados e indica al usuario si los mismos están fuera de rango y por lo tanto debe regresar y hacer otras consideraciones.

3 Resultados

En esta sección se resumirá brevemente el funcionamiento básico de las pantallas o interfaces más importantes de las secciones en las que fue estructurado el módulo educativo para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso.

3.1 Pantalla de inicio

La pantalla de inicio de la aplicación multimedia desarrollada para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso es la que se muestra en la figura 1. Esta pantalla contiene básicamente los botones de acceso a cada una de las secciones en las que fue estructurada la aplicación, a saber: Bases Teóricas, Módulo de Cálculo, Galería de Fotos, Glosario, Ayuda y el botón Salir. Se incorporó también un botón en la parte inferior derecha de la pantalla de inicio para acceder a los créditos y a las referencias bibliográficas.



Fig. 1. Pantalla de inicio del módulo para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso

El usuario puede identificar fácil y rápidamente todos los botones sobre los cuales puede pulsar con el ratón y acceder a otras secciones, pues los mismos se encienden o cambian de color cuando el cursor del ratón se posa sobre ellos. De la misma manera, al pulsar sobre los botones la aplicación emite un sonido que indica el acceso a la sección deseada.

3.2 Menú inferior

Durante la ejecución de todas las secciones de la aplicación aparecerá en pantalla lo que se ha denominado el menú inferior. Este consta de botones de acceso idénticos a los de la pantalla de inicio del programa. La presencia de estos permitirá al usuario tener un acceso inmediato a cualquiera de las secciones del módulo sin necesidad de regresar a la pantalla inicial o principal.

Por otra parte, fue incorporado junto con el menú inferior un conjunto de controles de audio que permitirá al usuario bien sea: apagar el sonido, detener la melodía en determinado punto y controlar el volumen al cual esté am-

bientada la aplicación. Estos controles se encuentran ubicados al lado derecho del menú inferior (Ver Fig. 2).



Fig. 2. Menú inferior que se encuentra presente a lo largo de todas las secciones en las que está estructurado el módulo de enseñanza

3.3 Pantalla principal de la sección bases teóricas

La Fig. 3 muestra la pantalla principal de la sección denominada Bases Teóricas. A partir de ésta el usuario tiene acceso a cada uno de los aspectos teóricos considerados relevantes para el entendimiento de la combustión y del funcionamiento de los hornos de proceso.

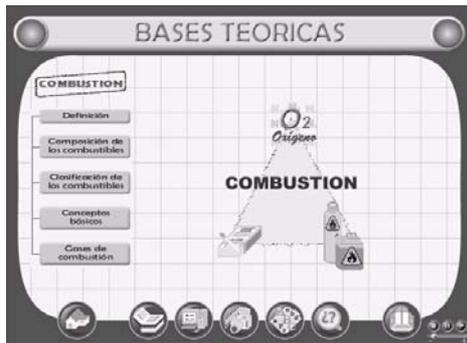


Fig. 3. Pantalla principal del módulo teórico para la enseñanza de Combustión y Hornos de Proceso

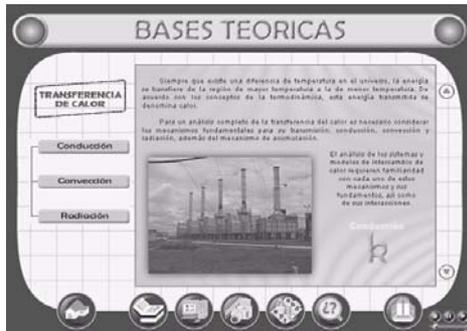
La Fig. 4 muestra las ventanas correspondientes a cada tema incluido en la sección Bases Teóricas. A partir de éstas el usuario tiene acceso a toda la información referente a cada tema, por ejemplo: de la pantalla de Combustión se puede acceder a la definición de la combustión, composición y tipos de combustibles, conceptos básicos relacionados a la combustión, etc; de la pantalla de Transferencia de Calor el usuario puede familiarizarse con cada uno de los mecanismos involucrados en la transferencia de calor; y a partir de la pantalla de Hornos de Proceso puede accederse a la definición de los hornos, su clasificación, sus componentes, su dimensionamiento, entre otros aspectos. El acceso a toda esta información se realiza mediante los botones ubicados a la izquierda de cada pantalla.

3.4 Pantalla principal del módulo de cálculo

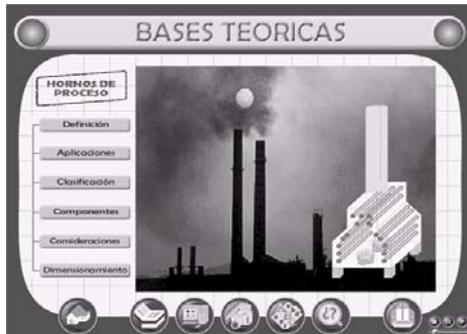
A partir de la pantalla principal del módulo de cálculo (Fig. 5) el usuario puede acceder a cualquiera de los procedimientos de cálculo programados con Visual Basic 6.0. Estos son: dimensionamiento de la sección de radiación, dimensionamiento de la sección de convección, determinación de las dimensiones de la chimenea (Ver Fig. 6, 7 y 8) y dimensionamiento del horno de proceso en conjunto.



COMBUSTIÓN



TRANSFERENCIA DE CALOR



HORNOS DE PROCESO

Fig. 4. Conjunto de pantallas a las que se puede acceder a partir de la sección Bases Teóricas

Esta sección ha sido dividida de dicha manera para hacer flexible el módulo de cálculo, puesto que permitirá al usuario seguir de manera más detallada el dimensionamiento del horno y así decidir si puede o no procesar dos fluidos diferentes en el mismo horno, es decir, uno en la sección de radiación y otro en la sección de convección, como suele suceder en numerosas plantas. Por su parte, el dimensionamiento independiente de la chimenea proporciona la facilidad de integrar un sistema de calentamiento directo (varios hornos) a una chimenea compartida.

Al pulsar el ratón sobre cada botón de esta pantalla se ejecuta mediante código Lingo la aplicación de cálculo correspondiente con extensión .exe desarrollada en Visual Basic 6.0.

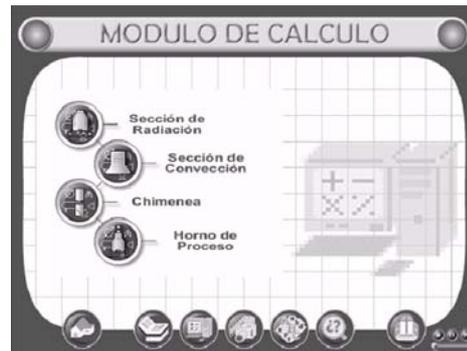


Fig. 5. Pantalla principal de la sección Módulo de Cálculo para el dimensionamiento de hornos de proceso

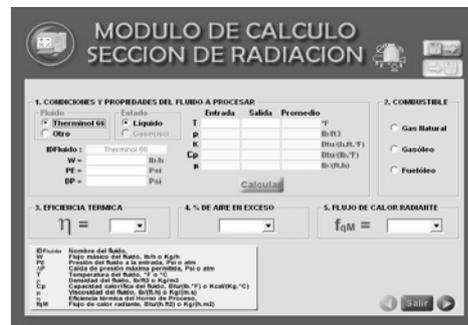


Fig. 6. Pantalla del Módulo de Cálculo de la sección de radiación



Fig. 7. Pantalla del Módulo de Cálculo de la sección de convección

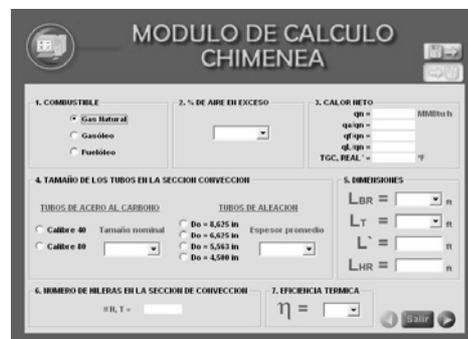


Fig. 8. Pantalla del Módulo de Cálculo de la chimenea

Cabe destacar que se incorporaron al programa todas las propiedades físicas (densidad, conductividad térmica, capacidad calorífica y viscosidad) del Therminol 66 (fluido de calentamiento), de tal manera que el usuario si lo desea dimensione hornos de proceso que sirvan como punto de partida para el desarrollo de sistemas de calentamiento para procesos en donde las cargas térmicas son elevadas y no pueden ser suministradas con vapor de agua (Ver Fig. 9).

Fig. 9. Formulario inicial que debe llenarse cuando se desea dimensionar un horno de proceso con todas sus partes en conjunto

3.5 Pantalla de la sección galería de fotos

La sección Galería de Fotos incluye una gran cantidad de fotografías que permitirán al usuario apreciar las características y dimensiones de algunos hornos de procesos y de sus componentes (Ver Fig.10).



Fig. 10. Interfaz de la Galería de Fotos

3.6 Pantalla principal del glosario

El Glosario contiene todos aquellos términos relacionados con la combustión y los hornos de proceso. Estos se encuentran ordenados alfabéticamente de tal manera que sean de fácil y rápido acceso para el usuario. Algunos de los conceptos aquí incorporados incluyen ilustraciones (Ver Fig. 11).



Fig. 11. Interfaz del Glosario

Conclusiones

- Se desarrolló un módulo educativo para la enseñanza de Combustión y Hornos de proceso, que permite al usuario comprender de manera rápida, sencilla y entretenida todos los conceptos básicos acerca del proceso de combustión así como las características y el funcionamiento general de los calentadores a fuego directo.
- El módulo teórico incluye abundantes figuras, fotografías y animaciones que en conjunto con la capacidad interactiva de la aplicación permiten mantener la atención del usuario al incentivar una mayor cantidad de sentidos.
- La aplicación multimedia incorpora un módulo de cálculo que permite determinar las variables básicas envueltas en la selección y el diseño de un horno, a saber: dimensiones de la caja radiante, superficie radiante, superficie convectiva, dimensiones de la chimenea, caída de presión a través del haz tubular, temperatura de salida de los gases de combustión, etc.
- El software multimedia presenta características muy prácticas que lo hacen excelente para su empleo como herramienta didáctica en los cursos de combustión y materias relacionadas al intercambio de calor.

Referencias

- Abbas A y Al-Bastaki N, 2002, The use of software tools for ChE education. Students' evaluations, Chemical Engineering Education, summer, pp. 236 – 341.
- Andérez J, 2000, Hornos. Material de apoyo de la Especialización en Ingeniería de Protección Integral, Universidad de Los Andes, Venezuela.
- Austin GT, 2000, Manual de procesos químicos en la industria (1ra edición en español), McGraw-Hill, México.
- Basu P, Basu A y Marsh D, 1996, Development of a multimedia-based instructional program, Chemical Engineering Education, Fall, pp.272 – 277.
- Cornell G, 1999, Visual Basic 6,0 – Manual de referencia, (1ra ed, en español), Osborne – McGraw-Hill, España.
- Dávila L, Rennola L y Montoya R, 2005, Programa multi-

- media para la enseñanza de transferencia de calor, *Ciencia e Ingeniería*, 26(2), pp. 51-56.
- Durand AA, 1997, Método corto para el cálculo y diseño de hornos de proceso, *Ingeniería Química*, Diciembre.
- Felder R y Brent R, 2000, Is technology a friend or foe of learning, *chemical engineering education*, Fall 2000, pp. 326 – 327.
- Fenrich F, 1997, Practical guidelines for creating instructional multimedia applications, The Dryden Press, USA.
- Gas Processors Suppliers Association, 1987, Engineering data book, (10th ed.), Gas Processors Association, Tulsa, USA.
- Holman JP, 1998, *Transferencia de Calor* (1ra edición en español), McGraw-Hill, Madrid, España.
- McKetta J, 1998, *Encyclopedia of chemical processing and design*, Edit. Dekker Inc, New York, USA.
- Okkes AG y Badger BV, 1987, Get acid dew point of flue gas, *Hydrocarbon Processing*, July, pp. 53 – 55.
- Ortiz JI, Rennola L y Bullón J, 2004, Módulo educativo multimedia para la enseñanza de dinámica y control de procesos, *Revista Acción Pedagógica*, 13(2).
- Perry R y Chilton C, 1992, *Manual del Ingeniero Químico* (6ta edición), Mc Graw Hill, México.
- Salager JL, 1986, Refinación. Curso: Petróleo II, Universidad de Los Andes, Venezuela.
- Thomas E, 2000, Information technology and ChE education, evolution or revolution? *Chemical Engineering Education*, Fall 2000, pp. 290 – 295.
- Vancini CA, 1982, Program calculates flame temperature, *Chemical Engineering*, March, pp. 133 – 136.
- Villegas E, 1986, El petróleo. Curso: Petróleo I, Universidad de Los Andes, Venezuela.
- Wolf J y Wolf E, 1996, Teaching transport phenomena with interactive computers to the nintendo generation, *Chemical Engineering Education*, Winter, pp. 40 – 45.