

# Programa multimedia para la enseñanza de la industria de la pulpa y el papel

## Multimedia program to teach the pulp and paper industry

Rénnola, Leonardo\* y Fuentes, Mayra.

Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Química  
Mérida, Venezuela. Teléfono/fax: 0274-2402820

\*leonardo@ula.ve

Recibido: 22-11-2007

Revisado: 29-02-2008

### Resumen

*El uso de animaciones, fotografías y videos puede activar los sentidos de manera que amplíe la posibilidad de fijar mayor cantidad de información. Así pues, se tomó la iniciativa de elaborar un Programa Multimedia para la enseñanza de la industria de la Pulpa y Papel, con el objetivo de iniciar al estudiante de ingeniería química en el mundo manufacturero del parque industrial nacional. Se eligieron como lenguajes de programación Microsoft Visual Basic 6.0, Macromedia Dreamweaver MX<sup>®</sup>, Macromedia Flash MX<sup>®</sup> y Maya 3D por ser lenguajes de programación visual que garantizan una interacción usuario-máquina, permiten la creación y vinculación de los módulos autocontrolados y facilitan su ensamblaje. El programa fue denominado FOURDRINIER 1.0, contiene una versatilidad de información de interés, desde la materia prima, procesos envueltos en la fabricación del papel, algunos de los principios y operaciones básicas, hasta el producto final. Se incluyen módulos de historia, galería de imágenes, ambiente y glosario. Adicionalmente, contiene un módulo de cálculo que permite la estimación de las aguas residuales producidas por estas industrias. Se espera que el módulo de enseñanza se convierta en una herramienta de apoyo para profesores y estudiantes, contribuyendo así al mejoramiento de la educación superior en Venezuela.*

**Palabras clave:** Educación, multimedia, pulpa, papel.

### Abstract

*The use of animations, photos and video can activate the human senses in such a way to understand better the information received. By using the advantages of the multimedia, it was decided to develop an application for teaching of The Pulp and Paper Industry. One of the goals of the program is to introduce the chemical engineer student to the Venezuelan national park industry. The program packages Microsoft Visual Basic 6.0<sup>®</sup>, Macromedia Flash MX<sup>®</sup>, Macromedia Dreamweaver MX<sup>®</sup> and Maya 3D were chosen for being visual programming languages which guarantee an interaction machine-user, allow the creation and relation among the self controlled modules and facilitate the final assembly. The program was named FOURDRINIER 1.0. It includes great quantity of information from its raw material, the process of producing paper, some principles and basic operations through the final product. It was also included modules of History, Gallery of pictures, Environment and a Glossary of terms. The Computing Module, allows the determination of the wastewater produced by these industries. The multimedia software developed may become useful as a support tool in the education at university levels in Venezuela.*

**Key words:** Education, multimedia, pulp, paper.

### 1 Introducción

El sistema tradicional de enseñanza para la transmisión de información está siendo sometido a diversos cambios en

la actualidad. 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.

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 (2005) publicaron un trabajo sobre educación multimedia para la enseñanza de Dinámica y Control de procesos. Adicionalmente, Dávila, Rennola y Mon-

toya (2005) realizaron un programa multimedia para la enseñanza de transferencia de calor. Muchizuki y Rennola (2006) desarrollaron un programa multimedia para la enseñanza de combustión y hornos de proceso. Todos los trabajos mencionados anteriormente pretenden incorporar la multimedia en la instrucción de la ingeniería química.

Debido a la elevada importancia que tiene el conocimiento de las diferentes industrias donde podrían desempeñarse los futuros ingenieros químicos, y considerando la cantidad de operaciones unitarias envueltas, se tomó la iniciativa de elaborar un programa multimedia que permitiera introducir los conceptos básicos relacionados con la industria de la pulpa y el papel. El paquete de enseñanza incluye, además de conceptos teóricos, una gran cantidad de imágenes y animaciones que permiten al estudiante familiarizarse, de manera interactiva (i.e. oprimiendo botones), con cada componente de la industria de la pulpa y el papel. El módulo también dispone de una galería fotográfica que muestra al usuario las características del procesamiento de la pulpa y papel en plantas reales.

Por otra parte, se desarrolló un módulo de cálculo que permite estimar la cantidad de agua residual que se produce en las diferentes secciones de una planta de papel.

## 2 Metodología

La metodología utilizada para el diseño instruccional del programa es la expuesta por Dick y Carey citada por Fenrich (1997). Esta metodología está compuesta de 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 la industria de la pulpa y el papel, a un estudiante de ingeniería química de nivel de pregrado avanzado.

El programa se limita a mostrar los elementos involucrados en la manufactura de la pulpa y la producción de papel. Adicionalmente, el programa permite realizar los cálculos de la producción de aguas residuales en un proceso de pulpa Kraft y la máquina papelera.

Para lograr una transición rápida al contenido de interés del programa el estudiante debe poseer los conocimientos mínimos de manejo de aplicaciones interactivas tipo web.

El uso de videos, animaciones, imágenes fijas, textos y sonidos fue enfatizado para conseguir la motivación por el material.

La navegación a través del programa se realizó creando pantallas con un formato adecuado, de uso intuitivo, con

menús controlados por simples aplicaciones de botones y considerando todos los errores posibles a cometer por los usuarios para alertarlos.

Se estructuró el contenido de tal forma que el aprendizaje se lograra de una forma continua. 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 construcción 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 desarrollo del programa multimedia para la enseñanza de la industria de la pulpa y el papel constó de cuatro (4) etapas básicas generales:

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

### **3 Búsqueda, recopilación, selección y estructuración del contenido teórico**

Los fundamentos teóricos incluidos en el módulo fueron obtenidos de referencias bibliográficas relacionadas con la industria de la pulpa y el papel (Rojas 2003, TAPPI 1997, 1999, MAMPA 1998, Casey 1991), enciclopedias de procesos químicos (McKetta 1998), manuales técnicos (Austin 2000, Perry 1992), Internet (Lee 2006, Biermann 2006), etc.

La información fue seleccionada y estructurada de tal manera que le permita al usuario el entendimiento rápido y fácil de cada uno de los temas incluidos en el módulo. Para ello se dividió la información recopilada en siete aspectos generales: Química del papel, Preparación y Manejo de la madera, Fabricación de pulpa, Obtención de pasta celulósica, Sección húmeda, Secado y Acabado, y Producto.

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

### **4 Aprendizaje en el manejo de los programas empleados**

Los programas utilizados para el desarrollo del programa fueron los siguientes:

#### **4.1 Macromedia Dreamweaver MX<sup>®</sup>**

Las funciones de edición visual de Dreamweaver permiten crear páginas Web de forma rápida, sin escribir una sola línea de código. Dreamweaver también contiene herramientas que facilitan la adición de activos de Flash a las páginas web.

Con la ayuda de este programa se crearon y diseñaron los contenidos interactivos dinámicos con gráficos e imágenes.

#### **4.2 Macromedia Flash MX<sup>®</sup>**

Macromedia Flash MX<sup>®</sup> 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 Dreamweaver MX<sup>®</sup> se lograron desarrollar algunas animaciones que permiten explicar de manera gráfica el funcionamiento de los procesos envueltos en el procesamiento de la madera y la producción de la pulpa. Así mismo, se crearon botones y señales animadas que logran llamar la atención del usuario generando mayor fluidez durante el uso del módulo.

#### **4.3 Maya 3D<sup>®</sup>**

En Maya 3D<sup>®</sup> se pueden crear y explorar objetos con tres dimensiones y darles forma y vida para ser mostrados en pantalla como imágenes, o secuencia de ellas. Crear una animación en Maya involucra la manipulación de muchos elementos gráficos tales como curvas, superficies, texturas y luces. La información sobre estos elementos es guardada como valores numéricos que pueden ser visualizados de muchas maneras. Se utilizó este programa para realizar algunas de las animaciones.

#### **4.4-Visual Basic 6.0<sup>®</sup>**

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.

### **5 Creación del módulo teórico**

Una vez recopilada, seleccionada y estructurada la in-

formación y a partir de los conocimientos adquiridos para el manejo de los diferentes programas se procedió al desarrollo del módulo teórico.

Se comenzó con el diseño estético de la interfaz de 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 información seleccionada fue tabulándose sobre cada ventana de la aplicación, de manera ordenada y acompañada de figuras y fotografías referentes a cada contexto.

El módulo teórico incluye además un pequeño glosario en donde se compila una serie de conceptos básicos referentes a la industria de la pulpa y el papel. 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 de los equipos y procesos encontrados en la industria de la pulpa y el papel.

## 6 Creación del módulo de cálculo

El módulo de cálculo del programa multimedia fue desarrollado empleando como herramienta de programación Visual Basic 6.0<sup>®</sup>. Este módulo consiste básicamente en dos cálculos, la estimación de aguas residuales para pulpa Kraft y para la máquina de papel, dentro de un rango de estudio, que se podrá apreciar en los comentarios antes de iniciar la estimación, para así garantizar la confiabilidad de los resultados.

El módulo de cálculo, además de estimar las aguas residuales, presenta diagramas, de manera de que el usuario ubique el efluente dentro del proceso. También se muestran las suposiciones que se consideran para cada estimación.

## 7 Resultados

En este capítulo se resumirá brevemente el funcionamiento básico de las pantallas o interfaces más importantes de las secciones en las que fue estructurado el programa multimedia para la enseñanza de la industria de la pulpa y el papel.

### 7.1 Pantalla de inicio

La pantalla de inicio de la aplicación multimedia desarrollada para la enseñanza de la industria de la pulpa y el papel es la que se muestra en la Fig. 1. Esta pantalla contiene básicamente los botones de acceso a cada una de las secciones en las que fue estructurada la aplicación, a saber: Química del papel, Preparación y Manejo de la madera, Fabricación de pulpa, Obtención de pasta celulósica, Sección húmeda, Secado y Acabado y Producto. En la parte inferior de la pantalla se incorporaron también los botones de Galería de imágenes, Historia, Cálculo, Glosario y Salir. En la esquina superior derecha se observa el botón ambiente.



Fig. 1 Pantalla de inicio del programa multimedia para la enseñanza de la industria de la pulpa y el papel

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 (Ver Fig. 2).



Fig. 2. Posicionamiento sobre los botones de la pantalla de inicio



Fig. 2. (cont.) Posicionamiento sobre los botones de la pantalla de inicio

### 7.2 Pantalla principal de la sección bases teóricas

La Fig. 3 muestra la pantalla principal de la sección denominada Química del Papel. A partir de ésta el usuario tiene acceso a cada uno de los aspectos teóricos considerados relevantes para la comprensión de lo referente a la química del papel. A partir de esta pantalla se pueden acceder a las subsecciones: Fibras, Sustancias interferentes, Agentes de resistencia, Encolado, Aditivos y Pigmentos.



Fig. 3. Primera pantalla de la sección Química del Papel

La Fig. 4 muestra la ventana correspondiente a Preparación y manejo de la madera. A partir de ésta el usuario tiene acceso a información referente: manejo de la madera, descortezado de la madera, astillado de la madera, cernido de la madera y manejo de las astillas. El acceso a toda esta información se realiza mediante los botones ubicados a la izquierda de la pantalla.



Fig. 4. Pantalla preparación y manejo de la madera

Las demás secciones presentan pantallas similares donde se puede obtener información amplia sobre los temas en cuestión.

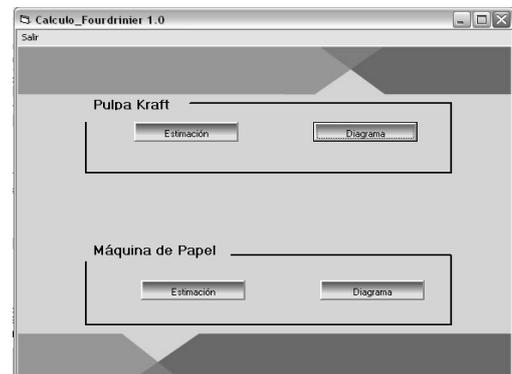


Fig. 5. Pantalla principal de la sección Módulo de Cálculo

### 7.3 Pantalla principal del módulo de cálculo

Para iniciar la aplicación de este módulo debemos pulsar el botón de Cálculo, sobre la plataforma principal, en el menú principal. Este módulo consiste básicamente en dos cálculos, la estimación de aguas residuales para pulpa Kraft y para la máquina de papel. Al oprimir el botón Cálculo aparece la pantalla que se muestra en la Fig. 5. Al oprimir cualquiera de los dos botones de diagrama aparece un diagrama de flujo del proceso completo (Ver Figs. 6 y 7). Al posicionarse en los equipos y oprimir el botón izquierdo del ratón se despliega una información sobre el balance de masa del caso bajo estudio. Al oprimir el botón Estimación se despliega un menú donde se introducen los datos necesarios para realizar el balance de masa con su asociado balance de

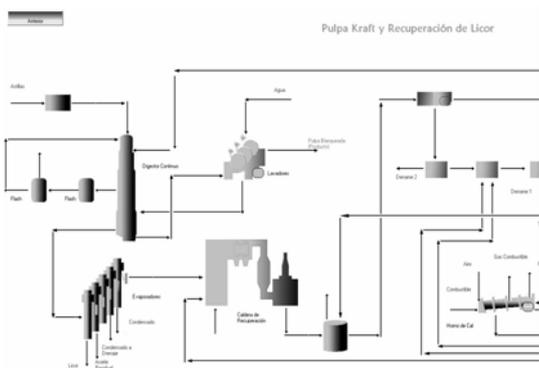


Fig. 6. Pantalla del Módulo de Cálculo donde se muestra el diagrama de una planta de pulpa Kraft

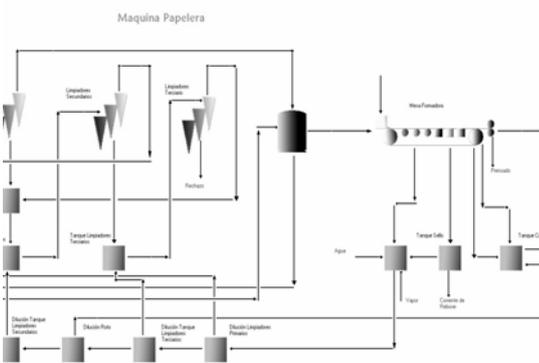


Fig. 7. Pantalla del Módulo de Cálculo donde se muestra el diagrama de una máquina de papel

Este formulario, titulado 'Alimentación Pulpa Kraft', permite introducir datos para el cálculo. Incluye campos para:
 

- Flujo de licor:** 200 t/h
- Consistencia:** 50 %
- Pulpa:** 100 %
- Total Sólido Suspensos:** 100 t/h

 El formulario tiene un botón 'Ok' y una barra de navegación con 'Menu Principal', 'Anterior' y 'Siguiente'.

Fig. 8. Pantalla del Módulo de Cálculo, introducción de datos

aguas residuales. La Fig. 8 muestra la pantalla de introducción de datos.

La pantalla de los datos requeridos aparece al colocar el cursor en la corriente de entrada y oprimir el botón izquierdo del ratón. Si se oprime el botón *Siguiente* se pueden observar los resultados obtenidos en cada uno de los equipos que componen la planta Kraft.

#### 7.4 Pantalla de la sección galería de imágenes

La sección Galería de Fotos incluye una gran cantidad de fotografías que permitirán al usuario apreciar las características y dimensiones de algunos de los equipos encontrados en plantas de pulpa y papel (Ver Fig. 9).



Fig. 9. Pantalla de Galería de imágenes

#### 7.5 Pantalla principal del glosario

El Glosario (Ver Fig. 10 ) contiene todos aquellos términos relacionados con la industria de pulpa y papel. 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.



Fig. 10. Pantalla del Glosario

#### 7.6 Pantalla de la sección Historia

Permite reseñar la evolución de la industria de pulpa y papel, haciendo una cronología en la historia, como el papel nace en China y Japón, la expansión hacia occidente, la llegada del papel a Europa y el papel en América. Además permite dar una breve descripción de los materiales usados (Ver Fig. 11).

#### 7.7 Pantalla de la sección Ambiente

Este módulo surge con la idea de citar las actuales presiones en torno al tema ambiental y la necesidad de tomar decisiones. El módulo desglosa la mitigación, la preven-

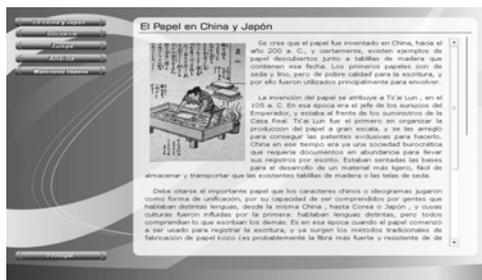


Fig. 11. Pantalla de Historia

ción, explica además lo concerniente al reciclado, tal como las fases del proceso y muestra brevemente la contaminación de agua y aire en estas industrias (Ver Fig. 12).



Fig. 12. Pantalla de Ambiente

## 8 Conclusiones

Se desarrolló un módulo educativo para la enseñanza de la Industria de la Pulpa y el Papel, que permite al usuario comprender de manera rápida, sencilla y entretenida todos los conceptos básicos acerca de esta industria.

El módulo teórico incluye abundantes figuras, fotografías y animaciones que en conjunto con la capacidad interactiva del programa permiten mantener la atención del usuario al incentivar una mayor cantidad de sentidos.

El programa multimedia presenta características muy prácticas que lo hacen apropiado para su empleo como herramienta didáctica de complemento a clases en presencia de un profesor.

## Bibliografía

Abbas A y Al-Bastaki N, 2002, The use of software tools for ChE education. students' Evaluations, Chemical Engi-

neering Education. Summer. pp 236-341.

Austin G, 2000, Manual de procesos químicos en la industria ,1ra ed. 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.

Biermann J, Producción de papel, Recuperado el día 12 de febrero del 2006 en <http://www.mundotutoriales.com>.

Casey JP, 1991, Pulpa y papel, química y tecnología química, Volumen 2, 1ra Ed, Limusa, México.

Cornell G, 1999, Visual Basic 6.0, Manual de referencia, 1ra ed. en español, McGraw-Hill, España.

Dávila L, Rennola L y Montoya R, 2005, Programa multimedia para la enseñanza de transferencia de calor, Revista Ciencia e Ingeniería, 26(2), pp 51-56.

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.

Lee G, Industria de pulpa y papel, Recuperado el día 12 de febrero del 2006 en <http://aula.elmundo.es/aula>.

McKetta J, 1998, Encyclopedia of chemical processing & design, Ed. Dekker Inc, New York, USA.

MANPA, 1998, Proceso de fabricación del papel: Mesa Formadora, Prensado, Secado, Aragua, Venezuela.

Mochizuki T y Rennola L., 2006, Programa multimedia para la enseñanza de combustión y hornos de proceso, Revista Ciencia e Ingeniería, 27(1), pp 31-38.

Ortiz JI, Rennola L y Bullón J, 2004, Módulo educativo multimedia para la enseñanza de dinámica y control de procesos, Revista Acción Pedagógica, 14, pp 96-103.

Perry R, y Chilton C, 1992, Manual del ingeniero químico, 6ta ed., Mc Graw Hill, México.

Rojas O, 2003, Química del papel. CENPAPEL, Pereira, Colombia.

TAPPI 1997, How paper is made an overview of pulping and papermaking from woodyard to finished product, Versión modulada, Atlanta, USA.

TAPPI, 1999, TIPs, Atlanta, USA.

Thomas E, 2000, Information technology and ChE education, evolution or revolution? Chemical Engineering Education, Fall 2000, pp 290-295.

Wolf J y Wolf E, 1996, Teaching transport phenomena with interactive computers to the nintendo generation, Chemical Engineering Educ., Winter, pp 40-45.

