

**SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA PARA LA OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES
DE TIRO FORZADO TIPO D**

**RODOLFO ALBERTO CACERES RUEDA
ALEXANDER CASTRO TORRES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÌAS FÍSICO MECÀNICAS
ESCUELA DE INGENIERÌA MECÀNICA
BUCARAMANGA**

2005

**SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA PARA LA OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES
DE TIRO FORZADO TIPO D**

RODOLFO ALBERTO CACERES RUEDA

ALEXANDER CASTRO TORRES

**Trabajo de grado presentado como requisito
parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico.**

**Director
OMAR A. GEVEZ AROCHA
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ingeniero JOSÉ VICENTE PICO RODRIGUEZ, Jefe de Departamento de Paradas de Planta y Administración de Proyectos ECOPETROL S.A. Gerencia Complejo Barrancabermeja (GCB).

Ingeniero ARMANDO ROA, Planeador y Programador Mantenimiento Calderas GCB.

Al Ingeniero JHON FREDDY VARGAS CELIS, Líder Mantenimiento Calderas GCB, por su colaboración como codirector del Proyecto.

Al Operador CARLOS MENESES, Servicios Industriales, Unidad 2700 Balance, Por sus acertadas opiniones.

Al Profesor OMAR A. GÈLVEZ AROCHA, por su asesoría y apoyo como director de proyecto.

A DIOS quién me guía y fortalece para disponer de la mejor
actitud en cada una de las situaciones de mi vida.

A mi familia, por su confianza y apoyo para mi realización profesional.

Sin ellos muy difícilmente hubiese logrado cumplir está
importante meta dentro de mi proyecto de vida,
ser un ingeniero al servicio de la ciencia y la comunidad.

A mi universidad, la UIS, por darme la oportunidad de prepararme
y educarme profesionalmente contando con la enseñanza
de excelentes docentes y el compartir cultural de mis compañeros.

Rodolfo Alberto

A ECOPETROL S.A. por brindarme la oportunidad de afianzar mis conocimientos universitarios en pro de mi crecimiento profesional.

A José V. Pico, Jefe de PPY, por brindarme los medios para el mejor desarrollo de mis actividades en la GCB.

A mi familia, por su confianza y apoyo para mi realización profesional.

Sin ellos muy difícilmente hubiese logrado cumplir esta importante meta dentro de mi proyecto de vida, ser un ingeniero al servicio de la ciencia y la comunidad.

A todos aquellos que de una u otra manera me brindaron la posibilidad de aprender y compartir en actividades formativas.

Alexander

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos.	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
2. EL SOFTWARE EDUCATIVO EN LA INGENIERÍA	7
2.1 EL SOFTWARE AL SERVICIO DE LA EDUCACIÓN	7
2.1.1 La informática y la educación	7
2.1.2 Factores que favorecen el uso del computador en la educación.	8
2.1.3 Módulos educativos Multimedia (MEMs).	9
2.1.4 Tecnología Multimedia	24
3. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS	27
3.1 ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS	27
3.2 CLASES DE NECESIDADES EDUCATIVAS	28
3.2.1 Necesidades Normativas	29
3.2.2 Necesidades Sentidas	29
3.2.3 Necesidad Expresada o Demandada	29

3.2.4 Necesidad Comparativa	30
3.2.5 Necesidad Futura o Anticipada	30
3.3 FUENTES PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES EDUCATIVAS	30
3.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR NECESIDADES EDUCATIVAS	31
3.4.1 Consulta a fuentes de información apropiadas e identificación de problemas educativos	31
3.4.2 Análisis de las posibles causas de los problemas detectados	32
3.4.3 Análisis de alternativas de solución	33
3.5 ESTABLECIMIENTO DEL ROL DEL COMPUTADOR	34
3.6 REQUISITOS	35
3.7 SELECCIÓN O PLANEACIÓN DEL MEC	36
4. SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS POR MEDIO DEL MEC SEMOCA	37
4.1 PAUTAS DE OPERACIÓN DE UNA CALDERA	37
4.1.1 Definición	37
4.1.2 Variables de diseño	38
4.1.3 Eficiencia	39
4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO - FORMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES	41
4.2.1 La inspección en el mantenimiento	42
4.2.2 Frecuencia y programación de inspecciones	44
4.2.3 Programación de inspección de ECOPETROL S.A.	45
4.2.4 Normas de seguridad	45

4.2.5 Preparación para la inspección	47
4.3 DISEÑO EDUCATIVO	48
4.3.1 Entorno para el diseño del MEC	48
4.3.2 Diseño educativo	55
4.3.3 Diseño comunicacional	60
4.3.4 Diseño computacional	61
5. EL SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES DE TIRO FORZADO TIPO D	64
5.1 DESCRIPCIÓN DEL MEC OBTENIDO	64
5.1.1 Intro SEMOCA	64
5.1.2 Pantallazo de Inicio	65
5.1.3 Herramientas de navegación	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Necesidades educativas.	29
Tabla 2. Ejes temáticos para el software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de calderas acuatubulares.	51
Tabla 3. Esquema de la estructura lógica del MEC.	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. La informática y la educación	7
Figura 2. Costos del computador en la educación.	8
Figura 3. La preocupación por estudiar informática.	9
Figura 4. Ejemplo de sistema tutorial.	11
Figura 5. Ejemplo de simulador y juego educativo.	13
Figura 6. Interacción del usuario con el micromundo.	14
Figura 7. El sistema experto razona acerca de un dominio rico en conocimientos.	14
Figura 8. Los sti muestran un comportamiento inteligente y adaptivo.	15
Figura 9. Relevancia.	16
Figura 10. Aplicación de los conceptos aprendidos en su vida.	17
Figura 11. Etapas en la realización de un MEC.	18
Figura 12. Ejemplo de zona de trabajo.	20
Figura 13. Ejemplo de zona de control de flujo y del ritmo en el micromundo.	21
Figura 14. Ejemplo de zona de contexto para la acción.	21
Figura 15. Diseño computacional.	22
Figura 16. Prueba piloto de MEMs.	23
Figura 17. Prueba de Campo de MEMs.	23
Figura 18. Etapas en la realización de un MEM.	25
Figura 19. Sellado de la Caldera.	46

Figura 20. Entorno de Evaluación SEMOCA.	58
Figura 21. Acceso a la Evaluación desde el Menú Horizontal.	58
Figura 22. Instrucciones y cláusulas de uso.	59
Figura 23. Preguntas Evaluación SEMOCA.	60
Figura 24. Intro SEMOCA.	65
Figura 25. Pantallazo de Inicio.	66
Figura 26. Menú vertical de SEMOCA.	66
Figura 27. Menú Horizontal de SEMOCA..	68
Figura 28. Menú Vertical de SEMOCA.	70
Figura 29. Menú Horizontal de SEMOCA.	70
Figura 30. Vínculos de Contenido.	71
Figura 31. Vínculo “Subir”.	71

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Un disco compacto, SEMOCA formato CD-R. Tres discos compactos. Formato CD-R Mantenimiento deshollinadores	78

RESUMEN

TÍTULO:

SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES DE TIRO FORZADO TIPO D.*

AUTORES: Rodolfo Alberto Cáceres Rueda.
Alexander Castro Torres.**

PALABRAS CLAVES:

Calderas Acuotubulares, Vapor, Ingeniería, Mecánica, Software, Mantenimiento, Operación.

DESCRIPCIÓN

La generación de vapor se utiliza en todo tipo de industrias de transformación de materias primas: química, alimentos y bebidas, textiles, industria de los cosméticos y jabones, lavanderías y otras como la producción de energía eléctrica a través del vapor. En este sentido las calderas acuotubulares cobran vital importancia.

Tales equipos que funcionan con combustible, ya sea sólido, líquido o gaseoso, requieren de una adecuada operación y gestión de mantenimiento, así como también de una completa logística de capacitación y entrenamiento luego de una rigurosa selección de personal para su manejo, a fin de lograr satisfactorios resultados.

Este trabajo tiene como objetivo poner a consideración de los trabajadores de la Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPEL S.A., a toda la comunidad universitaria y especialmente a los compañeros de ingeniería mecánica, un compendio de consulta y estudio sobre la operación y mantenimiento de calderas acuotubulares de tiro forzado tipo D, a través de un software educativo multimedia, en el cual se encontrará una serie de módulos, permitiendo al usuario acceder a la información por medio de hipervínculos, con los podrá ubicarse de un punto a otro y hallará un ambiente gráfico, sonoro e interactivo, y servirá como complemento de las labores educativas e investigativas, brindando un acercamiento entre universidad – industria y mantenedor – equipo.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Omar Gévez.

SUMMARY

TITLE:

MULTIMEDIA EDUCATIONAL SOFTWARE FOR OPERATION AND MAINTENANCE OF TYPE D FORCED-DRAFT WATERTUBE BOILERS.*

AUTHORS: Rodolfo Alberto Cáceres Rueda.
Alexander Castro Torres.**

KEY WORDS:

Watertube boilers, Steam, Engineering, Mechanical, Software, Maintenance, Operation.

DESCRIPTION

The steam generation is used in all type of industries of transformation of raw materials: chemistry, foods and drinks, textiles, industry of cosmetics and soaps, laundries and others like the production of electrical energy through the steam. In this sense the Watertube boilers receive vital importance.

Such equipment that works with fuel, or solid, liquid or gaseous, requires of a suitable operation and management of maintenance, as well as of one complete logistic of qualification and training after a rigorous selection of personnel for their handling, in order to obtain satisfactory results.

This work must like objective put to consideration of the workers of the Companies Colombiana de Petroleum, ECOPETROL S.A., to all the university community and specially to the companions of mechanical engineering, a compendium of consultation and study on the operation and maintenance of Watertube boilers of D type forced-Draft, through an educative software multimedia, in which will be a series of modules, allowing to the user to accede to the information by means of hyperlinks, with will be able to be located them from a point to another one and will find a graphical, sonorous and interactive atmosphere, and will serve as complement of the educative and investigative workings, offering an approach between university - industry and maintainer - equipment.

* Degree Project.

**Physical -Mechanical Engineer Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Omar Gélvez

INTRODUCCIÓN

Se ha vuelto ineludible analizar las relaciones entre informática y educación, con el fin de aprovechar el potencial educativo que puede tener el uso de computadores en este sector, en los diferentes niveles y modalidades.

Así mismo, la relativa y creciente apertura hacia el uso del computador en la educación, parece también estar relacionada con el impacto que la computación ha tenido en el mundo moderno. Es así como la informática educativa día a día se convierte en un medio eficaz para apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que en los Materiales Educativos Computarizados (MECs), se pueden recrear situaciones reales y motivantes para el estudiante, facilitando la comprensión y asimilación del conocimiento que se desea transmitir.

La labor de crear un MEC y de encontrar caminos que le ayuden al estudiante a mejorar y profundizar en su proceso de aprendizaje, ha sido y será siempre un reto para el educador. Así mismo a nivel universitario, y más específicamente en el contexto de Ingeniería Mecánica, relacionado éste con la operación y mantenimiento de equipos industriales no es la excepción a esta regla. Por lo tanto, el diseño e implementación del software presentado en este trabajo de grado surgió precisamente de esta situación y es el resultado de la búsqueda de un material que apoye los conceptos teóricos relacionados con termodinámica, control, transferencia de calor y mantenimiento, adquiridos en las materias de pregrado y sobre todo los aspectos prácticos de operación y mantenimiento de calderas acuotubulares de tiro forzado tipo D, que a nivel industrial representan la aplicabilidad de la cátedra universitaria, los cuales forman en el alumno elementos de juicio en

el momento de enfocar el estudio y el manejo de problemas relacionados con el área. Y una vez asimilado el curso completo por medio del software tenga los conceptos prácticos de la manera en que se lleva a cabo la operación y el mantenimiento, éste último mediante un Plan Detallado de Trabajo (PDT), que representa la programación del mantenimiento de este tipo de equipos.

El software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de calderas acuotubulares de tiro forzado tipo D (SEMOCA), es todo un compendio de información de tipo teórico y práctica apoyada con elementos visuales y sonoros divididos en cinco módulos que son: Fundamentos teóricos, Calderas acuotubulares, Operación de Calderas Acuotubulares, Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D y anexos. Cada uno de estos módulos tiene submódulos que contienen la información que va a ser investigada por el usuario. Además de estos cinco módulos el software brinda la oportunidad de acceder a una gran cantidad de información visual relacionada con la descripción, funcionamiento, términos desconocidos, mantenimiento y también información bibliográfica relacionada con calderas acuotubulares.

En este trabajo se encuentran los lineamientos que se tuvieron en cuenta para la creación de Software Educativo Multimedia para la Operación y Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D (SEMOCA), los cuales esperan sirvan como catapulta para la elaboración de otros proyectos educativos en las diversas áreas de la ingeniería, fomentando así la revolución educacional por medio del computador.

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General. Continuar con la misión de la Universidad de atender y dar solución a diferentes necesidades no solo en la Industria Colombiana sino también en ella misma, encaminada esta, en la mejora de la disponibilidad de información relacionada con procedimientos de mantenimiento de equipos industriales.

1.1.2 Objetivos Específicos.

- Brindar al estudiante los conocimientos sobre los procedimientos, manuales, especificaciones técnicas, materiales usados, técnicas de control, limpieza, suministro de carga, de los distintos sistemas con que cuenta una caldera acuotubular, en el momento de llevarse a cabo el mantenimiento general en ella.
- Disponer de un excelente paquete de información amigable al usuario como consulta y capacitación sobre los fundamentos teórico y prácticos a tener en cuenta en el mantenimiento de calderas acuotubulares, no solo para el estudiante de Ingeniería sino también del personal encargado de la mejora de la disponibilidad y confiabilidad mecánica de dichos equipos en la Gerencia Complejo Barrancabermeja ECOPETROL S.A.
- Desarrollar un software tutorial multimedia ejecutable en las plataformas de los sistemas operativos Windows 95, 98,2000 y XP, con base en las herramientas de programación de macromedia, soportado con elementos

visuales, sonoros y didácticos, como videos y fotos de reparaciones en planta, de gran ayuda visual para el complemento de las labores educativas e investigativas, facilitando el acercamiento universidad - industria y mantenedor - equipo.

- Estructurar la información del software tutorial multimedia para que brinde al usuario la rápida y fácil comprensión de la información, la cual esta compuesta por diferentes módulos y capítulos. Además se dispondrá de una evaluación sobre los conceptos aprendidos para cada modulo con su respectiva corrección en caso de respuestas equivocadas lo cual facilita el control y seguimiento del aprendizaje. Por lo tanto esta estructura conlleva a una secuencia de aprendizaje adaptable al usuario de acuerdo al nivel de conocimientos del mismo.
- Diseñar una interfaz de usuario amigable e interactiva, con iconos activos en cuanto al contenido, videos, animaciones, facilidades para la impresión, botones de búsqueda y avance de la información de fácil manejo para el usuario, acompañada con música de fondo si el usuario lo prefiere, todo con el objeto de darle al Software una agradable ambientación durante el estudio de la información.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La informática como recurso educativo es una realidad creciente en nuestro medio, cada vez más instituciones están en capacidad de aprovechar las oportunidades que brinda, gracias a una confluencia de factores: equipos más económicos y poderosos, tecnologías de la computación y de la comunicación más blandas pero, sobre todo, gracias a que existe un número considerable de interesados en el tema (profesionales, estudiantes), que

sacan provecho a los recursos informáticos y que tienen acceso a la información que el computador puede ofrecer.

De lo anterior, surge la necesidad de modernizar nuestras formas de comunicación y sobre todo en cuanto a la tecnología computacional, por ello el desarrollo de un Software Educativo Multimedia para la Operación y Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D.

En el software educativo se propone fomentar la educación personalizada, por medio de un computador, en cual el individuo tiene la posibilidad de abrirse a la crítica, a la responsabilidad y a la disciplina de tal forma que descubra su mundo y en el que puede desarrollar todas sus capacidades y libertades individuales.

La educación tradicional concibe al hombre como objeto receptor de información restándole la posibilidad de producir y transformar el conocimiento, la motivación viene de fuera y es suministrada a través de premios o castigos dependiendo de los resultados.

El conocimiento ha estado presente desde siempre y ha sido cultivado por muchas civilizaciones y pueblos, solo hasta ahora empezamos a valorarlo como generador fundamental de riqueza.

Cuando en una empresa prima el conocimiento, éste se convierte en algo que puede ser administrado, cultivado, medido y optimizado, para lograrlo la empresa debe tomar diversas características del conocimiento y que a diferencia de las máquinas debe ser compartido para que se desarrolle y perfeccione. Aplicando a la operación y mantenimiento de equipos, en una empresa se hace indispensable que el conocimiento fluya hasta los puntos donde se requiere para tomar cada decisión y asegure que la información

necesaria para crear el conocimiento sea captada en forma veraz y oportuna. Estas necesidades son suplidas por medio de la producción de un ambiente educativo computarizado que esté al servicio del ingeniero y de quienes acudan a él.

2. EL SOFTWARE EDUCATIVO EN LA INGENIERÍA

2.1 EL SOFTWARE AL SERVICIO DE LA EDUCACIÓN

2.1.1 La informática y la educación. El principal aporte que ofrece la informática a la educación es la interactividad que es posible lograr entre el usuario y el computador. Sin esta posibilidad sería poco probable que este medio pudiera ofrecer algo diferente o mejor que otros medios para promover el aprendizaje.

Figura 1. La informática y la educación.



Fuente. www.portoalegre.rs.gov.br

En el computador es posible combinar diferentes atributos tales como la palabra escrita, el color, las imágenes, las animaciones, los sonidos, además de la interactividad que se logra utilizando dispositivos tales como teclado, mouse, monitor, lápiz electrónico entre otros, a los que se les denomina interfaces. A todo esto se le suma la capacidad de almacenamiento, procesamiento y transmisión de la información. En el computador es posible crear o recrear situaciones que el usuario puede vivir, modificar, repetir,

dentro de una perspectiva conjetural (qué pasa si...) en la que es posible generar y someter a prueba sus propios patrones de pensamiento.¹ Los computadores se pueden utilizar de muchas maneras en educación. Una clasificación predominante es la que propone Robert Taylor², cuando dice que puede servir como tutor, como herramienta y como aprendiz. Esto quiere decir, como medio de enseñanza y aprendizaje (educación apoyada con computador), como herramienta de trabajo (educación complementada con computador) y como objeto de estudio (educación acerca de la computación).

2.1.2 Factores que favorecen el uso del computador en la educación.

Costos: los precios de los computadores han disminuido cada año en un porcentaje significativo.

Figura 2. Costos del computador en la educación.



Fuente. www.redvoltaire.net

Las firmas productoras han introducido al mercado estrategias para captar el sector educativo como donaciones de equipo y entrenamiento a usuarios, haciendo aún más atractivo la adquisición y el uso del computador por parte

¹ GALVIS PANQUEVA, Álvaro H. Ingeniería del software educativo. Santa fe de Bogotá: Ediciones Uniandes, 1992 Primera Edición. p17.

² TAYLOR, R.M. The computer in the school: Tutor, Tool, Tutee. New York: Teacher's College. 1980

de las instituciones educativas. Es así como este factor se ha convertido en un beneficio para la educación.

Interacción y control sobre la máquina: la interactividad produce en el usuario un mayor interés en lo que se está haciendo, algo que no se logra fácilmente y con la misma atracción en las típicas clases de aula. El control sobre la máquina da esa sensación de poder y placer sobre cuándo y cuánto debe aprender.

Papel del público en la informática educativa: hoy en día la introducción de los computadores y la informática se hace cada vez más energética. El uso del computador crece paralelo con la penetración de la informática en el mercado. El público, consciente de lo anterior, ha reaccionado de diferentes maneras, entre ellas están la preocupación por estudiar informática, aprender programación o simplemente “saber de computadores”.

Figura 3. La preocupación por estudiar informática



Fuente. www.cmic.org

2.1.3 Módulos educativos Multimedia (MEMs).

Definición del MEMs. Los Materiales Educativos computacionales (MEMs) son sistemas cuyo objetivo específico es aprovechar las características

propias del computador, principalmente su posibilidad de interacción, con el fin de aprovechar el aprendizaje de un área determinada y suplir una necesidad que ha sido previamente detectada.

Complementan lo que con otros medios y materiales de enseñanza – aprendizaje es difícil de lograr y son particularmente útiles cuando se requieren ambientes difíciles de ejemplificar en clase.

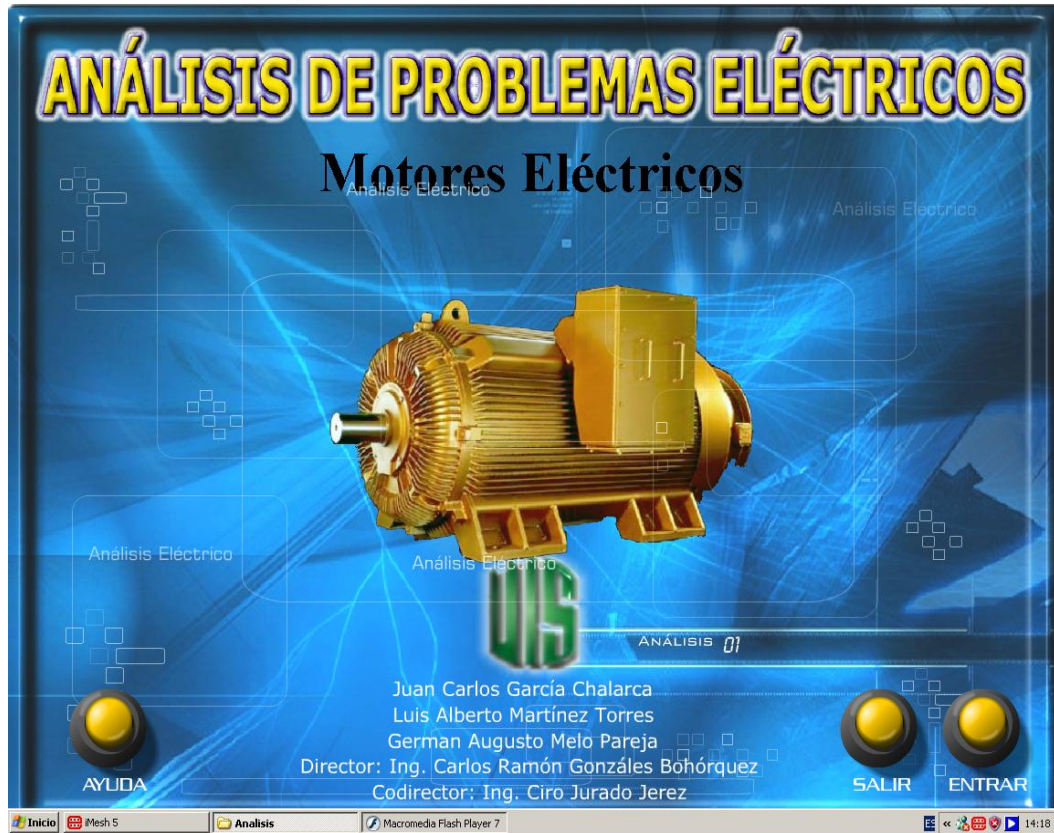
Tipos de Materiales Educativos Multimedia (MEMs). Los MEMs se clasifican según el enfoque educativo que predomina en ellos: Algorítmico o heurístico.

MEMs de tipo Algorítmico: es aquel en que predomina el aprendizaje vía transmisión del conocimiento, desde quien sabe hacia quien lo desea aprender y donde el diseñador presenta secuencias de actividades de aprendizaje que conducen al aprendiz desde donde está hasta donde se desea llegar.

El rol del alumno es asimilar el máximo de lo que se le transmite. Favorece el aprendizaje de tipo reproductivo. Entre los MEMs de tipo algorítmico encontramos:

Sistemas Tutoriales: constan de cuatro fases: la fase introductoria, en la que se genera la motivación, se centra la atención y se favorece la percepción selectiva de lo que se desea que el alumno aprenda; la fase de orientación inicial, en la que se da la codificación, almacenamiento y transferencia de lo aprendido; y la fase de retroalimentación en la que se demuestra lo aprendido y se ofrece retroinformación y refuerzo.

Figura 4. Ejemplo de sistema Tutorial.



Las actividades a desarrollar en el tutorial y en el entorno del aprendizaje dependen de lo que esté enseñando y de su nivel, así como las personas a las que se dirige. Un sistema tutorial se amerita cuando es necesario brindar el conocimiento al alumno, con el fin de que éste lo incorpore y lo afiance, todo esto dentro de un mundo amigable y entretenido.

Sistema de ejercitación y práctica: refuerzan las dos fases finales del proceso de instrucción: aplicación y retroinformación.

Se parte de la base de que mediante el uso de algún otro medio de enseñanza, antes de interactuar con el MEM, el aprendiz ya adquirió

conceptos y destrezas que va a practicar y a afianzar con el uso del sistema.

Los tutoriales y los sistemas de ejercitación y práctica favorecen el aprendizaje de tipo reproductivo. Sin embargo, desempeñan un papel muy importante en el logro de habilidades y destrezas, sean intelectuales o motoras, en las que la ejercitación y la reorientación son fundamentales.

MEM de tipo Heurístico: es aquel en el que predomina el aprendizaje experimental y por descubrimiento, donde el diseñador crea ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar conjeturalmente (qué pasa si...).

El alumno debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamiento, sus propias interpretaciones del mundo, las cuales puede someter a prueba con el MEM.

Favorece el aprendizaje de tipo productivo (análisis, síntesis). Dentro de este tipo de MEMs se encuentran:

Simuladores y juegos educativos: apoyan el aprendizaje de tipo experimental y conjetural, como base para lograr el aprendizaje por descubrimiento. La interacción con un micromundo, en forma semejante a la que se tendría en una situación real, es la fuente del conocimiento.

Las simulaciones intentan apoyar el aprendizaje asemejando situaciones a la realidad. Los juegos pueden o no simular una realidad pero se caracterizan por promover situaciones excitantes o entretenidas.

Figura 5. Ejemplo de Simulador y juego educativo



Fuente. www.biohazcentral.com

Los juegos educativos buscan que dicho entretenimiento sirva de contexto en el aprendizaje de algo, para el desarrollo de ciertas habilidades o destrezas, dependiendo de la naturaleza del juego.

Las simulaciones y los juegos educativos pueden usarse en apoyo de cualquiera de las cuatro fases del aprendizaje: pueden ser solo motivantes, o añadir a esto la oportunidad de descubrir el conocimiento, de afianzarlo practicando en variedad de situaciones y en cada una de ellas recibir información de retorno diferencial. Lo esencial en ambos casos, es que el alumno debe estar siempre activo y procesar la información que el micromundo proporciona.

Lenguajes sintónicos: son lenguajes de computación que no necesitan aprenderse, como su nombre lo indica, el usuario está sintonizado con sus instrucciones y las puede usar naturalmente para interactuar con un

micromundo en el que los comandos son aplicables. La principal utilidad de los lenguajes sintónicos, es servir para el desarrollo de estrategias de pensamiento basadas en el uso de heurísticas de solución de problemas.

Figura 6. Interacción del usuario con el micromundo



Fuente.www.caece.edu.ar

Sistemas expertos: son sistemas de computación capaces de representar y razonar acerca de algún dominio rico en conocimientos, con el propósito de resolver problemas y dar consejo a quienes no son expertos en la materia. A diferencia de simulador, en el que también se pueden vivir experiencias, en un sistema experto es posible obtener explicación sobre el razonamiento seguido por el mismo para llegar a un resultado final.

Figura 7. El sistema experto razona acerca de un dominio rico en conocimientos



Fuente.www.col.itesm.mx

Los sistemas expertos se ameritan cuando lo que se desea aprender es lo que sabe un experto en la materia, conocimiento que no siempre está bien definido o completo, pero que es complejo y combina reglas de trabajo con reglas de raciocinio.

Sistemas tutoriales inteligentes (STI): no pueden ubicarse en una sola de las dos grandes categorías de MEMs, debido a que el sistema tutorial inteligente se caracteriza por mostrar un comportamiento inteligente adaptivo, es decir, adapta el tratamiento educativo en función de aquello que se desea aprender y de las características y desempeño del aprendiz.

Figura 8. Los STI muestran un comportamiento Inteligente y adaptivo.



Fuente. www.dic.uchile.cl

Un STI se amerita cuando, además de desear alcanzar algún nivel de experiencia en un área de contenido, interesa que el sistema asuma las funciones de adaptación y apoyo al aprendiz, en forma semejante a como lo haría un experto en la enseñanza del tema.

Criterios para la realización de MEMs. Se sugieren los siguientes criterios para la planeación, realización o adquisición de MEMs³:

Relevancia: el MEM debe ser adecuado a las necesidades típicas de los alumnos, tiene que ver con el contexto en el cual se enseñan las diferentes materias. Este factor enfatiza en lo que es significativo.

Figura 9. Relevancia



Fuente. www.mifreud.blogger.com.br

Identificación: hace referencia a los intereses y las necesidades a las cuales se pretende apoyar y/o dar solución.

³ CRADWICK, Chifton B. Constantes y criterios en el currículo: Ideas para uso más eficaz de computadoras en educación. P. 141-147. En: BOLETÍN DE INFORMATICA EDUCATIVA: Materiales Educativos Multimedia/Grupo de investigación de Informática educativa de la U. De los Andes COLCIENCIAS, 1988. Trimesral. SIN 0121-0769.

Equidad: es decir que no aumente diferencias de aprendizaje entre alumnos de diferentes estratos, e igualdad de acceso al sistema.

Factibilidad de la enseñanza: se refiere al grado de éxito que tendrá una situación de enseñanza –aprendizaje con los objetivos del currículo, tiene que ver también con lo que es posible lograr con cada tipo de software educativo y con las funciones que el profesor debe asumir para hacer efectivo el potencial educativo que tiene cada tipo de material.

Eficacia: se refiere a la calidad del MEM, a la cantidad y calidad de lo aprendido, así como el número de alumnos que alcancen tales cantidades.

Eficiencia: es el grado en el que se alcanzan los objetivos dentro de los recursos disponibles.

Transferencia: relaciona el grado de generalización del aprendizaje hacia las situaciones nuevas. Es la capacidad de los alumnos de utilizar en su vida algo aprendido con anterioridad en el aula de clase.

Figura 10. Aplicación de los conceptos aprendidos en su vida

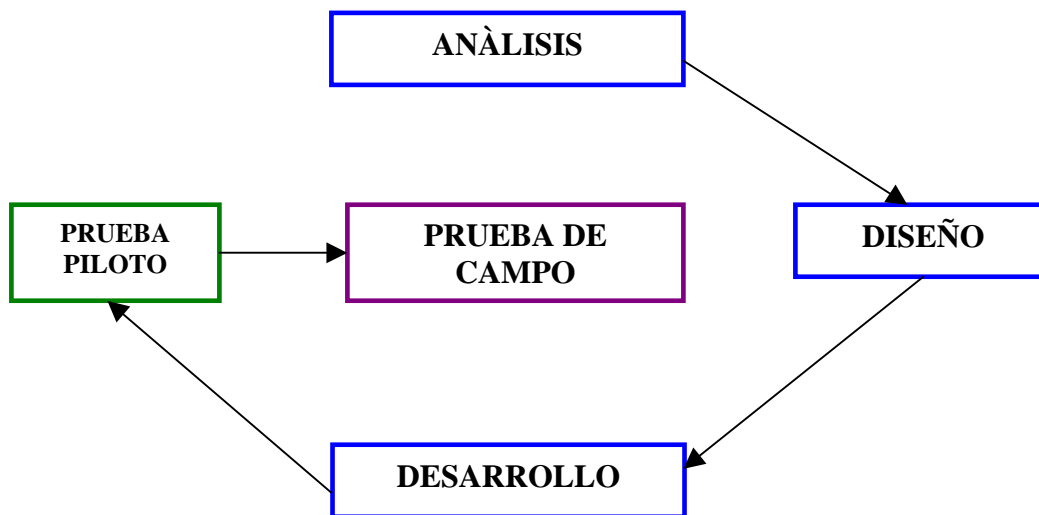


Fuente.www.idrc.ca

Etapas en la realización de un MEM. Se consideran 5 fases principales en la realización de un Material Educativo Multimedia:

- Análisis de necesidades educativas.
- Diseño.
- Desarrollo.
- Pruebas piloto.
- Pruebas de campo.

Figura 11. Etapas en la realización de un MEM



Fuente. GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería del Software Educativo. Abril de 1992.

Análisis de necesidades educativas: esta fase busca inicialmente estudiar los procesos de aprendizaje, que se tienen actualmente o que se va a iniciar, con el objetivo de encontrar cuáles son las principales necesidades que se presentan a nivel educativo. En esta fase se determina, si la solución a

las necesidades se puede obtener a través de los medios existentes o si por el contrario la respuesta se encuentra en la elaboración del MEM.

Diseño: el diseño depende de las necesidades educativas que hayan sido detectadas en la fase de análisis y que se consideran deben ser solucionadas a través del MEM. El objetivo en esta etapa es establecer cuales deben ser las principales características del MEM teniendo en cuenta:

- El entorno.
- El diseño educativo.
- El diseño comunicacional.
- El diseño computacional.

El entorno: esta parte de la fase de diseño busca definir aspectos tales como las características particulares del grupo a quien va dirigido el software, la necesidad que se busca satisfacer, el contenido que se va a manejar y las limitaciones y recursos que tendrá el sistema.

El diseño educativo: busca establecer qué es lo que el estudiante aprenderá o mejorará durante su trabajo con el MEM, partiendo de lo que se supone debe conocer antes de iniciar su contacto con el software y lo que debe estar en capacidad de hacer una vez haya concluido su interacción con el sistema.

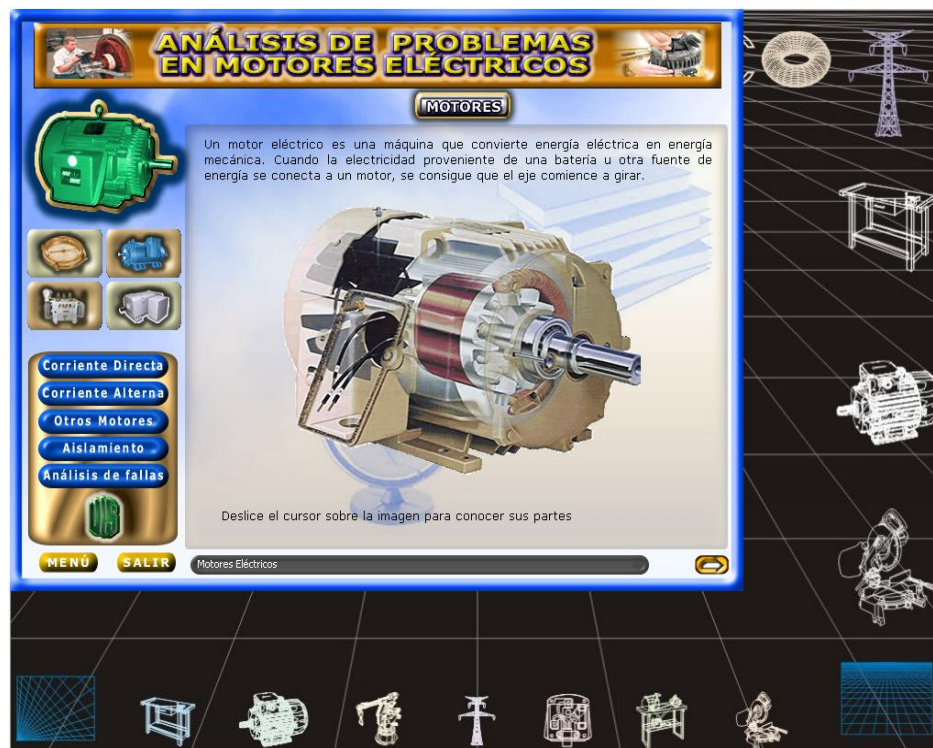
También deben definirse los contenidos que se manejarán, qué se va a hacer para mantener motivado al estudiante, en que ambiente de aprendizaje se va a lograr cada objetivo de enseñanza, metodología y la forma de evaluación para controlar el avance del estudiante.

El diseño comunicacional: esta fase de diseño busca definir la forma en que se va a realizar esta interacción, especificando qué medios se van a utilizar para establecer la comunicación entre el computador y el usuario, aclarando la forma en que el computador recibirá información (a través del teclado, ratón, micrófono, etc.) y cómo el sistema dará al usuario información o estímulos determinados (a través de sonidos, mensajes, etc.).

Deben definirse también las zonas de comunicación entre el usuario y el sistema, considerando 3 tipos:

- *Zonas de trabajo:* son aquellas zonas en las cuales el usuario puede: Aprender, efectuar operaciones sobre el objeto de estudio y apreciar el efecto de las decisiones tomadas.

Figura 12. Ejemplo de zona de trabajo



- *Zonas de control de flujo del ritmo en el micromundo:* le permite al usuario alterar el flujo y el ritmo de ejecución del programa.

Figura 13. Ejemplo de zona de control de flujo y del ritmo en el micromundo.



- *Zonas de contexto para la acción:* le permite al usuario saber en qué parte del programa se encuentra, qué ayudas y elementos tiene disponibles y cómo puede escoger una opción a dar una respuesta.

Figura 14. Ejemplo de zona de contexto para la acción

MECAFRI	Refrigerantes	Compresores	Evaporador	Condensador	Válvula expansión	Auxiliares	Aislantes
	Introducción Recíprocos Herméticos rotativos Tornillo Scroll						
COMPRESORES SCROLL							
<p>Está formado por dos espirales, una fija y otra móvil de manera que la móvil se va cerrando sobre la fija. La espiral móvil va lo va cerrando contra la otra espiral y lo va comprimiendo. Igual que el rotativo el scroll va comprimiendo y aspirando contini golpes de líquido, tiene bajo nivel sonoro y de vibraciones, no arrastra casi aceite, tiene bajo par de arranque y se utiliza ge acondicionado.</p>							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Válvula Anti-Retorno 2. Válvula Dinámica de 							

El diseño computacional: se define qué funciones se van a brindar a los dos tipos de usuarios del MEM (el estudiante y el profesor); se especifica la estructura lógica que seguirá el sistema para cumplir con dichas funciones y para cumplir con la interacción que se busca.

También debe definirse la estructura de los datos que se va a manejar en el sistema.

Figura 15. Diseño computacional



Fuente. www.selex.com.br

Desarrollo: en esta fase se lleva a cabo lo que se ha planteado en la fase del diseño, así como también se debe preparar todo el material que acompañará al MEM.

Prueba piloto de MEMs: véase la figura 16.

Figura 16. Prueba piloto de MEMs



Fuente. www.escuelasvirtuales.cl

Consiste en poner a prueba el MEM, obtenido como resultado de la fase de desarrollo, con un grupo de usuarios representativos que permitan evaluar y hacer la depuración necesaria al software, además permite confirmar si el sistema está cumpliendo con los objetivos planteados.

Prueba de campo de MEMs: esta prueba es más exigente que la prueba piloto, pues requiere de toda la población a la cual va dirigido el MEM y busca verificar que el sistema que se creó si cumple con los objetivos planteados bajo las condiciones de trabajo que se esperaban en el momento de su creación.

Figura 17. Prueba de Campo de MEMs.



Fuente. Ibid.

2.1.4 Tecnología Multimedia. La multimedia es la combinación entrelazada de elementos de texto, gráfico, sonido, animación y/o vídeo que llevan a los usuarios por computador o cualquier otro medio electrónico.

Se puede clasificar la multimedia en:

- *Multimedia Interactiva o no lineal:* cuando al usuario final se le permite controlar ciertos elementos.
- *Hipermedia:* cuando se proporciona una estructura de elementos ligados, a través de los cuales el usuario puede navegar.
- *Multimedia lineal o no interactiva:* cuando se proporciona una estructura en la que los usuarios pueden ver como la presentación empieza y corre hasta el final, como lo hacen en un cine o televisión.
- Determinar cómo interactuará y navegará el usuario a través del contenido de un proyecto multimedia requiere de gran atención al mensaje que se quiere enviar, a los objetivos que describen los parámetros del proyecto, a las instrucciones y programación empleadas.

Multimedia e informática educativa. Las tecnologías de la información y las telecomunicaciones han pasado a formar parte importante en los programas de educación y entrenamiento de la década, caracterizada por la construcción, manejo y uso inteligente de gran cantidad de información y conocimiento.

Los profesores se convierten entonces en guías y orientadores en el proceso de aprendizaje, dejando de ser los proveedores primarios de información y pasando los estudiantes a ser el núcleo del proceso de aprendizaje. Estos

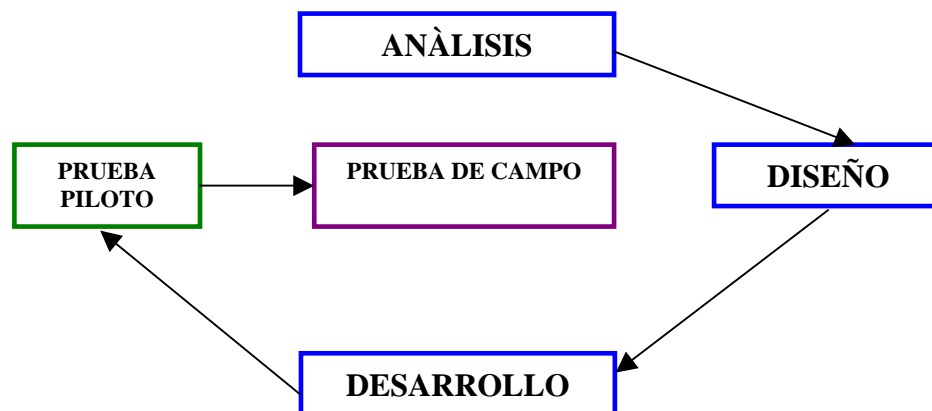
proyectos de multimedia en la educación, se promocionan como enriquecedores del proceso de aprendizaje y no como de los maestros.

Por lo tanto estas herramientas podrán apoyar:

- La enseñanza orientada al desarrollo de habilidades cognoscitivas y no a la transmisión y memorización de datos, hechos y conocimientos.
- La generación y transformación de información y conocimiento.
- La educación permanente como proceso ínter subjetivo y social, que busca rescatar lo mejor de cada persona para construir mejores formas de vida.
- La educación abierta a todas las personas sin privilegios de ningún tipo.

Ciclos para la elaboración de MEMs. Para la construcción del software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de calderas acutobulares se siguió el ciclo propuesto por Álvaro Galvis en su libro Ingeniería del Software Educativo, este ciclo se presenta en la siguiente gráfica:

Figura 18. Etapas en la realización de un MEM



Fuente. GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería del Software Educativo. Abril de 1992.

El punto de partida es el análisis de las necesidades educativas reales que conviene atender con el material educativo computarizado, luego se sigue en el sentido de las manecillas del reloj para la elaboración del MEC, pasando por el diseño y el desarrollo del mismo.

3. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS

3.1 ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS

Todo material educativo computarizado debe cumplir un papel relevante en el contexto donde se utilice. Su incorporación a un proceso de enseñanza aprendizaje no se puede deber simplemente a que el MEC “es chevere”, o que “está disponible”. Estas y otras razones probablemente lleven a dedicar recursos a labores que no producen los mejores resultados. El computador es un bien escaso y costoso, con lo cual conviene que su utilización reporte los máximos beneficios a la comunidad educativa.

A diferencia de las metodologías asistémicas, donde se parte de qué soluciones se dispone para luego establecer para qué sirven, de lo que se trata acá es de favorecer en primera instancia el análisis de qué problemas o situaciones problemáticas existen, sus causas y posibles soluciones, para determinar cuales son aplicables y pueden generar los mejores resultados.

El análisis de necesidades educativas es el primer paso sistémico para la selección de los Materiales Educativos Computarizados. En este material se estudian los procesos de enseñanza - aprendizaje que en la actualidad se relacionan con la falta de información estructurada y compacta relativa a la Operación y Mantenimiento de Calderas Acuotubulares.

En esta etapa se detectaron las principales necesidades a nivel educativo llegando a la conclusión que la mejor solución era un Material Educativo Computarizado. (MEC).

La metodología a utilizar en el análisis se presenta a continuación:

- Consulta a fuentes de información apropiadas e identificación de problemas.
- Análisis de posibles causas de los problemas relacionados.
- Análisis de las alternativas de solución.
- Establecimiento del papel del computador.
- Selección o planeación del desarrollo del MEC.

3.2 CLASES DE NECESIDADES EDUCATIVAS

La creación de ambientes de enseñanza - aprendizaje apoyados con computador tiene sentido si responde a necesidades educativas prioritarias y relevantes y no existe otra situación que la satisfaga.

Pero ¿Qué es una necesidad educativa?. ¿Cómo se determinan las necesidades educativas?.

Se concibe una necesidad educativa como la discrepancia entre un estado educativo ideal (debe ser) y otro existente (realidad).

Por consiguiente la determinación de necesidades educativas en el entorno de enseñanza- aprendizaje es equivalente al establecimiento de lo que hay que aprender con apoyo de un ambiente y actividades educativas.

Analizando las necesidades con lo relacionado a la operación y mantenimiento de calderas acuatubulares se lleva a dar respuesta a los interrogantes planteados en la determinación de la necesidad educativa, las cuales son:

Tabla 1. Necesidades educativas

INTERROGANTE	RESPUESTA
¿Qué es lo ideal?	Que el estudiante tenga conceptos claros y ordenados por medio de una fuente de información organizada, estructurada, confiable y actualizada, de procedimientos.
¿Qué de esto se puede lograr con lo que se tiene?	Muchos conceptos no organizados y que no le dan una visión global ni mucho menos particular de este tipo de procedimientos a nivel industrial.
¿Que falta por alcanzar?	Conceptos claros y ordenados de una manera lógica en el estudiante, que éste tenga un fácil acceso a la información y no tenga como limitante la cátedra de los libros, si no por el contrario ésta sea una excelente fuente para los conceptos consultados.

Fuente. Ibid.

3.2.1 Necesidades Normativas. Se toma como “ideal” una norma o patrón existente, se determina en que medida la población objeto del sistema educativo alcanza dicho estándar y se establece la diferencia con el patrón. Por ejemplo, el desempeño de los estudiantes es inferior al promedio nacional o está por debajo del mínimo aceptado.

3.2.2 Necesidades Sentidas. Son sinónimos de un deseo de saber algo. Este tipo de necesidad se identifica simplemente preguntándole a la gente que quiere aprender. Aunque suena muy democrático, tiene el defecto de que la gente no siempre expresa lo que quiere saber o las personas no saben lo que necesitan aprender. Por consiguiente, hay que sondear, en forma sutil, tanto el qué, como el para qué o el por qué.

3.2.3 Necesidad Expresada o Demandada. Ésta es similar a la idea económica de que si la gente necesita algo, lo solicitará. Esto sucede cuando

la gente solicita o se inscribe en un curso o seminario. Por supuesto que no habrá demanda a menos que se perciba una necesidad.

3.2.4 Necesidad Comparativa. Se da cuando sirve de “ideal” otra población objeto, similar a la que es de interés, cuyos niveles de logro son más altos o trabaja en áreas novedosas. Por ejemplo, una escuela líder en un área marca la pauta y otras la toman como referencia.

3.2.5 Necesidad Futura o Anticipada. Resulta de prever las necesidades que se demandarán con el futuro con base en el seguimiento a los planes de desarrollo relacionados, así como a los avances científicos y tecnológicos.

En buena medida esta necesidad sirve para revisar y ajustar los estados “ideales” de tipo normativo con base en la proyección del entorno social científico y tecnológico.

3.3 FUENTES PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES EDUCATIVAS

Cuando se evalúan necesidades educativas es importante considerar las cinco tipos de éstas y para lograrlo conviene involucrar tantas fuentes de información relevantes como sea posible.

Los datos normativos son conocidos por profesionales líderes en el ramo, padres de familia o empleadores, pero también se pueden deducir de los resultados de pruebas o de exámenes frente a los estándares aceptados de la información de retorno sobre cursos, etc.

Los datos sobre necesidades sentidas surgen de interactuar con usuarios potenciales o con quienes conocen las necesidades de estos. Las encuestas

a los interesados, en particular cuando son adultos, sobre lo que sienten que les hace falta para desempeñarse mejor, o sobre lo que les interesa saber para su desarrollo personal o profesional, suelen ser muy útiles. También suele ser valiosa la opinión de profesores o líderes representantes de la población objeto.

Los datos de demanda suelen ser conocidos por los administradores de programas académicos. Ellos conocen cuáles cursos tuvieron preinscritos y con qué nivel y cuáles áreas atraen muchos candidatos. Así mismo, a ellos llegan las solicitudes de nuevas oportunidades educativas.

Mucha gente puede suministrar información de carácter informal sobre necesidades comparativas. También la asistencia a seminarios o conferencias donde se presentan experiencias así como la documentación de éstas en revistas académicas, sirven para conocer soluciones alternas a problemas comunes.

3.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR NECESIDADES EDUCATIVAS

3.4.1 Consulta a fuentes de información apropiadas e identificación de problemas educativos. Una fuente apropiada de información sobre necesidades educativas es aquella que está en capacidad de indicar fundamentalmente las debilidades o problemas que se presentan o se pueden presentar, para el logro de los objetivos de un ambiente de enseñanza-aprendizaje dado.

Análisis de problemas existentes. En el tema que abarca la operación y mantenimiento de calderas acuotubulares, el punto de referencia del cual se parte es que no se cuenta con una trayectoria en la enseñanza y el interés general presentado era la mejora de puntos fuertes existentes, además de la

necesidad de apoyar la labor educativa mediante una herramienta interactiva, el director del proyecto otorgò una fuente importante para el hallazgo de esta necesidad educativa. Otro medio, de no menos importancia, fueron los mismos compañeros estudiantes de Ingeniería Mecànica, los cuales ratificaron en que la necesidad radicaba en la fuente de informaciòn.

3.4.2 Analisis de las posibles causas de los problemas detectados.

Para poder entender las necesidades o resolver los problemas detectados, es imprescindible saber a què se deben y què pueden contribuir a su soluciòn. En particular interesa resolver aquellos problemas que estàn relacionados con el aprendizaje, en los que eventualmente un MEC podrìa ser de utilidad. Un problema de aprendizaje puede deberse a muchas razones, las cuales se enuncian a continuaciòn:

Los materiales educativos: en el contexto de estudio resultan ser el problema clave puesto que estos se encontraban dispersos y de no muy fàcil acceso, ademàs de no poseer una secuencia lògica de los conceptos, haciendo que en muchos casos el estudiante no acudiera a ellos. A la vez se creaba en el estudiante la aprehensiòn de conceptos sueltos que no le permitian la adecuada creaciòn de su propio conocimiento.

En otros casos los materiales son inexistentes, por limitaciones de la instituciòn o de los estudiantes, siendo los profesores relacionados con el àrea la fuente principal de informaciòn y la tiza y el tablero sus ùnicas ayudas; en tales circunstancias los alumnos toman nota de lo que pueden, y quienes no tienen habilidades para hacerlo, fracasan. Por otra parte, aquellas habilidades que no se pueden lograr de esta forma transitiva van a quedarse sin aprender debidamente.

La metodología utilizada o los medios en que se apoya el proceso de enseñanza -aprendizaje, pueden ser inadecuados.

Para poder establecer la causa del problema de aprendizaje se utilizaron los siguientes métodos:

Análisis interno de los materiales de instrucción: a partir del análisis de coherencia interna y externa (entre objetivos propuestos, contenidos y evaluación) se establecieron los objetivos logrables con el material y las deficiencias que obstaculizan el logro de los objetivos propuestos que no coinciden con los logrables.

Indagación con profesores o tutores en la Gerencia Complejo Barrancabermeja ECOPETROL S.A., acerca de las variables que interese conocer como base para establecer los posibles problemas. Los docentes tendrán importantes opiniones respecto a las causas del problema y cómo atacarlo. Indagación con los estudiantes, acerca de las variables que interese conocer como base para establecer los posibles problemas. Los aprendices tendrán mucho que decir, desde su perspectiva, en relación con aquello que puede estar ocasionando el problema y quizás, sugerir ideas sobre cómo resolverlo.

3.4.3 Análisis de alternativas de solución. El hecho de saber que hay problemas y a qué se deben, no necesariamente llevan a deducir que la solución será un apoyo computarizado. En esta etapa se analizó previamente la posibilidad de elaborar ordenada y estructuradamente un libro que reuniera todo un compendio relacionado con la operación y mantenimiento de calderas acuotubulares.

Sin embargo como fruto de esta etapa, se pudo establecer que la respuesta

a este problema era crear un apoyo informàtico, considerandolo como parte fundamental en la enseñaanza, la interactividad y la creaciòn de un ambiente que brinde mayor motivaciòn al estudiante. De esta manera surge el MEC como estrategia y el medio màs conveniente para dar respuesta a la necesidad surgida, relacionada con la operaciòn y mantenimiento de calderas acuatubulares.

Soluciones Acadèmicas. La respuesta al problema con la operaciòn y mantenimiento de calderas acuatubulares es una soluciòn acadèmica con medios informàticos, dado que es el que presenta mayor accesibilidad, brinda mayor motivaciòn por el estudiante dado que se puede crear un interes para este y una exploraciòn que conlleve a adelantarse en el contenido de aquellos temas que el estudiante desee aprender; todo esto a ritmo y secuencia propios.

3.5 ESTABLECIMIENTO DEL ROL DEL COMPUTADOR

Despuès de que se determinò la conveniencia de contar con un apoyo informàtico para resolver el problema educativo, se debe decidir que tipo de apoyo informàtico es el que mejor se ajusta a las necesidades que queremos suplir. Por lo tanto debemos decidir que tipo de MEC es el que mejor se adapta a nuestras necesidades educativas. Tratàndose de necesidades educativas relacionadas con el aprendizaje, segùn la naturaleza de èstas se podrà establecer que tipo de MEC conviene usar. Consideremos a grandes rasgos la descripciòn de las distintas alternativas:

Un sistema tutorial se amerita cuando, siendo conveniente brindar el conocimiento al alumno, tambièn es interensante que lo incorpore y lo afiance, todo esto dentro de un mundo amigable y entrenido.

Pero si solo se trata de afianzar los conocimientos que adquiriò el estudiante

por otros medios, puede pensarse en un sistema de ejercitación y práctica que conlleve un sistema de motivación apropiado a la audiencia, o en el uso de un simulador para practicar allí las destrezas y obtener la información de retorno según las decisiones que tome el aprendiz.

Un simulador podrá usarse también para que el estudiante llegue al conocimiento mediante trabajo exploratorio, conjetural y mediante aprendizaje por descubrimiento.

Un juego educativo será conveniente, cuando ligado al componente lúdico, interesa desarrollar algunas destrezas, habilidades o conceptos que van integrados al juego mismo.

Un sistema tutorial inteligente se amerita cuando, además de desear alcanzar un nivel de experto en un área de contenido, interesa que el MEC realice, adaptativamente, las funciones de orientación y apoyo del estudiante, en forma semejante a como lo haría el experto en la enseñanza del tema.

3.6 REQUISITOS

Los requisitos se refieren a las habilidades, destrezas y los conocimientos que los estudiantes deben poseer antes de hacer uso del MEC, es necesario identificarlos y asegurarse que se cumplan para lograr que la utilización del MEC sea óptima, y que mediante él, se puedan obtener los logros planteados. Los requisitos necesarios para iniciar la interacción con el apoyo educativo son:

Conocimiento básico de la Ingeniería Mecánica: este software va dirigido a estudiantes de todos los niveles de Ingeniería Mecánica, desde los inferiores hasta los finales, ya que muestra conocimientos básicos de transferencia de

calor, termodinámica, y mantenimiento, los cuales le darán al estudiante “pupilo” tanto bases que posteriormente requerirá en asignaturas de pregrado como las pautas claves para el entendimiento del software.

Experiencia mínima en el manejo de periféricos del computador: el estudiante debe tener nociones básicas en el manejo de computador y sus periféricos así como estar familiarizado con el entorno de páginas Web.

3.7 SELECCIÓN O PLANEACIÓN DEL MEC

Ya habiendo decidido que la mejor solución a las necesidades educativas de la Escuela de Ingeniería Mecánica relacionadas con la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D era un software educativo multimedia, se procede a realizar la planificación para la construcción del mismo, la cual se explicará en el próximo capítulo de diseño.

4. SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES EDUCATIVAS POR MEDIO DEL MEC SEMOCA

4.1 PAUTAS DE OPERACIÓN DE UNA CALDERA

4.1.1 Definición. En este capítulo se pretende dar las pautas operacionales de cada una de las partes de la caldera. Los tres elementos de funcionamiento de una caldera son: el fuego, el agua y un conjunto de áreas de intercambio de calor. El seguimiento de las pautas operacionales aplicadas a estos tres elementos podrá producir vapor/agua caliente, en forma optima para la generación de energía de la manera más eficiente y confiable posible.

Una caldera elemental de vapor, es un equipo o vasija cerrada a presión, en el cual un fluido es calentado para uso externo por la aplicación directa de un combustible. De acuerdo al ASME (American Society of Mechanical Engineers), una caldera de alta presión de vapor es aquella que genera vapor a una presión mayor de 150 psig (pounds per square inch gauge). Por debajo de esta presión, Son llamadas calderas de baja presión de vapor. Una caldera de presión supercrítica opera por encima de la presión de 3.206,2 libras por pulgada cuadrada absolutas (psig) y 705,4 °F de temperatura de saturación. A esta presión el vapor y el agua tienen la misma densidad, lo cual significa que el vapor es comprimido tan estrechamente como el agua. Cuando esta mezcla es calentada por encima de la correspondiente temperatura de saturación (75.4 °F). Se produce vapor sobrecalentado y seco para trabajos de alta presión. En este tipo de calderas, al no haber cambio de las fases líquidas y vapor, no existirá ningún nivel de agua, por lo cual no se requieren tambores de vapor.

Una caldera esta conformada por subsistemas que permiten, mediante el intercambio térmico entre una fuente de alto contenido calórico y el agua, producir vapor con una calidad determinada por el proceso a servir. La fuente de calor puede ser: un hidrocarburo sólido, líquido o gaseoso, los gases residuales producto de otra combustión u otro fluido, o los gases residuales con alto contenido calórico de otros procesos (co-generación).

Otros generadores de vapor más conocidos son: los rehervidores recuperadores de calor o HRSG (Heat Recovery Steam Generation), y los hornos de calentamiento de hidrocarburos cuyos gases sirven para generar vapor de proceso.

4.1.2 Variables de diseño. Las variables de diseño de las calderas de vapor son múltiples, debido a varios factores implicados en su selección, operación y servicios. Al escoger uno de estos equipos se deben considerar algunos requisitos básicos como son:

- La capacidad de generación de vapor.
- La temperatura y presión de operación.
- Las condiciones por calidad del agua de alimentación.
- Los combustibles disponibles.
- La calidad del vapor a servir.
- La seguridad y confiabilidad de su operación.
- La periodicidad del mantenimiento.
- El tiempo de vida.
- El acceso a todas sus partes para inspección/repación.
- La disponibilidad de partes para reposición.
- Los costos de instalación y operación.
- El sitio de ubicación de la instalación (temperatura y humedad del ambiente).
- El espacio disponible para su instalación.

Una vez se selecciona una caldera, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros, además de los mencionados anteriormente:

- Características de la carga. Variable, rangos y carga máxima, calidad del vapor requerido.
- Tipos de combustibles.
- Diseño de quemadores — de acuerdo a los combustibles y regulaciones ambientales vigentes.
- Parámetros de calidad del agua, % dureza, % hierro, % sílice.
- Variaciones previstas de la carga, % capacidad total.
- Futuros requerimientos, % por encima de la capacidad nominal.

4.1.3 Eficiencia. Optimizar el consumo de energía de una caldera, es incrementar la eficiencia. El objetivo de una caldera bien diseñada, además de generar vapor, es realizar el proceso de evaporación con la máxima eficiencia posible. Se podría salvar mucho capital manteniendo la caldera en un nivel óptimo de desempeño. Las hojas de registro de las variables de operación de la caldera son un testimonio importante para evaluar su desempeño y ayudar con las tendencias, para saber cómo puede afectarse la presión de operación de la caldera (para calderas de vapor), la temperatura de operación y la temperatura de chimenea. Si la caldera posee dos sistemas de combustibles, se puede evaluar el desempeño con cada uno de ellos para conocer la eficiencia. Esta prueba se puede hacer en un día por cada combustible.

El mejor detergente limpiador en los tiempos de parada de una caldera es la limpieza de sus superficies de intercambio de calor. Por ejemplo, en un año dentro de una caldera se pueden formar con el hollín, materiales no combustibles, minerales incrustantes y otros depósitos, capas de aislamiento en la caldera de manera tal que se inhibe el intercambio eficiente de calor.

Una incrustación de solo 1/16 de pulgada de espesor, puede incrementar el consumo de combustible en un 15 % más. Un espesor de 1/8 de pulgada, lo puede incrementar en un 20 % y otro de ¼ de pulgada, puede incrementarlo en el 39 %. Además, esto puede dar lugar a roturas que aumentan las pérdidas por las forzosas paradas. Igualmente, la eficiencia se mejora haciendo ajustes sobre el sistema de combustión. Un apropiado ajuste del quemador no solamente mejora la eficiencia de la caldera, sino que reduce los costos de operación y mejora la confiabilidad del quemador y de la caldera. La frecuencia de ajuste del quemador depende de variables como:

- El tipo de quemador.
- El tipo de combustible.
- El tipo de carga.
- La temperatura ambiente.
- Las variables climáticas y.
- Las prácticas generales de mantenimiento.

Cuando los cambios en esas variables ocurren, corresponden cambios en la combustión. Por ciertas razones, un electrodo sucio puede causar que el piloto no encienda. Una fotocelda sucia puede causar que la llama se apague en el quemador. Diferentes baches de aceite combustible pueden requerir ajustes de pre - combustión por cambios en los puntos de chispa, viscosidad y otras propiedades en el aceite combustible.

Un gran incremento en la temperatura ambiente (aire de combustión. 50⁰F) puede causar un alto nivel de monóxido de carbono en los quemadores de gas, y hollín en los quemadores de aceite. Por estas razones se deben ajustar los quemadores y la combustión en forma permanente. El ajuste debe hacerse por personal calificado que conozca el quemador y los ajustes que requiere la combustión. Los días de ojo de buen cubero, ya pasaron; hoy se

debe conocer por medidas, los productos de la combustión tales como el dióxido de azufre, dióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno, para verificar la apropiada combustión y mantener la eficiencia óptima.

4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO - FORMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES

El mantenimiento preventivo, consiste en la inspección, periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Como otra definición de mantenimiento preventivo podemos decir que es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.

El M.P. más que técnica específica de mantenimiento es una “Filosofía” o Estado de ánimo que principia desde el momento del diseño del equipo y que determina su contabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo que se establece cuando sus altos costos de mantenimiento lo justifiquen económicamente.

El M.P. al considerar la fábrica en forma integral no es una tarea exclusiva del personal de mantenimiento sino que abarca a todo el personal de la empresa. En consecuencia un mínimo programa de M.P. deberá incluir:

Una inspección periódica de las instalaciones para determinar posibles defectos de los equipos que puedan ocasionar daños mayores. La realización del mantenimiento oportuno y adecuado para corregir los defectos anotados evitando que lleguen a ocasionar daños mayores. Las ventajas del M.P. son muchas y se justifica no sólo en las pequeñas fábricas sino en los grandes complejos industriales ya que sus beneficios serán mayores a más alto valor de las instalaciones por metro cuadrado de superficie.

4.2.1 La inspección en el mantenimiento. En términos generales todo sistema. Mecanismo, máquina, motor o instalación mecánica, neumática, hidráulica, eléctrica, obras civiles y construcciones locativas debe ser sometido al análisis de prevenciones. La identificación y análisis de riesgos al no mantener un equipo, el impacto desde el punto de vista ambiental, integridad humana, operacional, y desde luego económica, son aspectos que deben ser evaluados y clasificados de acuerdo a estándares mundiales.

La respuesta entonces a qué inspeccionar? En una planta específica, depende totalmente de las condiciones locales. Un buen programa debe incluir la mayor parte de los bienes físicos de la planta.

Una planta procesadora puede resumir el alcance de su Mantenimiento Preventivo en forma más detallada para incluir:

Equipo de proceso: hornos, intercambiadores de calor, tuberías, bombas, compresores, instrumentos.

Equipo de seguridad: válvulas de alivio de presión y vacío. Controles de forma, equipo de respiración y primeros auxilios.

Equipo de servicio: calderas generadoras, almacenes y sistemas de distribución de agua, vapor, y aire comprimido.

Tanques y equipo accesorios: tanques de almacenamiento.

Edificios: áreas de embarque, patios y almacenamiento.

Equipo de protección contra incendio: bombas de agua, rociadores de polvo, extinguidores, camiones de bombeo y sistemas de alarma.

Equipo de Mantenimiento: máquinas herramientas, equipo de transporte, grúas y montacargas, herramientas manuales, instrumentos de inspección.

La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas o fisuras, etc., y registran detalladamente las observaciones en cuadros destinados para tal fin.

La cantidad de inspecciones es lo que determina el costo de un programa, a mayor número de inspecciones en un programa mayor será su costo. Entonces el problema crítico es encontrar el equilibrio favorable entre este costo de inspección y el costo de no utilizar el Mantenimiento Preventivo. El costo de inspección puede medirse directamente. El costo de no usar el Mantenimiento Preventivo incluye no solo el costo directo de las reparaciones, sino también las cargas indirectas como tiempo ocioso de la producción, entregas y otras consecuencias.

Ármese con todo estos datos históricos que cubran varios años de las más próximas y ellos le guiaran en la política de inspecciones. Así pues, como se mencionó arriba, en el campo de las calderas generadoras, y más específicamente en lo relacionado a calderas acuotubulares, existen razones por las cuales se debe inspeccionar este tipo de equipos, las cuales son:

- Verificar la existencia de deterioro y daño; En caso que exista deterioro determinar la extensión y hasta que punto puede afectar la estructura del equipo, a fin de que se pueda tener la certeza de que el mismo opera dentro de las condiciones de seguridad, y ventanas operativas.
- Garantizar, en un alto nivel de probabilidad, la continuidad de operación a través de un programa de mantenimiento preventivo.
- Evitar las pérdidas ocasionadas de una parada no programada de las unidades de proceso, como consecuencia de un colapso en la producción de vapor. Es importante resaltar que tales pérdidas son excesivamente altas.
- Reducir los costos de mantenimiento y de operación.
- Mantener alto el rendimiento de las unidades.

Todos estos puntos son posibles de ser alcanzados mediante una inspección cautelosa y bien programada en combinación con un criterio de servicio de mantenimiento.

4.2.2 Frecuencia y programación de inspecciones. En el norte de América, todas las provincias de Canadá y los estados de USA, a excepción de dos de estos tienen leyes sobre calderas y recipientes a presión y

programas formales de inspección. Los mismos cuentan con el apoyo local de inspectores certificados, que llevan a cabo dicha inspección de acuerdo a la ley del estado o provincia donde la caldera esté operando.

Si se tuviese la voluntad de consolidar las leyes de cada estado, para lograr una ley única, esto sería un esfuerzo bastante intenso, ya que las mismas varían mucho y fluctúan dependiendo de la diligencia política, a cargo, sin embargo existen reglas generales aportadas por el National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors (NBIB), que permiten orientar la unificación de estos programas. En Colombia, por falta de reglamentación del gobierno, no existen intervalos para la inspección.

4.2.3 Programación de inspección de ECOPETROL S.A. El intervalo entre inspecciones, extractado de la experiencia de la operación de las calderas es de 18 meses, siempre y cuando los deshollinadores trabajen adecuadamente. En calderas que trabajan con fuel oil como combustible, los compuestos de la combustión forman tapones al depositarse sobre los tubos, obstruyendo el paso de los gases y la adecuada transferencia de calor.

Independientemente de las inspecciones programadas, siempre que se pare una caldera, y fuera abierta por cualquier razón, se debe aprovechar la oportunidad para una inspección. Por otro lado, el inspector debe estar siempre enterado de las condiciones de las calderas en servicio, efectuando análisis de las variables de operación y recomendar cuando sea necesario la paralización y abertura de la caldera.

4.2.4 Normas de seguridad. Antes de que el inspector ingrese a cualquier sitio de la caldera, deberán ser observadas todas las medidas necesarias para seguridad del personal que tuviera que trabajar en su interior.

4.2.5 Preparación para la inspección. Para realizar una inspección general de una caldera es necesaria una preparación que consiste en:

- Su enfriamiento.
- Abertura de todas las puertas de acceso (manholes) del casing y de los tambores.
- Limpieza interna y externa para la remoción de depósitos, cenizas, incrustaciones, a fin de que se pueda observar cuidadosamente el estado de las superficies metálicas, de los refractarios y demás componentes.

Es importante, que el inspector examine el interior de las calderas antes de la remoción de depósitos, porque su forma y su composición, dan información de las condiciones de operación, también de deterioro, llevando a medidas preventivas. Durante la operación del lavado externo de los tubos deberá ser dispuesto cuidado especial para evitar que el refractario sea extensamente mojado. Si esto ocurre, es necesario un secado cuidadoso en la arrancada, lo cual se consigue con un calentamiento lento del equipo.

En el lugar de la caldera donde se encuentren instalados los deshollinadores, se podrá limpiar la superficie externa para la inspección cuando en el momento de la apagada de la caldera esta se encuentre al 50 % de su presión de operación. La caldera y el hogar de la misma, debe ser enfriado suficientemente, antes del drenaje con el fin de prevenir daño en la caldera y prevenir el asentamiento de depósitos internos, que pueden estar presentes en la superficie de calentamiento. Es recomendable que la caldera sea drenada mientras se encuentre aún caliente, asegurando el secado interior de la caldera cuando esta se encuentra ventilada por medio de las puertas de acceso del hogar (manholes).

Se puede realizar limpieza, ya sea química o mecánica de la caldera externa e internamente. Cuando la limpieza química es externa, cuidados especiales deben ser tomados para que no haya retención de las soluciones o, si es imposible de removerlas completamente, se debe neutralizar las soluciones.

En caso de limpieza química interna, existe la posibilidad de retención de soluciones agresivas.

El diseño de un MEC está en función directa de los resultados de la fase de análisis. La orientación y contenido del MEC se derivan de la necesidad educativa o problema que justifica MEC, del contenido y habilidades que subyacen a ésta, así como de lo que se supone que los destinatarios saben sobre el tema; el tipo de software establece, en buena medida, una guía por el tratamiento y las funciones educativas que deberían cumplirse para satisfacer la necesidad. En el diseño se establece el ambiente y actividades de aprendizaje que el MEC debe ofrecer, el sistema de comunicación entre usuario y programa, así como las especificaciones computacionales que sirven de base para el desarrollo del MEC.

La fase de diseño se puede dividir en tres etapas que son:

- Diseño educativo.
- Diseño de comunicación.
- Diseño computacional.

4.3 DISEÑO EDUCATIVO

4.3.1 Entorno para el diseño del MEC. A partir de los resultados del capítulo anterior, se deben hacer explícitos los datos que caracterizan el entorno del material que se diseñará.

- Destinatarios.
- Área de contenido.
- Necesidad educativa.
- Limitaciones y recursos para usuarios del MEC.
- Equipo y soporte lógico que se va a utilizar.

Población objetivo. Es importante conocer los destinatarios del MEC. En buena parte, el sistema de motivación y de refuerzo así como el sistema de comunicación que se decida elaborar dependen de quiénes son los futuros usuarios del material.

Para establecer sus principales características conviene resolver preguntas como las siguientes:

- A qué grupo de edad pertenecen?
- Qué nivel de escolaridad tienen?
- Qué intereses y expectativas pueden tener los aprendices respecto al tema y objetivos que se pretenden lograr?
- Qué conocimientos, habilidades o destrezas poseen, relevantes para el estudio del tema?
- Qué experiencias previas tienen, relevantes para el estudio del tema?
- Tienen alguna aptitud o característica especial que deba tomarse en cuenta?

La población objetivo del software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de calderas acuotubulares de tiro forzado tipo D, (SEMOCA), se divide en dos grupos y tiene las siguientes características:

- Todos los estudiantes de Ingeniería Mecánica con conocimientos básicos en termodinámica, transferencia de calor, control y mantenimiento, y servirá como apoyo al ciclo profesional del ingeniero.
- A ingenieros profesionales como material de consulta.

Para el uso del MEC que se plantea, los estudiantes deben poseer los conocimientos básicos de Ingeniería Mecánica referente a la educación que se imparte en los semestres de primero a séptimo, los estudiantes tienen un alto grado de motivación e interés por los equipos industriales ya que muestran a gran escala la aplicabilidad de los conceptos adquiridos durante toda la carrera de Ingeniería Mecánica. Además poseen grandes expectativas de interactuar con el computador, entretenerse y ejercitarse.

Área de contenido. Es importante conocer qué áreas de contenido se van a beneficiar con el material que conviene desarrollar. Estas son el contexto en el cual interesa que la ejemplificación y ejercitación se ofrezcan. Por ejemplo, una unidad de operaciones con números fraccionarios puede desarrollarse en muchos contextos y aún fuera de contexto, pero si se trata de apoyar un currículo de mecánica automotriz, las necesidades de aprender surgen de la asociación de esta destreza con las medidas en el sistema inglés por ejemplo.

Para tener claridad sobre el área de contenido debe resolverse, por lo menos las siguientes preguntas:

- Qué área de formación se benefician con el estudio de este MEC?
- Qué área de contenido se benefician con el estudio de este MEC?
- Qué unidad de instrucción, o parte de ésta, se benefician con el estudio de este MEC?

- Qué unidades de instrucción presentan problemas relacionados con el tema y los objetivos que se van a apoyar con el estudio del MEC?
- En cuáles unidades de instrucción se aplicará lo que se aprenda con el MEC?

Los ejes temáticos que beneficiará el MEC son los principios básicos de transferencia de calor, termodinámica y mantenimiento (véase tabla 2).

Tabla 2. Ejes temáticos del software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de calderas acuotubulares de tiro forzado tipo D.

EJES TEMÁTICOS DEL MEC
Fundamentos teóricos. Calderas Acuotubulares de tiro forzado, tipo D. Operación de calderas Acuotubulares de tiro forzado, tipo D. Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado, tipo D. Anexos. Vídeos.

Fuente. GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería del Software Educativo. Abril de 1992.

Fundamentos teóricos: diseñado para suplir las necesidades de conocimiento de los conceptos básicos teóricos relacionados con la generación del vapor a nivel industrial, sus usos, aplicaciones y descripción del proceso de transferencia de calor en los tubos de una caldera, calidad del vapor, vapor seco y vapor húmedo, y vapor sobrecalentado, también muestra la clasificación, componentes y funcionamiento de las calderas industriales.

Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D: el segundo módulo se basa en los principios teóricos relacionados con las Calderas Acuotubulares de tipo forzado tipo D, combustibles, métodos de circulación agua - vapor, elementos, construcción y problemas de diseño de sus componentes, y

sistemas de control de las calderas, y una compilación de planos a manera de ejemplos de una caldera acuotubular de tiro forzado tipo D.

Operación de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D: elaborado con el fin de integrar todos los pasos previos a la arrancada de una caldera de esta configuración, también los pasos de escondido, operación en línea y apagada normal y de emergencia.

Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D: este capítulo representa el punto fuerte del software, ya que muestra paso a paso y de forma estructurada y ordenada el mantenimiento que se realiza a nivel industrial de este tipo de equipos generadores de vapor.

Anexos: este capítulo nace con la necesidad, de hacer énfasis en una información que de alguna u otra manera, no sería apropiado estructurarla, ya que representa un conjunto de documentos que han sido el resultado de años de investigación de empresas líderes y conocedoras en el mantenimiento y operación de calderas industriales.

Vídeos: este capítulo comprende todo un compendio de vídeos y animaciones relacionadas con la operación, funcionamiento, descripción y mantenimiento de calderas industriales, tanto pirotubulares como acuotubulares.

Necesidad educativa. La necesidad que se busca satisfacer con el MEC puede provenir de diferentes fuentes de la población objeto, (por ejemplo: desmotivación, características especiales del área de contenido, aspectos problemáticos de enseñar, requerimientos de otros cursos del currículo, cambio de objetivos y objetivos que exigen apoyo computacional).

Cualquiera que sea la fuente que genera la necesidad, es importante anotar cuál es el problema de enseñanza – aprendizaje, o de su administración, que se busca resolver con el MEC. La solución a interrogantes como los siguientes, con base en los resultados de la fase de análisis, permite establecer claramente la necesidad.

- Qué se busca con el material? ¿Qué se pretende con él? ¿Para qué se va a hacer este MEC?
- En respuesta a qué problema educativo se amerita desarrollar este MEC?
- Qué fases del proceso de enseñanza – aprendizaje requieren especial apoyo en este caso?
- Qué carencias existen en los ambientes y actividades de aprendizaje actuales que este MEC deba atender?

Este MEC busca brindarle al estudiante de Ingeniería Mecánica una fuente fácil de acceder y confiable, con un ambiente amigable en la cual él pueda encontrar y afianzar los conceptos relacionados con calderas acuotubulares.

Limitaciones y recursos para los usuarios. Dependiendo de la necesidad educativa y del contexto en el que se va a usar el MEC, conviene que sus usuarios dispongan de diferentes recursos educativos, o limitaciones dentro de él. Se puede hacer un MEC autocontenido, con todo tipo de ayudas operativas y de contenido, por ejemplo, calculadora, diccionario, glosario, formularios. Pero también se puede crear MECs que ofrezcan algunas de las tareas propuestas. Es importante hacer éstas y otras consideraciones desde un principio, con el fin de no crear expectativas que no se busca satisfacer con el material. La solución a los siguientes interrogantes permitirá establecer con qué recursos y limitaciones contará el estudiante cuando esté haciendo uso del material:

- Se usará el material en forma individual? ¿por parejas?
- Se contará con ayuda del profesor o de un tutor durante la primera sesión con el computador?
- Se podrá consultar apuntes, libros, el diccionario, las fórmulas, el manual, la calculadora o cualquier otro elemento que sea pertinente, durante el trabajo con el computador?, ¿cuáles de estos elementos deberán ser parte del MEC?
- Vistas las características de desarrollo físico y mental de los usuarios ¿de qué dispositivos y ayudas para la comunicación usuario – programa se dispondrá?

El MEC, está diseñado para apoyar en el proceso de aprendizaje relacionado con Calderas Acuotubulares. Lo más conveniente es que este material sea utilizado en forma individual. De lo contrario se recomienda ser utilizado por no más de dos estudiantes. El estudiante contará con la asesoría de un profesor, quien lo orientará sobre el uso, manejo y objetivos propuestos por el MEC, al iniciar el trabajo en éste. El estudiante podrá consultar libros y apuntes, que le ayuden a esclarecer las dudas que se le puedan presentar durante el avance de las diferentes etapas expuestas en el MEC.

Ambiente computacional. El equipo y soporte lógico disponible para el uso del MEC no debe condicionar el diseño educativo, pero sí incide en el diseño de los componentes de comunicación y computación del material. Por este motivo, es importante que se sepa a estas alturas cuál es el ambiente computacional en el que se espera que “corra” el MEC. De otra forma puede generarse un MEC al que no se le de el uso para el cual fue diseñado. Los siguientes interrogantes permiten clarificar el asunto:

- Qué características mínimas tendrán los equipos de computación en los que deberá “correr” el MEC? Considere entre otras cosas, sistema operacional, memoria principal, memoria secundaria, tarjeta gráfica, tipo de monitor, dispositivos de E/S.

- Qué sistema operacional, librerías y programas utilitarios podrán usarse para hacer el desarrollo del MEC?

Las características mínimas del equipo y soporte lógico con lo que se debe contar para la utilización del MEC.

4.3.2 Diseño educativo. Lo que se espera de un MEC (necesidad educativa que se va a atender) y el punto de partida (lo que se espera sepan los estudiantes) son dos de los datos de entrada con que cuenta el diseñador. Se trata ahora de resolver lo que hay que enseñar para llenar el vacío entre lo que se supone que ya saben lo que deberían saber quienes usen el MEC, establecer los ambientes de enseñanza – aprendizaje conviene que esto se aprenda y qué tipo de situaciones debe ser capaz de resolver el estudiante en cada uno de dichos ambientes, se requiere establecer los incentivos y refuerzos que se van a disponer, de modo que el estudiante se sienta motivado a participar activamente y lograr el máximo al estudiar el material.

Contenidos. En el software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D de mantenimiento se encuentran los contenidos citados en la tabla 2. En cada módulo se le ofrecerá al estudiante la forma de interactuar con el tema, la creación de su propio conocimiento.

Prácticos: los contenidos prácticos que presenta el software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo D, son:

- Procedimientos actuales acerca de la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares.
- En las evaluaciones se le brinda la oportunidad de aplicar los conceptos adquiridos en cada uno de los módulos citados anteriormente.

Descripción de la interfaz de usuario. La interfaz de usuario es el ambiente creado por el MEC para lograr que el usuario entre en contacto con un entorno que simula un ambiente de aprendizaje interactivo donde se presentan retos, contenidos y ejercicios con los que el usuario pueda interactuar.

La interfaz al tiempo de servir de contexto para lo que se aprende, se convierte en un medio poderoso para favorecer la interactividad y participación del estudiante, posibilitando el aprendizaje por medio de la exploración.

En la interfaz de usuario se ofrecerá el entretenimiento como entorno natural para el aprendizaje, se utilizarán las gráficas, animaciones y el diseño de los colores para captar la atención de los estudiantes.

La interfaz de usuario está conformada por un ambiente de navegación en Internet en el cual el estudiante contará con un menú principal donde encontrará todos los capítulos contenidos en el MEC.

Adicionalmente a esto, él tendrá la posibilidad de ubicarse en el módulo que desea por medio de un índice, tanto vertical como horizontal, cada módulo cuenta con una evaluación que le brinda la oportunidad al estudiante de saber los conocimientos que ha asimilado en la navegación del MEC.

En el siguiente capítulo se hace una descripción más profunda de esta interfaz.

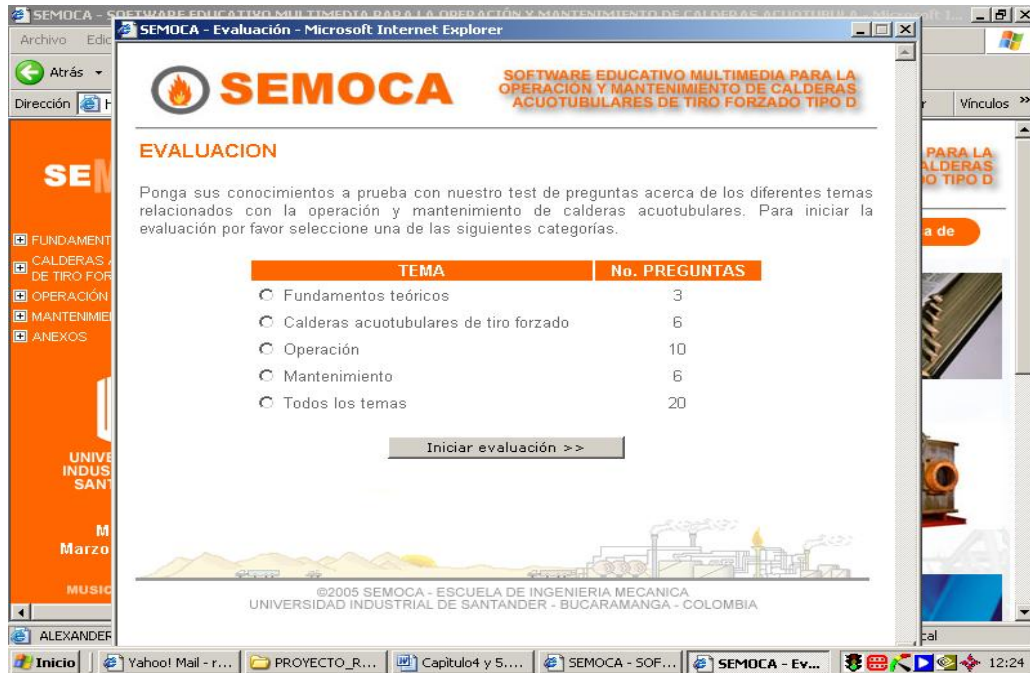
Motivación. Gracias a las características multimediales: animación, gráficos, gamas de colores, el MEC se presenta de manera dinámica y divertida.

El manejo de la interfaz de navegación por Internet hará que el estudiante se inmerja en el MEC y que interactúa más a gusto con él, ya que será un medio con que el estudiante ya está familiarizado.

Por otra parte, la navegación que le permite el MEC al estudiante, sin tener que regirse por la ruta de navegación escrita, como una camisa de fuerza, le proporcionará la libertad de acudir a los temas que sean de su interés personal y al grado de profundización que él desea, permitiendo esto que el estudiante no caiga en lecturas rutinarias y aburridoras.

Evaluación. EL MEC contará con una evaluación al final de cada capítulo, por medio de la cual se podrá establecer el logro alcanzado por el estudiante y según este resultado él mismo analizará la necesidad de hacer una retroalimentación (véase figura 20).

Figura 20. Entorno de Evaluación SEMOCA.



Como se explico, el usuario del MEC tendrá la facilidad de acceder al formato de evaluación una vez halla culminado cada uno de los módulos, o si lo prefiere el modo de navegación horizontal podrá ser consultado si ya se han estudiado todos los módulos (véase figura 21).

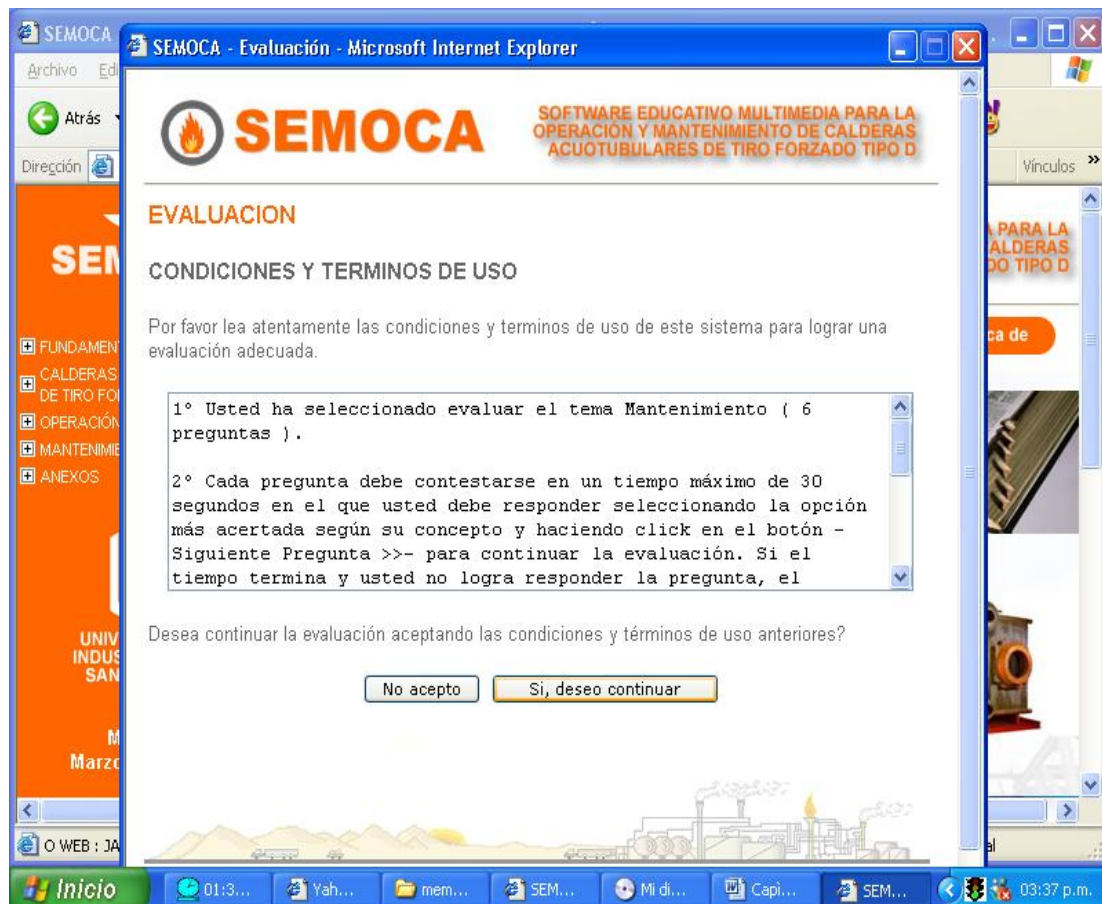
Figura 21. Acceso a la Evaluación desde el Menú Horizontal.



EL entorno de la evaluación es como se muestra en la figura 20 y presenta unas instrucciones y cláusulas de uso como lo muestra la figura 22, el formato de evaluación esta dividido según los módulos teóricos (1 y 2) y los módulos prácticos (3 y 4).

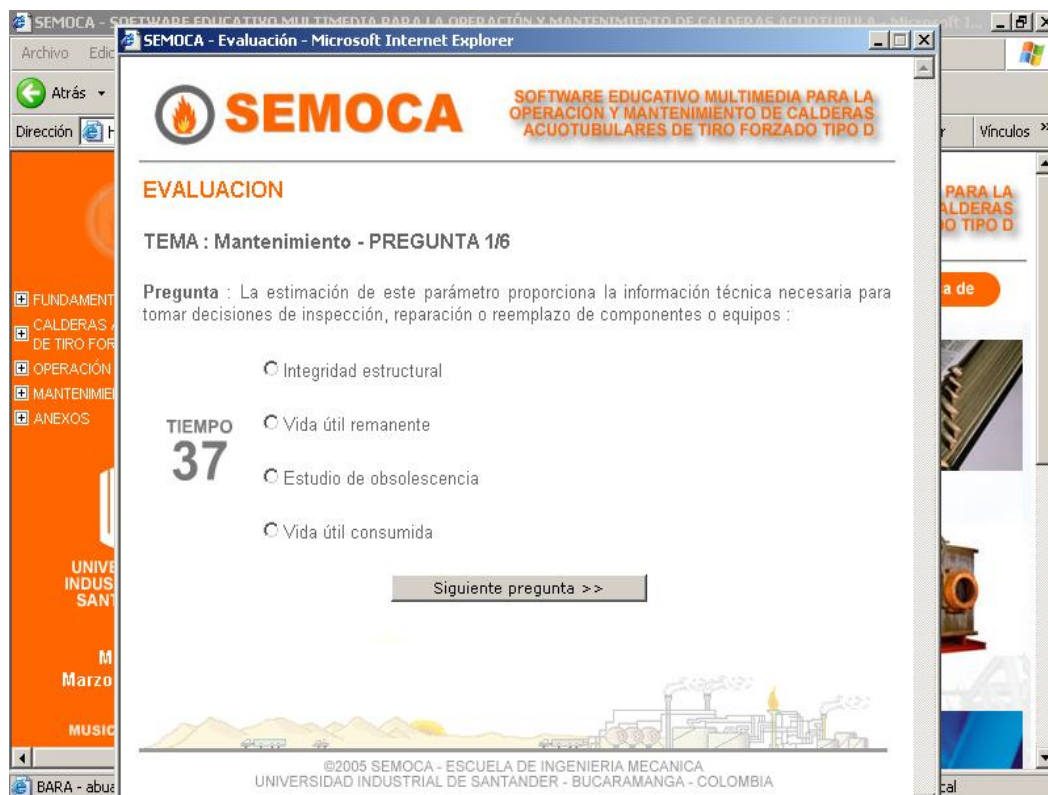
Así pues dependiendo de los requerimientos del usuario este podrá seleccionar cualquiera de los módulos de evaluación independientemente, o en caso contrario un módulo misceláneo que reúne preguntas de todos los módulos anteriores.

Figura 22. Instrucciones y cláusulas de uso.



Luego de haber seleccionado el módulo de interés, el estudiante se encontrará con un número de preguntas abiertas las cuales deberán ser contestadas en un tiempo definido, o en caso contrario el sistema saltará automáticamente a la siguiente pregunta, hasta que culminen el número de preguntas predeterminadas por sesión (véase figura 23). Al culminar todas las preguntas el estudiante podrá conocer tanto el resultado de la evaluación como las respuestas correctas de las preguntas que no acertó, y también comenzar otro módulo de evaluación si así lo desea.

Figura 23. Preguntas Evaluación SEMOCA



4.3.3 Diseño comunicacional. El dispositivo de entrada a utilizar en el MEC, es el ratón, ya que facilita la interacción a través de zonas de comunicación textuales y gráficas que le permiten al usuario navegar libremente por el software, haciendo clic en botones y ventanas.

4.3.4 Diseño computacional. En el diseño computacional se establece cuál es la estructura lógica que permite al MEC cumplir con las funciones requeridas, diseñado en forma modular, de tal manera que haya niveles sucesivos de especificidad hasta que llegue finalmente al detalle que hace funcional cada módulo incluido en el MEC.

Diseño lógico. La estructura lógica del MEC, expresa los procedimientos que el programa debe tener y sus interrelaciones, de modo que cumpla con las funciones definidas, de manera que le permita al estudiante recorrer la estructura de aprendizaje que subyace a los objetivos buscados. La Estructura General del Material Educativo Computarizado "SEMOCA" (Software Educativo Multimedia para la Operación y Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D), muestra la siguiente estructura lógica:

Tabla 3. Esquema de la estructura lógica del MEC.

<ul style="list-style-type: none">- Inicia SEMOCA con el intro en la pantalla de entrada y se encuentra con dos opciones:- Saltar intro, que lleva a la página de inicio inmediatamente;- Ver intro, que muestra la introducción a SEMOCA. <p>En la página de inicio, se encuentran ubicados dos menús, uno vertical y otro horizontal.</p> <ul style="list-style-type: none">- Menú vertical (5 módulos).<ol style="list-style-type: none">1. Fundamentos teóricos.2. Calderas Acuotubulares.3. Operación.4. Mantenimiento.5. Anexos.- Menú horizontal (7 módulos).<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Planos.3. Fotografías.4. Vídeos.5. Glosario.6. Evaluación.7. Acerca de.

Prototipo del MEC. Los pantallazos diseñados, presentados en el siguiente capítulo, se basan en principios básicos tales como:

- *Claridad del propósito:* lo fundamental es saber lo que se espera lograr con el MEC, identificando y disponiendo los elementos del pantallazo, de modo que apoyen concurrentemente el fin buscado.
- *Sencillez:* teniendo claro lo que se busca y habiendo ideado una forma interactiva de lograr este propósito, es necesario identificar y disponer los elementos textuales, gráficos, de animación y color necesarios.
- *Consistencia:* las características básicas definidas por la interfaz deben preservarse a lo largo de los pantallazos.

Herramientas de desarrollo. Para la realización de este software ha sido necesario utilizar tecnologías de punta en el desarrollo de aplicaciones Web interactivas. A continuación se presenta un listado de métodos y herramientas utilizadas:

HTML básico:

- Estructuración de tablas (para la organización del contenido de las mismas páginas).
- Estructuración de vínculos (a imágenes, a otras páginas, a planos).
- Estilo CSS.
- Plantillas de texto que guardan la configuración de tipo de letra, fuente, tamaño, color y colores para vínculos de títulos.
- Estructuración de frames (marcos).
- Formularios para los formatos de evaluación de cada capítulo.

Java script: Lenguaje de programación de tipo cliente (se ejecuta desde el navegador de internet).

- Utilizado para el despliegue de los ítems del contenido de menú vertical.
- Rollover de imágenes (menú horizontal).
- Ventanas secundarias o popups (para glosario, evaluación, acerca de, planos y fotografías).
- Redirección de páginas (utilizado en la evaluación).
- Desactivación del clic derecho del mouse (evaluación).
- Control de teclas actualizar y atrás (en la evaluación).
- Texto en movimiento en la barra de estado.

PHP (Hiptertext Pre Processor). Lenguaje de programación tipo servidor (Se ejecuta con el servidor local Apache).

- Control de contenido de las páginas.
- Conexión con una base de datos (Estructuración del contenido, Glosario y Evaluación).
- Funciones de actualización de fecha.

Herramientas Usadas.

Intel Pentium 4 1400 Mhz, 256 memoria RAM.

Mecromedia DreamWeaver version MX (Editor de código HTML, Javascript y PHP).

Windows XP.

Macromedia Fireworks MX (Editor de Imágenes).

Carture Wiz (Capturador de Imágenes de pantalla).

Swish 2.0 (Editor de animaciones)

Windows Moview Maker (Editor de Video)

Auto Desk Express viewer (visualizador de planos en formato dwf)

5. EL SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS ACUOTUBULARES DE TIRO FORZADO TIPO D

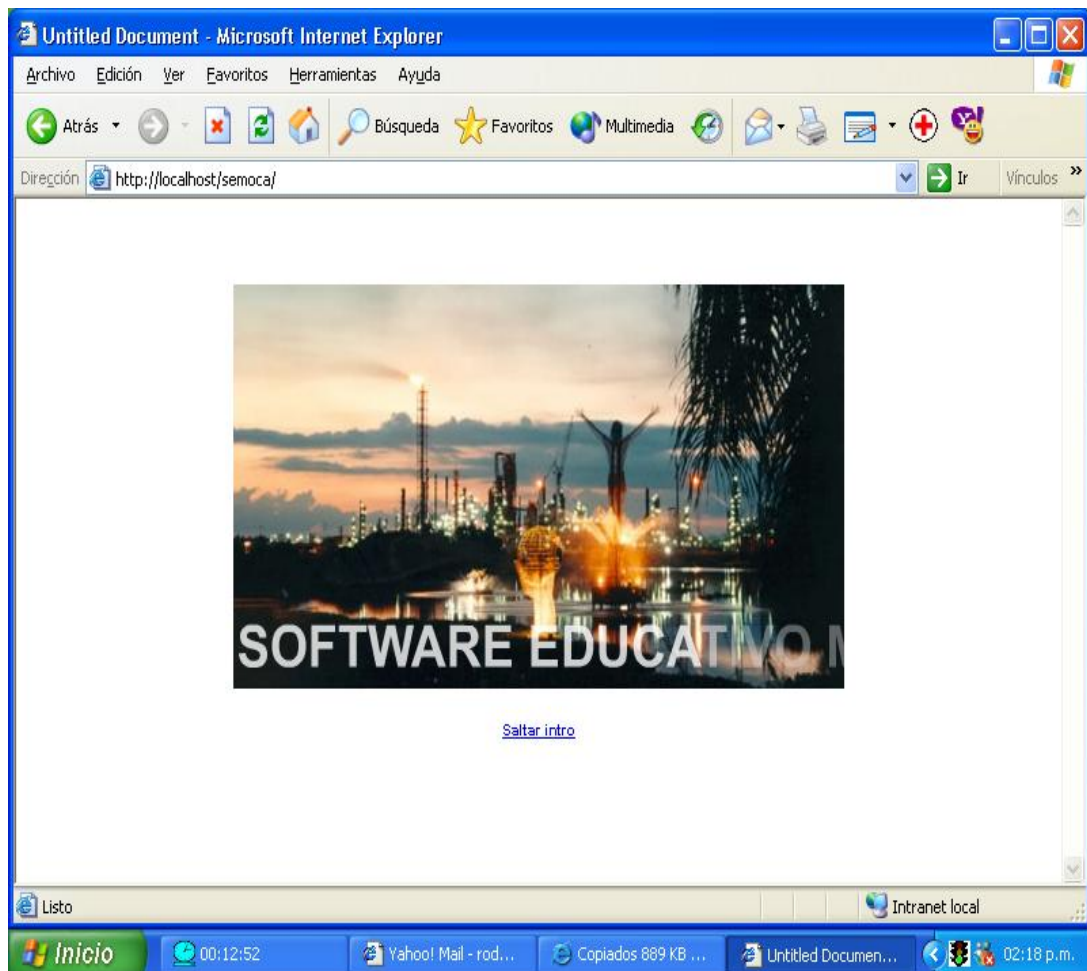
EL entorno gráfico del software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tiro forzado tipo d, (SEMOCA), está centrado en el manejo de ventanas interactivas que le permiten al usuario tener una navegación sin límites a través de todos los temas del software.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL MEC OBTENIDO

El software SEMOCA, está constituido por módulos todos diseñados con una interfaz gráfica que le brinda al usuario la posibilidad de interactuar en un ambiente agradable, conformado por texto didácticamente diseñado, con gráficos y animaciones que ayudan a aumentar la motivación y combaten contra el tedio y el aburrimiento; colores suaves que no cansan la vista del usuario y sonidos de ambientación que le brindan un ambiente relajante.

5.1.1 Intro SEMOCA. SEMOCA muestra en su inicio una presentación (INTRO) donde se muestra el nombre del software como se ve en la figura 24, fotos de Calderas Acuotubulares, también se muestra en la parte central de esta presentación la sigla SEMOCA y en la parte inferior está ubicado un hipervínculo que es el que le da la orden de arranque al software, permitiéndole entrar a la pantalla de inicio.

Figura 24. Intro SEMOCA.



5.1.2 Pantallazo de Inicio. Una vez habiéndose pulsado la tecla saltar intro (o en caso contrario habiéndose permitido ver la introducción a SEMOCA), se procede a observar la página de INICIO como se muestra en la figura 25, en la cual se encuentra entre otras cosas, las iniciales del software, el título del mismo, el logotipo de la Universidad Industrial de Santander, los dos menús (Vertical y Horizontal), el contenido estructurado del software en sus cinco módulos principales y los botones de navegación y apagado de la música.

Figura 25. Pantallazo de Inicio.



Menú vertical de SEMOCA. En la figura 26 se encuentra la presentación del menú vertical de SEMOCA en el cual se encuentra un menú con 5 módulos.

Figura 26. Menú vertical de SEMOCA.



- Fundamentos Teóricos.
- Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D.
- Operación de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D.
- Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D.
- Anexos.

Cada una de estas opciones son hipervínculos que están ligados a cada uno de los 5 módulos.

Módulo de Fundamentos Teóricos: diseñado para suplir las necesidades de conocimiento de los conceptos básicos teóricos relacionados con la generación del vapor a nivel industrial, sus usos, aplicaciones y descripción del proceso de transferencia de calor en los tubos de una caldera, calidad del vapor, vapor seco y vapor húmedo, y vapor sobrecalentado, también muestra la clasificación, componentes y funcionamiento de las calderas industriales.

Módulo de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D: el segundo módulo se basa en los principios teóricos relacionados con las Calderas Acuotubulares de tipo forzado tipo D, combustibles, métodos de circulación agua - vapor, elementos, construcción y problemas de diseño de sus componentes, y sistemas de control de las calderas, y una compilación de planos a manera de ejemplos de una Caldera Acuotubular de tiro forzado tipo D.

Módulo de Operación de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D: elaborado con el fin de integrar todos los pasos previos a la arrancada de una caldera de esta configuración, también los pasos de escondido, operación en línea y apagada normal y de emergencia.

Módulo de Mantenimiento de Calderas Acuotubulares de Tiro Forzado Tipo D: este módulo representa el punto fuerte del software, ya que muestra paso a paso y de forma estructurada y ordenada el mantenimiento que se realiza a nivel industrial de este tipo de equipos generadores de vapor.

Módulo de Anexos: este capítulo nace con la necesidad, de hacer énfasis en una información que de alguna u otra manera, no sería apropiado estructurarla, ya que representa un conjunto de documentos que han sido el resultado de años de investigación de empresas líderes y conocedoras en el mantenimiento y operación de calderas industriales.

Menú horizontal de SEMOCA.

- *Inicio.* Retorna a la página de Inicio sea cual sea la ubicación del usuario
- *Planos.* Conjunto de planos diseñados por la firma COLMÀQUINAS S.A., en donde se ilustran a manera de ejemplo los diferentes componentes, materiales y soldadura de una Caldera Acuotubular de tiro forzado tipo D, que genera vapor sobrecalentado a 600psi y 750⁰C.

Figura 27. Menú Horizontal de SEMOCA.



- *Fotografías.* Seguimiento fotográfico de la reparación de una Caldera Acuotubular de tiro forzado tipo D, el cual se lleva a cabo mediante un Programa Detallado de Trabajo (PDT), el cual representa la programación del mantenimiento de este tipo de equipos.
- *Videos.* Este capítulo comprende todo un compendio de vídeos y animaciones relacionadas con la operación, funcionamiento, descripción y mantenimiento de calderas industriales, tanto pirotubulares como acuotubulares.
- *Glosario.* Comprende toda una recopilación bibliográfica relacionada con la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares.
- *Evaluación.* Por medio de esta el usuario podrá medir los conocimientos adquiridos durante toda la navegación en SEMOCA.
- *Acerca de.* Muestra el nombre de los Realizadores de SEMOCA y el director del Proyecto.

5.1.3 Herramientas de navegación. SEMOCA cuenta con las siguientes herramientas de navegación:

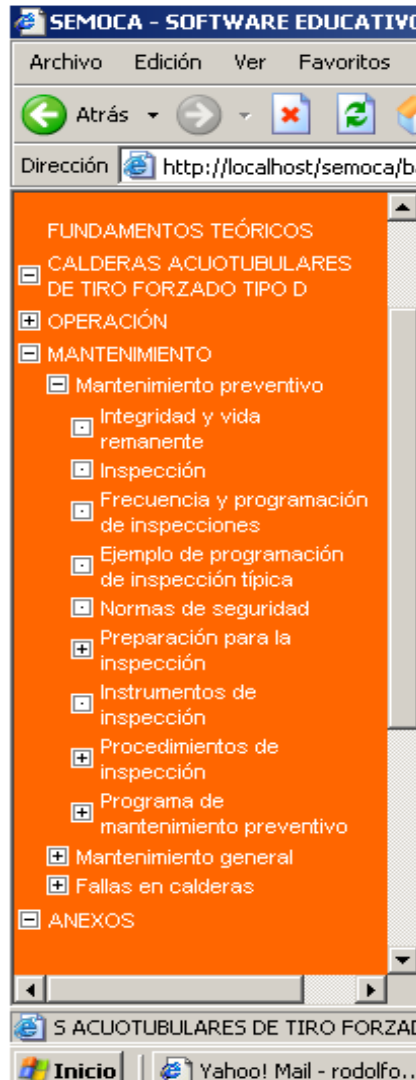
Menú Vertical: contiene toda la estructura del contenido clasificada en 5 módulos hasta un cuarto nivel de detalle.

Menú Horizontal: (véase a continuación figura 28).

Figura 28. Menú Horizontal de SEMOCA.



Figura 29. Menú Vertical de SEMOCA



- Vínculos de contenido de los 5 módulos a partir de la página de inicio.

Figura 30. Vínculos de Contenido.



- **Vínculo “Subir”**. Se dirige al extremo superior de la página mostrada.

Figura 31. Vínculo “Subir”.



CONCLUSIONES

En el ejercicio de su profesión el hombre se enfrenta comúnmente a proyectos de gran escala que implican la recopilación y uso de grandes volúmenes de información. Tradicionalmente esta se ha utilizado en formato impreso por su manejo práctico y facilidad de adquisición sin embargo, las ventajas propias de manipular información impresa no permiten realizar estudios con un alto grado de complejidad ni garantizan la obtención de resultados en forma rápida y confiables, La creciente necesidad de realizar análisis complejos influye de manera directa en que los avances de los medios informáticos tienden a mejorar el manejo de la información. Es aquí donde se aporta a este proceso, pudiendo desarrollar este software relacionado con la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares, el cual logra integrar principios básicos y de alta ingeniería y le permite al usuario tener una guía de los procedimientos que se llevan a cabo en la industria tanto nacional como internacional.

Los administradores de las empresas deben considerar que el elemento humano como equipo productivo de la factoría, es el activo más importante de que disponen, ya que una instalación sin el personal adecuadamente preparado para manejarla, representa un factor de alto riesgo para la supervivencia de la empresa, así se disponga de la última tecnología.

Se creó un software educativo (SEMOCA) el cual facilita el aprendizaje de los aspectos teóricos y prácticos relativos a la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares al usuario en general, con SEMOCA el usuario podrá visualizar planos, especificaciones de materiales, procedimientos de encendido, operación en línea y apagada, prácticas de mantenimiento,

observar videos y fotos de reparaciones, fallas comunes, identificar claramente partes, componentes y dispositivos. Permitiéndoles a este asistir a una cátedra virtual con ambientes amigables e interactivos, donde puede llevar su propio ritmo de aprendizaje y verificar su nivel de conocimientos. Se hizo una recopilación y análisis bibliográfico de los temas relacionados con la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares, la recopilación se encuentra consignada en el software.

Los módulos del software educativo para la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares se diseñaron e implementaron con: gráficos, esquemas, diagramas, animaciones e hipertexto. El principal obstáculo para la conceptualización y diseño del software educativo multimedia para la operación y mantenimiento de Calderas Acuotubulares de tipo forzado tipo D (SEMOCA) fue el gran volumen de información que se maneja en el campo, pues este integra aspectos como, tecnologías avanzadas, regulaciones ambientales, manejo de potencial humano e innumerables teorías, las cuales son manejadas o interpretadas a su manera por cada empresa conocedora del tema. Es así como después de consultar, investigar, y debatir el alcance del software, se entrega un producto final, el cual esperamos sea de agrado del usuario.

RECOMENDACIONES

Este producto resulta y hace parte de un grupo de software educativos desarrollados por ingenieros mecánicos con el fin de contribuir con el crecimiento de la escuela. SEMOCA representa la aplicabilidad de los aspectos teóricos de toda una serie de conceptos asimilados y que forman parte del día a día de empresas como ECOPETROL S.A., por tanto les hacemos una invitación no solo a los estudiantes sino también a los profesores, a que promuevan y desarrollen proyectos en modalidad práctica empresarial, ya que así incentivan y motivan la sinergia empresa - universidad.

El desarrollo de herramientas más poderosas podrán ser utilizadas en futuros proyectos, con el fin de estar a la vanguardia del desarrollo ingenieril del nuevo milenio. Se aconseja que para futuras actualizaciones del software, se logre contar con ambientes simulados y también poder anexar aspectos que nos se tuvieron en cuenta con SEMOCA.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACION REGIONAL DE EMPRESAS DEL PETROLEO Y GAS NATURAL EN LATINOAMERICA Y EL CARIBE (ARPEL), OPTIMIZACION DE LA COMBUSTION EN CALDERAS Y HORNOS.

CENTRO DE INFORMACIÓN TÉCNICA (CIT), REPARACIÓN CON PARADA DE PLANTA DE CALDERA ACUOTUBULAR DE LA UNIDAD DE REFORMADO CATALITICO (UOP-02), Barrancabermeja, Febrero 2002.

CENTRO DE CONTROL DE POTENCIA (CCP) DE LA GCB. MANUAL DE DESHOLLINADORES DE LA UNIDAD DE BALANCE, Barrancabermeja, Abril 2000.

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. GLOSARIO DE TERMINOS COMUNES EN HORNOS Y CALDERAS, (EQUIPOS DE QUEMA), Cuarta Edición, Barrancabermeja, Mayo 2003.

DUKELOW SAM G, THE CONTROL OF BOILERS, March 1985.

GALVIS, PANQUEVA. Álvaro. Ambientes Educativos Computarizados. En: BOLETIN DE INFORMÁTICA EDUCATIVA: Materiales Educativos Computarizados. Universidad de los Andes. Vol. 2 (Agosto 1989), Santafè de Bogotá.

GALVIS P Álvaro, INGENIERIA DEL SOFTWARE EDUCATIVO Ed UNIANDES, Bogotá 1995.

GERENCIA DE SERVICIOS INDUSTRIALES. DEPARTAMENTO DE VAPOR Y ENERGIA REFINERÍA, MANUAL DE GENERACIÓN DE VAPOR, EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS, Barrancabermeja, Noviembre de 1996.

GRUPO III DE SERVICIOS INDUSTRIALES. MANUAL DE OPERACIÓN DE CALDERAS B-2951-55 DE LA UNIDAD DE BALANCE, Barrancabermeja, 1997.

GUIA ARPEL, GESTION DE ENERGIA DE SISTEMAS DE VAPOR, Febrero 2000.

HONEYWELL EBC, MODERNIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE LAS CALDERAS DE LA UNIDAD DE BALANCE ECOPEPETROL S.A. GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA, Mayo 2002.

OPERACIÓN DE CALDERAS INDUSTRIALES, GONZALO RODRIGUEZ GUERRERO, Cuarta Edición, mayo 2000.

REPORTE REPARACIÓN GENERAL CALDERA B-901, Barrancabermeja, Noviembre 2001.

SHELL GLOBAL SOLUTIONS, GUIA DE COMBUSTION PARA OPERADORES, GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA, Barrancabermeja, mayo 2002.

ANEXO

**Anexo A. Un disco compacto, SEMOCA formato CD-R.
Tres discos compactos. Formato CD-R Mantenimiento deshollinadores**