

**SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APOYO DE LA ENSEÑANZA DEL  
LIBRO “DISEÑO, CONTROL Y OPERACIÓN DEL HORNO DE CUBILOTE”**

**MARIO JAVIER CANDELA CELY**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA  
2004**

**SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APOYO DE LA ENSEÑANZA DEL  
LIBRO “DISEÑO, CONTROL Y OPERACIÓN DEL HORNO DE CUBILOTE”**

**MARIO JAVIER CANDELA CELY**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO METALURGICO**

**DIRECTOR  
ING. ARNALDO ALONSO BAQUERO  
PROFESOR ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE  
MATERIALES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA**

**2004**

**TITULO\*:**

**SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APOYO DE LA ENSEÑANZA DEL LIBRO  
“DISEÑO, CONTROL Y OPERACIÓN DEL HORNO DE CUBILOTE”**

**AUTOR:**

**MARIO JAVIER CANDELA CELY\*\***

Palabras clave:

Software, educativo, multimedia, fundición, horno, cubilote.

En la primera parte del libro se examinan los elementos necesarios para el desarrollo de un software educativo multimedia.

El libro “Diseño, control y operación del horno de cubilote” del autor Arnaldo Alonso Baquero sirvió como punto de partida para este desarrollo tecnológico; en la elaboración de este material educativo multimedia se utilizó el lenguaje Visual Basic 6.0.

CUPOLA 1.0 pretende convertirse en un complemento de la obra del autor, haciendo más sencillo su aprendizaje, volviendo más dinámica e interactiva su lectura y sirviendo además como material de apoyo pedagógico para el profesor en la clase de fundición II.

En la última parte del libro se presentan las diferentes interfases de la aplicación y el código fuente para permitir modificaciones futuras y el desarrollo de versiones posteriores.

---

\*Proyecto de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Director: Ing. Arnaldo Alonso Baquero.

**TITLE\*:**

**EDUCATIONAL MULTIMEDIAL SOFTWARE FOR SUPPORT OF THEACHING OF  
THE BOOK “DESIGN, CONTROL AND OPERATION OF CUPOLA FURNACE”**

**AUTHOR:**

**MARIO JAVIER CANDELA CELY\*\***

Keywords:

Software, educative, multimedial, foundry, cupola furnace.

In the first part of the book the diverse elements needed in the development of the software are examined.

The book “Design, control and operation of Cupola Furnace” by Arnaldo Alonso Baquero was used as start for this technologic proposal. Visual Basic 6.0 was used as computational language.

CUPOLA 1.0 wants to be a book's complement, making very simple it apprenticeship, dynamizing it reading and serving as support pedagogical material for the teacher in the foundry II subject.

In the last part of the book it is given diverse types of software interphases, besides the basic code for next modifications and future versions.

---

\*Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Director: Ing. Arnaldo Alonso Baquero.

## DEDICATORIA

*A DIOS:*

*Por supuesto*

*A mi mamá:*

*Isabel*

*Quien se lo merece más que nadie*

*A Andrea:*

*Naturalmente...!!!*

*A mis Tres hermanos:*

*Especialmente al "abuelo" (qepd)*

*También esto fue por ellos*

*A mi familia los Cely*

*Mario Javier*

## AGRACEDIMIENTOS

El autor manifiesta sus más sinceros agradecimientos a:

El ingeniero **Arnaldo Alonso Baquero** por su orientación y apoyo en la elaboración de este trabajo.

La ingeniera **Andrea Márquez Peñuela** por su uso de razón intransferible que le permite navegar sin tropiezos por los azares de la realidad.

El señor **Rafael Orozco**, incansable, leal y sorprendente escudero.

**Mis maestros** y en especial los de metalúrgica a quienes he admirado desde antes de conocerlos y ahora puedo incluir dentro del grupo de mis amigos.

**Mi familia**, porque nunca dudaron.

Y a **mis amigos**... quienes también son mi familia.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. PRESENTACION DEL PROYECTO	3
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 JUSTIFICACION	4
2. MARCO TEORICO	6
2.1 GENERALIDADES DEL HIERRO	6
2.2 IMPORTANCIA DEL HORNO DE CUBILOTE	7
2.3 MECANISMO DE FUSIÓN	8
2.4 OXIDACIÓN	10
2.5 CARBURACIÓN	11
2.5.1 Factores que influyen en la carburación	11
2.6 SULFURACIÓN	11
2.7 INGENIERIA DEL SOFTWARE	12
2.7.1 Ingeniería y Análisis del Sistema	13
2.7.2 Análisis de los requisitos del software	13
2.7.3 Diseño	13
2.7.4 Codificación	14
2.7.5 Prueba	14
2.7.6 Mantenimiento	14
2.8 INGENIERIA DEL SOFTWARE EDUCATIVO	14
2.8.1 Revisión bibliográfica	15
2.8.2 Análisis de necesidades educativas	15

2.8.3	Diseño del software	16
2.8.3.1	Diseño educativo	16
2.8.3.2	Diseño de interfaz	16
2.8.3.3	Diseño computacional	17
2.8.4	Desarrollo	17
2.8.5	Pruebas	17
2.8.5.1	Evaluación de expertos en contenido y metodología	17
2.8.5.2	Prueba piloto	17
2.8.6	Documentación	18
2.9	MULTIMEDIA COMO HERRAMIENTA DE APOYO	18
2.9.1	Hipermedia	19
2.9.2	Hipertexto	20
2.9.3	Video	20
2.9.4	Animaciones	21
2.10	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	22
2.10.1	Visual Basic 6.0	22
2.10.1.1	Modo de Diseño y Modo de Ejecución	23
2.10.1.2	Formularios y Controles	23
2.10.1.3	Objetos y Propiedades	24
2.10.1.4	Nombres de objetos	25
2.10.1.5	Eventos	26
2.10.1.6	Métodos	26
2.10.1.7	Proyectos y ficheros	27
2.10.1.8	Entorno de programación Visual Basic 6.0	28
2.10.2	Macromedia Flash MX	29
2.10.3	Macromedia Fireworks MX	29
2.11	TECNOLOGIA Y EDUCACION	29
2.11.1	Teorías del aprendizaje que orientan el desarrollo del MEM	30
2.11.1.1	Teoría de Gestalt	31
2.11.1.2	Teoría de Jean Piaget	31

2.11.1.3 Teoría constructivista	32
2.11.2 Enfoque pedagógico	33
2.11.2.1 Aprendizaje dirigido por el docente	33
2.11.2.2 Aprendizaje autodirigido	34
2.11.2.3 Enfoque educativo algorítmico	34
2.11.2.4 Enfoque educativo heurístico	35
2.12 MATERIAL EDUCATIVO MULTIMEDIA (MEM)	36
2.12.1 Tipos de MEM	37
2.12.1.1 Sistema tutorial	38
2.12.1.2 Sistema de ejercitación y práctica	38
2.12.1.3 Simulador y juego educativo	39
2.12.1.4 Sistemas expertos	39
2.12.1.5 Lenguajes sintónicos y micromundos exploratorios	39
3. DESARROLLO DEL MEM	40
3.1 ANALISIS DE NECESIDADES	40
3.1.1 Necesidades educativas	40
3.1.2 Alternativas de solución	41
3.2 ENTORNO DEL MEM	42
3.2.1 Población objetivo	42
3.2.2 Situaciones del MEM	42
3.2.3 Limitaciones y recursos para los usuarios	43
3.2.4 Requisitos previos	44
3.2.5 Herramientas requeridas para la ejecución del MEM	44
3.2.5.1 Software	44
3.2.5.2 Hardware	44
3.3 DISEÑO EDUCATIVO	44
3.3.1 Micromundos	45
3.4 DISEÑO DE INTERFAZ	45
3.4.1 Dispositivos e interfaz de entrada	46
3.4.2 Dispositivos e interfaz de salida	46

3.4.3 Diseño de zonas de comunicación	46
3.4.3.1 Zonas de contexto	46
3.4.3.2 Zonas de control de flujo	47
3.4.3.3 Zonas de trabajo	47
3.4.4 Elementos constitutivos de las zonas de comunicación	48
3.4.4.1 Menús	48
3.4.4.2 Botones	48
3.4.4.3 Textos	49
3.4.4.4 Apoyo gráfico y animaciones	50
3.5 DISEÑO COMPUTACIONAL	52
3.5.1 Introducción	52
3.5.1.1 Aspectos generales (código fuente)	53
3.5.1.2 Partes (código fuente)	53
3.5.2 Zonas	55
3.5.2.1 Zona de precalentamiento (código fuente)	55
3.5.2.2 Zona de fusión (código fuente)	56
3.5.2.3 Zona de gasificación (código fuente)	56
3.5.2.4 Zona de combustión (código fuente)	57
3.5.2.5 Zona de reducción (código fuente)	57
3.5.3 Circuito de aire	58
3.5.3.1 Tubería ventilador (código fuente)	58
3.5.3.2 Caja de viento (código fuente)	59
3.5.3.3 Toberas (código fuente)	59
3.5.3.4 Ventilador centrífugo (código fuente)	61
3.5.4 %Coque-carga-Flujo de aire	63
3.5.4.1 Relación (código fuente)	64
3.5.4.2 Tiempo combustión del coque (código fuente)	65
3.5.4.3 Diagrama de Jungbluth (código fuente)	66
3.5.4.4 Regulación de la fusión (código fuente)	66
3.5.4.5 Porcentaje de coque entre carga (código fuente)	68

3.5.4.6 Cálculo del flujo de aire (código fuente)	69
3.5.4.7 Altura de la cama de coque (código fuente)	69
3.5.4.8 Producción óptima	73
3.5.5 Operación	73
3.5.5.1 Selección de la carga metálica (código fuente)	74
3.5.5.2 Cálculo de la carga metálica (código fuente)	74
3.5.5.3 Calentamiento del cubilote (código fuente)	75
3.5.6 Controles tecnológicos	75
3.5.6.1 Gotas de fundición en las toberas (código fuente)	76
3.5.6.2 Medición de la temperatura de la fundición (código fuente)	76
3.5.6.3 Observación del aspecto de la escoria (código fuente)	77
3.5.6.4 Producción horaria (código fuente)	77
3.5.6.5 Composición química de la fundición (código fuente)	78
3.5.6.6 Balance metálico (código fuente)	80
3.5.7 Modelos matemáticos	80
3.5.7.1 Estadísticos (código fuente)	81
3.5.7.2 Termoquímicos (código fuente)	81
3.5.7.3 Importancia de la simulación (código fuente)	82
3.5.7.4 Composición química de la fundición en piquera (código fuente)	83
3.5.7.5 Determinación de las características mecánicas (código fuente)	84
3.5.8 Extras	88
3.5.8.1 Imágenes (código fuente)	88
3.6 IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE	89
3.6.1 Funciones lógicas disponibles al usuario	89
3.6.2 Herramientas computacionales	90
3.6.3 Descripción de pantallas	91
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFIA	97

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. El ciclo de vida clásico	13
Figura 2. Zonas de contexto	46
Figura 3. Zonas de control de flujo	47
Figura 4. Zonas de trabajo	47
Figura 5. Menús	48
Figura 6. Botones	49
Figura 7. Textos	50
Figura 8. Configuraciones del puntero	51
Figura 9. Menú Capítulo I	52
Figura 10. Menú Capítulo II	55
Figura 11. Menú Capítulo III	58
Figura 12. Menú Capítulo IV	63
Figura 13. Menú Capítulo V	73
Figura 14. Menú Capítulo VI	75
Figura 15. Menú Capítulo VII	80
Figura 16. Menú Extras	88
Figura 17. Pantalla de entrada	91
Figura 18. Pantalla tipo texto	92
Figura 19. Pantalla tipo imagen	92
Figura 20. Pantalla tipo texto y fórmula interactiva	93
Figura 21. Pantalla tipo texto, imagen y fórmula interactiva	93

## INTRODUCCION

Los grandes y constantes cambios en los ámbitos social, cultural y tecnológico que han caracterizado el último siglo han generado avances en la sociedad y en su entorno que obligan a las personas a adaptarse a este nuevo mundo dominado por las tecnologías de la información y la comunicación.

Actualmente el mundo de la educación, sus modelos pedagógicos y sus prácticas didácticas han sido afectadas por el computador, que asociado al tremendo poder de las telecomunicaciones constituye una innovación tecnológica con un enorme potencial, debido a que permite un proceso dinámico e interactivo, que estimula el aprendizaje individualizado y la enseñanza orientada al desarrollo de proyectos y nuevas formas de evaluación; además, permite almacenar grandes volúmenes de información, ejecuta operaciones con velocidad y exactitud, facilita el intercambio de información en diversos formatos y ofrece la posibilidad de control por parte del usuario.

Atendiendo a las ventajas del uso de las tecnologías de información y comunicación que ofrecen experiencias de aprendizaje de mayor calidad, este proyecto presenta el diseño e implementación de un material educativo multimedia para apoyar el aprendizaje de los conceptos expuestos en “Diseño, operación y control del cubilote” del autor Arnaldo Alonso Baquero.

El documento describe el trabajo realizado de la siguiente forma. La primera parte incluye la presentación del proyecto. En la segunda parte se hace una

descripción general de la importancia del horno de cubilote y además se referencian teóricamente los elementos necesarios para la elaboración de un material educativo multimedia. En la tercera parte del libro se presenta la estructura de desarrollo del software incluyendo detalles de su diseño y el respectivo código fuente. Al final del documento se muestran las conclusiones y recomendaciones propuestas para futuros desarrollos.

# 1. PRESENTACION DEL PROYECTO

## 1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 1.1.1 Objetivo General

Desarrollar un software educativo multimedia que facilite, complemente y dinamice el aprendizaje y análisis del libro “Diseño, operación y control del cubilote” del autor Arnaldo Alonso Baquero.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

1.1.2.1 Elaborar el diseño de un material educativo multimedia que apoye los procesos de aprendizaje y la solución de las dificultades identificadas y que considere:

- § Los temas y subtemas relacionados con el diseño, operación y control del cubilote.
- § El uso de micromundos que sirvan de entorno para facilitar el aprendizaje y la comprensión por parte de los estudiantes.
- § Implementación de estrategias de motivación que generen en el estudiante un interés permanente por el material.
- § El uso de la interactividad y de elementos multimediales.

1.1.2.2 Elaborar el diseño de interfaz del software atendiendo a:

- § La definición de dispositivos e interfaces de Estudiante/Software que faciliten el trabajo de los estudiantes.
- § El uso de elementos que permitan la creación de un ambiente agradable y amigable para el uso de los usuarios.

1.1.2.3 Elaborar el diseño computacional del software teniendo en cuenta:

- § La definición de opciones al estudiante que permitan acceder a la información, evaluarse cuando lo desee y solicitar ayuda sobre el tema y el manejo de la herramienta.
- § La definición de opciones para el profesor que permitan la actualización de algunas secciones y el control de usuarios.

1.1.2.4 Desarrollar el software de manera que recoja las características definidas en el diseño.

## **1.2 JUSTIFICACION**

La incidencia del horno de cubilote en la producción de fundiciones a nivel mundial y las grandes ventajas de las que disfruta nuestro país con respecto a otros productores de hierro fundido, han estimulado a diferentes investigadores, como el Ingeniero Arnaldo Alonso Baquero a emprender una campaña de difusión que canalice esfuerzos para presentar alternativas con el objeto de mejorar el desempeño del cubilote.

El libro “Diseño, operación y control del cubilote” del autor Arnaldo Alonso Baquero, es el punto de partida para la elaboración del siguiente desarrollo tecnológico, con el que se pretende poner a disposición de los lectores de esta obra todos los elementos necesarios para hacer mas simple, dinámico e interactivo su análisis.

El desarrollo de este Material Educativo Multimedia aumentará el interés de los lectores, estimulará la investigación alrededor de los temas incluidos en el software y facilitará la comprensión de los capítulos, pues a pesar de ser “considerado un proceso sencillo, la fusión en el cubilote se acompaña de la ocurrencia de fenómenos físicos y químicos complejos, cuyas influencias e interrelaciones, lo hacen en extremo difícil de entender”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>ALONSO, Arnaldo. Diseño, control y operación del horno de cubilote.” UIS, 2000.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 GENERALIDADES DEL HIERRO<sup>2</sup>

Nadie puede negar la trascendencia del hierro en la historia de la humanidad; aun hoy a pesar de las pasiones que despierta el negocio del petróleo, los expertos siguen calificando el nivel de desarrollo de las naciones, de acuerdo a su producción de hierro y no a sus reservas en hidrocarburos.

El hierro es un elemento químico de símbolo Fe, numero atómico 26 y peso atómico 55.85. Es un metal que pertenece al grupo VIII del sistema periódico y uno de los más abundantes de la naturaleza, si bien raramente se presenta en estado nativo. En forma de óxido, aparece en la magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), en la hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), y en la limonita; como carbonato forma parte de la siderita, y la pirita está compuesta por sulfuro de hierro. El hierro es un metal argénteo, con una conductividad eléctrica igual a la de 1/5 la del cobre y tiene una dureza que depende del grado de impureza que contenga. Es un elemento relativamente activo aunque es inalterable al aire seco. En aire húmedo es atacado por el agua y el anhídrido carbónico, recubriéndose de herrumbre ( $\text{Fe}[\text{OH}]$ ). Se disuelve fácilmente en ácido clorhídrico y sulfúrico, desplazando el hidrógeno. No se disuelve en ácido nítrico ni en ácidos diluidos; el hierro se extrae de los minerales que lo contienen, no obstante en la industria sólo se utilizó hasta hace algunos años los que poseían un 40% del metal.

---

<sup>2</sup>"GARCIA PELAYO, Ramón. Pequeño Larousse en color". Ediciones Larousse, 1972 pa. 1227

El hierro obtenido en la industria nunca es puro. Se ha producido hierro en estado de casi absoluta pureza mediante electrólisis de soluciones de cloruro y sulfato ferroso.

Considerado un proceso sencillo, la fusión en el cubilote se acompaña de la ocurrencia de fenómenos físicos y químicos complicados, cuyas influencias e interrelaciones, lo hacen difícil de entender.

## **2.2 IMPORTANCIA DEL HORNO DE CUBILOTE**

La importancia de este horno radica en que permite obtener un producto con características mecánicas y metalúrgicas llamado “hierro colado” que para el caso de condiciones de servicio poco exigentes llena satisfactoriamente las expectativas.

Conocido como un horno sucio pero no contaminante, este medio de fusión se posicionará como el método mas utilizado para la obtención de fundiciones en el futuro, hoy en día el 70% de las fundiciones producidas en el mundo provienen del horno de cubilote.

El cubilote se establece hoy como el horno de fusión mas utilizado para la elaboración de fundiciones, como consecuencia de su diseño sencillo, su cómodo y económico mantenimiento.

Trabaja con combustible sólido, el coque, sin embargo ya se han presentado variaciones que utilizan una mezcla de gas y coque u otros modelos más modernos con gas únicamente, que han tenido bastante acogida en países donde las reservas de gas natural superan las de carbón, convirtiéndolo en una alternativa viable por su economía y sus resultados a pesar de las restricciones en las características de los productos que se obtienen.

El diseño del cubilote se ha modificado poco desde su invención; sus dimensiones han ido evolucionando, especialmente su altura que alcanzó el medio metro en sus comienzos pasando hasta dos metros a fines del siglo XVIII para estabilizarse en las dimensiones actuales.

Para la explicación del funcionamiento del cubilote existen dos escuelas: la metalúrgica y la térmica.

La escuela metalúrgica considera el cubilote como un reactor químico donde se producen reacciones que nunca terminan debido al poco tiempo que tienen para completarse, reacciones entre el coque y el aire (sólido-gas), entre la escoria y la fundición líquida (líquido-líquido), reacciones entre la fundición líquida y el coque (líquido-sólido). Por otra parte, la escuela térmica define al cubilote como un aparato generador de energía. El coque incandescente al ponerse en contacto con el aire, libera grandes cantidades de energía; los gases formados, gas carbónico (CO<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono, suben y calientan las cargas que descienden, produciendo un importante intercambio térmico a contracorriente.

La baja temperatura de los humos es una muestra de que una considerable cantidad de calor sensible de los gases ha sido transferida a las cargas metálicas, no obstante la presencia de CO en los humos indica una pérdida de la energía generada en la combustión en forma de calor latente.

### **2.3 MECANISMO DE FUSIÓN<sup>3</sup>**

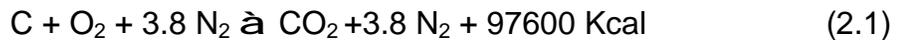
El desarrollo de la fusión se basa en la labor de dos reacciones al ponerse en contacto el aire soplado con el coque incandescente.

---

<sup>3</sup>ALONSO, Arnaldo. Diseño, control y operación del horno de cubilote." UIS, 2000.

Una primera reacción: combustión del carbono del coque, que genera la energía necesaria para precalentar, fundir y sobrecalentar la fundición.

Considerando un Kmol de carbono la reacción se expresa:



En el cubilote la cinética de la combustión del coque es determinada por la transferencia de masa que tiene lugar a través de la película de aire que está en contacto con el coque y que se refiere claramente al oxígeno.

La cantidad de masa que se transfiere por unidad de volumen (oxígeno) es proporcional a la velocidad del aire e inversamente proporcional al espesor del coque:

$$M \approx K \cdot \frac{V_A}{d} \quad (2.2)$$

Donde:

M: masa de oxígeno transferida

d: espesor del coque, considerado para este caso esférico

$V_A$ : Velocidad del aire

K: Coeficiente de proporcionalidad

Una segunda reacción, conocida con el nombre de reacción de gasificación del coque se caracteriza por consumir calor al producirse. Esta reacción considerando de nuevo un Kmol de carbono se representa:



Las reacciones anteriores indican las cantidades de CO<sub>2</sub> y CO que van en los humos.

Continuando con la perspectiva metalúrgica, durante la fusión en el cubilote se originan una serie de reacciones que modifican la composición de la fundición, involucrando tres fenómenos que incidirán definitivamente en las características de las fundiciones obtenidas. La actividad de la oxidación, la carburación y la sulfuración están sujetas al perfil de temperaturas. Las reacciones de superficie tienen protagonismo como consecuencia de la fusión por gotas presentes en el cubilote, tanto que se logró establecer que una tonelada de hierro al fundirse, se convierte aproximadamente en tres millones de gotas, es decir, una superficie aproximada de 100m<sup>2</sup> a 150m<sup>2</sup> demostrando así la importancia de las superficies de contacto entre la fundición líquida, la escoria, el coque y el aire.

## **2.4 OXIDACIÓN**

La proporción de CO aumenta desde las toberas hasta la puerta de carga en donde sale una mezcla de gases compuesta principalmente por CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub>, vapor de agua y pequeñas cantidades de H<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>. Todos los factores que contribuyen a la formación de CO aumentan la temperatura de los gases de combustión y aquellos que favorecen la formación de CO<sub>2</sub> la disminuyen.

No obstante, si se aumenta el contenido de CO, se disminuye el rendimiento térmico del horno pero se beneficia el aspecto metalúrgico al limitar los efectos de una atmósfera oxidante y decarburante. Lo anterior indica que los fenómenos que se presentan variarán según la zona considerada.

## 2.5 CARBURACIÓN

Con cargas conocidas y una marcha controlada, las variaciones del carbono de la fundición en piquera, son inferiores al 0.1%.

Existe una formula experimental para determinar el porcentaje de carbono de la fundición en piquera en la colada continua en función de la composición química promedio de la carga metálica:

$$\%C \text{ en piquera} = 2.4 + 1/2 \%C \text{ en la carga} - 1/4 (\%Si + \%P) \text{ piquera} \quad (2.4)$$

### 2.5.1 Factores que influyen en la carburación

- § Naturaleza de los constituyentes de la carga metálica
- § Temperatura de la fundición líquida
- § Diseño del cubilote y técnica de fusión
- § Calidad del coque

## 2.6 SULFURACIÓN

En el cubilote la sulfuración va de la mano con la carburación. Todos los factores que contribuyan a la carburación favorecen la sulfuración del metal.

La absorción de azufre por la fundición se presenta por absorción del azufre a partir de los gases de  $S_2$  y  $SO_2$ . Cuando la carga está sólida no existe ninguna reacción con el azufre por parte de la carga. En cambio una alta absorción de azufre se presenta en la zona de fusión, de gasificación y de

combustión cuando las gotas resbalan sobre el coque. Pero es en la zona de máxima temperatura donde se considera existe la mayor absorción.

Existen una serie de factores que pueden mejorar la desulfuración en el cubilote pero dependen de la acción de la cal agregada en las cargas como fundente, en cuanto más cal agregada y mayor el contenido de silicio y de carbono en la fundición, mayor es la desulfuración.

## **2.7 INGENIERIA DEL SOFTWARE**

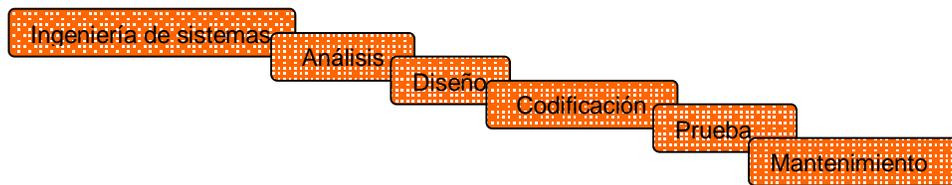
Para hacer frente a las dificultades asociadas con el desarrollo de software muy complejo, la forma de mantenerlo y el modo de satisfacer los requisitos por parte del cliente, aparece en la década de los 80 la INGENIERIA DE SOFTWARE, la cual trata de combinar métodos completos para todas las fases del desarrollo de un proyecto software, incluyendo bloques de construcción mas potentes para su implementación, mejoras técnicas para garantizar la calidad del proyecto y una filosofía predominante para la coordinación, el control y la gestión de todo el proceso.

Para el desarrollo de este software se aplicarán los principios generales del paradigma del ciclo de vida clásico, también llamado modelo de cascada, el cual exige un enfoque sistemático y secuencial del desarrollo del software que comienza en el nivel del sistema y progresa a través del análisis, diseño, la codificación, prueba y el mantenimiento.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>“PRESSMAN, Roger. Ingeniería del software un enfoque práctico”. McGraw-Hill, 1997 pa. 22,23

El ciclo de vida clásico abarca las siguientes actividades:



*Figura 1. El Ciclo de vida clásico*

### **2.7.1 Ingeniería y Análisis del Sistema**

Debido a que el software es siempre parte de un sistema mayor, el trabajo comienza estableciendo los requisitos de todos los elementos del sistema y luego asignando algún subconjunto de estos requisitos al software.

### **2.7.2 Análisis de los requisitos del software**

El proceso de recopilación de los requisitos se centra e intensifica especialmente para el software. Para comprender la naturaleza de los programas que hay que construir, se debe comprender el ámbito de la información del software, la función, el rendimiento y las interfases requeridas.

### **2.7.3 Diseño**

Es un proceso multipaso que se enfoca sobre cuatro atributos distintos del programa: la estructura de los datos, la arquitectura del software, el detalle procedimental y caracterización de la interfaz.

#### **2.7.4 Codificación**

El diseño debe traducirse en una forma legible para la máquina, para este procedimiento se emplea un lenguaje de programación.

#### **2.7.5 Prueba**

Una vez que se ha generado el código, comienza la prueba del programa que se centra en la lógica interna del software asegurando que todas las sentencias se han probado y en las funciones externas, realizando pruebas que aseguren que la entrada definida produce los resultados que realmente se requiere.

#### **2.7.6 Mantenimiento**

Pueden ocurrir cambios debido a que se haya encontrado errores, a que el software deba adaptarse a cambios del entorno externo o debido a que el cliente requiera ampliaciones funcionales o de rendimiento.

### **2.8 INGENIERIA DEL SOFTWARE EDUCATIVO**

La ingeniería del software educativo se ocupa de la aplicación de los conceptos y principios de la ingeniería del software al desarrollo de materiales educativos multimedia (MEM), que constituyen los productos orientados a apoyar los procesos de aprendizaje.

El desarrollo del software educativo en la actividad científica debe clasificarse en la categoría de progreso tecnológico porque tiene como objeto la generación de productos computarizados que permita satisfacer las necesidades del entorno educativo. En este orden de ideas, el desarrollo de

esta actividad no debe considerarse una investigación científica pura ya que no busca la creación de nuevos conocimientos para la ciencia, sino la aplicación de los conocimientos y la tecnología educativa disponible para la creación de un producto llamado software educativo.

El Software Educativo Multimedia (SEM) complementa lo que en otros medios o materiales de enseñanza y aprendizaje han intentado realizar. Sin embargo, no es su fin remplazar la labor de otros medios educativos que han demostrado su eficacia, sino complementarla.

Siguiendo los lineamientos de Alvaro Galvis<sup>5</sup>, el ciclo planteado para el desarrollo de este SEM tendrá en cuenta las siguientes etapas:

### **2.8.1 Revisión bibliográfica**

Corresponde a la consulta de referencias bibliográficas del área a tratar con el propósito de definir los conceptos y la terminología que se utilizará en el SEM, así como la consulta de referencias del área multimedia y de Ingeniería de Software con el fin de desarrollar un material acorde a las necesidades educativas y a las expectativas de los usuarios.

### **2.8.2 Análisis de necesidades educativas**

Identificación de las necesidades que se presentan en el logro de los objetivos de aprendizaje y análisis de los medios de enseñanza y el proceso de aprendizaje actual con el propósito de identificar las formas de superar los problemas que se han generado a pesar de las condiciones actuales.

---

<sup>5</sup>"GALVIS, Alvaro. Ingeniería del software educativo". Ediciones Uniandes. Santa fe de Bogotá. 1998

### **2.8.3 Diseño del software**

Esta etapa abarca los diseños educativos de interfaz y computacional.

#### **2.8.3.1 Diseño educativo**

Corresponde a la definición de todos los aspectos educativos que tienen relación con los logros de aprendizaje a alcanzar con el uso del SEM, los contenidos (conceptos, problemas, ejercicios) a presentar y proponer al usuario, los entornos de trabajo que se facilitarán (micromundos), las formas de mantener el interés del estudiante y los métodos para identificar su avance en el aprendizaje.

#### **2.8.3.2 Diseño de interfaz**

Identificación de los dispositivos de entrada y salida, el diseño de las zonas de comunicación entre el usuario y el MEM en y alrededor del micromundo:

- § Zonas de trabajo, control y navegación.
- § Tipos de mensajes que se presentarán al usuario.
- § Organización de los contenidos en la pantalla de forma estética y efectiva.

En esta etapa también se establecerán las características de los elementos que se utilizarán, tales como menús, textos, gráficos, animaciones, colores y efectos sonoros.

### 2.8.3.3 Diseño computacional

Establecer la estructura lógica, expresándola mediante macroalgoritmos que implementen los procedimientos, las interrelaciones y los servicios ofrecidos a los usuarios, así como las estructuras de datos que se requieren para que el SEM cumpla su propósito de una manera eficiente.

### **2.8.4 Desarrollo**

Implementación de los diseños descritos anteriormente, la elaboración de programas, imágenes, animaciones, videos, que harán parte del SEM, integrándolos con la estructura lógica que se manejará.

### **2.8.5 Pruebas**

#### 2.8.5.1 Evaluación de expertos en contenido y metodología

Esta etapa es permanente durante todo el ciclo de vida de producción del SEM y exige la participación de los docentes quienes ayudarán a evaluar el contenido, la metodología y el diseño.

#### 2.8.5.2 Prueba piloto

Corresponde a la realización de pruebas con un grupo de estudiantes con quienes se evaluarán los contenidos, tipos de ayudas, formas de comunicación y demás aspectos relacionados con el SEM.

### **2.8.6 Documentación**

Elaboración de informes parciales una vez terminada cada etapa, los cuales constituyen el documento base para la elaboración del informe final.

## **2.9 MULTIMEDIA COMO HERRAMIENTA DE APOYO**

La multimedia es la “integración de dos o mas medios distintos de comunicación y el computador personal”<sup>6</sup>, lo que ha originado un cambio fundamental en la forma de educación.

La multimedia denota por sí misma convergencia, ya que involucra una serie de procesos como combinación de texto, gráficos, diagramas, animaciones, sonidos e imágenes de video estáticas o dinámicas; además se considera como una de las áreas de mayor crecimiento en las aplicaciones del computador en la educación, en donde el estudiante mas que un simple observador es una parte esencial del proceso comunicativo.

Dado el tipo de medios que combinan, las aplicaciones multimedia necesitan más memoria y capacidad de proceso que la misma información representada sólo en forma de texto. Un computador multimedia requiere memoria adicional para ayudar a la Unidad Central de Procesamiento (CPU) a realizar cálculos y permitir la visualización de gráficos complejos en la pantalla. Igualmente se necesita un disco duro de alta capacidad para almacenar y recuperar información, así como una unidad cd-rom o acceso a Internet.

---

<sup>6</sup>“BURGER, Jeff. La Biblia de multimedia”. Wilmington, Delaware, USA. Addison-Wesley Iberoamericana S.A., 1994.

La multimedia es una herramienta valiosa para los desarrollos informáticos que apoyan la enseñanza y el aprendizaje ya que su naturaleza interactiva permite al estudiante a través de los hipervínculos escoger qué aprender y en qué forma hacerlo.

### **2.9.1 Hipermedia<sup>7</sup>**

Es la integración y control de diversos medios electrónicos tales como monitores, videodiscos, discos CD-ROM, tablas digitalizadas y sintetizadores de audio conectados lógicamente formando un paquete interactivo.

La hipermedia mezcla el uso de la multimedia con el concepto de acceso no lineal a la información textual, gráfica, de sonido, que se denomina como hipertexto o hipergráficos.

La hipermedia ofrece las siguientes ventajas al estudiante:

- § Permite observar las interrelaciones existentes entre los diversos elementos que conforman el tema de estudio y de esta manera poder aportar a la construcción de un conocimiento significativo.
  
- § La posibilidad de presentar la información por medio de gráficas, animaciones, fotografías, video y sonido, permiten al estudiante acercarse en forma significativa a la comprensión del conocimiento a partir de sensaciones concretas que él conoce.

---

<sup>7</sup> "SOLORZANO, Bertha A. Congreso Colombiano de Informática Educativa". Bogotá. 1992. P. 3,1.

§ Acceder a la información de acuerdo con las capacidades, los intereses y las características de su proceso de aprendizaje, haciendo que éste se pueda volver personalizado.

### **2.9.2 Hipertexto<sup>8</sup>**

Es un enfoque para la administración de la información en el cual los datos son almacenados en una red de nodos conectados por enlaces. Los nodos pueden conectar textos, gráficas, audio, video, así como código fuente u otras formas de datos. Los hipertextos son un conjunto de documentos conectados entre ellos de tal manera que forman una estructura de acceso no lineal a la información.

Al admitir una lectura no lineal, es posible volver hacia atrás, tomar un camino secundario o realizar saltos “hipertextuales” entre un texto y otro. El lector de los hipertextos navega de un punto a otro sin seguir nunca un recorrido único o lineal. Cada lector recorre su camino personal creando el propio texto a partir de su experiencia lectora.

### **2.9.3 Video**

La pantalla es la conexión primaria del usuario con el contenido de la aplicación, presentándose en un momento dado una composición de elemento de texto, símbolos, imágenes en tercera dimensión, botones especiales para seleccionar y ventanas de videos en movimiento.

---

<sup>8</sup> “ALVARADO, Armando. Congreso Colombiano de Informática Educativa”. Bogotá. 1992. P.7,37

Las fotografías, los dibujos y otras imágenes estáticas deben pasarse a un formato que el ordenador pueda manipular y presentar. Entre esos formatos están los gráficos de mapas de bits y los gráficos vectoriales.

Los gráficos de mapas de bits almacenan, manipulan y representan las imágenes como filas y columnas de pequeños puntos. Cada punto tiene un lugar preciso definido por su fila y su columna. Algunos de los formatos de gráficos de mapas de bits más comunes son el *Graphical Interchange Format* (GIF), el *Tagged Image File Format* (TIFF) y el *Windows Bitmap* (BMP).

Los gráficos vectoriales emplean fórmulas matemáticas para recrear la imagen original. En un gráfico vectorial, los puntos están definidos por la relación espacial que tienen entre sí. Como los puntos que los componen no están restringidos a una fila y columna particular, los gráficos vectoriales pueden reproducir las imágenes más fácilmente y suelen proporcionar una mejor imagen en la mayoría de los monitores.

Entre los formatos de gráficos vectoriales figuran el *Encapsulated Postscript* (EPS), el *Windows Metafile Format* (WMF), el *Hewlett-Packard Graphics Language* (HPGL), archivos de *Macromedia Flash* (SWF) y el formato *Macintosh* para archivos gráficos (PICT).

#### **2.9.4 Animaciones**

Las aplicaciones multimedia también pueden incluir animaciones, que consisten típicamente en dibujos y otras imágenes fijas mostradas en rápida sucesión para crear la ilusión de movimiento. Estas son especialmente útiles para simular situaciones de la vida real, como por ejemplo el movimiento de un vehículo automotor. La animación también puede realzar elementos gráficos y de video añadiendo efectos especiales.

## 2.10 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

### 2.10.1 Visual Basic 6.0<sup>9</sup>

Visual Basic 6.0 es uno de los lenguajes de programación que más entusiasmo despiertan entre los programadores de PCs, tanto expertos como novatos. En el caso de los programadores expertos por la facilidad con la que desarrollan aplicaciones complejas en poquísimo tiempo (comparado con lo que cuesta programar en Visual C++, por ejemplo). En el caso de los programadores novatos por el hecho de ver de lo que son capaces a los pocos minutos de empezar su aprendizaje.

Es un lenguaje de programación visual, también llamado lenguaje de cuarta generación. Esto quiere decir que un gran número de tareas se realizan sin escribir código, simplemente con operaciones gráficas realizadas con el ratón sobre la pantalla.

Visual Basic 6.0 está orientado a la realización de programas para Windows, pudiendo incorporar todos los elementos de este entorno informático: ventanas, botones, cajas de diálogo y de texto, botones de opción y de selección, barras de desplazamiento, gráficos, menús, etc.

Prácticamente todos los elementos de interacción con el usuario de los que dispone Windows 95/98/NT pueden ser programados en Visual Basic 6.0 de un modo muy sencillo. En ocasiones bastan unas pocas operaciones con el ratón y la introducción a través del teclado de algunas sentencias para disponer de aplicaciones con todas las características de Windows 95/98/NT.

---

<sup>9</sup>"GARY Cornell. Manual de referencia Visual Basic 6.0". McGraw Hill. España 1999.

En los siguientes apartados se introducirán algunos conceptos de este tipo de programación.

#### 2.10.1.1 Modo de Diseño y Modo de Ejecución

La aplicación Visual Basic de Microsoft puede trabajar de dos modos distintos: en modo de diseño y en modo de ejecución.

En modo de diseño el usuario construye interactivamente la aplicación, colocando controles en el formulario, definiendo sus propiedades, y desarrollando funciones para gestionar los eventos.

La aplicación se prueba en modo de ejecución. En ese caso el usuario actúa sobre el programa (introduce eventos) y prueba cómo responde el programa. Hay algunas propiedades de los controles que deben establecerse en modo de diseño, pero muchas otras pueden cambiarse en tiempo de ejecución desde el programa escrito en Visual Basic 6.0.

También hay propiedades que sólo pueden establecerse en modo de ejecución y que no son visibles en modo de diseño.

#### 2.10.1.2 Formularios y Controles

Cada uno de los elementos gráficos que pueden formar parte de una aplicación típica de Windows 95/98/NT es un tipo de control: los botones, las cajas de diálogo y de texto, las cajas de selección desplegadas, los botones de opción y de selección, las barras de desplazamiento horizontales y verticales, los gráficos, los menús, y muchos otros tipos de elementos son controles para Visual Basic 6.0. Cada control debe tener un nombre a través

del cual se puede hacer referencia a él en el programa. Visual Basic 6.0 proporciona nombres por defecto que el usuario puede modificar.

Un formulario puede ser considerado como una especie de contenedor para los controles. Una aplicación puede tener varios formularios, pero un único formulario puede ser suficiente para las aplicaciones más sencillas. Los formularios deben también tener un nombre, que puede crearse siguiendo las mismas reglas que para los controles.

### 2.10.1.3 Objetos y Propiedades

Los formularios y los distintos tipos de controles son entidades genéricas de las que puede haber varios ejemplares concretos en cada programa. En programación orientada a objetos (más bien basada en objetos, habría que decir) se llama clase a estas entidades genéricas, mientras que se llama objeto a cada ejemplar de una clase determinada. Por ejemplo, en un programa puede haber varios botones, cada uno de los cuales es un objeto del tipo de control *command button*, que sería la clase.

Cada formulario y cada tipo de control tienen un conjunto de propiedades que definen su aspecto gráfico (tamaño, color, posición en la ventana, tipo y tamaño de letra, etc.) y su forma de responder a las acciones del usuario (si está activo o no, por ejemplo). Cada propiedad tiene un nombre que viene ya definido por el lenguaje.

Por lo general, las propiedades de un objeto son datos que tienen valores lógicos (*True*, *False*) o numéricos concretos, propios de ese objeto y distintos de las de otros objetos de su clase. Así pues, cada clase, tipo de objeto o control tiene su conjunto de propiedades, y cada objeto o control concreto tiene unos valores determinados para las propiedades de su clase.

Casi todas las propiedades de los objetos pueden establecerse en tiempo de diseño y también, casi siempre, en tiempo de ejecución. En este segundo caso se accede a sus valores por medio de las sentencias del programa, en forma análoga a como se accede a cualquier variable en un lenguaje de programación. Para ciertas propiedades ésta es la única forma de acceder a ellas.

Se puede acceder a una propiedad de un objeto por medio del nombre del objeto a que pertenece, seguido de un punto y el nombre de la propiedad, como por ejemplo *optColor.objName*.

#### 2.10.1.4 Nombres de objetos

En principio cada objeto de Visual Basic 6.0 debe tener un nombre, por medio del cual se hace referencia a dicho objeto. El nombre puede ser el que el usuario desee, e incluso Visual Basic 6.0 proporciona nombres por defecto para los diversos controles. Estos nombres por defecto hacen referencia al tipo de control y van seguidos de un número que se incrementa a medida que se van introduciendo más controles de ese tipo en el formulario (por ejemplo *VScroll1*, para una barra de desplazamiento vertical, *HScroll1*, para una barra de desplazamiento horizontal).

Los nombres por defecto no son adecuados porque hacen referencia al tipo de control, pero no al uso que de dicho control está haciendo el programador; por ejemplo, si se utiliza una barra de desplazamiento para introducir una temperatura, conviene que su nombre haga referencia a la palabra temperatura, y así cuando haya que utilizar ese nombre se sabrá exactamente a qué control corresponde. Un nombre adecuado sería por ejemplo *hsbTemp*, donde las tres primeras letras indican que se trata de una

horizontal *scroll bar*, y las restantes (empezando por una mayúscula) que servirá para definir una temperatura.

Existe una convención ampliamente aceptada que es la siguiente: se utilizan siempre tres letras minúsculas que indican el tipo de control, seguidas por otras letras (la primera mayúscula, a modo de separación) libremente escogidas por el usuario, que tienen que hacer referencia al uso que se va a dar a ese control.

#### 2.10.1.5 Eventos

Ya se ha dicho que las acciones del usuario sobre el programa se llaman eventos. Son eventos típicos el hacer clic sobre un botón, el hacer doble clic sobre el nombre de un fichero para abrirlo, el arrastrar un icono, el pulsar una tecla o combinación de teclas, el elegir una opción de un menú, el escribir en una caja de texto, o simplemente mover el ratón.

Cada vez que se produce un evento sobre un determinado tipo de control, Visual Basic 6.0 arranca una determinada función o procedimiento que realiza la acción programada por el usuario para ese evento concreto. Estos procedimientos se llaman con un nombre que se forma a partir del nombre del objeto y el nombre del evento, separados por el carácter (`_`), como por ejemplo `txtBox_click`, que es el nombre del procedimiento que se ocupará de responder al evento clic en el objeto `txtBox`.

#### 2.10.1.6 Métodos

Los métodos son funciones que también son llamadas desde programa, pero a diferencia de los procedimientos no son programadas por el usuario, sino que vienen ya pre-programadas con el lenguaje. Los métodos realizan tareas

típicas, previsibles y comunes para todas las aplicaciones. De ahí que vengan con el lenguaje y que se libere al usuario de la tarea de programarlos. Cada tipo de objeto o de control tiene sus propios métodos.

Por ejemplo, los controles gráficos tienen un método llamado *Line* que se encarga de dibujar líneas rectas. De la misma forma existe un método llamado *Circle* que dibuja circunferencias y arcos de circunferencia. Es obvio que el dibujar líneas rectas o circunferencias es una tarea común para todos los programadores y que Visual Basic 6.0 la da ya resuelta.

#### 2.10.1.7 Proyectos y ficheros

Cada aplicación que se empieza a desarrollar en Visual Basic 6.0 es un nuevo proyecto. Un proyecto comprende otras componentes más sencillas, como por ejemplo los formularios (que son las ventanas de la interfaz de usuario de la nueva aplicación) y los módulos (que son conjuntos de funciones y procedimientos sin interfaz gráfica de usuario).

Un proyecto se compone siempre de varios ficheros (al menos de dos) y hay que preocuparse de guardar cada uno de ellos en el directorio adecuado y con el nombre adecuado. Existe siempre un fichero con extensión \*.vbp (*Visual Basic Project*) que se crea con el comando *File/Save Project As*. El fichero del proyecto contiene toda la información de conjunto. Además hay que crear un fichero por cada formulario y por cada módulo que tenga el proyecto. Los ficheros de los formularios se crean con *File/Save Filename As* teniendo como extensión \*.frm. Los ficheros de código o módulos se guardan también con el comando *File/Save Filename As* y tienen como extensión \*.bas si se trata de un módulo estándar o \*.cls si se trata de un módulo de clase (*class module*).

Haciendo clic en el botón *Save* en la barra de herramientas se actualizan todos los ficheros del proyecto. Si no se habían guardado todavía en el disco, Visual Basic 6.0 abre cajas de diálogo *Save As* por cada uno de los ficheros que hay que guardar.

#### 2.10.1.8 Entorno de programación Visual Basic 6.0

- § Barra de títulos, barra de menús y barra de herramientas de Visual Basic 6.0, en modo diseño: parte superior de la pantalla.
- § Caja de herramientas (*toolbox*), con los controles disponibles: a la izquierda de la ventana.
- § Formulario, en que se pueden ir situando los controles: en el centro. Está dotado de una rejilla para facilitar la alineación de los controles.
- § Ventana de proyecto, que muestra los formularios y otros módulos de programas que forman parte de la aplicación: arriba a la derecha.
- § Ventana de Propiedades, en la que se pueden ver las propiedades del objeto seleccionado o del propio formulario: en el centro a la derecha. Si esta ventana no aparece, se puede hacer visible con la tecla <F4>.
- § Ventana *FormLayout*, que permite determinar la forma en que se abrirá la aplicación cuando comience a ejecutarse: abajo a la derecha.

Construir aplicaciones con Visual Basic 6.0 es muy sencillo: basta crear los controles en el formulario con ayuda de la barra de herramientas y del ratón, establecer sus propiedades con ayuda de la ventana de propiedades y

programar el código que realice las acciones adecuadas en respuesta a los eventos o acciones que realice el usuario.

### **2.10.2 Macromedia Flash MX**

Es la herramienta estándar de edición profesional para la creación de publicaciones *Web* de gran impacto. Tanto si se crean logotipos animados, controles de navegación de sitios *Web*, animaciones de gran formato, o aplicaciones *Web* o sitios *Web* completos.

### **2.10.3 Macromedia Fireworks MX**

Es una aplicación para diseñar elementos gráficos que van a utilizarse en la *Web*. Sus innovadoras soluciones resuelven los principales problemas a los que se enfrentan los diseñadores gráficos y los responsables de sitios *Web*. Utilizando la amplia gama de herramientas de Fireworks, es posible crear y editar imágenes vectoriales y de mapa de bits en un solo archivo.

## **2.11 TECNOLOGIA Y EDUCACION**

El sistema educativo debe conocer la forma en que puede verse afectado por las diversas innovaciones tecnológicas y debe asumir el reto que conlleva introducirlas, para así poder ofrecer el tipo de enseñanza que más se ajusta a las necesidades personales y sociales del estudiante de hoy.

La tecnología exige al docente el desempeño de un rol más dinámico, el cual requiere una actualización constante que permita convertir esta herramienta en un verdadero apoyo para alcanzar el fin principal de la educación, es decir, potencializar los saberes, competencias, aptitudes y valores.

El uso del computador como herramienta de apoyo en la educación tiene sentido en tanto se aprovechen las cualidades únicas de este medio para crear ambientes educativos que agreguen valor a los procesos de aprendizaje, que no es posible agregar con los medios usuales disponibles.

Aprovechando las características y potencialidades que nos ofrece la informática y el computador, se abre un nuevo espacio de posibilidades para acercar los procesos educativos a un mundo global, donde la importancia radica en:

- § Otorgar la posibilidad de que los alumnos experimenten aprendizajes a través del uso de estos medios.
- § Abrir la oportunidad de que el alumno pueda interactuar con otros compañeros y profesores que no se encuentren en el mismo sitio.
- § Establecer educación entre docentes ubicados en sitios geográficos distantes.
- § Permitir a los docentes el desarrollo de actividades didácticas más flexibles y dinámicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- § Posibilitar la actualización y capacitación permanente de los docentes en los aspectos referentes a la educación.

### **2.11.1 Teorías del aprendizaje que orientan el desarrollo del MEM**

Existen muchas teorías sobre el diseño de ambientes y los métodos que se deben usar para obtener el conocimiento en un proceso de enseñanza-aprendizaje; estos aportes divergen dependiendo del punto de vista desde el

que se analizan, por lo tanto es necesario conocer las diferentes teorías cuyo objeto de estudio es el aprendizaje.

#### 2.11.1.1 Teoría de Gestalt

Se basa en la percepción, la experiencia y una orientación hacia metas concretas. El individuo percibe una situación completa en lugar de asimilar los elementos particulares de la misma. Por lo tanto, el todo es algo más que la simple suma de los elementos que lo componen.

El papel del profesor es el de estimular al estudiante haciendo significativo aquello que se aprende y al despertar su motivación debe proveerle ambientes para interactuar, todo esto permitirá llegar al conocimiento.

#### 2.11.1.2 Teoría de Jean Piaget

Para Piaget en el aprendizaje intervienen cuatro factores:

- § Maduración. El desarrollo biológico permite ascender en el desarrollo cognitivo.
- § Experiencia. El conocimiento se logra no de objetos, sino de las acciones llevadas a cabo.
- § Equilibrio. Proceso activo de autorregulación que permite un acople entre los esquemas y las estructuras mentales.
- § Transmisión social. Estructuras lógicas que posibilitan entender lo que se nos enseña.

En la práctica de esta teoría se persigue la construcción de conceptos por parte del estudiante a través de las experiencias con el “objeto” de conocimiento. Por lo tanto, el papel del aprendiz debe basarse en la autodeterminación y la participación creativa y dinámica, realizando así una actividad autoconstructiva, autodirigida y autoevaluativa en el proceso de aprendizaje.

#### 2.11.1.3 Teoría constructivista

Presenta un enfoque activo, en donde el conocimiento cotidiano está cargado de significados personales permitiendo la formación de esquemas alternativos sometidos a mecanismos de cambio y evolución gradual, en donde cada uno es un conjunto de conceptos que tiene relación estrecha con los hechos de la experiencia.

Para conseguir la formación de los esquemas anteriormente mencionados, el constructivismo considera que la motivación es un elemento fundamental que hace funcionar el proceso de construcción de significados.

El aprendizaje debe ser un proceso activo, la adquisición de conocimientos requiere que el sujeto realice una serie de actividades para la construcción personal de su saber. El aprendizaje debe fortalecer los procesos mentales mediante actividades planificadas, las cuales una vez asimiladas son interiorizadas por el sujeto quedando implícitas en su estructura cognitiva. El aprendizaje constructivista se caracteriza por:

- § Tener en cuenta que el aprender es reconstruir el conocimiento transformándolo en función de los nuevos conocimientos.

- § Considerar que el interés y la motivación son fundamentales para que se produzcan aprendizajes significativos.
- § Entender que el conocimiento debe partir de actividades reales ya que la experiencia es la base sobre la que se construye.
- § Considerar que el error permite la reflexión sobre los procesos ejecutados y la toma de decisiones respecto a acciones posteriores.

Los constructivistas diferencian tres niveles de adquisición:

- § Introdutorio. Estado inicial cuando no hay disponibilidad de conocimientos sobre el tema.
- § Avanzado. Estado donde se dispone de conocimientos fundamentales sobre el tema.
- § Experto. Estado de conocimiento evolucionado con base en la experiencia sobre un tema.

### **2.11.2 Enfoque pedagógico**

Los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden desarrollarse bajo dos métodos, el aprendizaje dirigido por el docente y el aprendizaje autodirigido.

#### **2.11.2.1 Aprendizaje dirigido por el docente**

Este tipo de aprendizaje asume que el estudiante es un ser dependiente cuya experiencia es de menor valor que la del docente, autores y otras fuentes de aprendizaje. El estudiante asume que el docente tiene la

responsabilidad de decidir qué y cómo enseñarle y que intenta transmitirle de una forma organizada su experiencia.

#### 2.11.2.2 Aprendizaje autodirigido

Está basado en la idea de que el ser humano cree en su capacidad y necesidad de autodirigirse, que le motivan incentivos como la necesidad de progresar y de crecer social e individualmente. En este sentido se asume que el individuo está dispuesto a aprender lo que lo motiva siguiendo un patrón individual de aprendizaje.

Es erróneo pensar que todo aprendizaje dirigido por el docente sea limitante y que todo aprendizaje autodirigido es ideal. Si el alumno reconoce la necesidad de ser enseñado, hará uso de los recursos que se le ponen a disposición, sin perder su autodirección.

Con base en la existencia de los dos enfoques de aprendizaje anteriormente expuestos coexisten dos formas sistemáticas para la creación y uso de ambientes de aprendizaje.<sup>10</sup>

#### 2.11.2.3 Enfoque educativo algorítmico

Este enfoque se orienta hacia la definición y realización de secuencias de actividades predeterminadas, que cuando se llevan a cabo en la forma esperada, conducen a lograr metas igualmente predeterminadas.

---

<sup>10</sup>DWYER, T. Heuristic strategies for using computers to enrich education". International Journal of Man-Machine Studies. 1974. pa. 47

Enfatiza un modelo de enseñanza en el que el diseñador pretende lograr una transmisión eficiente del conocimiento que considera que el alumno debería asimilar; diagnostica hipótesis a partir de las cuales se establece el cómo, el hasta dónde y con qué nivel y modelo de conocimiento guiará al estudiante.

Al ser este un modelo en el que predomina el aprendizaje vía transmisión de conocimiento desde quien sabe a quien lo desea aprender, entonces el papel del alumno bajo este enfoque, es el de asimilar el máximo lo que se transmite, convirtiéndose en depositario de los conocimientos y modelos de pensamiento de su maestro.

Estos modelos, la forma de pensar y la información que lo sustentan, son el objeto de conocimiento que el profesor trata de transmitir a través de los diversos medios y materiales de enseñanza.

El computador en este caso puede convertirse en un tutor que ofrece diferentes secuencias de aprendizaje y niveles de enseñanza, además es adaptable al ritmo de cada estudiante.

#### 2.11.2.4 Enfoque educativo heurístico

Se refiere directamente al aprendizaje autodirigido; el maestro entra a jugar un papel fundamental en el estímulo de la capacidad de autogestión en el estudiante. El profesor proporciona el conocimiento de manera indirecta. El alumno debe construir su conocimiento a partir de experiencias desarrollando sus modelos particulares de pensamiento y sus propias interpretaciones interactuando directamente sin intermediarios con el objeto de conocimiento o con un ambiente adecuado de aprendizaje que le permita llegar a él.

El computador ofrece al estudiante herramientas, parámetros y reglas que le permiten explorar el micromundo y aprender durante el proceso.

## **2.12 MATERIAL EDUCATIVO MULTIMEDIA (MEM)<sup>11</sup>**

Es erróneo pensar que los MEM reemplazarán al profesor, por el contrario éstos sirven de apoyo durante los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los MEM deben ser utilizados por los estudiantes con o sin la supervisión del profesor. Se trata de llamar la atención del estudiante despertando su interés para que se apropie del conocimiento.

Los MEM deben diseñarse y desarrollarse teniendo en cuenta:

- § La utilización del computador como herramienta de apoyo aprovechando sus recursos de comunicación.
- § La interactividad y el control que se le ofrezca al usuario del MEM son básicos para convertir a éste en protagonista de su aprendizaje, además de mantener su atención y motivación.
- § El uso del computador en actividades educativas debe plantearse a partir de su potencial como recurso para su almacenamiento y la recuperación de información en y desde la memoria, para prácticas de simulación, para proyecciones, para la articulación de datos dispersos, para ubicar fuentes bibliográficas y para el análisis de hipótesis alternativas.

---

<sup>11</sup>ALVARADO, Armando. Congreso Colombiano de informática educativa: Ambientes educativos computarizados". Santa fe de Bogotá. 1992. pa 7,37.

- § El aprovechamiento de la hipermedia debe estar orientado a posibilitar al estudiante la navegación por los diferentes recursos de manera que progrese en su capacidad de aprender.
- § La multimedia facilita la presentación de la información en distintas formas: animaciones, audio, video.
- § La propuesta de actividades adicionales al uso del MEM debe plantear al estudiante el análisis crítico de artículos, la revisión de fuentes bibliográficas, la invitación a dar sus aportaciones a otros y el desarrollo de problemas relacionados con su actividad diaria.
- § El acceso a las redes de computadores para la búsqueda de información debe ser motivado a partir de la interacción del educando con los MEM.

### **2.12.1 Tipos de MEM<sup>12</sup>**

Un MEM se puede clasificar de acuerdo al enfoque educativo que tenga, ya sea algorítmico o heurístico.

En un MEM con enfoque algorítmico predomina el aprendizaje presentado en secuencias de actividades ya dadas; dentro de este enfoque se encuentran los siguientes tipos de materiales:

---

<sup>12</sup> PANQUEVA, Alvaro". Op. Cit. P.19

### 2.12.1.1 Sistema tutorial

Según Gagné, un tutorial incluye las cuatro fases que forman parte de todo proceso de enseñanza y aprendizaje:

- § Fase introductoria. Genera la motivación, centra la atención y favorece la percepción selectiva.
- § Fase de orientación inicial. Se logra la codificación, el almacenaje y la retención de lo aprendido.
- § Fase de aplicación. Conlleva evocación y transferencia de lo aprendido.
- § Fase de retroalimentación. Se demuestra lo aprendido, se recibe retroinformación y refuerzo.

Es conveniente utilizarlo cuando se necesita que el estudiante obtenga el conocimiento, lo incorpore y lo afiance.

### 2.12.1.2 Sistema de ejercitación y práctica

Puede usarse cuando el objetivo es reforzar los conocimientos que se adquirieron mediante otros medios de enseñanza. Con la ejercitación y reorientación adecuada, con este tipo de MEM se logran habilidades y destrezas al interactuar con él.

Cuando un MEM posee enfoque heurístico se caracteriza por un aprendizaje basado en experiencias y en descubrimiento. Los materiales educativos que se encuentran dentro de esta clasificación son:

#### 2.12.1.3 Simulador y juego educativo

Sirven de apoyo para llegar al conocimiento mediante trabajo exploratorio y mediante aprendizaje por descubrimiento, dentro de un micromundo que se acerca a la realidad. Los juegos no necesariamente reflejan una realidad pero si ofrecen desafíos o retos al usuario para lograr un fin educativo.

#### 2.12.1.4 Sistemas expertos

Utilizados cuando lo que se desea aprender es dominado por expertos, quienes aportan su conocimiento con el fin de dar consejo o monitorear decisiones tomadas por los no expertos en el dominio del conocimiento.

#### 2.12.1.5 Lenguajes sintónicos y micromundos exploratorios

Es un lenguaje de computación que no se necesita aprender, sino que el usuario puede ser sintonizado con sus instrucciones en forma natural y utilizarla en un micromundo donde sus comandos sean aplicables.

### **3. DESARROLLO DEL MEM**

#### **3.1 ANALISIS DE NECESIDADES**

##### **3.1.1 Necesidades educativas**

A pesar de que el proceso de enseñanza de la materia Fundición II está inteligentemente acompañado de un laboratorio de intensidad horaria adecuada, con un programa congruente y cronológicamente acorde al desarrollo de la clase, últimamente se ha presentado el inconveniente de no poder culminar el programa previsto para la asignatura con la puesta en marcha del cubilote ubicado en la Planta de Aceros Alvaro Quiroga, como consecuencia de diferentes circunstancias.

Por otro lado, el desarrollo de otras especialidades de la Ingeniería Metalúrgica, han reorientado el interés de los estudiantes hacia otros horizontes, desestimulando los esfuerzos para continuar la investigación sobre diferentes aspectos que influyen en el funcionamiento del cubilote.

Otra de las dificultades más visibles que se encontraron durante la aplicación de procesos referentes al aprovechamiento máximo de los medios informáticos que posee la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la UIS, es el poco material de consulta existente en su sala de cómputo.

Por estos motivos el libro “Diseño, control y operación del horno de cubilote” del autor Arnaldo Alonso Baquero se ha convertido no sólo en el soporte de

la enseñanza de esta cátedra, sino en el medio más accesible para acercar al estudiante al desempeño real del cubilote.

### **3.1.2 Alternativas de solución**

Teniendo como objetivo primordial contribuir con el desarrollo de tecnologías que mejoren el desempeño del horno de cubilote, el Ingeniero Arnaldo Alonso Baquero ha puesto a disposición toda su capacidad para encontrar alternativas que expliquen, diagramen y divulguen los aspectos más significativos del funcionamiento de este importante horno.

Existen también alternativas de tipo administrativo que podrían evitar los inconvenientes que impiden el normal desarrollo de las prácticas donde interviene el cubilote de la UIS. Estas incluyen la agilidad en los procesos de adecuación y reparación locativa que requiere la Planta de Aceros.

Con el desarrollo de este MEM se busca la creación de un material de estímulo para despertar el interés de los lectores del libro hacia la investigación sobre los aspectos planteados dentro de la misma publicación.

Otro aspecto es utilizar el MEM para facilitar la construcción del conocimiento, estimular el interés hacia la aplicación de tecnologías en el proceso de aprendizaje y apoyar la migración hacia un modelo educativo más moderno orientado hacia la integración de elementos prácticos más acordes con las futuras experiencias del ejercicio profesional.

## **3.2 ENTORNO DEL MEM**

### **3.2.1 Población objetivo**

La población objetivo de este Software corresponde a los lectores del libro “Diseño, control y operación del horno de cubilote” y específicamente a los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica de la UIS, para favorecer el aprendizaje de la metodología del proceso de fusión en este horno, tema central de la asignatura Fundición II y como material de consulta para los interesados en confrontar y reforzar la información obtenida durante la exploración bibliográfica de la obra.

### **3.2.2 Situaciones del MEM**

Se plantearon diferentes situaciones sobre los capítulos que contiene el libro para que el estudiante pueda:

- § Analizar qué aspectos del contenido le presenta mayores inconvenientes para su entendimiento.
- § Interactuar con gráficos permitiéndole agregar acciones a su aprendizaje haciéndolo más dinámico.
- § Relacionar los diferentes capítulos en el orden que el estudiante prefiera.
- § Ejecutar operaciones sobre ejercicios específicos donde el estudiante pueda introducir sus propias variables y analizar bajo su criterio los resultados obtenidos.

- § Usar ciertas aplicaciones del Software como parámetros en las prácticas planteadas en el libro.
- § Alimentar su interés a través de las animaciones que ambientan algunos capítulos, convirtiendo el MEM en un entorno amigable, dinámico e interactivo perfecto para el proceso de aprendizaje.

### **3.2.3 Limitaciones y recursos para los usuarios**

Es conveniente especificar los diferentes recursos educativos o limitaciones que el Material Educativo multimedia tendrá dentro del contexto en el que se va a usar.

- § El material está diseñado para usarse en forma individual o en grupos pequeños teniendo en cuenta la disponibilidad física donde se permita la interactividad de todos los participantes del proceso.
- § El material además podrá ser utilizado como soporte y ayuda didáctica en el desarrollo de la clase de Fundición II.
- § A pesar del contenido del Software, este no pretende reemplazar al libro, sino se debe entender como un valor agregado un complemento que ambienta de una manera amigable su lectura y análisis.
- § Para el máximo aprovechamiento de las ventajas que presenta el MEM, se requiere una previa lectura del libro “Diseño, control y operación del horno de cubilote”.

### **3.2.4 Requisitos previos**

Para el uso apropiado del MEM es necesario que los estudiantes conozcan el sistema Windows y posean fundamentos de Fundición.

### **3.2.5 Herramientas requeridas para la ejecución del MEM**

#### 3.2.5.1 Software

Sistema operativo Windows 98 o superior, Microsoft Internet Explorer 5.0 o superior, plug in shockwave flash.

#### 3.2.5.2 Hardware

La configuración básica para el funcionamiento del software es: Procesador Pentium II de 200 Mhz y con 64 RAM. Espacio libre en disco: 10 MB.

## **3.3 DISEÑO EDUCATIVO**

Como datos de entrada para el diseño del MEM, se cuentan con las necesidades educativas que se van a atender y con lo que se espera sepan los estudiantes. Se debe tratar de resolver el problema de llenar los vacíos existentes entre lo que un alumno supuestamente ya sabe y lo que deberían saber quienes usen el MEM. Se espera que al finalizar la interacción con el MEM los estudiantes:

- § Hayan fortalecido el aprendizaje de la metodología del libro “Diseño, control y operación del horno del cubilote”.
  
- § Identifiquen las partes y zonas que componen el horno de cubilote.

- § Reconozcan las diferentes ecuaciones que determinan el desempeño del cubilote y las variables que intervienen en las mismas.
- § Establezcan condiciones que le permitan modificar la marcha del cubilote para obtener los resultados esperados.
- § Identifiquen las diversas pruebas que se utilizan para conocer las características de las fundiciones obtenidas en el cubilote.

### **3.3.1 Micromundos**

Se ofrece a los estudiantes ambientes ricos en elementos multimediales utilizando gráficos, animaciones, videos y texto que aumentarán la motivación para explorar dichos ambientes y así hacer más significativo su proceso de aprendizaje.

El micromundo creado favorecerá la interactividad del usuario, ya que le permite llevar su propio ritmo de aprendizaje, seleccionando en cada pantalla los enlaces en los cuales desee ingresar.

### **3.4 DISEÑO DE INTERFAZ**

Corresponde a la identificación de los dispositivos de entrada y salida y la elaboración del diseño de las zonas de comunicación entre el usuario y el MEM dentro y en el perímetro del micromundo, que incluye las zonas de trabajo, control y navegación, los diferentes mensajes en lenguaje sencillo para el usuario y la organización de los contenidos de una manera estética, amigable y efectiva.

### 3.4.1 Dispositivos e interfaz de entrada

El software utiliza como dispositivos de entrada de datos básicamente el teclado y el mouse. La interfaz se ha desarrollado para el trabajo en entorno gráfico, donde predominan los cuadros de texto y botones.

### 3.4.2 Dispositivos e interfaz de salida

Dado su diseño gráfico, el software utiliza como dispositivos de salida el monitor para desplegar imágenes principalmente y la impresora para obtener el formato de "Control de la operación del cubilote".

### 3.4.3 Diseño de zonas de comunicación

Este diseño se centra en la definición de las zonas de la pantalla que permiten la interacción del usuario y el programa mediante los dispositivos de entrada y salida establecidos.

#### 3.4.3.1 Zonas de contexto



*Figura 2. Zonas de contexto*

Indican al usuario el módulo del programa en el que se encuentra en un momento dado. En este MEM aparecerá a manera de título ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla.

### 3.4.3.2 Zonas de control de flujo

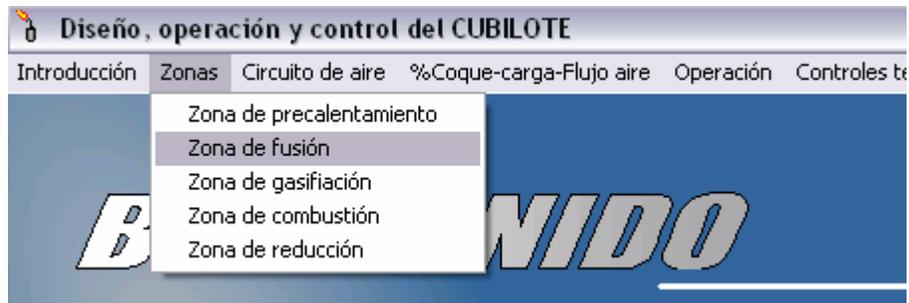


Figura 3. Zonas de control de flujo

En estas zonas se presenta al usuario la posibilidad de alterar el flujo del programa, permitiéndolo escoger el camino de exploración que desee tomar en su interacción con el MEM.

### 3.4.3.3 Zona de trabajo

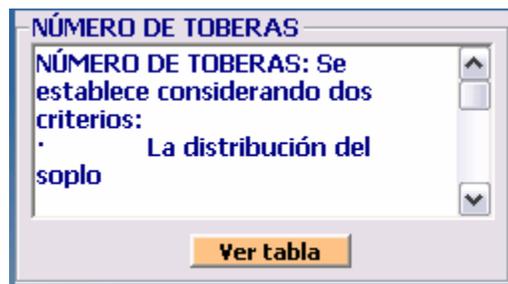


Figura 4. Zonas de trabajo

Contienen todo lo que será disponible para que el usuario enriquezca su proceso de aprendizaje. Aquí el estudiante podrá obtener retroalimentación acerca de los temas propuestos.

### 3.4.4 Elementos constitutivos de las zonas de comunicación

#### 3.4.4.1 Menús

Los menús están diseñados para poder acceder a cada uno de los micromundos a través de un capítulo principal, a partir del cual se despliegan los subcapítulos relacionados.

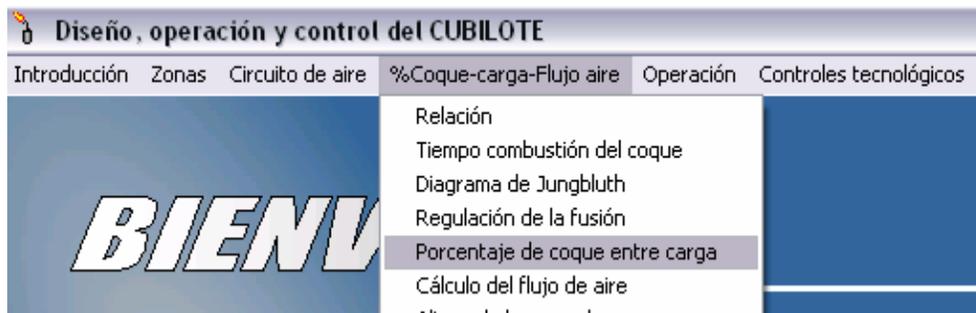


Figura 5. Menús

#### 3.4.4.2 Botones

A continuación se realiza una descripción de cada uno de los botones utilizados en el software, con los cuales se permite ingresar a cada uno de los micromundos para poder trabajar y navegar en ellos.

 El uso de este botón está restringido a la asignación de valores numéricos a las variables que intervienen en el cálculo deseado. Si los valores asignados a las variables no corresponden a rangos congruentes, este botón generará una recomendación acerca de los valores que se deben utilizar para un cálculo correcto.



Al no introducir un valor numérico en alguna de las variables, el cálculo no se puede realizar y aparece este mensaje de advertencia.



El uso de este botón permite limpiar la pantalla para poder visualizar otros elementos.



El uso de este tipo de botón genera una nueva pantalla interactiva en la cual se pueden leer comentarios, aplicar fórmulas y/o ver imágenes.



Al oprimir este botón aparece una ventana con una observación.

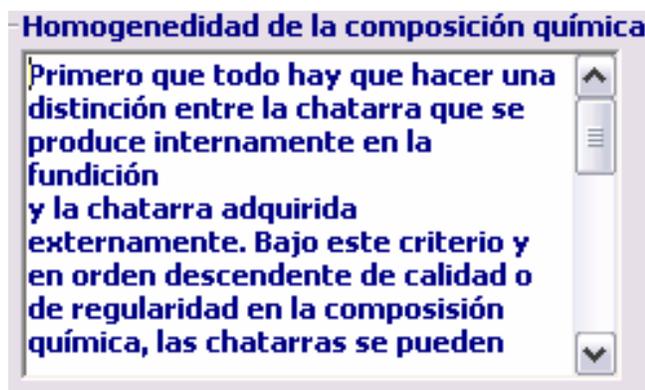
*Figura 6. Botones*

#### 3.4.4.3 Textos

Dentro de la aplicación se encuentran diferentes tipos de texto de acuerdo a la zona de comunicación donde estén ubicados, cumpliendo funciones propias de cada una de ellas.

En las zonas de contexto, los textos indican el tema tratado en el capítulo donde el usuario está ubicado. Estos textos deben tener un tipo de letra claro y estético para facilitar su lectura y deben dar una idea clara del tema que se está presentando.

Los textos en las zonas de trabajo son los más importantes, puesto que en ellos se presenta todo el contenido en estudio correspondiente a cada uno de los capítulos. Respecto al diseño, los textos muestran todo su contenido en la pantalla y en aquellos casos donde son demasiado extensos, se muestran utilizando una barra de desplazamiento vertical que permite al usuario leer todas las líneas y párrafos de los mismos. Adicionalmente, el usuario tiene la libertad de tomarse el tiempo que necesite para la lectura comprensiva de cada uno de ellos.



*Figura 7. Textos*

El tipo de letra utilizado tiene un tamaño adecuado y un color agradable para su fácil lectura y la ubicación de los textos en cada uno de los capítulos se realizó teniendo en cuenta los criterios de espacio y estética.

#### 3.4.4.4 Apoyo gráfico y animaciones

De acuerdo al tema tratado en el MEM, se hace necesario e indispensable el uso de gráficos y animaciones para apoyar el aprendizaje de los diferentes conceptos presentados en los capítulos.

Se exhiben fotografías reales de la Planta de Aceros de la UIS y de los elementos que se encuentran ubicados allí, relacionados con el horno de cubilote.

Las animaciones, hechas en Macromedia Flash MX, representan parte del elemento motivador de la aplicación, de manera que hacen parte del proceso de aprendizaje, algo divertido e interesante.

A continuación se presentan las características de cambio en la configuración del puntero, creadas para motivar al usuario y favorecer su memoria visual.



Señala las partes del cubilote y su respectiva ubicación.



Al dar clic con el puntero en esta forma, aparece un cuadro explicatorio.



Al dar clic con el puntero configurado de esta forma, aparece un cuadro para realizar cálculos.



Dando un clic con esta configuración se permite agrandar una imagen.



Al dar clic con esta imagen, se genera información adicional sobre el tema en estudio.



Dando clic, aparece la respuesta a una pregunta formulada.



Permiten leer un texto en forma secuencial.

*Figura 8. Configuraciones del puntero*

### 3.5 DISEÑO COMPUTACIONAL

Esta fase del diseño del MEM corresponde al desarrollo de los programas que implementan los diseños descritos anteriormente. La elaboración de textos, imágenes, gráficos y animaciones que harán parte del MEM integrándolos con la estructura que se manejará, para brindar al usuario un ambiente agradable que lo motive a participar activamente en su proceso de aprendizaje.

El diseño computacional del MEM sigue el mismo orden del texto “Diseño, control y operación del horno de cubilote”, en el que los temas abarcados están dividido en capítulos y subcapítulos.

A continuación se hace una descripción detallada de las herramientas que componen cada uno de los capítulos y sus correspondientes códigos fuente dentro del software.

#### 3.5.1 Introducción



Figura 9. Menú Capítulo I

### 3.5.1.1 Aspectos generales (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
End Sub  
Private Sub Text1_Change()  
End Sub
```

### 3.5.1.2 Partes (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
puerta.Visible = False  
caja.Visible = False  
refractario.Visible = False  
tobera.Visible = False  
piquera.Visible = False  
solera.Visible = False  
canal.Visible = False  
explicacionPiquera.Visible = False  
explicacionSolera.Visible = False  
explicacionToberas.Visible = False  
explicacionCaja.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Image1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
puerta.Visible = False  
caja.Visible = False  
refractario.Visible = False  
tobera.Visible = False  
piquera.Visible = False  
solera.Visible = False  
canal.Visible = False  
explicacionPiquera.Visible = False  
explicacionSolera.Visible = False  
explicacionToberas.Visible = False  
explicacionCaja.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Label1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)
```

```
puerta.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label10_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
canal.Visible = True  
explicacionPiquera.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label2_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
refractario.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label3_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
piquera.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label6_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
solera.Visible = True  
explicacionSolera.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label8_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
caja.Visible = True  
explicacionCaja.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label9_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
tobera.Visible = True  
explicacionToberas.Visible = True  
End Sub
```

### 3.5.2 Zonas

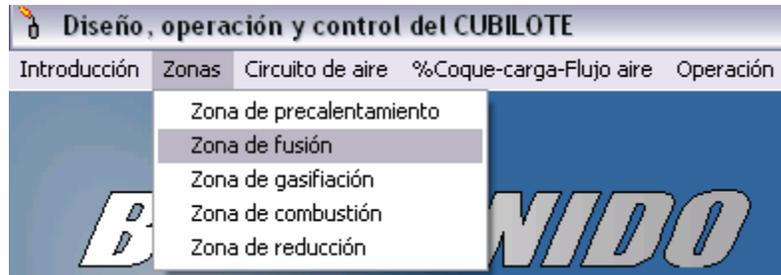


Figura 10. Menú Capítulo II

#### 3.5.2.1 Zona de precalentamiento (código fuente)

```
Private Sub Calculop_Click()  
If Not IsNumeric(VolumenCilindro.Text) Or Not IsNumeric(ProduccionHoraria.Text) Then  
    KeepFocus = True  
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"  
Else  
    Dim volumen As Integer  
    Dim produccion As Integer  
  
    volumen = VolumenCilindro.Text  
    produccion = ProduccionHoraria.Text  
  
    Resultadolp.Text = (volumen / produccion)  
    Resultadolp.BackColor = &HFFFFFF  
    Explicacionlp.Visible = True  
End If  
End Sub  
  
Private Sub Form_Load()  
Explicacionlp.Visible = False  
End Sub  
  
Private Sub Label5_Click()  
mensaje.Visible = True  
End Sub
```

### 3.5.2.2 Zona de fusión (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
temperatura.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()  
temperatura.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()  
  
End Sub
```

### 3.5.2.3 Zona de gasificación (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
LabelGas.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()  
LabelGas.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub LabelGas_Click()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()  
  
End Sub
```

### 3.5.2.4 Zona de combustión (código fuente)

```
Private Sub calcular_Click()

If Not IsNumeric(tamano.Text) Then
    KeepFocus = True
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"
Else
    Dim altura As Integer

    altura = tamano.Text
    resultadohc.BackColor = &HFFFFFF
    resultadohc.Text = (3.3 * altura)

End If

End Sub

Private Sub Form_Load()
LabelCombustion.Visible = False
End Sub

Private Sub Image2_Click()
LabelCombustion.Visible = True
End Sub
```

### 3.5.2.5 Zona de reducción (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()
End Sub

Private Sub Image2_Click()
FormCalculob4.Show vbModal
End Sub

Private Sub Image3_Click()

End Sub
```

### 3.5.3 Circuito de aire

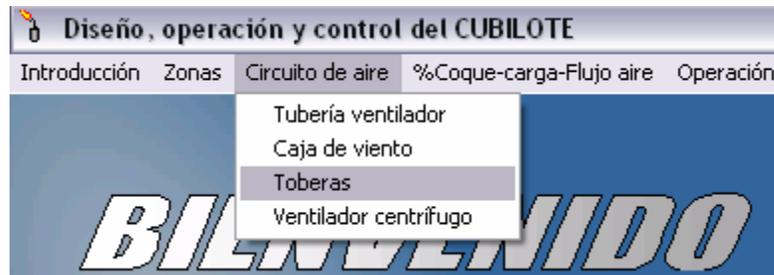


Figura 11. Menú Capítulo III

#### 3.5.3.1 Tubería ventilador (código fuente)

```
Private Sub CalcularM1_Click()  
If Not IsNumeric(p1.Text) Or Not IsNumeric(Di1.Text) Then  
    KeepFocus = True  
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"  
Else  
    Dim p, diam1 As Integer  
  
    p = p1.Text  
    diam1 = Di1.Text  
  
    ResultadoM1.Text = 106 * (diam1 ^ 2) * p  
    ResultadoM1.BackColor = &HFFFFFF  
  
End If  
End Sub  
Private Sub CalcularM2_Click()  
If Not IsNumeric(Di2.Text) Then  
    KeepFocus = True  
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"  
Else  
    Dim diam2 As Integer  
  
    diam2 = Di2.Text  
  
    ResultadoM2.Text = 0.45 * diam2  
    ResultadoM2.BackColor = &HFFFFFF  
  
End If  
End Sub
```

```
End If  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
ResultadoM1.Enabled = False  
ResultadoM1.BackColor = &HC0C0C0  
ResultadoM2.Enabled = False  
ResultadoM2.BackColor = &HC0C0C0  
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()  
  
End Sub
```

### 3.5.3.2 Caja de viento (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Text1_Change()  
  
End Sub
```

### 3.5.3.3 Toberas (código fuente)

```
Private Sub Command1_Click()  
TablaSeccion.Visible = True  
Line2.Visible = True  
End Sub  
  
Private Sub Command2_Click()  
TablaSeccion.Visible = False  
Line2.Visible = False
```

```
NumeroToberas.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()  
TablaSeccion.Visible = False  
Line2.Visible = False  
ToberaAuto.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
Line2.Visible = False  
TablaSeccion.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Text2_Change()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Text5_Change()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()  
imagenAmpliada2.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()  
imagenAmpliada.Show vbModal  
End Sub
```

### 3.5.3.4 Ventilador centrífugo (código fuente)

```
Private Sub Command1_Click()  
PotenciaUtil.Visible = True  
PotenciaAbsorbida.Visible = False  
VentiladorAire.Visible = False  
End Sub  
  
Private Sub Command2_Click()  
PotenciaAbsorbida.Visible = True  
VentiladorAire.Visible = False  
PotenciaUtil.Visible = False  
End Sub  
  
Private Sub Command3_Click()  
  
If Not IsNumeric(rendimiento.Text) Or Not IsNumeric(tension.Text) Or Not  
IsNumeric(intensidad.Text) Or Not IsNumeric(factor.Text) Then  
    KeepFocus = True  
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"  
Else  
  
    Dim r, V, I, cosfi As Long  
    r = rendimiento.Text  
    V = tension.Text  
    I = intensidad.Text  
    cosfi = factor.Text  
  
    ResultadoPA.Text = r * (Sqr(3)) * V * I * cosfi  
    ResultadoPA.BackColor = &HFFFFFF  
  
End If  
  
End Sub  
  
Private Sub Command4_Click()  
VentiladorAire.Visible = True  
PotenciaUtil.Visible = False  
PotenciaAbsorbida.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()  
PotenciaUtil.Visible = False  
PotenciaAbsorbida.Visible = False  
VentiladorAire.Visible = False  
MedidaFlujoAire.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()  
  
If Not IsNumeric(qmax.Text) Or Not IsNumeric(htmax.Text) Then  
    KeepFocus = True  
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"  
Else  
  
    Dim qmaximo, htmaximo As Integer  
    qmaximo = qmax.Text  
    htmaximo = htmax.Text  
  
    resultadoPu.Text = ((qmaximo * htmaximo) / 75)  
    resultadoPu.BackColor = &HFFFFFF  
End If  
  
End Sub
```

```
Private Sub COTAMN_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
LabelMN.Visible = True  
LabelRS.Visible = False  
LabelNR.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub COTANR_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
LabelNR.Visible = True  
LabelRS.Visible = False  
LabelMN.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub COTARS_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)  
LabelRS.Visible = True
```

```
LabelMN.Visible = False
LabelNR.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
PotenciaUtil.Visible = False
PotenciaAbsorbida.Visible = False
VentiladorAire.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()
CalculoPu.Visible = True
End Sub
```

```
Private Sub Image4_Click()
FrameCalculoPa.Visible = True
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()

End Sub
```

```
Private Sub VentiladorAire_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
LabelRS.Visible = False
LabelMN.Visible = False
LabelNR.Visible = False
End Sub
```

### 3.5.4 %Coque-carga-Flujo de aire

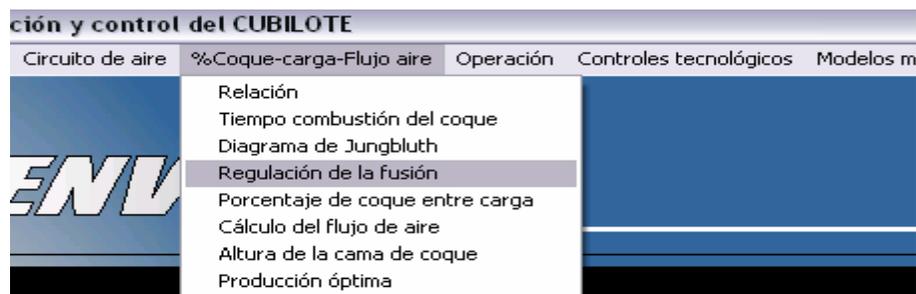


Figura 12. Menú Capítulo IV

### 3.5.4.1 Relación (código fuente)

```
Private Sub Aire_Click()  
LabelAire1.Visible = True  
LabelAire2.Visible = True  
LineaAire1.Visible = True  
LineaAire2.Visible = True  
LineaZona.Visible = False  
LabelToberas.Visible = False  
LabelZona.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
LineaZona.Visible = False  
LineaAire1.Visible = False  
LineaAire2.Visible = False  
LabelZona.Visible = False  
LabelAire1.Visible = False  
LabelAire2.Visible = False  
LabelToberas.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As  
Single)  
LabelAire1.Visible = False  
LabelAire2.Visible = False  
LabelZona.Visible = False  
LabelToberas.Visible = False  
LineaZona.Visible = False  
LineaAire1.Visible = False  
LineaAire2.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Toberas_Click()  
LabelToberas.Visible = True  
LabelZona.Visible = False  
LabelAire1.Visible = False
```

```
LabelAire2.Visible = False
LineaZona.Visible = False
LineaAire1.Visible = False
LineaAire2.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Zona_Click()
LabelZona.Visible = True
LineaZona.Visible = True
LabelAire1.Visible = False
LabelAire2.Visible = False
LabelToberas.Visible = False
LineaAire1.Visible = False
LineaAire2.Visible = False
End Sub
```

#### 3.5.4.2 Tiempo combustión del coque (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()
LabelFactores1.Visible = False
TextoFactores1.Visible = False
LabelFactores2.Visible = False
TextoFactores2.Visible = False
Flecha1.Visible = False
Flecha2.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
LabelFactores1.Visible = True
TextoFactores1.Visible = True
LabelFactores2.Visible = True
TextoFactores2.Visible = True
Flecha1.Visible = True
Flecha2.Visible = True
End Sub
```

### 3.5.4.3 Diagrama de Jungbluth (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()
```

```
imagenJung.Show vbModal
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()
```

```
End Sub
```

### 3.5.4.4 Regulación de la fusión (código fuente)

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    Tbaja.Value = 0
```

```
    Talta.Value = 0
```

```
    Pbaja.Value = 0
```

```
    Palta.Value = 0
```

```
    Tbaja.Enabled = True
```

```
    Talta.Enabled = True
```

```
    Pbaja.Enabled = True
```

```
    Palta.Enabled = True
```

```
    caso1.Visible = False
```

```
    caso2.Visible = False
```

```
    caso3.Visible = False
```

```
    caso4.Visible = False
```

```
    Label1.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
    caso1.Visible = False  
    caso2.Visible = False  
    caso3.Visible = False  
    caso4.Visible = False  
    Label1.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Palta_Click()  
    Pbaja.Enabled = False  
    If Tbaja.Value = 1 Then  
        caso2.Visible = True  
        Label1.Visible = True  
    Else  
        If Talta.Value = 1 Then  
            caso4.Visible = True  
            Label1.Visible = True  
        End If  
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Pbaja_Click()  
    Palta.Enabled = False  
    If Tbaja.Value = 1 Then  
        caso1.Visible = True  
        Label1.Visible = True  
    Else  
        If Talta.Value = 1 Then  
            caso3.Visible = True  
            Label1.Visible = True  
        End If  
    End If  
End Sub
```

```
Private Sub Talta_Click()  
    Tbaja.Enabled = False  
    If Pbaja.Value = 1 Then  
        caso3.Visible = True  
        Label1.Visible = True
```

```
Else
    If Palta.Value = 1 Then
        caso4.Visible = True
        Label1.Visible = True
    End If
End If
End Sub
```

```
Private Sub Tbaja_Click()
Talta.Enabled = False
    If Pbaja.Value = 1 Then
        caso1.Visible = True
        Label1.Visible = True
    Else
        If Palta.Value = 1 Then
            caso2.Visible = True
            Label1.Visible = True
        End If
    End If
End Sub
```

#### 3.5.4.5 Porcentaje de coque entre carga (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()
FrameEjemplo1.Visible = False
FrameEjemplo2.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
FrameEjemplo1.Visible = False
FrameEjemplo2.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Label4_Click()
FrameEjemplo1.Visible = True
FrameEjemplo2.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Label6_Click()
```

```
FrameEjemplo2.Visible = True
FrameEjemplo1.Visible = False
End Sub
```

#### 3.5.4.6 Cálculo del flujo de aire (código fuente)

```
Private Sub CalcularQs_Click()

If Not IsNumeric(Diametro.Text) Or Not IsNumeric(Porcentaje.Text) Then
    KeepFocus = True
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"
Else

    Dim Di, p As Long
    Di = Diametro.Text
    p = Porcentaje.Text

    ResultadoQs.Text = 5.7 * (Di ^ 2) * p
    ResultadoQs.BackColor = &HFFFFFF
End If

End Sub

Private Sub Form_Load()

End Sub
```

#### 3.5.4.7 Altura de la cama de coque (código fuente)

```
Private Sub Check10_Click()
If Check10.Value = 1 Then
    Check11.Enabled = False
    Check12.Enabled = False
    Check13.Enabled = False
    Check14.Enabled = False
    Check15.Enabled = False
End If
```

```
Label10Normal.Visible = True
Label10Apisonado.Visible = True
Label10Pre.Visible = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Check11_Click()
If Check11.Value = 1 Then
    Check10.Enabled = False
    Check12.Enabled = False
    Check13.Enabled = False
    Check14.Enabled = False
    Check15.Enabled = False

    Label11Normal.Visible = True
    Label11Apisonado.Visible = True
    Label11Pre.Visible = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Check12_Click()
If Check12.Value = 1 Then
    Check10.Enabled = False
    Check11.Enabled = False
    Check13.Enabled = False
    Check14.Enabled = False
    Check15.Enabled = False

    Label12Normal.Visible = True
    Label12Apisonado.Visible = True
    Label12Pre.Visible = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Check13_Click()
If Check13.Value = 1 Then
    Check10.Enabled = False
    Check11.Enabled = False
    Check12.Enabled = False
    Check14.Enabled = False
    Check15.Enabled = False
```

```
        Label13Normal.Visible = True
        Label13Apcionado.Visible = True
        Label13Pre.Visible = True
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Check14_Click()
    If Check14.Value = 1 Then
        Check10.Enabled = False
        Check12.Enabled = False
        Check13.Enabled = False
        Check11.Enabled = False
        Check15.Enabled = False

        Label14Normal.Visible = True
        Label14Apcionado.Visible = True
        Label14Pre.Visible = True
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Check15_Click()
    If Check15.Value = 1 Then
        Check10.Enabled = False
        Check12.Enabled = False
        Check13.Enabled = False
        Check14.Enabled = False
        Check11.Enabled = False

        Label15Normal.Visible = True
        Label15Apcionado.Visible = True
        Label15Pre.Visible = True
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
    Check10.Value = 0
    Check11.Value = 0
    Check12.Value = 0
    Check13.Value = 0
    Check14.Value = 0
    Check15.Value = 0
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Limpiar_Click()
```

```
Check10.Value = 0
```

```
Check11.Value = 0
```

```
Check12.Value = 0
```

```
Check13.Value = 0
```

```
Check14.Value = 0
```

```
Check15.Value = 0
```

```
Check10.Enabled = True
```

```
Check11.Enabled = True
```

```
Check12.Enabled = True
```

```
Check13.Enabled = True
```

```
Check14.Enabled = True
```

```
Check15.Enabled = True
```

```
Label10Normal.Visible = False
```

```
Label10Apcionado.Visible = False
```

```
Label10Pre.Visible = False
```

```
Label11Normal.Visible = False
```

```
Label11Apcionado.Visible = False
```

```
Label11Pre.Visible = False
```

```
Label12Normal.Visible = False
```

```
Label12Apcionado.Visible = False
```

```
Label12Pre.Visible = False
```

```
Label13Normal.Visible = False
```

```
Label13Apcionado.Visible = False
```

```
Label13Pre.Visible = False
```

```
Label14Normal.Visible = False
```

```
Label14Apcionado.Visible = False
```

```
Label14Pre.Visible = False
```

```
Label15Normal.Visible = False
```

```
Label15Apcionado.Visible = False
```

```
Label15Pre.Visible = False
```

```
End Sub
```

### 3.5.4.8 Producción óptima

```
Private Sub Image1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()
```

```
ObservacionP0.Show vbModal
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ImagenA_Click()
```

```
ResultadosA.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ImagenB_Click()
```

```
ResultadosB.Visible = True
```

```
Image2.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
```

```
FrameRespuesta.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label5_Click()
```

```
ImagenA.Visible = True
```

```
ImagenB.Visible = True
```

```
End Sub
```

### 3.5.5 Operación

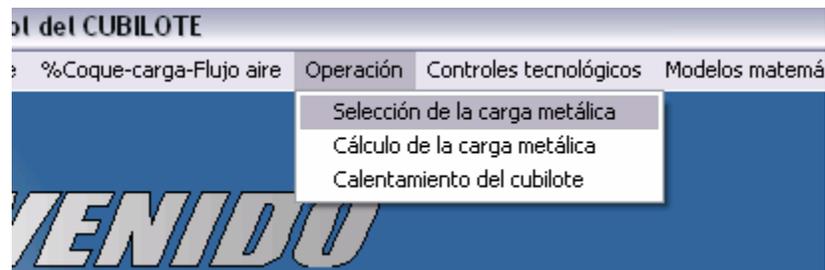


Figura 13. Menú Capítulo V

### 3.5.5.1 Selección de la carga metálica (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image3_Click()  
NoOlvidar.Show vbModal  
End Sub  
  
Private Sub Image4_Click()  
Homogeneidad.Visible = True  
Naturaleza.Visible = True  
Origen.Visible = True  
OtroFactor.Visible = True  
Image3.Visible = True  
End Sub  
Private Sub Label2_Click()  
  
End Sub
```

### 3.5.5.2 Cálculo de la carga metálica (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image2_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Text1_Change()
```

End Sub

### 3.5.5.3 Calentamiento del cubilote (código fuente)

```
Private Sub Command1_Click()  
FrameCalentamiento.Visible = True  
FrameAltura.Visible = False  
FramePrecalentamiento.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()  
FrameAltura.Visible = True  
FrameCalentamiento.Visible = False  
FramePrecalentamiento.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()  
FramePrecalentamiento.Visible = True  
FrameAltura.Visible = False  
FrameCalentamiento.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Image1_Click()
```

End Sub

### 3.5.6 Controles tecnológicos

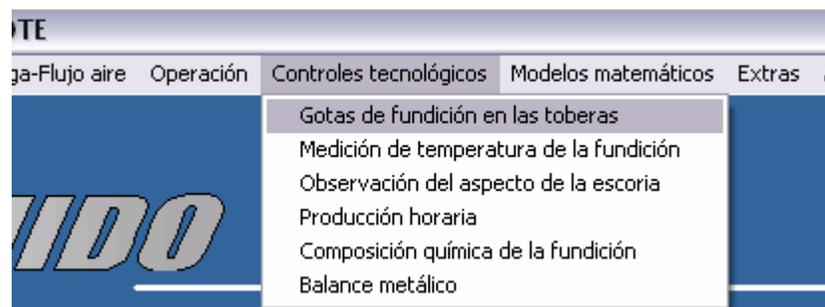


Figura 14. Menú Capítulo VI

### 3.5.6.1 Gotas de fundición en las toberas (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
ShockwaveFlash1.Movie = App.Path & "/toberas.swf"  
End Sub  
  
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub ShockwaveFlash1_OnReadyStateChange(newState As Long)  
  
End Sub  
  
Private Sub Text1_Change()  
  
End Sub
```

### 3.5.6.2 Medición de la temperatura de la fundición (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Label1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Label2_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Text1_Change()  
  
End Sub
```

### 3.5.6.3 Observación del aspecto de la escoria (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
  
End Sub  
  
Private Sub Image1_Click()  
  
End Sub  
  
Private Sub Text1_Change()  
  
End Sub
```

### 3.5.6.4 Producción horaria (código fuente)

```
Private Declare Function ShellExecute Lib "shell32.dll" Alias "ShellExecuteA" _  
(ByVal hWnd As Long, ByVal lpOperation As String, ByVal lpFile As String, _  
    ByVal lpParameters As String, ByVal lpDirectory As String, _  
    ByVal nShowCmd As Long) As Long  
Dim sLink As String  
  
Private Sub CalculoP_Click()  
  
If Not IsNumeric(Aire.Text) Or Not IsNumeric(indice.Text) Or Not IsNumeric(coque.Text)  
Or Not IsNumeric(carbono.Text) Or Not IsNumeric(porcaco.Text) Then  
    KeepFocus = True  
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"  
Else  
  
    Dim qaire, n, p, deltac, c As Long  
    qaire = Aire.Text  
    n = indice.Text  
    p = coque.Text  
    deltac = carbono.Text  
    c = porcaco.Text  
  
    ResultadoPH.Text = qaire / (4.48 * (1 + n) * ((p * porcaco) - deltac))
```

```

ResultadoPH.BackColor = &HFFFFFF

flecha.Visible = True
FrameExplicacion.Visible = True

End If

End Sub

Private Sub Command1_Click()
sLink = "hojacontrol.htm"
ShellExecute 0, vbNullString, sLink, vbNullString, __
vbNullString, vbNormalFocus
End Sub

Private Sub Image2_Click()
FrameCalculo.Visible = True
End Sub

```

### 3.5.6.5 Composición química de la fundición (código fuente)

```

Private Sub BotonAnalisis_Click()
FrameAnalisis.Visible = True
FrameTemple.Visible = False
End Sub

Private Sub BotonEnsayo_Click()
FrameTemple.Visible = True
FrameAnalisis.Visible = False
End Sub

Private Sub CalcularCE_Click()
If Not IsNumeric(porc.Text) Or Not IsNumeric(porsi.Text) Or Not IsNumeric(porp.Text)
Then
KeepFocus = True
MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"
Else

Dim c, s, p As Long
c = porc.Text
s = porsi.Text

```

```
p = porp.Text

ResultadoCE.Text = c + ((s + p) / 3)
ResultadoCE.BackColor = &HFFFFFF
FrameExplicacion.Visible = True

End If
End Sub

Private Sub Command1_Click()
imagenprobetas.Show vbModal
End Sub

Private Sub Form_Load()
FrameTemple.Visible = False
FrameAnalisis.Visible = False
End Sub
Private Sub Image2_Click()
calculos.Visible = True
End Sub

Private Sub Image610_Click()
figura610.Show vbModal
End Sub

Private Sub Image611_Click()
figura611.Show vbModal
End Sub

Private Sub Image612_Click()
figura612.Show vbModal
End Sub

Private Sub Label6_Click()
SIPP.Show vbModal
End Sub

Private Sub verobs_Click()
obs.Show vbModal
End Sub
```

### 3.5.6.6 Balance metálico (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()  
perdidalinea1.Visible = True  
perdidalinea2.Visible = True  
perdidalinea3.Visible = True  
perdidalinea4.Visible = True  
perdidalinea5.Visible = True  
perdidalinea6.Visible = True  
perdidalinea7.Visible = True  
perdidalinea8.Visible = True  
perdidalinea9.Visible = True  
perdidalinea10.Visible = True  
perdidalinea11.Visible = True  
perdidalinea12.Visible = True  
perdidalinea13.Visible = True  
perdidalinea14.Visible = True  
perdidalinea15.Visible = True  
perdidalinea16.Visible = True  
perdidalinea17.Visible = True  
perdidalinea18.Visible = True  
perdidalinea19.Visible = True  
perdidalinea20.Visible = True  
perdidalinea21.Visible = True  
perdidalinea22.Visible = True  
perdidalinea23.Visible = True  
perdidalinea24.Visible = True  
perdidalinea25.Visible = True  
perdidalinea26.Visible = True  
perdidalinea27.Visible = True  
perdidalinea28.Visible = True  
perdidalinea29.Visible = True  
perdidalinea30.Visible = True  
perdidalinea31.Visible = True  
perdidalinea32.Visible = True  
perdidalinea33.Visible = True  
perdidalinea34.Visible = True  
perdidalinea35.Visible = True  
perdidalinea36.Visible = True  
perdidalinea37.Visible = True  
perdidalinea38.Visible = True  
perdidalinea39.Visible = True  
perdidalinea40.Visible = True  
perdidalinea41.Visible = True  
perdidalinea42.Visible = True  
perdidalinea43.Visible = True  
perdidalinea44.Visible = True  
perdidalinea45.Visible = True  
perdidalinea46.Visible = True  
perdidalinea47.Visible = True  
perdidalinea48.Visible = True  
perdidalinea49.Visible = True  
perdidalinea50.Visible = True  
perdidalinea51.Visible = True  
perdidalinea52.Visible = True  
perdidalinea53.Visible = True  
perdidalinea54.Visible = True  
perdidalinea55.Visible = True  
perdidalinea56.Visible = True  
perdidalinea57.Visible = True  
perdidalinea58.Visible = True  
perdidalinea59.Visible = True  
perdidalinea60.Visible = True  
perdidalinea61.Visible = True  
perdidalinea62.Visible = True  
perdidalinea63.Visible = True  
perdidalinea64.Visible = True  
perdidalinea65.Visible = True  
perdidalinea66.Visible = True  
perdidalinea67.Visible = True  
perdidalinea68.Visible = True  
perdidalinea69.Visible = True  
perdidalinea70.Visible = True  
perdidalinea71.Visible = True  
perdidalinea72.Visible = True  
perdidalinea73.Visible = True  
perdidalinea74.Visible = True  
perdidalinea75.Visible = True  
perdidalinea76.Visible = True  
perdidalinea77.Visible = True  
perdidalinea78.Visible = True  
perdidalinea79.Visible = True  
perdidalinea80.Visible = True  
perdidalinea81.Visible = True  
perdidalinea82.Visible = True  
perdidalinea83.Visible = True  
perdidalinea84.Visible = True  
perdidalinea85.Visible = True  
perdidalinea86.Visible = True  
perdidalinea87.Visible = True  
perdidalinea88.Visible = True  
perdidalinea89.Visible = True  
perdidalinea90.Visible = True  
perdidalinea91.Visible = True  
perdidalinea92.Visible = True  
perdidalinea93.Visible = True  
perdidalinea94.Visible = True  
perdidalinea95.Visible = True  
perdidalinea96.Visible = True  
perdidalinea97.Visible = True  
perdidalinea98.Visible = True  
perdidalinea99.Visible = True  
perdidalinea100.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Label5_Click()  
lineacuchara1.Visible = True  
lineacuchara2.Visible = True  
cuchara1.Visible = True  
lineacuchara3.Visible = True  
cuchara2.Visible = True  
lineacuchara4.Visible = True  
cuchara3.Visible = True  
lineacuchara5.Visible = True  
cuchara4.Visible = True  
lineacuchara6.Visible = True  
cuchara5.Visible = True  
LabelFinal.Visible = True  
End Sub
```

### 3.5.7 Modelos matemáticos

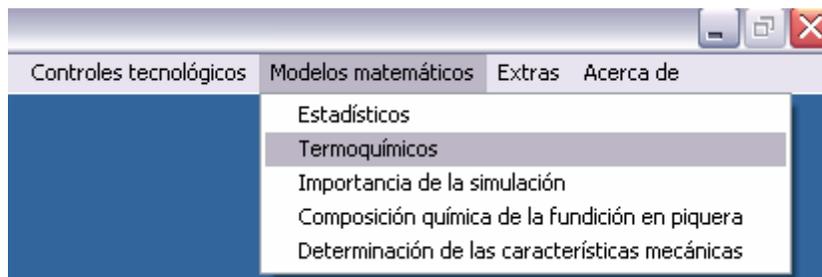


Figura 15. Menú Capítulo VII

### 3.5.7.1 Estadísticos (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()
```

```
Linea1.Visible = True
```

```
Linea2.Visible = True
```

```
Linea3.Visible = True
```

```
Linea4.Visible = True
```

```
obs.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label2_Click()
```

```
End Sub
```

### 3.5.7.2 Termoquímicos (código fuente)

```
Private Sub antiguos_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub completoD_Click()
```

```
Linea10.Visible = True
```

```
Linea11.Visible = True
```

```
Linea12.Visible = True
```

```
Linea13.Visible = True
```

```
Dra.Visible = True
```

```
Evan.Visible = True
```

```
Mey.Visible = True
```

```
BalanceEnergetico.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub completos_Click()  
Linea7.Visible = True  
Linea8.Visible = True  
Linea9.Visible = True  
completoG.Visible = True  
completoD.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()  
MTermoCompletos.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()  
Linea1.Visible = True  
Linea2.Visible = True  
Linea3.Visible = True  
antiguos.Visible = True  
recientes.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub recientes_Click()  
Linea4.Visible = True  
Linea5.Visible = True  
Linea6.Visible = True  
parciales.Visible = True  
completos.Visible = True  
End Sub
```

### 3.5.7.3 Importancia de la simulación (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()  
  
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()  
Linea1.Visible = True  
Linea2.Visible = True  
preguntas.Visible = True  
conclusion.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()
```

```
End Sub
```

#### 3.5.7.4 Composición química de la fundición en piquera (código fuente)

```
Private Sub BotonAnalisis_Click()
```

```
FrameAnalisis.Visible = True
```

```
FrameTemple.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub BotonEnsayo_Click()
```

```
FrameTemple.Visible = True
```

```
FrameAnalisis.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CalcularCE_Click()
```

```
If Not IsNumeric(porc.Text) Or Not IsNumeric(porsi.Text) Or Not IsNumeric(porp.Text)
```

```
Then
```

```
    KeepFocus = True
```

```
    MsgBox "Escriba un número por favor", vbExclamation, "Faltan datos"
```

```
Else
```

```
    Dim c, s, p As Long
```

```
    c = porc.Text
```

```
    s = porsi.Text
```

```
    p = porp.Text
```

```
    ResultadoCE.Text = c + ((s + p) / 3)
```

```
    ResultadoCE.BackColor = &HFFFFFF
```

```
    FrameExplicacion.Visible = True
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
imagenprobetas.Show vbModal
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
FrameTemple.Visible = False  
FrameAnalisis.Visible = False  
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()  
calculos.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Image610_Click()  
figura610.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Image611_Click()  
figura611.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Image612_Click()  
figura612.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Label6_Click()  
SIPP.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Text4_Change()  
  
End Sub
```

```
Private Sub verobs_Click()  
obs.Show vbModal  
End Sub
```

### 3.5.7.5 Determinación de las características mecánicas (código fuente)

```
Private Sub Command1_Click()  
CheckNi.Value = 0  
CheckCu.Value = 0  
CheckMn.Value = 0
```

```
CheckCr.Value = 0
CheckMo.Value = 0
CheckV.Value = 0
```

```
CheckNi.Enabled = True
CheckCu.Enabled = True
CheckMn.Enabled = True
CheckCr.Enabled = True
CheckMo.Enabled = True
CheckV.Enabled = True
```

```
LabelNi1.Visible = False
LabelCu1.Visible = False
LabelMn1.Visible = False
LabelCr1.Visible = False
LabelMo1.Visible = False
LabelV1.Visible = False
```

```
LabelNi2.Visible = False
LabelCu2.Visible = False
LabelMn2.Visible = False
LabelCr2.Visible = False
LabelMo2.Visible = False
LabelV2.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CheckCr_Click()
If CheckCr.Value = 1 Then
    CheckCu.Enabled = False
    CheckMn.Enabled = False
    CheckNi.Enabled = False
    CheckMo.Enabled = False
    CheckV.Enabled = False

    LabelCr1.Visible = True
    LabelCr2.Visible = True
End If

End Sub
```

```
Private Sub CheckCu_Click()
If CheckCu.Value = 1 Then
    CheckNi.Enabled = False
    CheckMn.Enabled = False
    CheckCr.Enabled = False
    CheckMo.Enabled = False
    CheckV.Enabled = False

    LabelCu1.Visible = True
    LabelCu2.Visible = True
End If

End Sub
```

```
Private Sub CheckMn_Click()
If CheckMn.Value = 1 Then
    CheckCu.Enabled = False
    CheckNi.Enabled = False
    CheckCr.Enabled = False
    CheckMo.Enabled = False
    CheckV.Enabled = False

    LabelMn1.Visible = True
    LabelMn2.Visible = True
End If

End Sub
```

```
Private Sub CheckMo_Click()
If CheckMo.Value = 1 Then
    CheckCu.Enabled = False
    CheckMn.Enabled = False
    CheckCr.Enabled = False
    CheckNi.Enabled = False
    CheckV.Enabled = False

    LabelMo1.Visible = True
    LabelMo2.Visible = True
End If

End Sub
```

```
Private Sub CheckNi_Click()  
If CheckNi.Value = 1 Then  
    CheckCu.Enabled = False  
    CheckMn.Enabled = False  
    CheckCr.Enabled = False  
    CheckMo.Enabled = False  
    CheckV.Enabled = False  
  
    LabelNi1.Visible = True  
    LabelNi2.Visible = True  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub CheckV_Click()  
If CheckV.Value = 1 Then  
    CheckCu.Enabled = False  
    CheckMn.Enabled = False  
    CheckCr.Enabled = False  
    CheckMo.Enabled = False  
    CheckNi.Enabled = False  
  
    LabelV1.Visible = True  
    LabelV2.Visible = True  
End If  
  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
CheckNi.Value = 0  
CheckCu.Value = 0  
CheckMn.Value = 0  
CheckCr.Value = 0  
CheckMo.Value = 0  
CheckV.Value = 0  
  
LabelNi1.Visible = False  
LabelCu1.Visible = False  
LabelMn1.Visible = False  
LabelCr1.Visible = False  
LabelMo1.Visible = False  
LabelV1.Visible = False
```

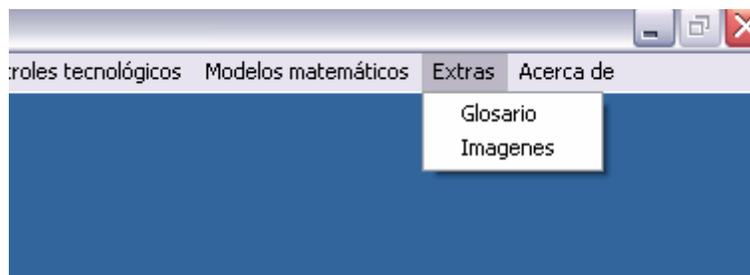
```
LabelNi2.Visible = False
LabelCu2.Visible = False
LabelMn2.Visible = False
LabelCr2.Visible = False
LabelMo2.Visible = False
LabelV2.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()
```

```
End Sub
```

### 3.5.8 Extras



*Figura 16. Menú Extras*

#### 3.5.8.1 Imágenes (código fuente)

```
Private Sub Form_Load()
imgCubil.Visible = False
imgToberas.Visible = False
imgPiquera.Visible = False
imgProbeta.Visible = False
LabelProbeta.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
imgToberas.Visible = False
imgPiquera.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub Image2_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
```

```
imgCubil.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label2_Click()
```

```
imgToberas.Visible = True
```

```
imgPiquera.Visible = False
```

```
imgProbeta.Visible = False
```

```
LabelProbeta.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label3_Click()
```

```
imgPiquera.Visible = True
```

```
imgToberas.Visible = False
```

```
imgProbeta.Visible = False
```

```
LabelProbeta.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label4_Click()
```

```
imgProbeta.Visible = True
```

```
LabelProbeta.Visible = True
```

```
End Sub
```

## **3.6 IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE**

### **3.6.1 Funciones lógicas disponibles al usuario**

Este MEM ofrece al usuario opciones como:

- § Retroalimentación al cometer algún error, con mensajes de orientación.

- § Consulta sobre el contenido.
- § Selección de opciones utilizando el mouse.
- § Elección entre varios ambientes.
- § Control del ritmo de aprendizaje.
- § Decisión sobre el momento de inicio o abandono.
- § Orientación al usuario acerca de en cuál capítulo se encuentra.
- § Paso de un módulo a otro cuando lo requiera.

### **3.6.2 Herramientas computacionales**

Para la elaboración de CUPOLA 1.0 fue necesario usar los siguientes elementos de hardware y software:

- § Computador Pentium II de 233 Mhz, memoria RAM 64 MB, multimedia con sistema operativo Windows 98.
- § Visual Basic 6.0
- § Editor de HTML: Dreamweaver MX
- § Editor de secuencias y animaciones: Macromedia Flash MX
- § Navegador de Internet: Microsoft Internet Explorer 5.0

§ Editor de imágenes : Macromedia Fireworks MX

§ Editor de textos: Microsoft Word

### 3.6.3 Descripción de pantallas

Se escogió CUPOLA 1.0 para nombrar el primer software educativo multimedia de Ingeniería Metalúrgica en su primera versión, por ser un nombre de fácil recordación debido a que la traducción de horno de cubilote al inglés es *Cupola Furnace*.

La figura 17 muestra la pantalla inicial del software. En esta se encuentra el menú principal y una animación que recrea aspectos de la industria de la fundición.



Figura 17. Pantalla de entrada

Las siguientes figuras representan algunas de las pantallas tipo contenidas en el MEM.

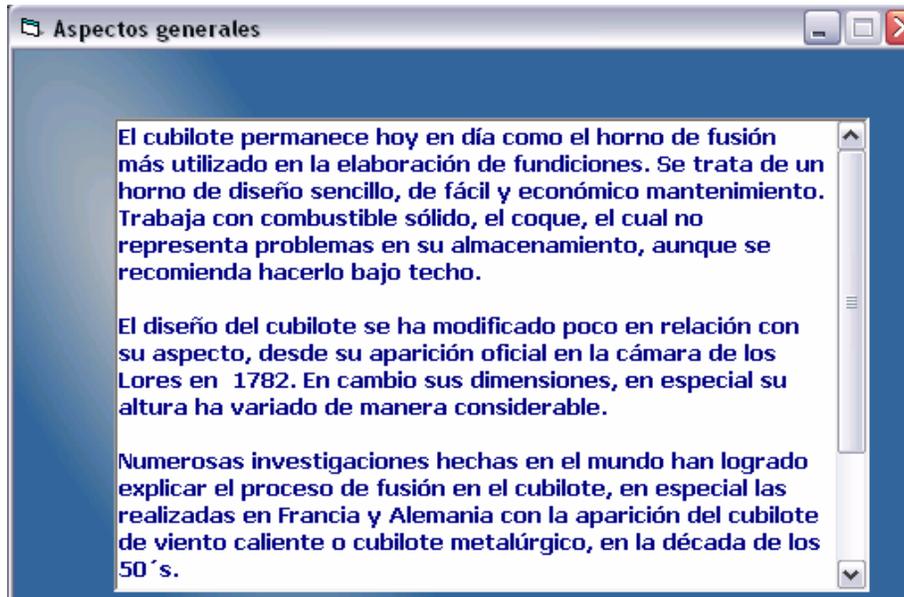


Figura 18. Pantalla tipo texto

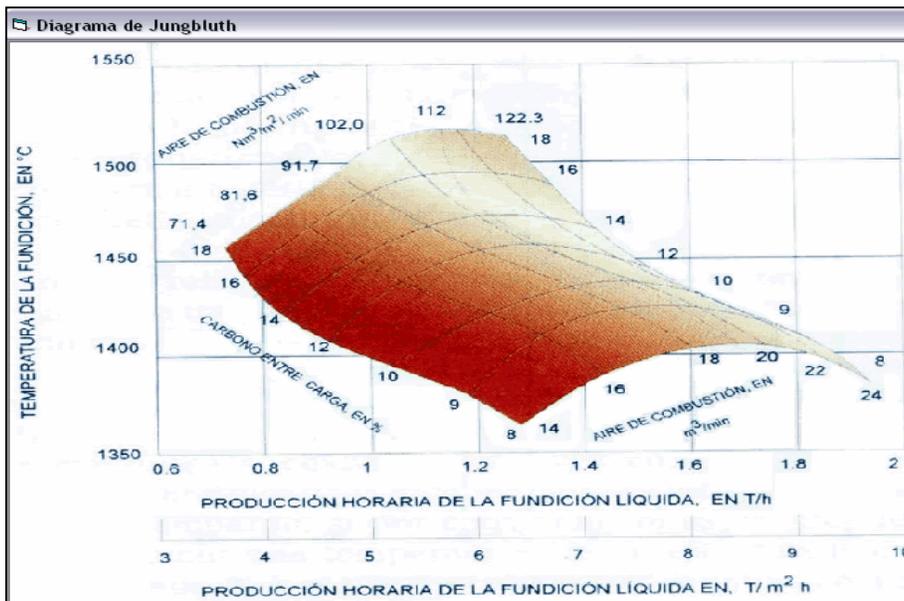


Figura 19. Pantalla tipo imagen

**Cálculo de flujo de aire**

## CÁLCULO DE FLUJO DE AIRE Qs

Estequiométricamente y en condiciones normales, un kilogramo de carbono necesita 1.87 m<sup>3</sup> de oxígeno para producir 20.8% CO<sub>2</sub>, es decir, 8.97 m<sup>3</sup> de aire. Según A Mal, la combustión de un kilogramo de coque con 92.5 % C, entre sus dos extremos de combustión completa e incompleta, da los siguientes consumos de aire:

8.74 m<sup>3</sup> de aire para producir 20.8% CO<sub>2</sub> y 7.489 kcal  
 4.37 m<sup>3</sup> de aire para producir 34.7% CO y 2.240 kcal

Desde el punto de vista térmico, un contenido de 11% CO<sub>2</sub> es los gases de combustión, es muestra de un rendimiento térmico regular del cubilote, por lo tanto, se recomienda tener contenidos de gas en los alrededores de 13 y 14 % CO<sub>2</sub>, para aspirar a un índice de combustión cercano al 50%.

El investigador francés Gabel, después de realizar estudios estadísticos sobre el volumen de aire soplado en 31 cubilotes en funcionamiento, encontró que el volumen de aire por kilogramo de coque que permite obtener

### CÁLCULO DEL FLUJO DE AIRE Qs

$$Qs \text{ (m}^3/\text{h)} = 5.7 * Di^2 * p$$

Di  Diámetro interno, en dm

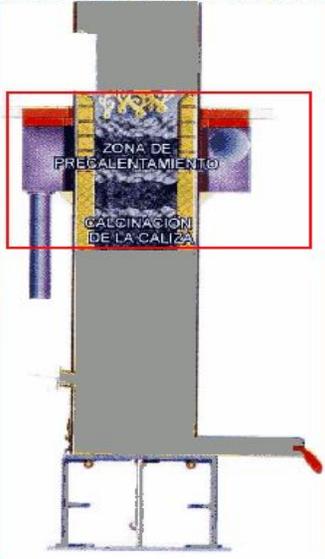
p  Porcentaje de coque entre carga

**Calcular**

Figura 20. Pantalla tipo texto y fórmula interactiva

**Zona de precalentamiento**

## ZONA DE PRECALENTAMIENTO



Como su nombre lo indica en esta zona se calientan las cargas metálicas. El calentamiento se opera por el contacto con los gases calientes de la combustión que suben hacia la chimenea. En ella el coque pierde su humedad por el calor sensible de los gases, lo cual evita un consumo de energía adicional.

La zona de precalentamiento se extiende desde

### Cálculo del Ip

Volumen del cilindro  En m<sup>3</sup>

Producción horaria  En t/h

**Calcular Ip** Ip

La literatura recomienda para cubilotes con un diámetro interno menor a 800 mm un Ip = 0.7 m<sup>3</sup>/t/h y para hornos con un diámetro interno mayor de 1000 mm un Ip = 1.0 m<sup>3</sup>/t/h. El otro parámetro que afecta el índice de precalentamiento es la producción horaria, al disminuir dicha producción el Ip aumenta. Esto se explica porque al disminuir la producción, el paso de cargas por esta zona es más lento, lo cual permite un tiempo de contacto mayor con los gases calientes. De esta manera las cargas llegan más calientes a la zona de fusión.

Figura 21. Pantalla tipo texto, imagen y fórmula interactiva

## CONCLUSIONES

- § CUPOLA 1.0 contribuirá notablemente a despertar el interés de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica hacia los aspectos relacionados con el área de fundición y además será el inicio de una tendencia dirigida al desarrollo de proyectos que apoyen el mejoramiento del proceso educativo.
- § CUPOLA 1.0 complementa amistosamente al “Diseño, operación y control del cubilote” sin desalentar su lectura, al contrario, promueve su consulta y alimenta las expectativas de quienes desean prolongar la línea de investigación que propone la obra.
- § En el desarrollo del MEM, la interactividad que fundamenta su fortaleza, en la capacidad de vincular a los usuarios y al autor a través de acciones específicas de respuesta, se convierte en un aspecto básico para lograr un ambiente apropiado que estimule y facilite el proceso de análisis de contenido.
- § Para la realización de este MEM la etapa de diseño del software fue fundamental en la determinación de las cualidades y exigencias que debía poseer la plataforma donde se desarrollaría la herramienta pedagógica.

- § El MEM que se propone nos permite presentar micromundos interactivos sobre una estructura desarrollada, extendiéndola para satisfacer los requerimientos de los usuarios.
  
- § El software educativo es un campo de la tecnología que debe ser explorado y aprovechado para mejorar la calidad de la enseñanza y evitar el distanciamiento de la educación con los avances de la cultura informática.

## RECOMENDACIONES

- § El administrador del MEM debe programar actividades que estimulen su uso y aplicación, además de promover actualizaciones y la realización de futuras versiones donde se incluyan nuevos capítulos.
- § CUPLOLA 1.0 se propone como un punto de partida para el desarrollo de materiales similares que contribuyan al aprendizaje de otras áreas de la metalurgia.
- § Se recomienda la creación de una página *Web* que sirva de punto de reunión para usuarios y administrador donde se puedan acopiar sugerencias, inquietudes, posibles correcciones e impresiones que puedan contribuir a perfeccionar versiones futuras de CUPLOLA 1.0.

## BIBLIOGRAFIA

ALONSO BAQUERO, Arnaldo. Diseño, operación y control del cubilote. Ediciones UIS. Bucaramanga. 2000

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del software un enfoque práctico. McGraw-Hill. Madrid. 1997 pa. 22,23

BURGER, Jeff. La Biblia de multimedia. Addison-Wesley Iberoamericana S.A. Wilmington, Delaware, USA. 1994

SOLORZANO, Bertha A. Congreso Colombiano de Informática Educativa. Bogotá. 1992. P. 3,1

SOLORZANO, Bertha A. Op. Cit. P.3, 5

ALVARADO, Armando. Congreso Colombiano de Informática Educativa. Bogotá. 1992. P.7,37

GARY, Cornell. Manual de referencia Visual Basic 6.0". McGraw Hill. España 1999.

PANQUEVA, Alvaro. Op. Cit. P.19

GALVIS, Alvaro. Ingeniería del Software Educativo. Ediciones uniandes. Santafé de Bogotá. 1998