UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

SOFTWARE INTERACTIVO AUXILIAR DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y REDES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I A

P R E S E N T A:

ASTRID MINERVA DUQUE MARTÍNEZ

Tutor: MAT. ESTEBAN RUBÉN HURTADO CRUZ

FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

2006

Hoja de Datos del Jurado

1. Duque
   Martínez
   Astrid Minerva
   56 64 83 83
   Universidad Nacional Autónoma de México
   Facultad de Ciencias
   Actuaría
   09909747-7

2. Mat.
   Esteban Rubén
   Hurtado
   Cruz

3. Mat.
   Adrián
   Girard
   Islas

4. Dr.
   Carlos
   Hernández
   Garciadiego

5. Fís. Mat.
   Héctor de Jesús
   Argueta
   Villamar

6. Mat.
   María Juana
   Linares
   Altamirano

7. Software interactivo auxiliar de programación lineal y redes
   57 p
   2006

Dedicado a mis padres

Minerva y Humberto

y a mis hermanas

Itzel y Diana

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN

En el taller de matemáticas existe el proyecto de crear material que apoye el proceso enseñanza-aprendizaje a través de propuestas como la que presento. Anteriormente se habían hecho trabajos de este tipo enfocados al cálculo integral y diferencial, ahora es el turno de la programación lineal y redes.

Considero que es importante emplear los programas computacionales existentes para crear propuestas alternativas en la enseñanza, ya que estas ofrecen al estudiante un mejor panorama de los temas. En este trabajo, *Software interactivo auxiliar de programación lineal y redes*, utilizó los programas: Authorware, The Geometer's Sketchpad y Flash.

Este material lo hice con el propósito de apoyar a los estudiantes de las asignaturas de programación lineal, investigación de operaciones, análisis de redes, etc.

Mi propuesta es un material didáctico que abarca los fundamentos de la programación lineal y redes. El software incluye conceptos, definiciones, procedimientos, propiedades, ejercicios y ejemplos, varios de los cuales fueron elaborados por mí.

Al presentar los diferentes temas en este material didáctico lo hago con la intención de que resulten visualmente atractivos. Un software manejado en forma autodidacta, donde los estudiantes puedan interactuar con lo que se presenta en cada pantalla, con el propósito de apoyar el aprendizaje de los temas.

2. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

2.1. Requerimientos de Hardware y Software

- *Hardware*
  15 MB de RAM

- *Sistema operativo*
  Windows 98, 2000 o superior

- *Adaptador y monitor compatible con uno de los siguientes:*
  SVGA, Plug and Play

Para una mejor apreciación del programa se recomienda una resolución de la pantalla de 1024x768 píxeles o mayores. Ya que en resoluciones menores el programa no se ve completo.

2.2. Ejecución del Programa y de las Fuentes

- Insertar el CD del programa

- Ejecutar el programa TESIS.exe (No es necesaria ninguna instalación en disco duro)

- Si se quiere instalar el programa, copiar todo el contenido del CD en una carpeta en el disco duro.

- Si al ejecutar el programa las fuentes (funciones matemáticas) no se ven bien), instalar las fuentes Math Type ejecutando el archivo Wintruetype que se encuentra en el CD del programa.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

3.1 Navegación dentro del programa

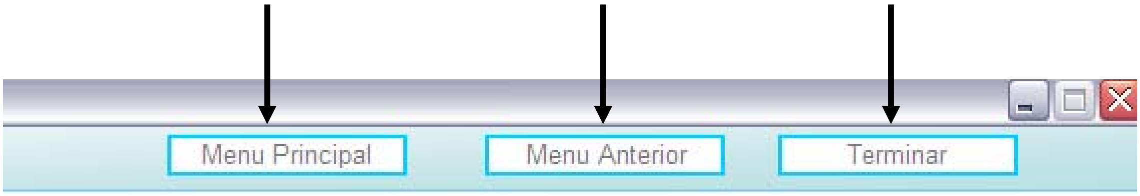
La navegación dentro del programa se lleva a cabo mediante botones de acción.

En todas las pantallas aparecen estos tres botones:

Botón que navega a la pantalla de Menú Principal

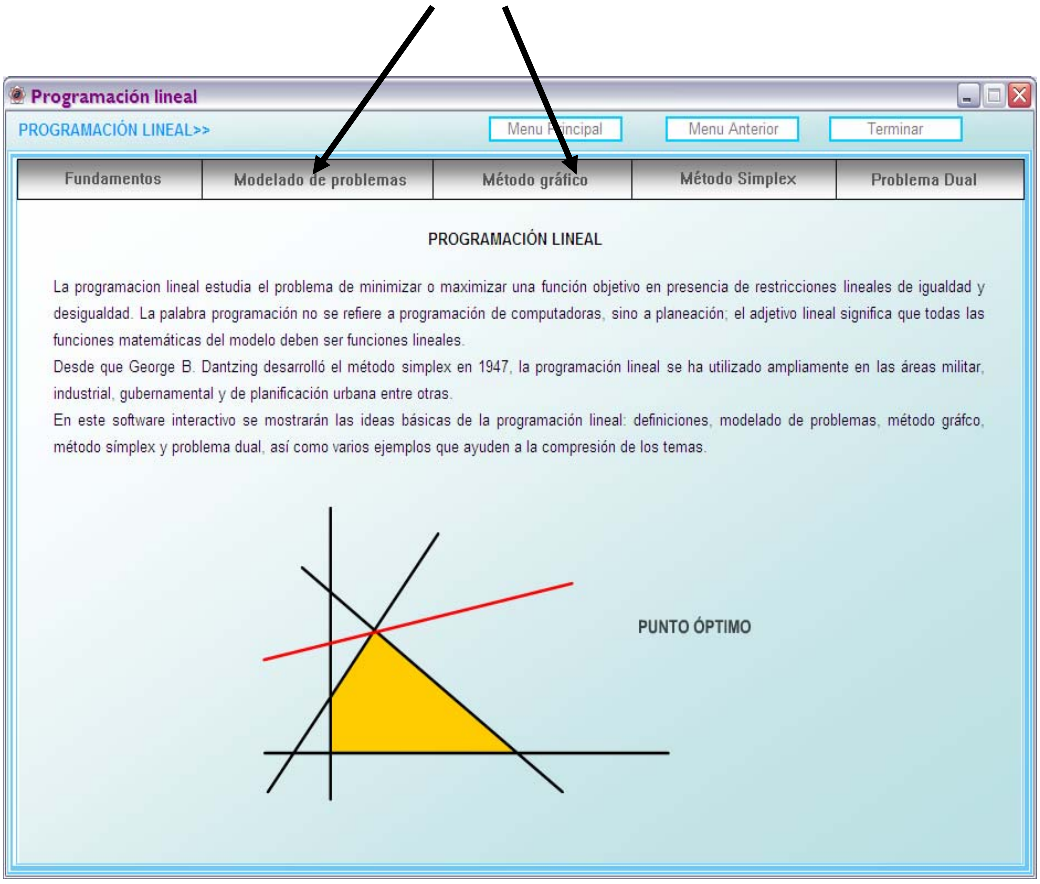
Botón que regresa al Menú Anterior

Botón para salir del programa



En algunas pantallas aparece una barra-menú de color gris, en la que cada botón indica una opción diferente de navegación.

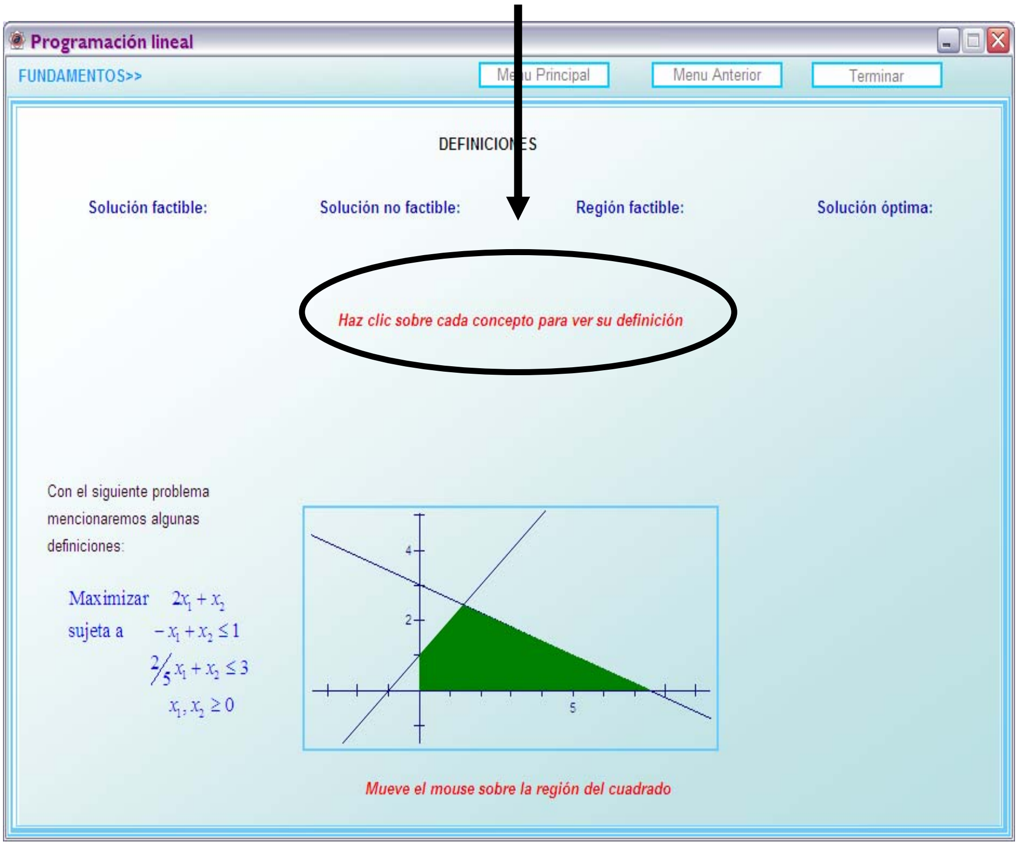
Botones de acción



3.2 Interactividad con el usuario

En cada pantalla aparecen las instrucciones de cada interacción en color rojo.

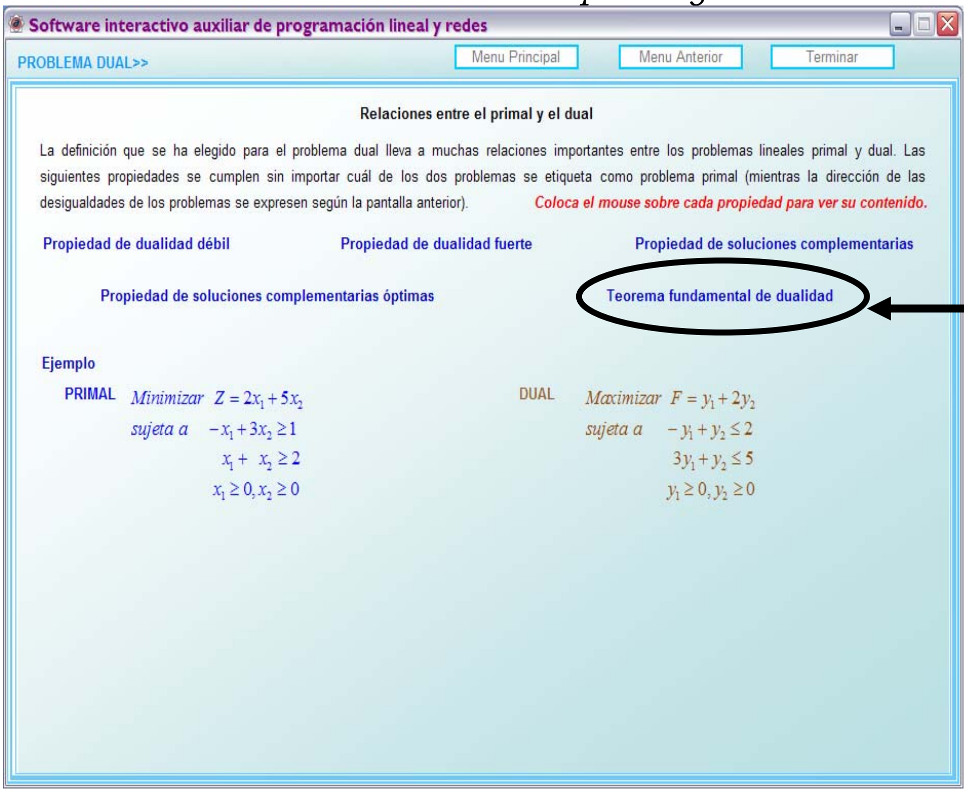
Instrucciones



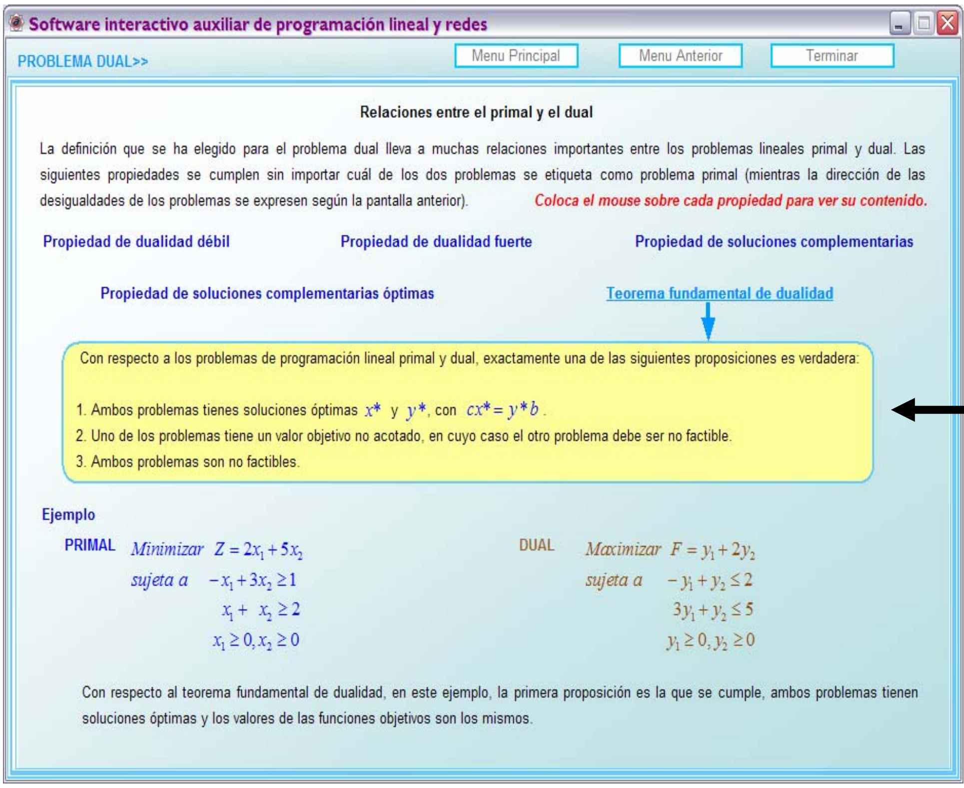
3.2.1 Áreas activas

En algunas pantallas aparecen palabras de color azul marino, al situar el puntero del ratón sobre ellas, se muestra información adicional.

Pantalla Relaciones entre el primal y dual



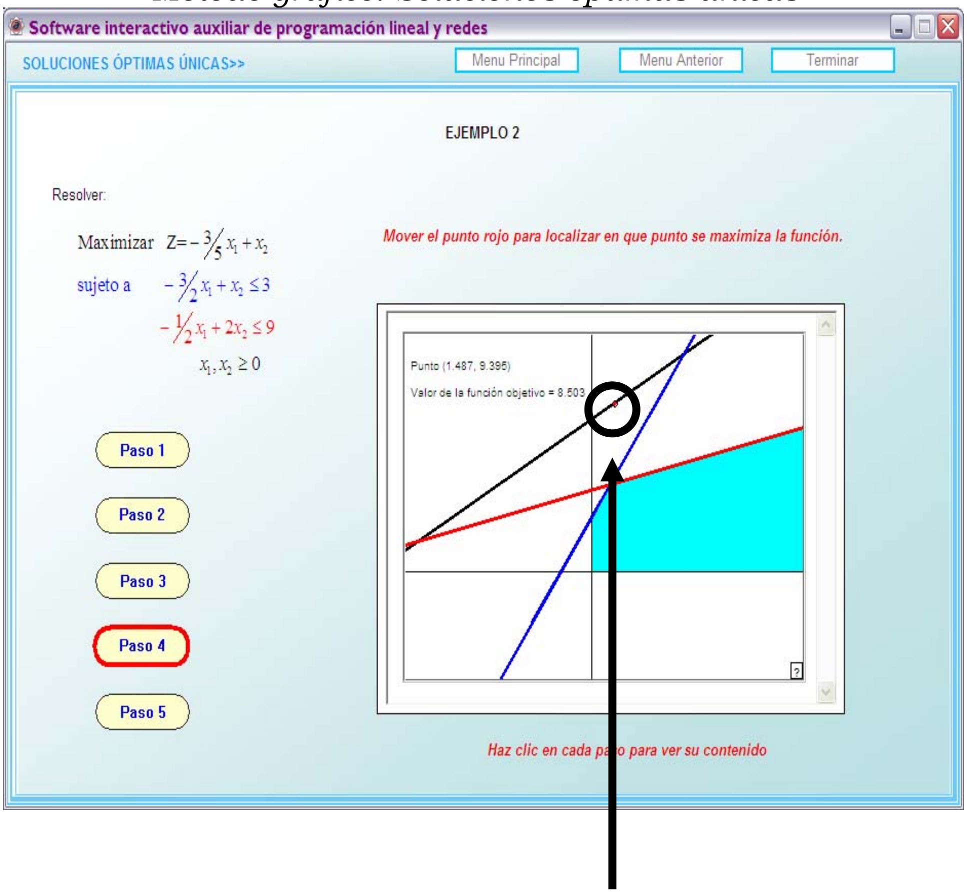
Al colocar el mouse sobre las palabras en azul marino 'Teorema fundamental de dualidad' se muestra el teorema y un ejemplo en la parte inferior de la pantalla



3.2.2 Arrastre de objetos

En algunas gráficas existe la posibilidad de arrastrar un punto rojo que facilita visualizar la posible solución de un problema.

Método gráfico: Soluciones óptimas únicas

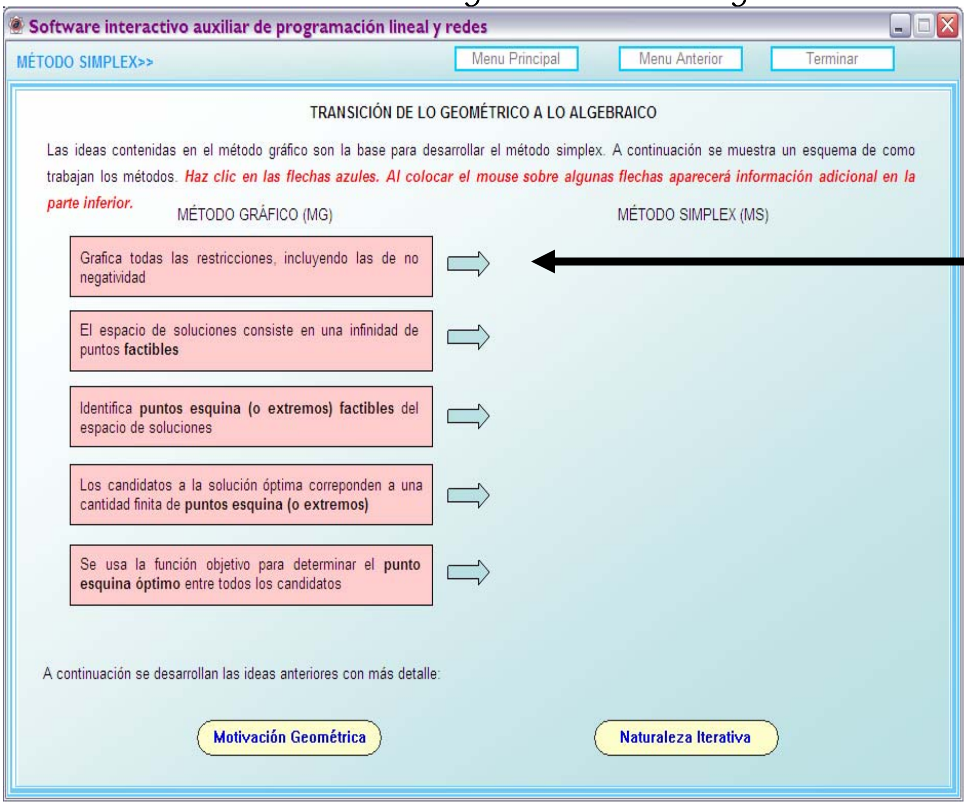


Al arrastrar el punto rojo se muestran sus coordenadas, así como el valor de la función objetivo evaluado en él.

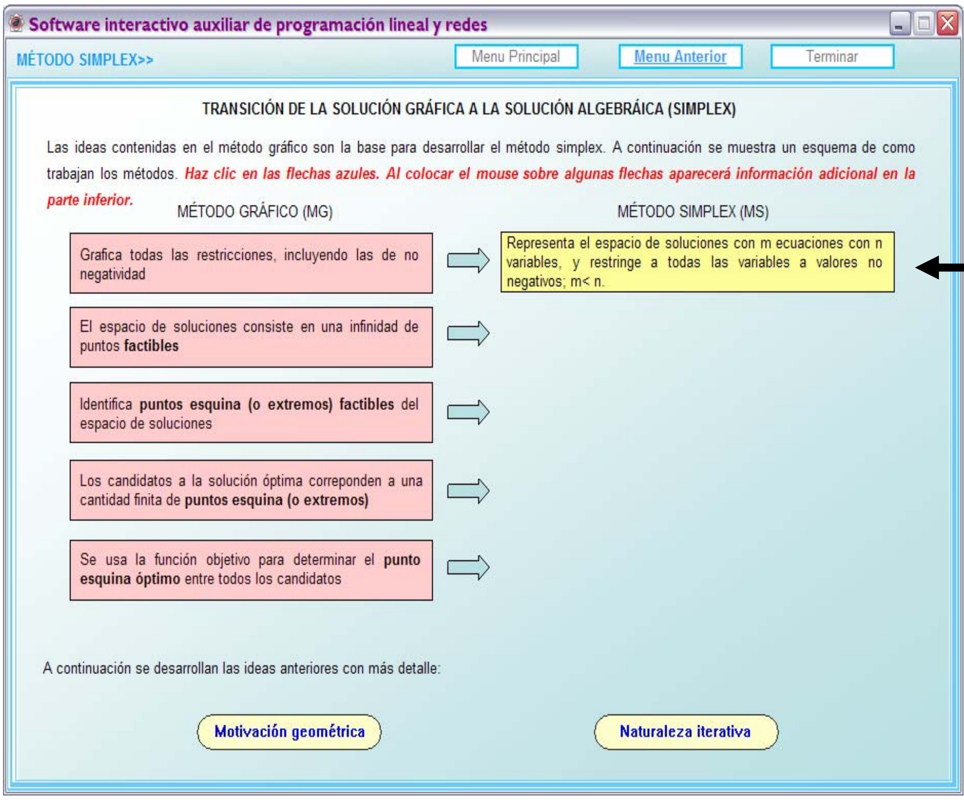
3.2.3 Botones y flechas de acción

En el programa existen botones de flecha, botones con fondo amarillo y flechas azules que al presionarlos despliegan información.

Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico



Al hacer clic sobre la flecha azul se muestra más información

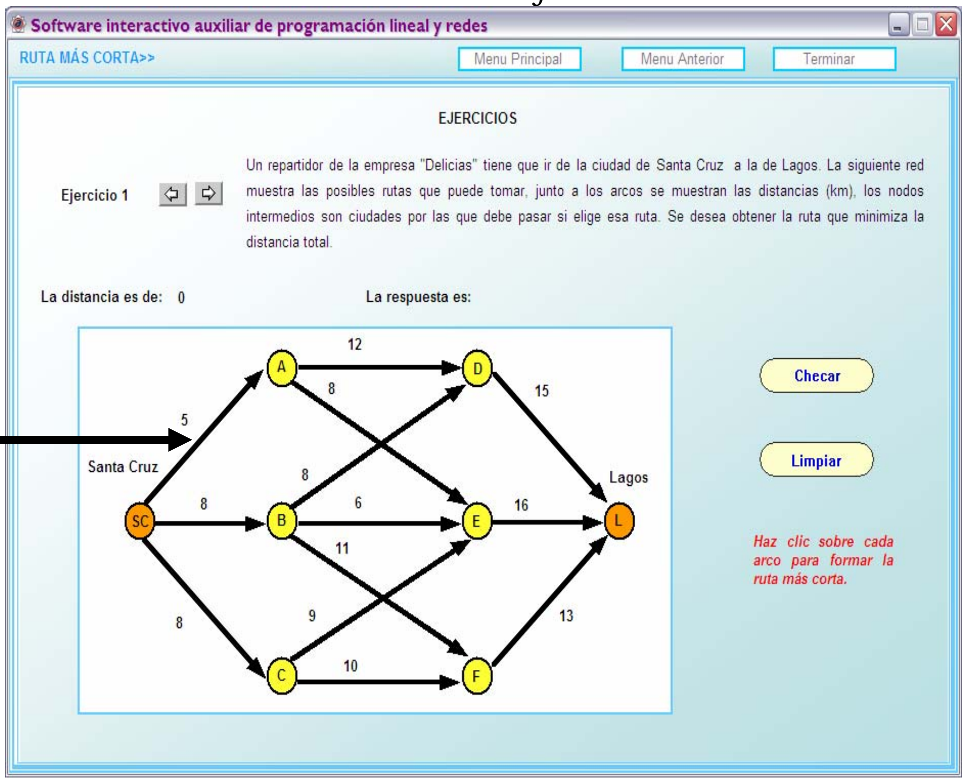


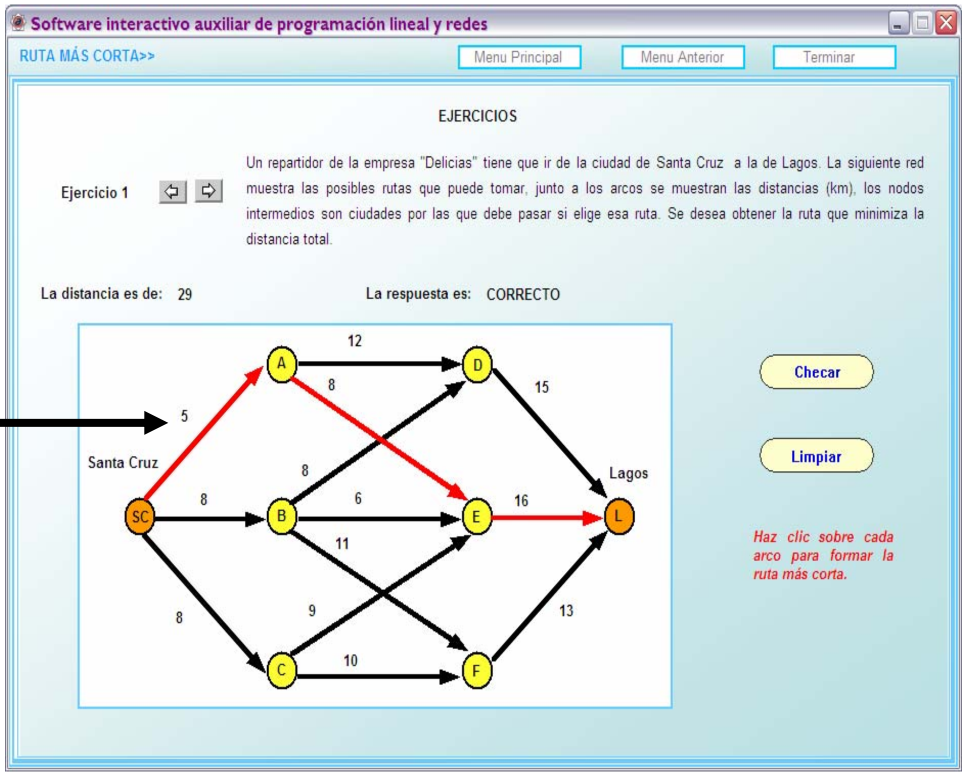
3.2.4 Selección de flechas

En la parte de ejercicios de árbol de peso mínimo y ruta más corta de Redes existe la posibilidad de que el usuario seleccione las flechas con los valores que él considere convenientes para construir la solución de los ejercicios.

Ruta más corta: Ejercicio 1

Al ir seleccionando las flechas se va construyendo la solución del ejercicio



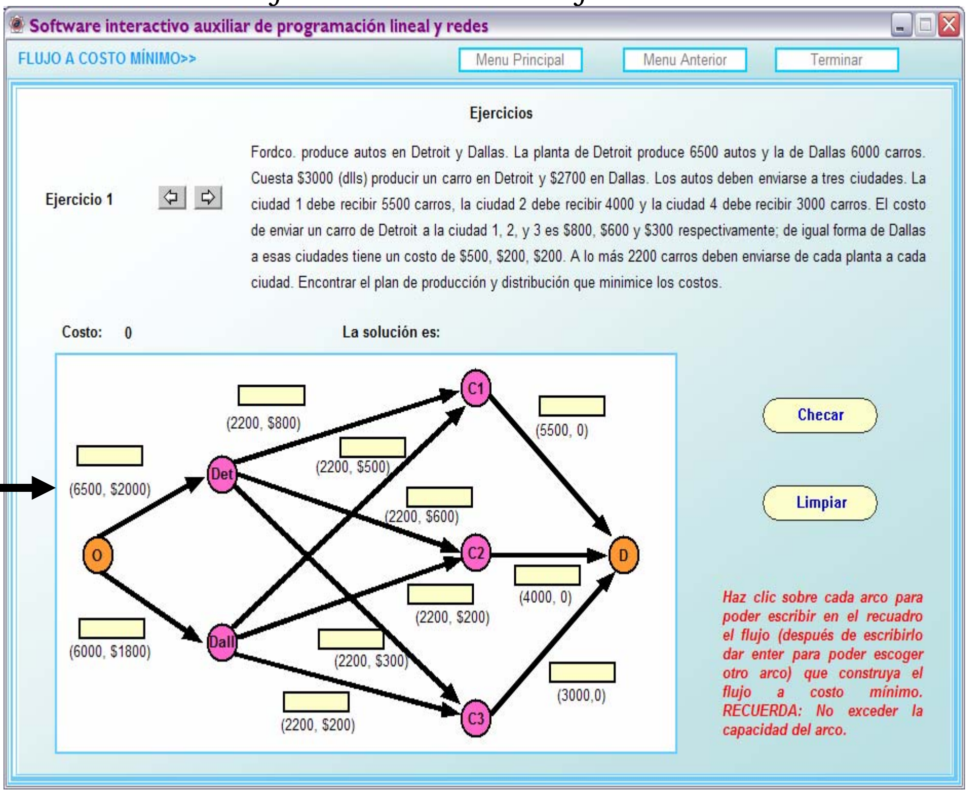


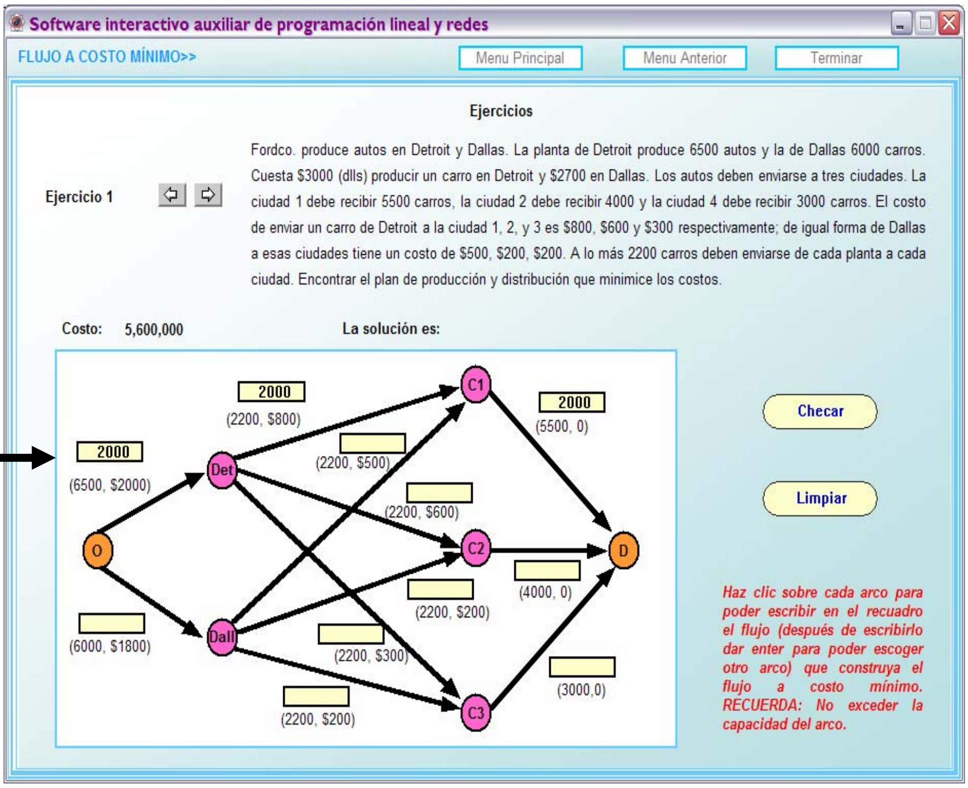
3.2.5 Áreas de texto

En la parte de ejercicios de flujo máximo y flujo a costo mínimo de Redes existe la posibilidad de que el usuario asigne valores que él considere convenientes para construir la solución de los ejercicios.

Flujo a costo mínimo: Ejercicio 1

Al asignar valores en las casillas se va construyendo la solución del ejercicio





3.3 Estructura temática del programa

3.3.1 Programación Lineal

- Programación Lineal
  - Fundamentos
    - - Definiciones
    - - Estándar y canónica
    - - Hipótesis de la programación lineal
  - Modelado de problemas
  - Método gráfico
    - - Soluciones óptimas únicas
    - - Soluciones óptimas alternativas
    - - Solución óptima no acotada
    - - Región factible vacía
  - Método símplex
    - - Propiedades
    - - Transición de lo geométrico a lo algebraico
      - - Motivación Geométrica
      - - Naturaleza Iterativa
    - - Método símplex (algoritmo)
    - - Otra solución inicial
      - - Método de dos fases
      - - Método de la M
    - - Casos especiales
      - - Degeneración
      - - Óptimos alternativos
      - - Solución no acotada
      - - Solución no factible
  - Problema Dual
    - - Tabla primal-dual
    - - De primal a dual
    - - Relaciones entre el primal y dual
    - - Método dual-símplex
    - - Inter. económica

3.3.2 Redes

- Redes
  - Terminología
  - Árbol de peso mínimo
    - Algoritmo de Kruskal
    - Algoritmo de Primm
    - Ejercicios
  - Ruta más corta
    - Algoritmo de Dijkstra
    - Algoritmo de Floyd
    - Ejercicios
  - Flujo máximo
    - Definiciones
    - Algoritmo de Ford-Furkelson
    - Ejercicios
  - Flujo a costo mínimo
    - Definiciones
    - Algoritmo basado en circuitos negativos
    - Algoritmo basado en rutas más cortas
    - Ejercicios

4. NAVEGACIÓN DENTRO DEL PROGRAMA

4.1 Pantalla de presentación

Al correr el programa se despliega la siguiente pantalla, que muestra el título de la tesis, el nombre del autor en la parte inferior y muestra varios botones: Programación Lineal, Redes, Antes de comenzar y Terminar.

Pantalla de presentación

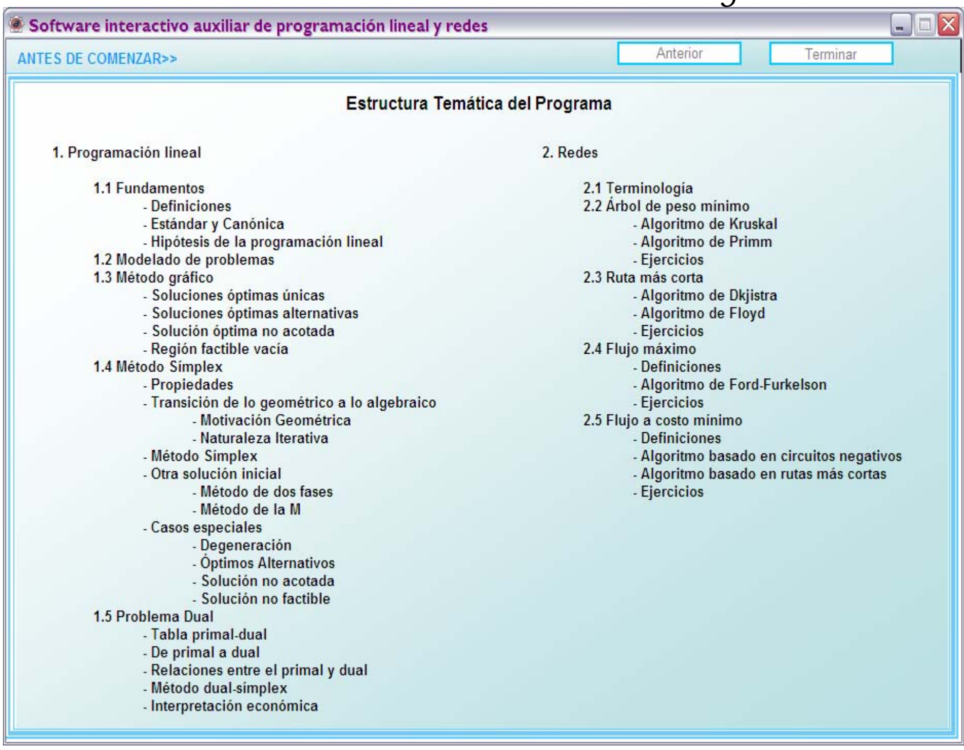
4.1.1 Botón: Antes de comenzar de la Pantalla de presentación

En esta pantalla se muestra el nombre del autor, el tema, el nombre del director de tesis, una breve descripción de a quién va dirigido el trabajo, la bibliografía y un botón llamado 'Estructura' que al presionarlo muestra otra pantalla con la estructura temática del programa.

Pantalla Antes de comenzar

Al oprimir el botón 'Estructura Temática' se pasa a la pantalla

Pantalla Estructura Temática del Programa

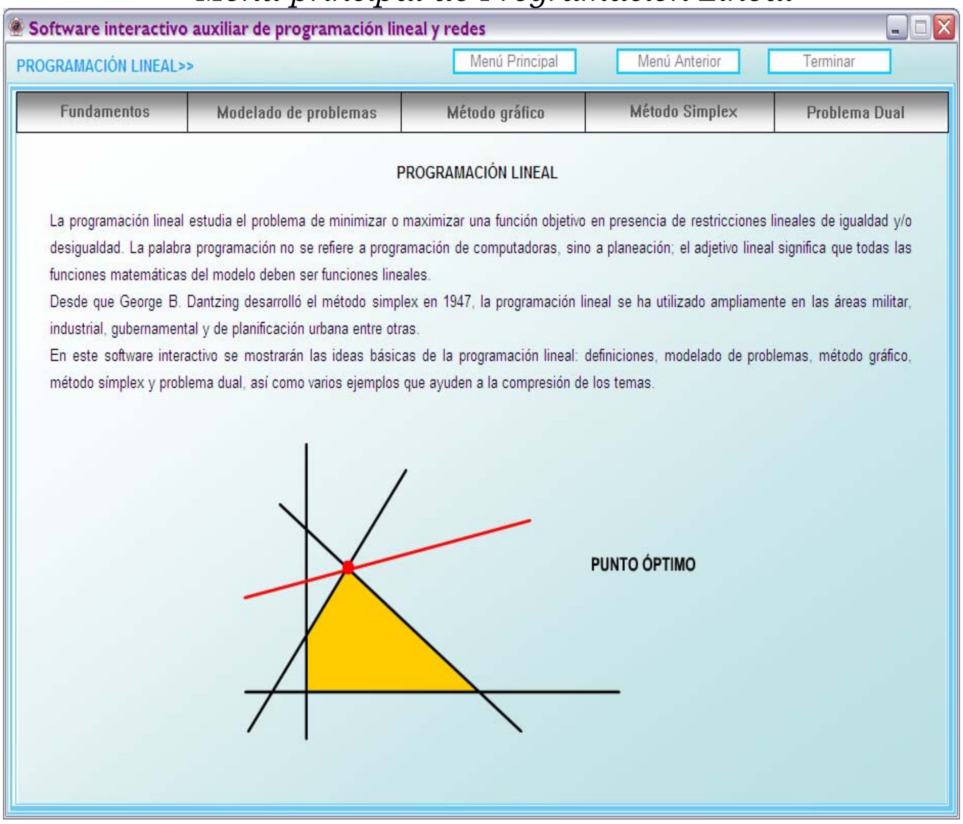


4.2 Selección del botón: Programación Lineal

Pantalla de presentación

Al oprimir el botón Programación Lineal se pasa a la pantalla

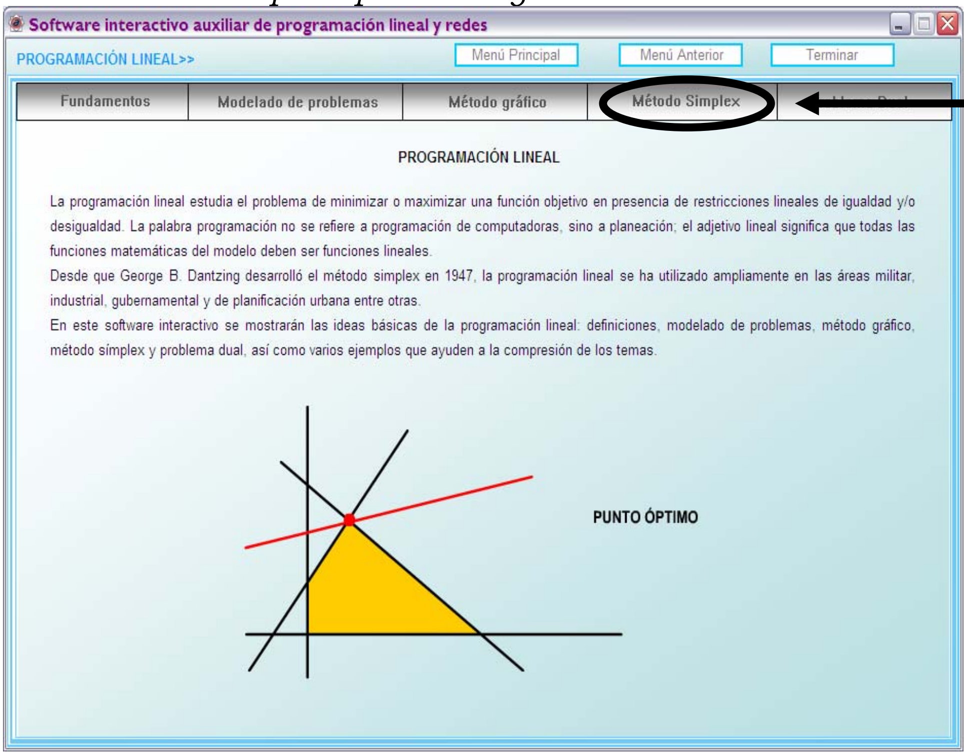
Menú principal de Programación Lineal



4.2.1 Navegando por el menú: Método Símplex

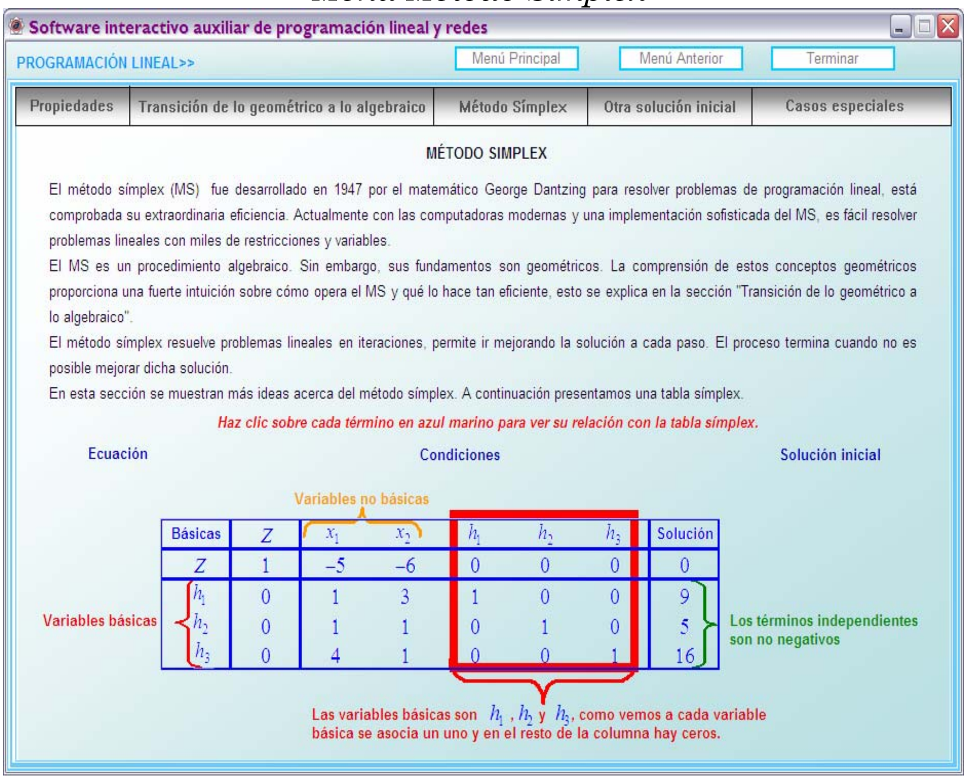
En este manual sólo se muestra la manera de navegar por el menú *Método Símplex,* el acceso a los demás subtemas del menú principal de Programación Lineal se hace de manera similar.

Menú principal de Programación Lineal



Al oprimir el botón Método Símplex se pasa a la pantalla

Menú Método Símplex

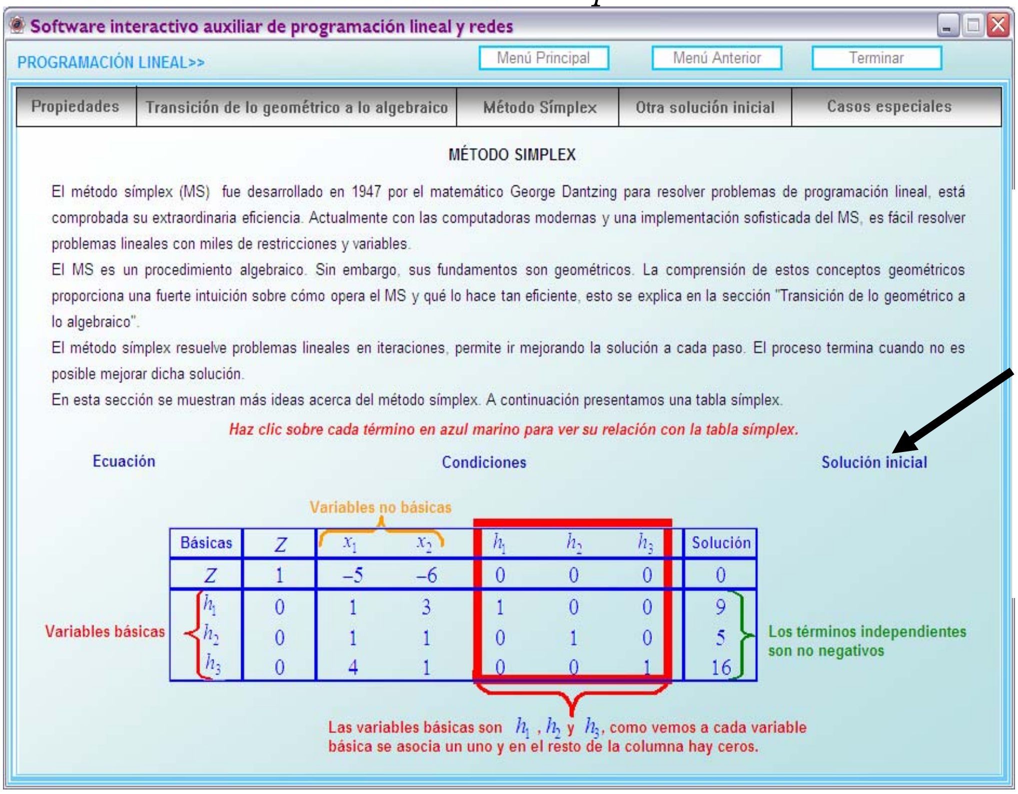


Básicas	Z	x_1	x_2	h_1	h_2	h_3	Solución
Z	1	−5	−6	0	0	0	0
h_1	0	1	3	1	0	0	9
h_2	0	1	1	0	1	0	5
h_3	0	4	1	0	0	1	16

4.2.2 Áreas activas en el menú Método Símplex

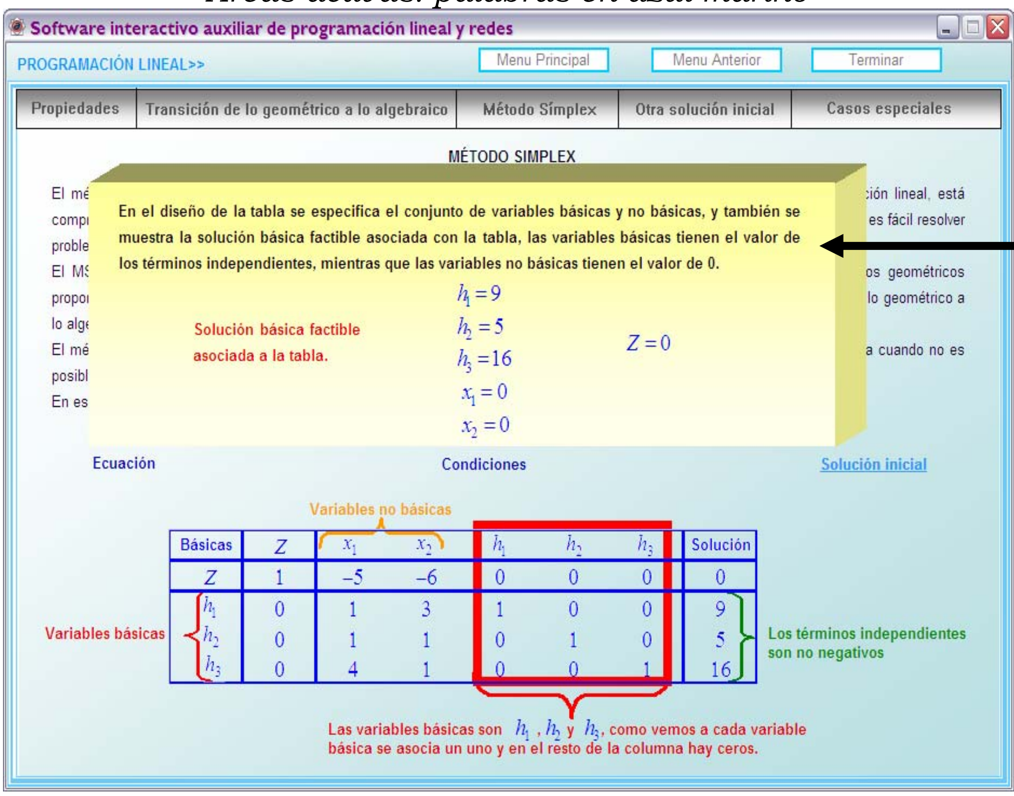
En esta pantalla hay tres áreas activas asociadas con las palabras: Ecuación, Condiciones y Solución inicial.

Menú Método Símplex



Al colocar el mouse sobre la frase 'Solución inicial' se despliega un cubo con información en la pantalla

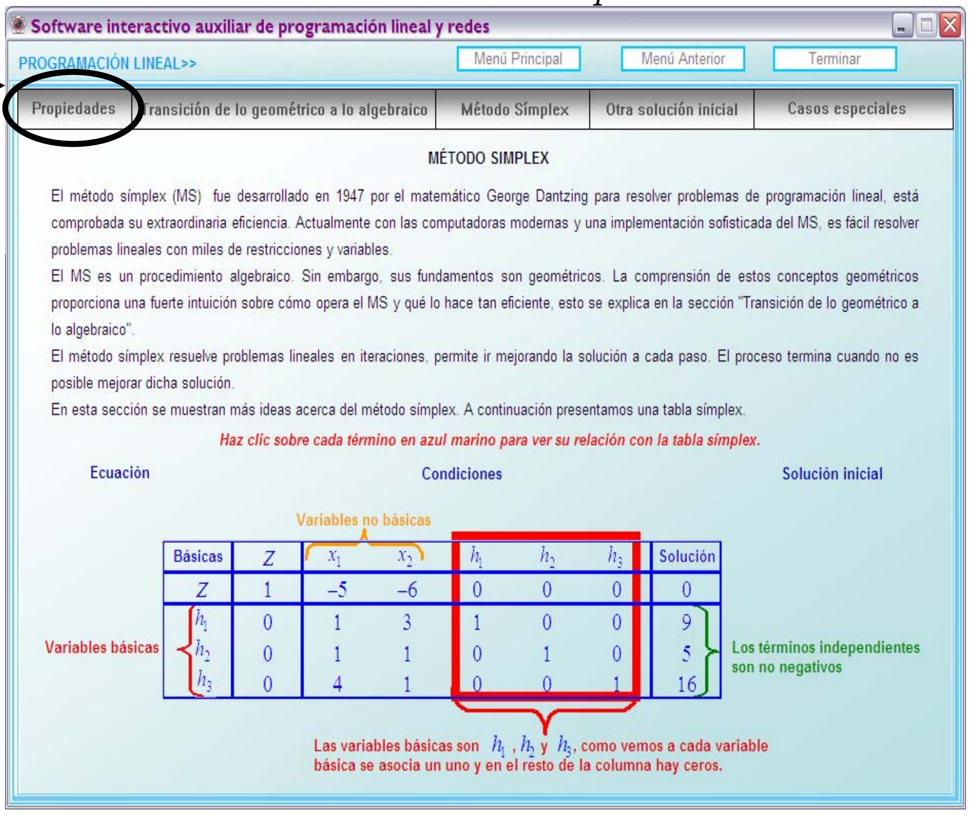
Áreas activas: palabras en azul marino



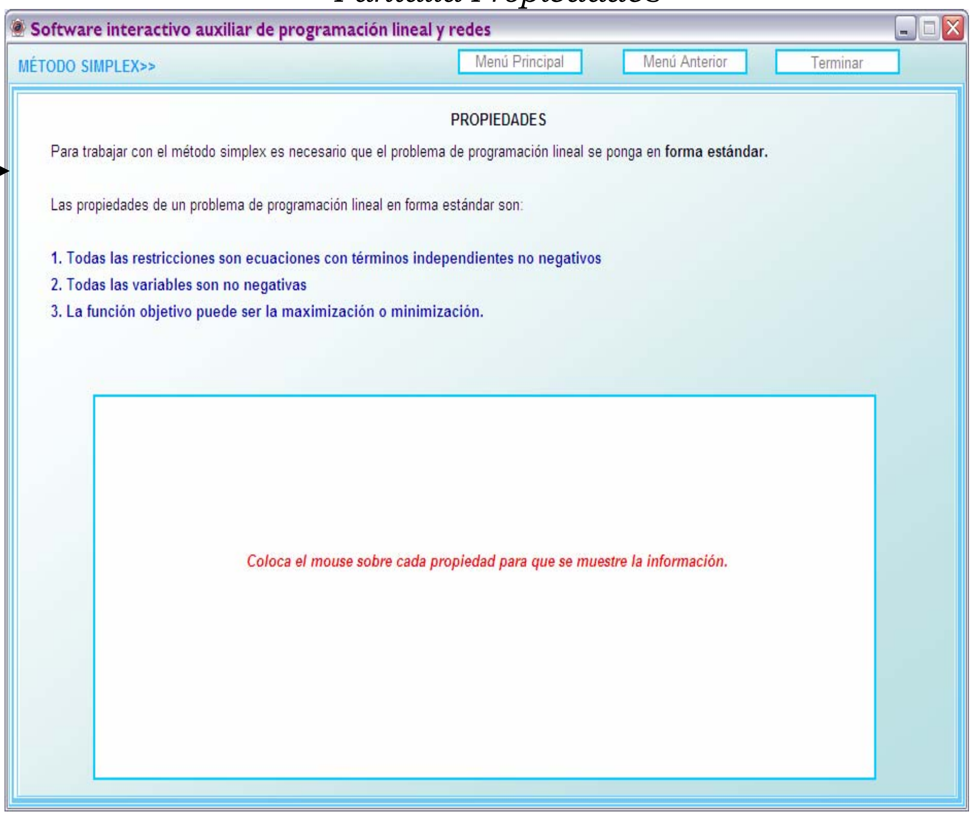
4.2.3 Botón: Propiedades en el menú Método Símplex

Menú Método Símplex

Al oprimir el botón 'Propiedades' se pasa a la pantalla



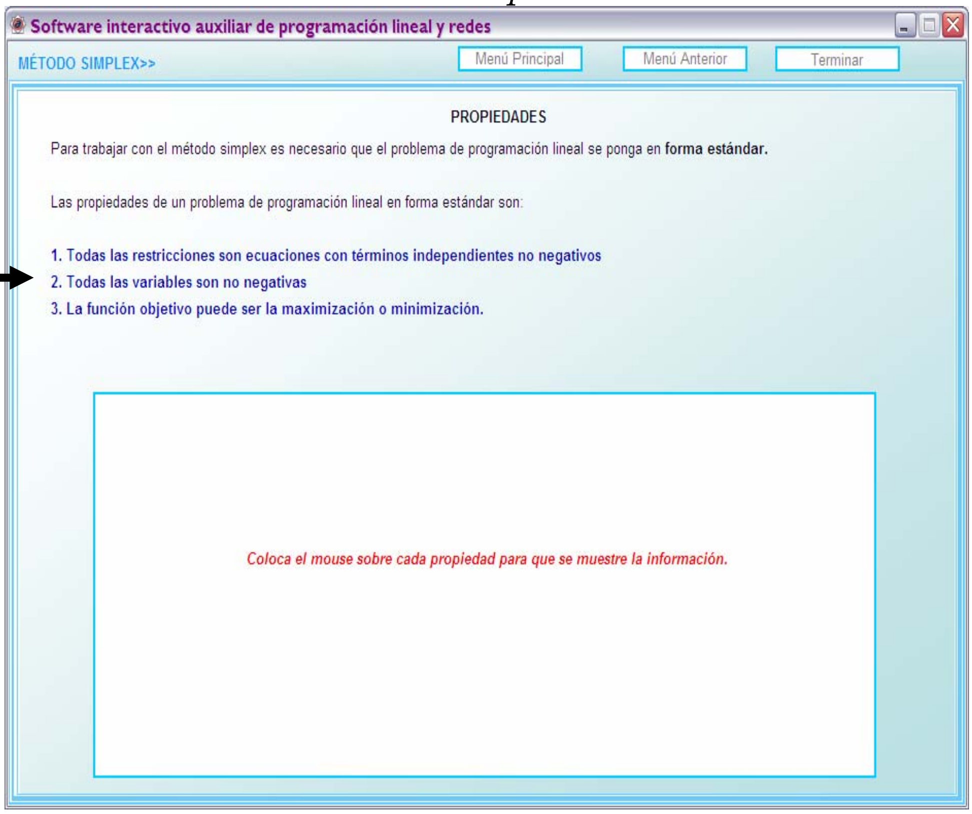
Pantalla Propiedades



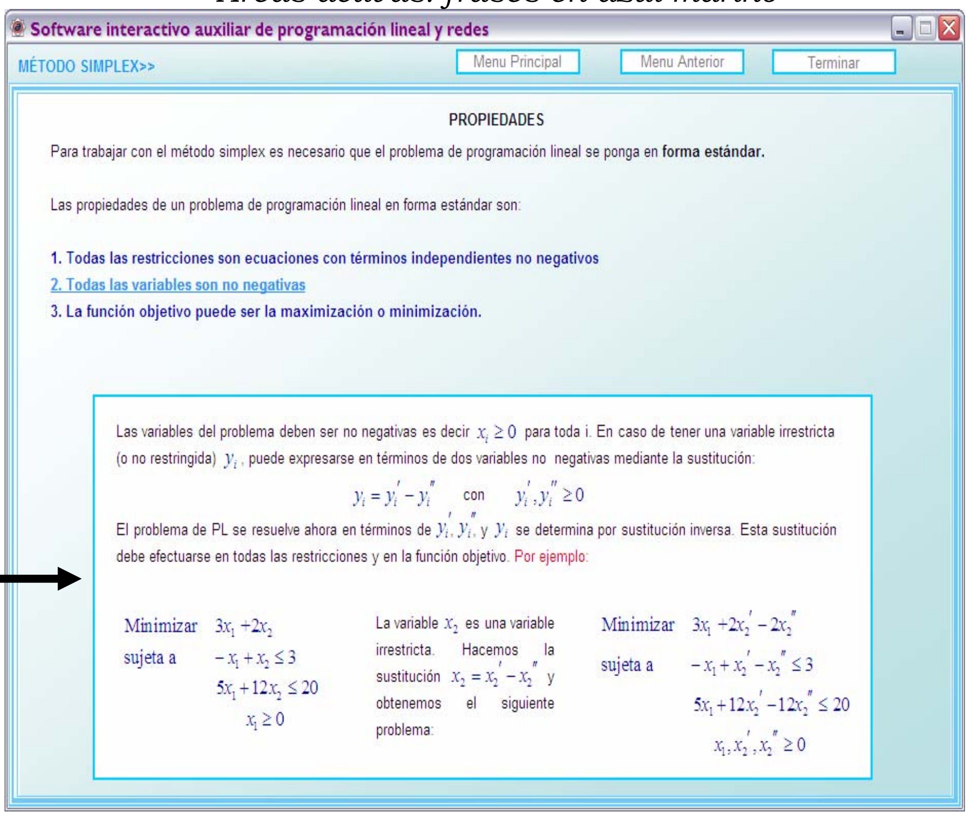
4.2.4 Pantalla Propiedades

Pantalla Propiedades

Al colocar el mouse sobre la frase 'Todas las variables son no negativas' se despliega más información en pantalla.

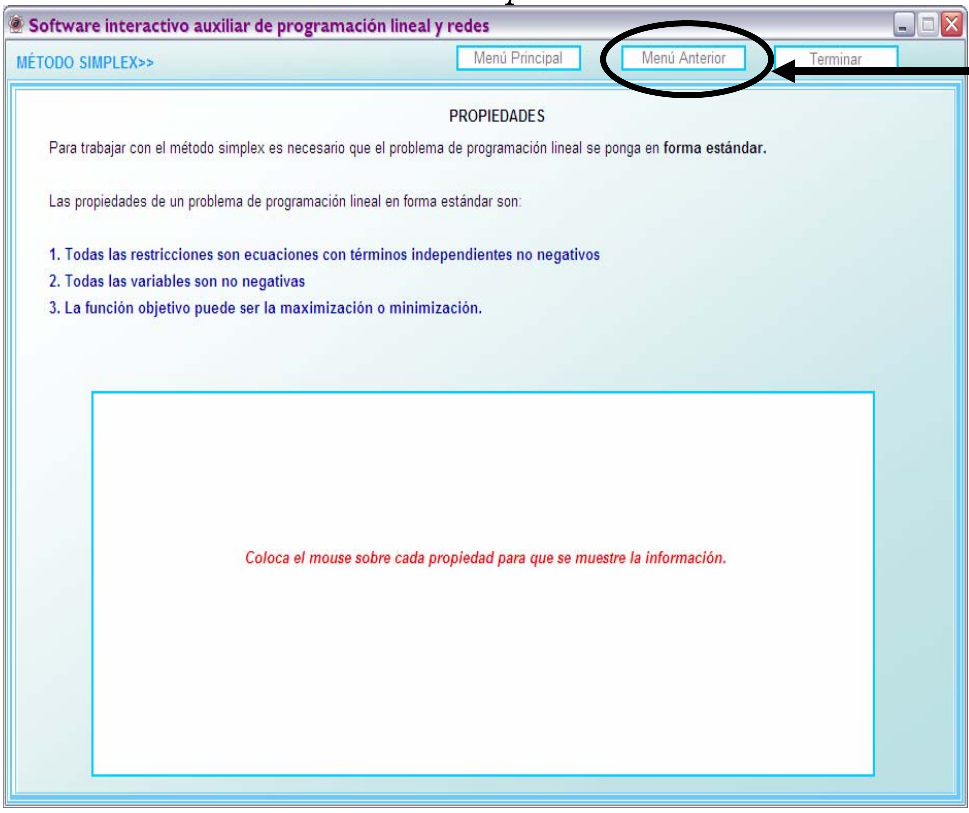


Áreas activas: frases en azul marino



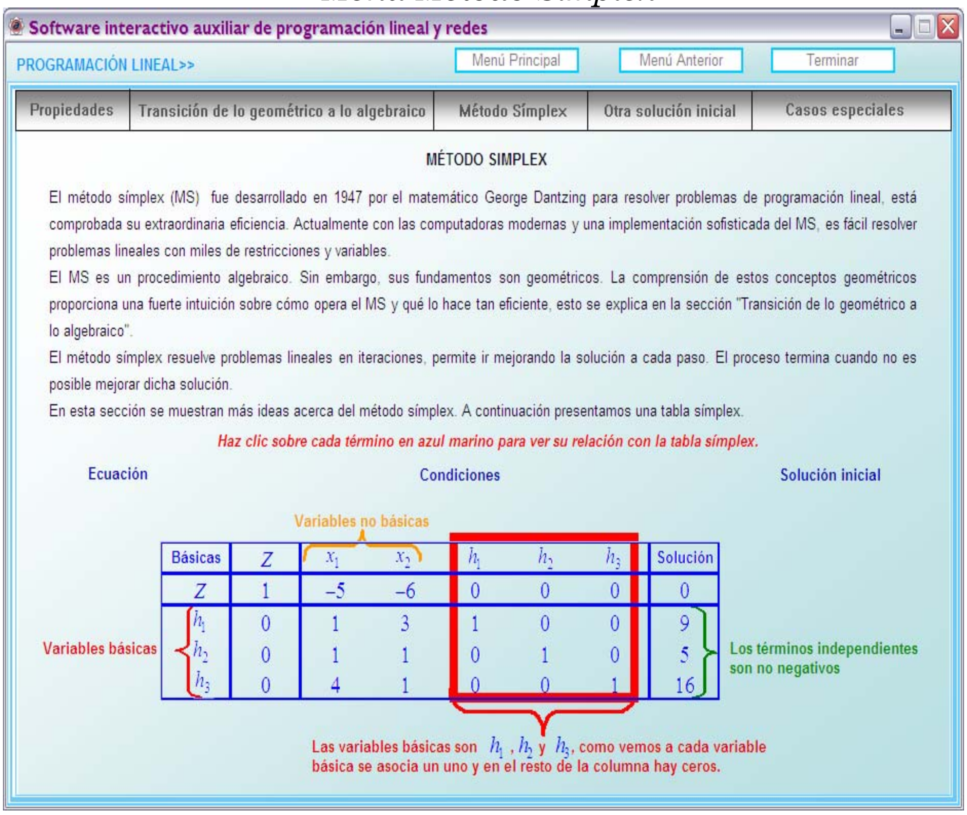
4.2.5 Botón: Menú Anterior de la pantalla Propiedades

Pantalla Propiedades



Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú del 'Método Símplex'

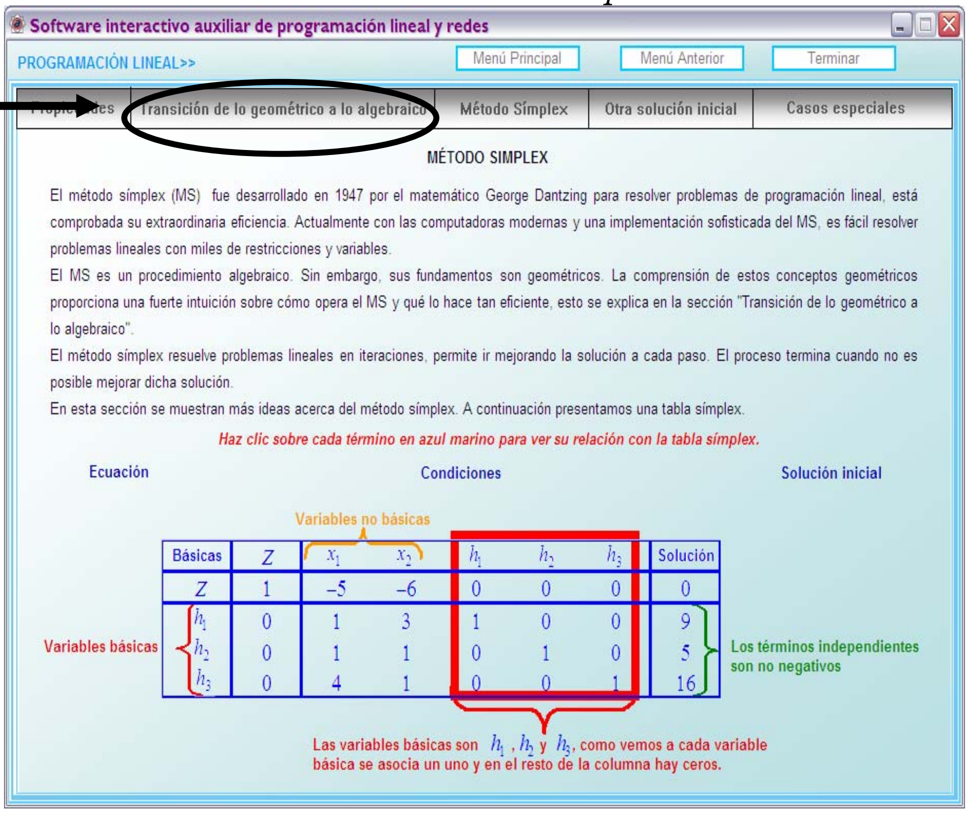
Menú Método Símplex



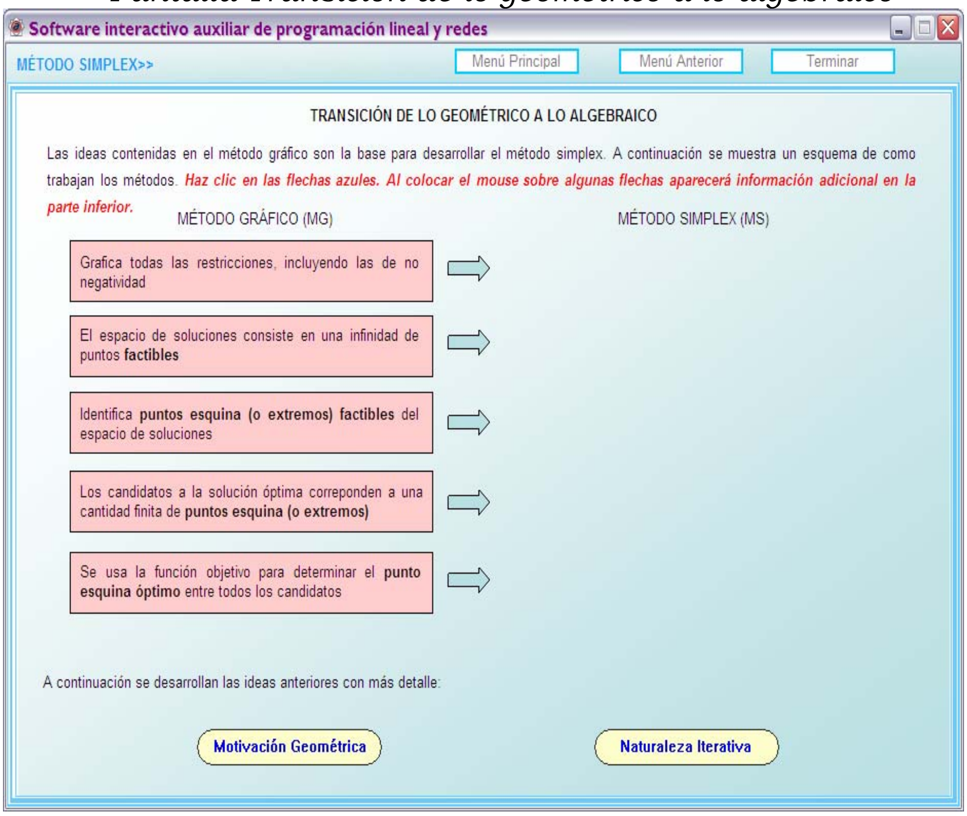
4.2.6 Botón: Transición de lo geométrico a lo algebraico en el menú Método Símplex

Menú Método Símplex

Al oprimir el botón 'Transición de lo geométrico a lo algebraico' se pasa a la siguiente pantalla

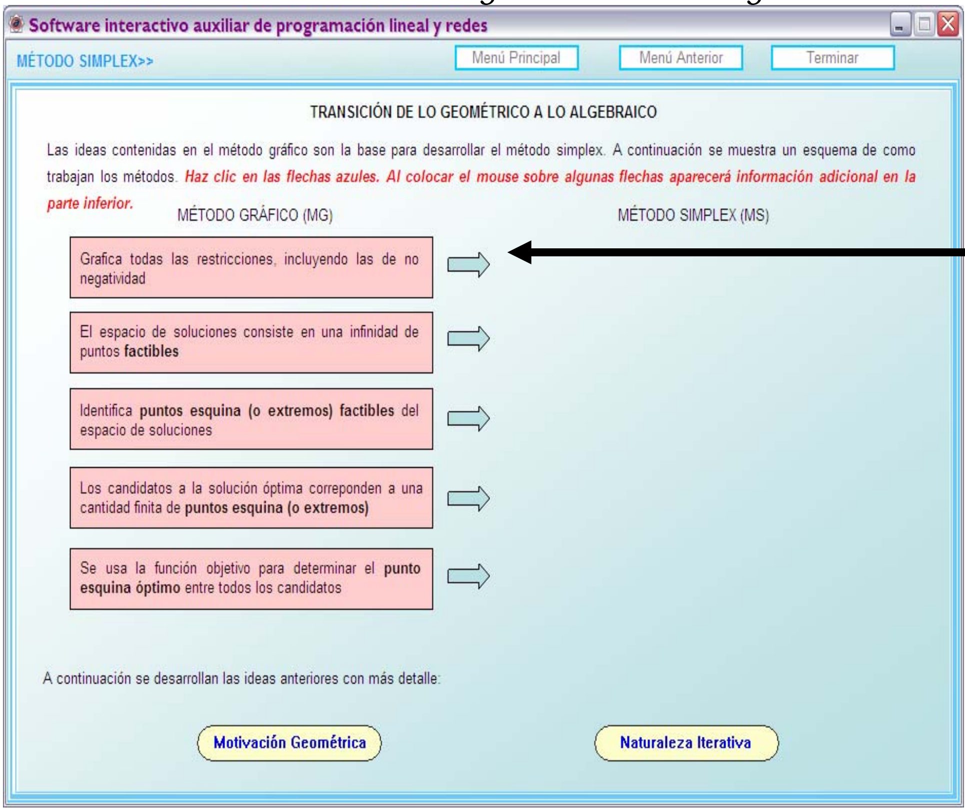


Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico



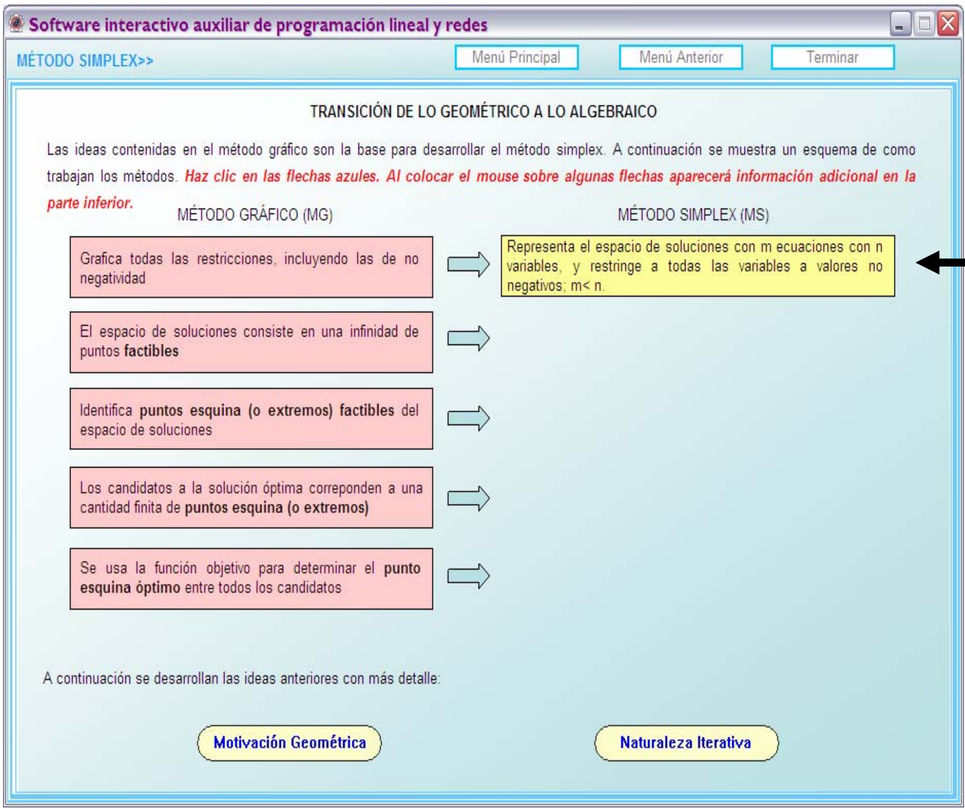
4.2.7 Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico

Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico



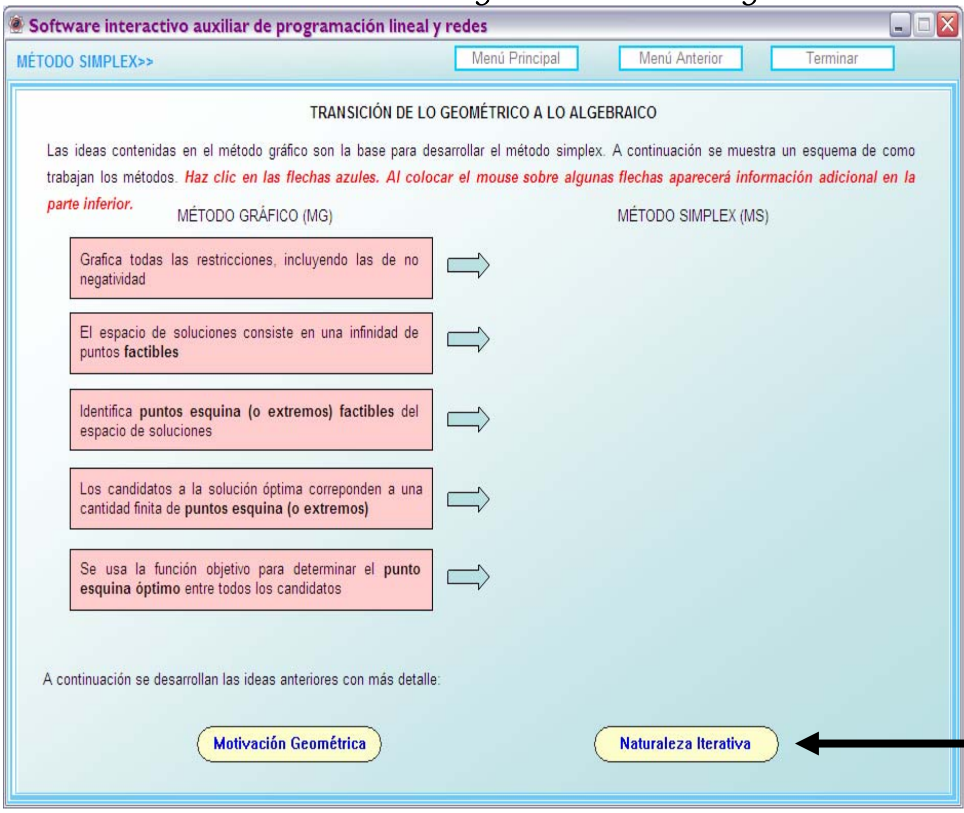
Al hacer clic sobre cada flecha azul se despliega información adicional

Flechas de acción azules



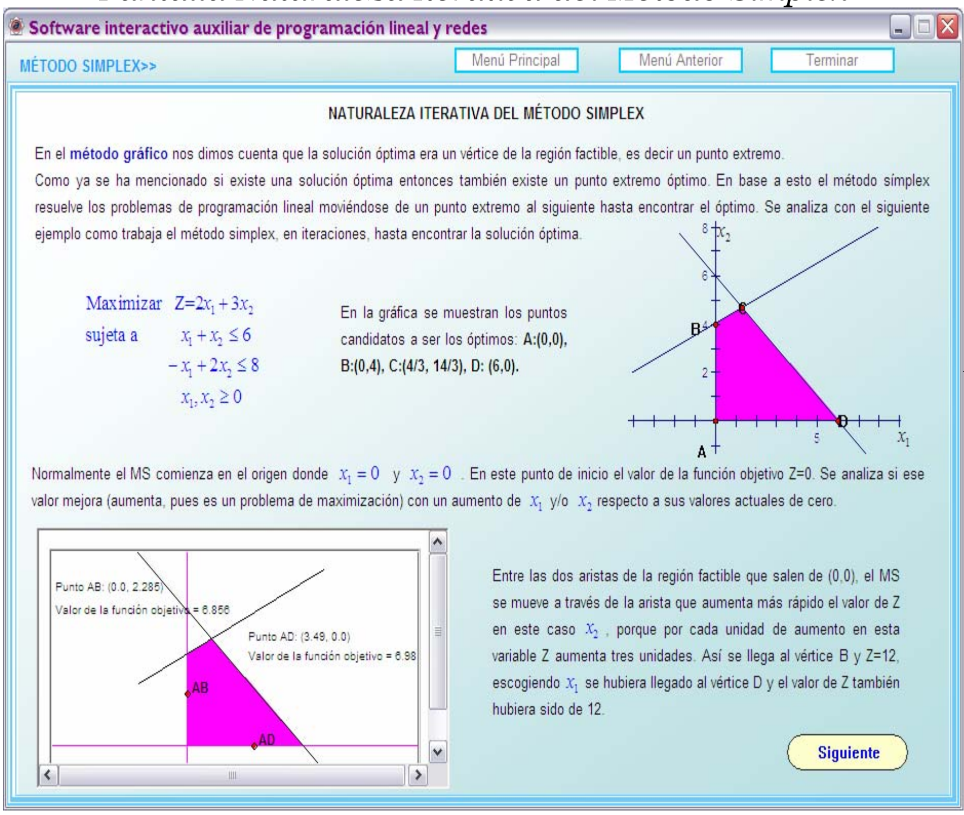
4.2.8 Botón: Naturaleza Iterativa de la Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico

Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico



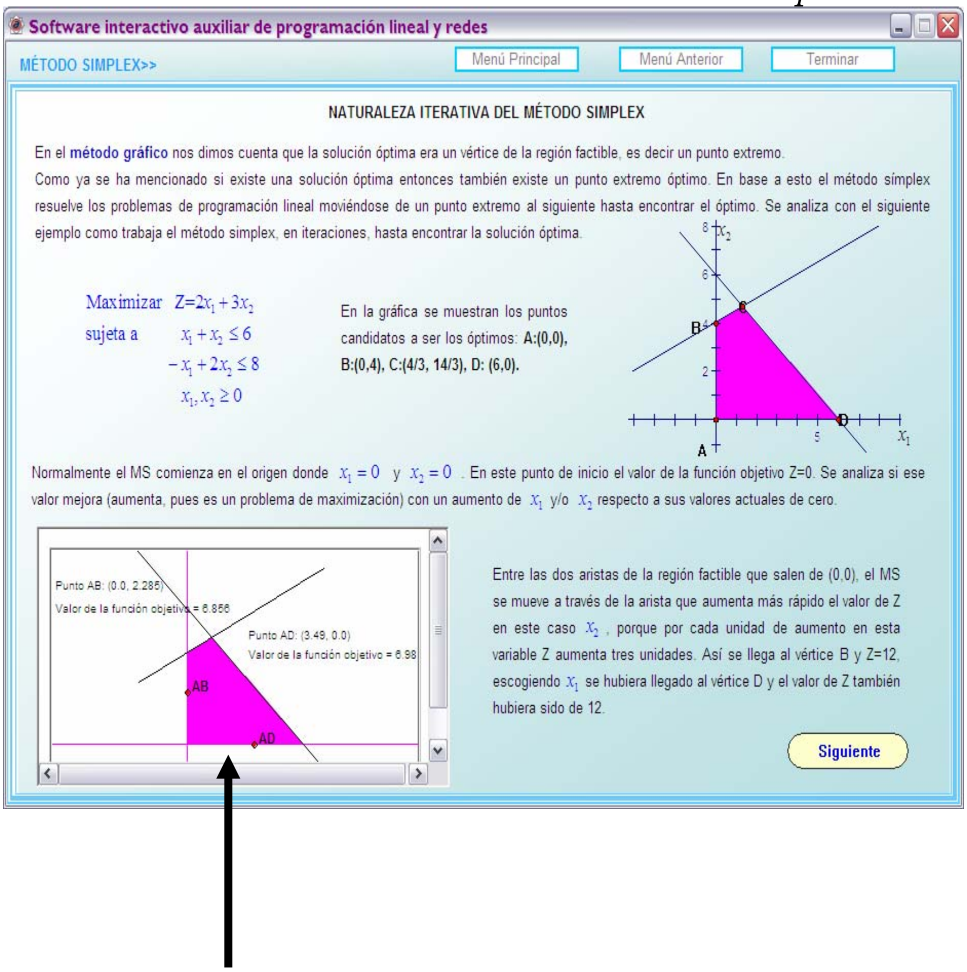
Al oprimir el botón 'Naturaleza Iterativa' se pasa a la siguiente pantalla

Pantalla Naturaleza Iterativa del Método Símplex



4.2.9 Pantalla Naturaleza Iterativa del Método Símplex

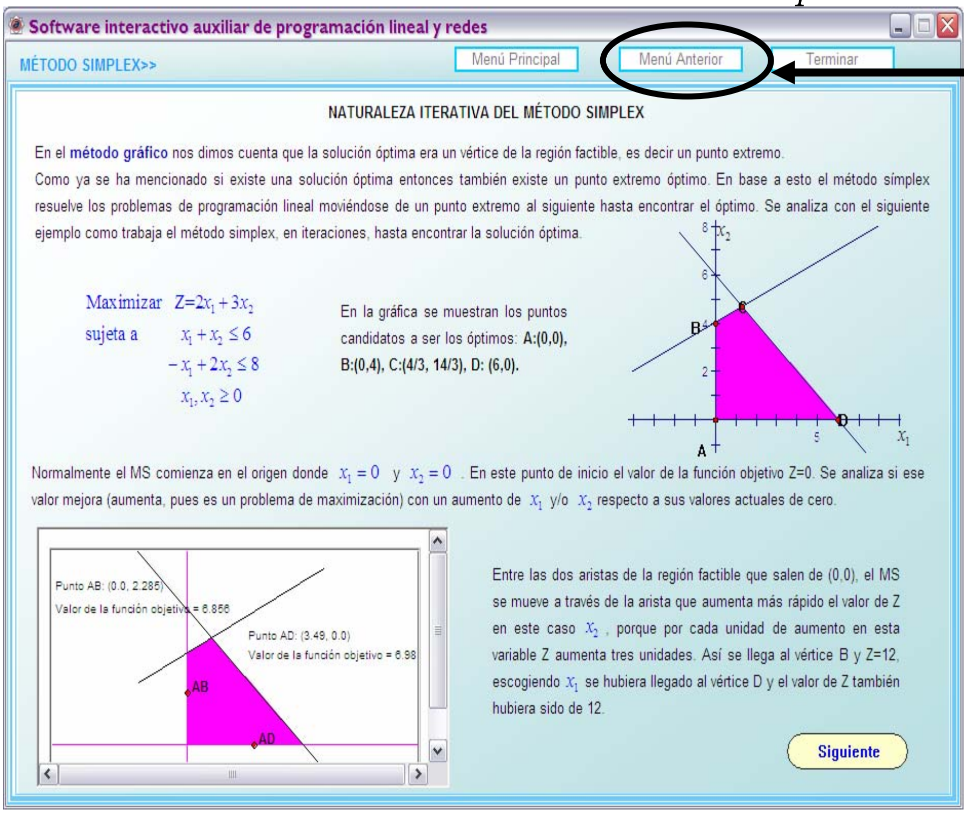
Pantalla Naturaleza Iterativa del Método Símplex



En esta gráfica se pueden arrastrar los puntos rojos, y al moverse se muestran sus coordenadas y el valor de la función objetivo.

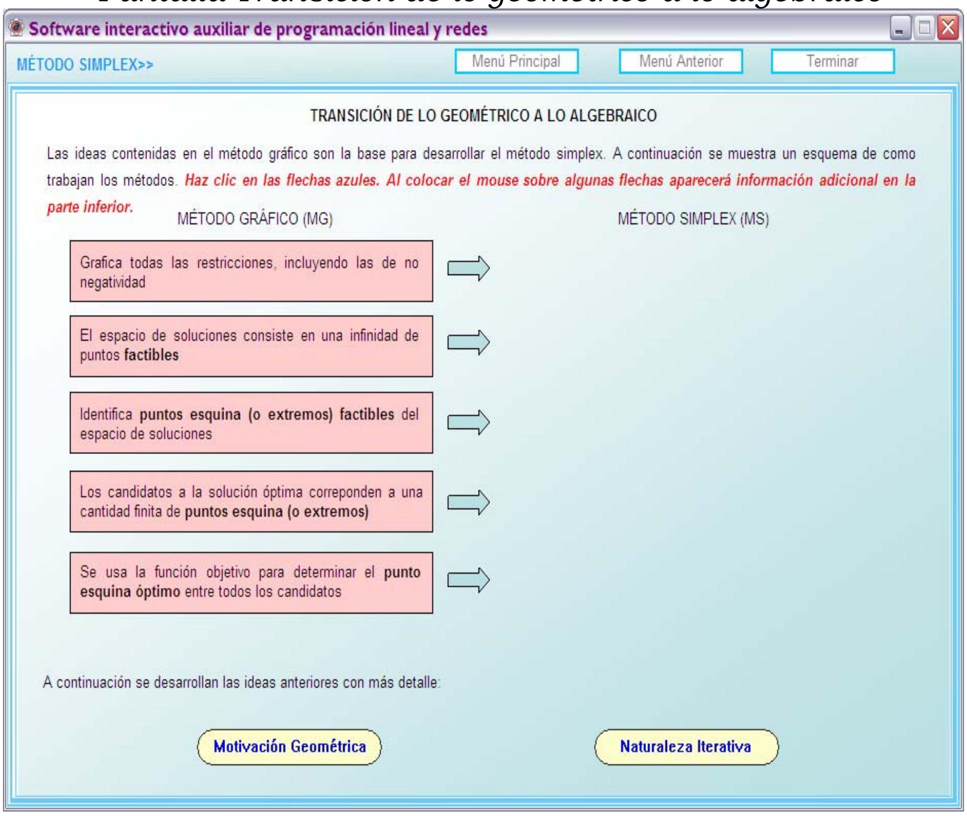
4.2.10 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Naturaleza iterativa del Método Símplex

Pantalla Naturaleza Iterativa del Método Símplex



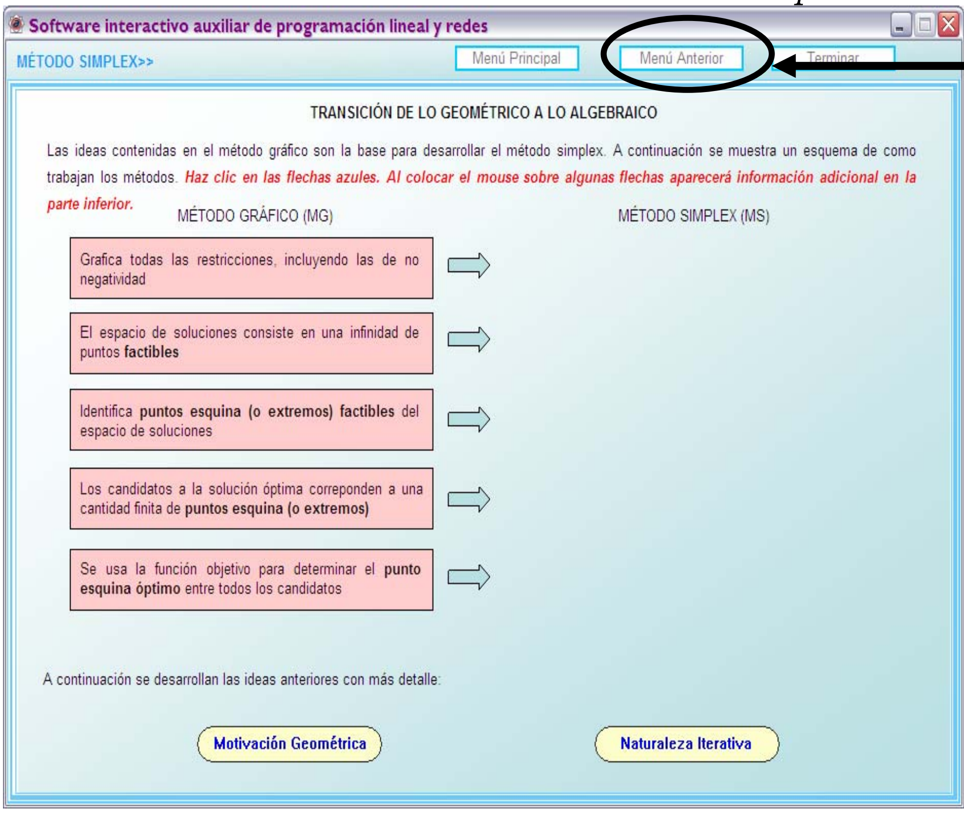
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla 'Transición de lo geométrico a lo algebraico'

Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico



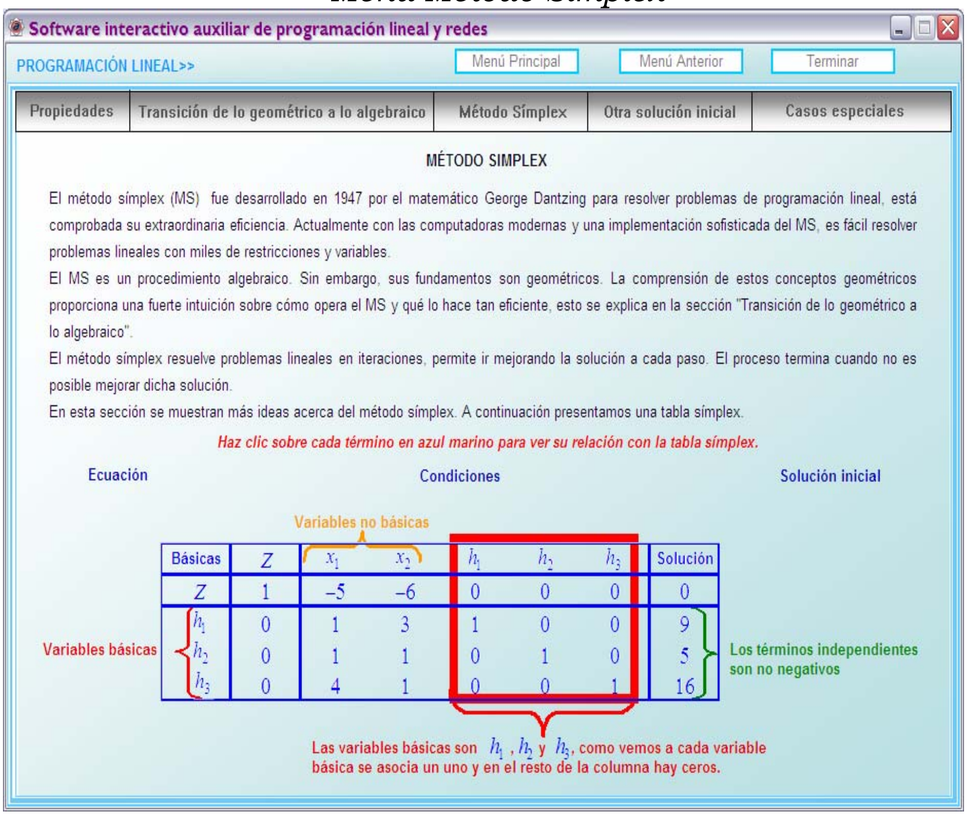
4.2.11 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Transición de lo geométrico a lo algebraico

Pantalla Naturaleza Iterativa del Método Símplex



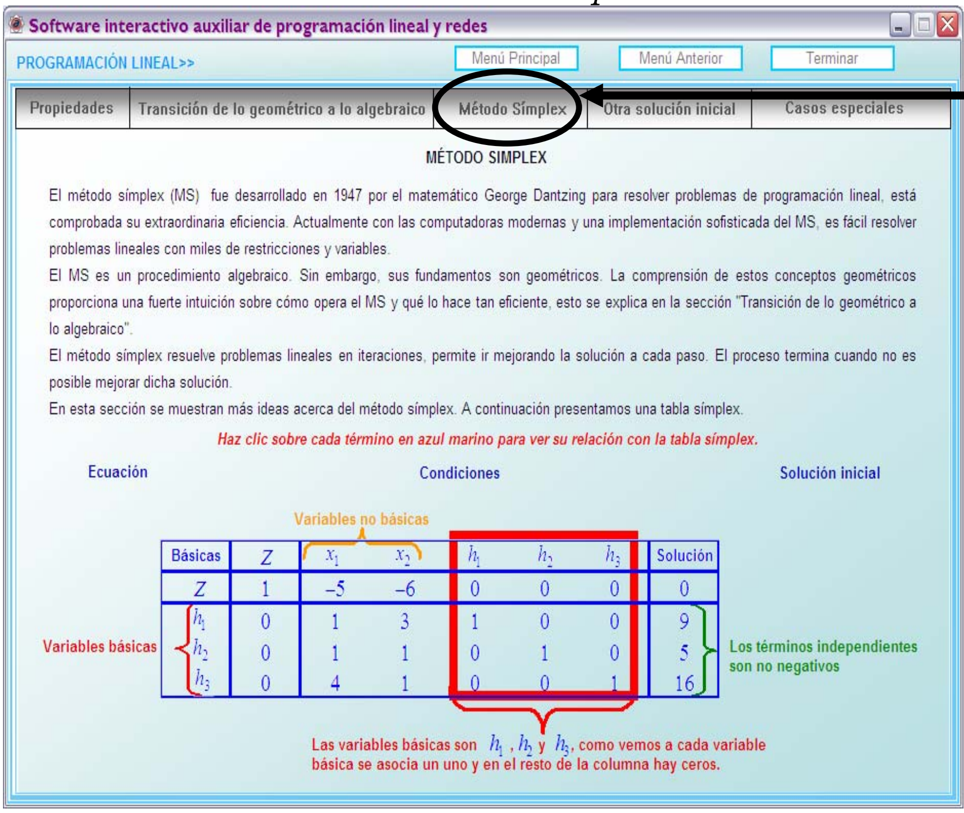
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú del 'Método símplex'

Menú Método Símplex



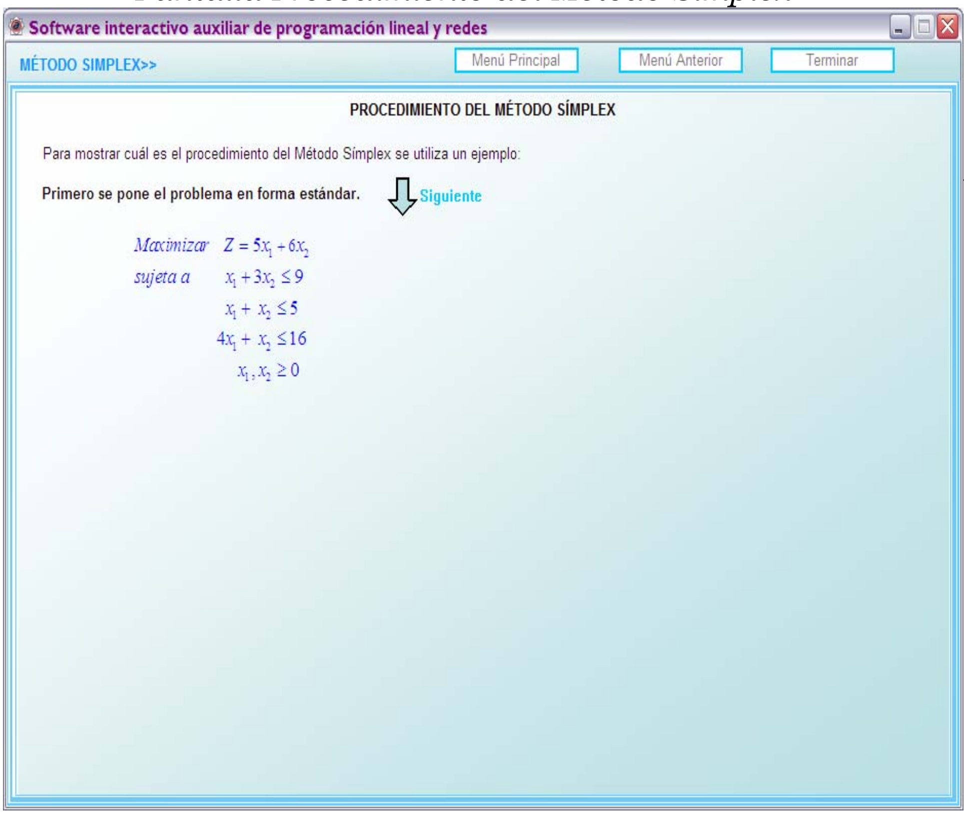
4.2.12 Botón: Método Símplex del menú Método Símplex

Menú Método Símplex



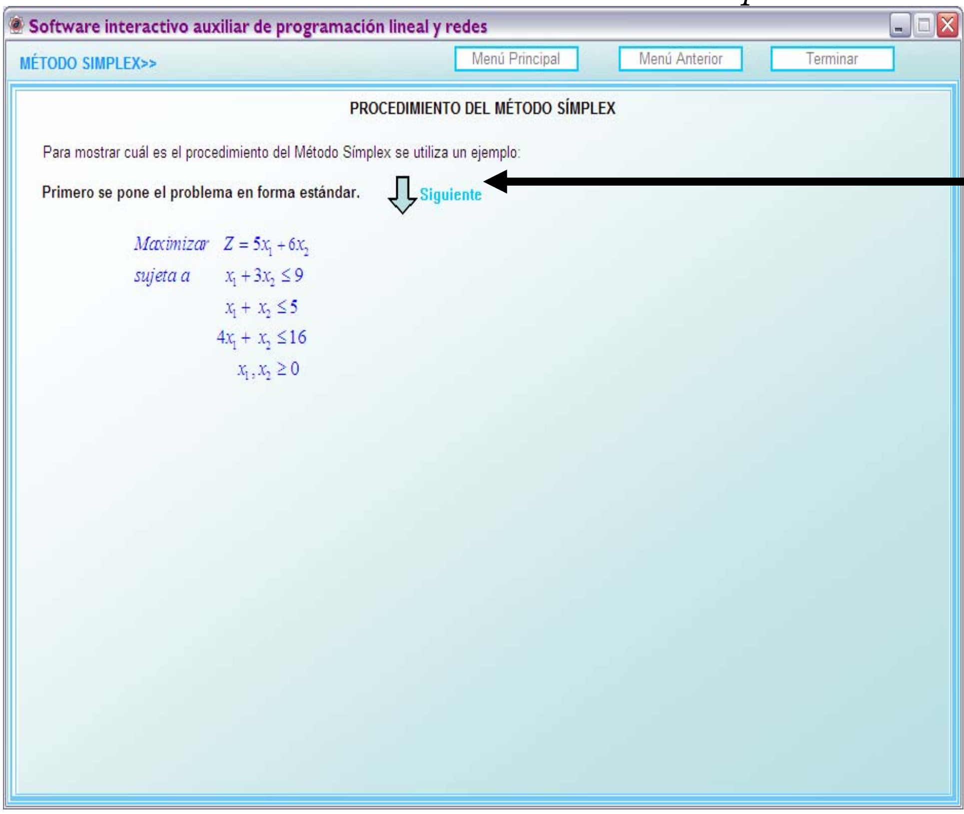
Al oprimir el botón 'Método Símplex' se pasa a la pantalla

Pantalla Procedimiento del Método Símplex



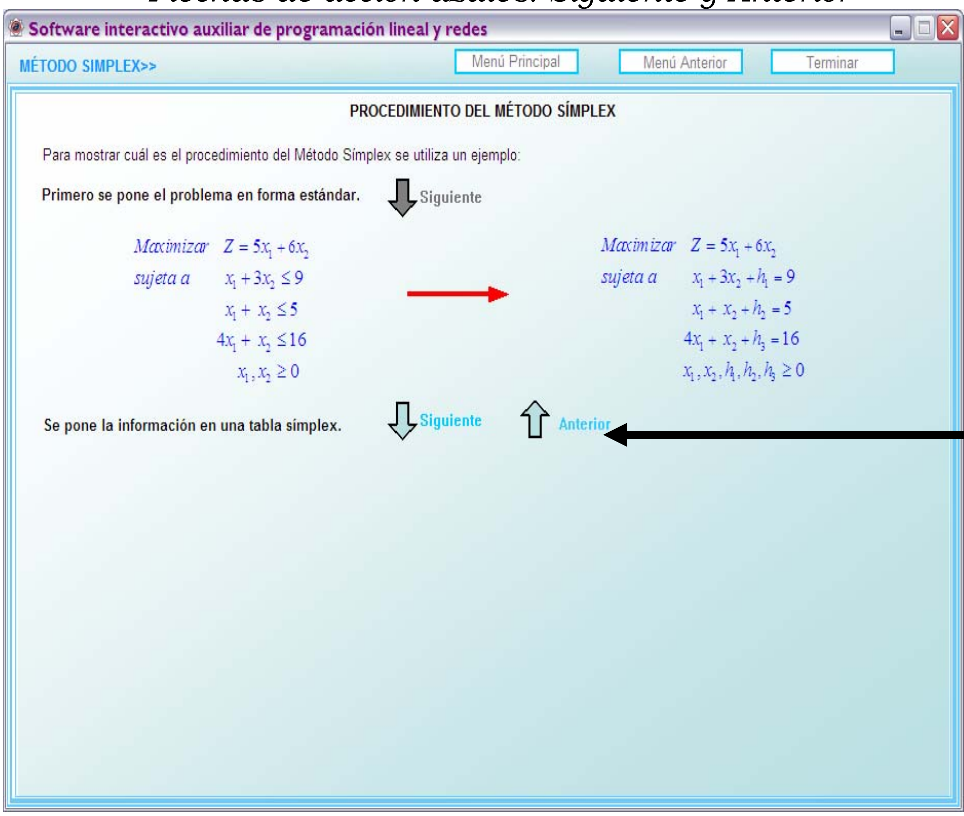
4.2.13 Pantalla Procedimiento del Método Símplex

Pantalla Procedimiento del Método Símplex



Al hacer clic sobre la flecha azul llamada 'Siguiente' se muestra más información en pantalla

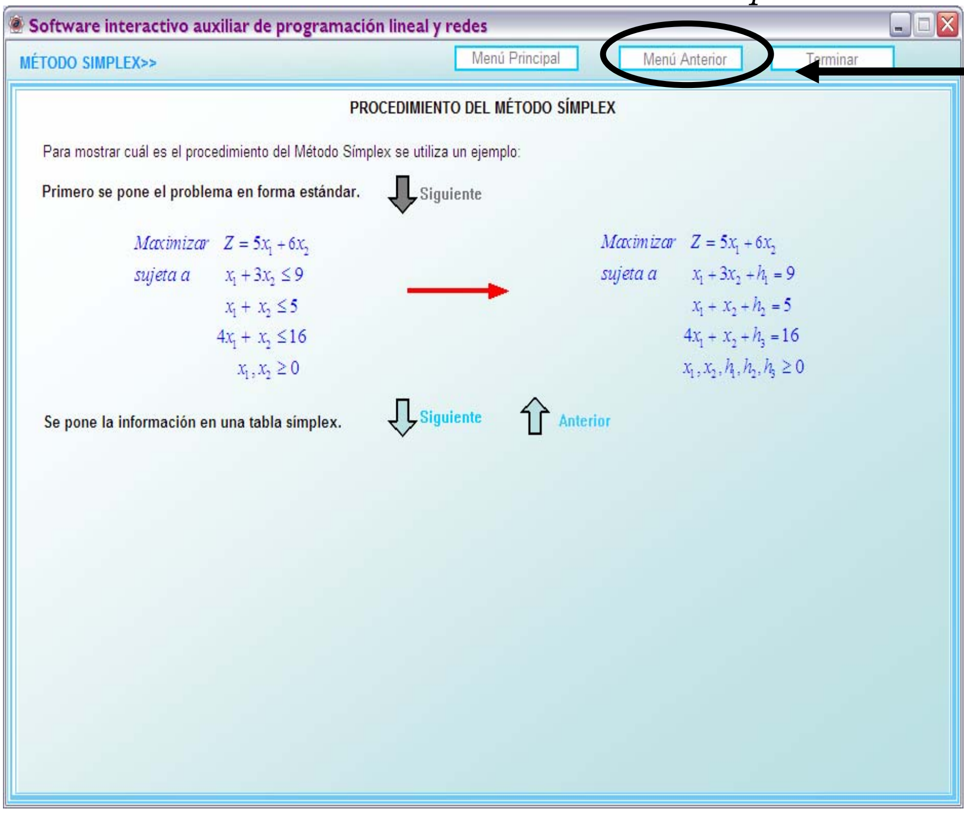
Flechas de acción azules: Siguiente y Anterior



Al presionar el botón 'Anterior' se regresa a la pantalla anterior

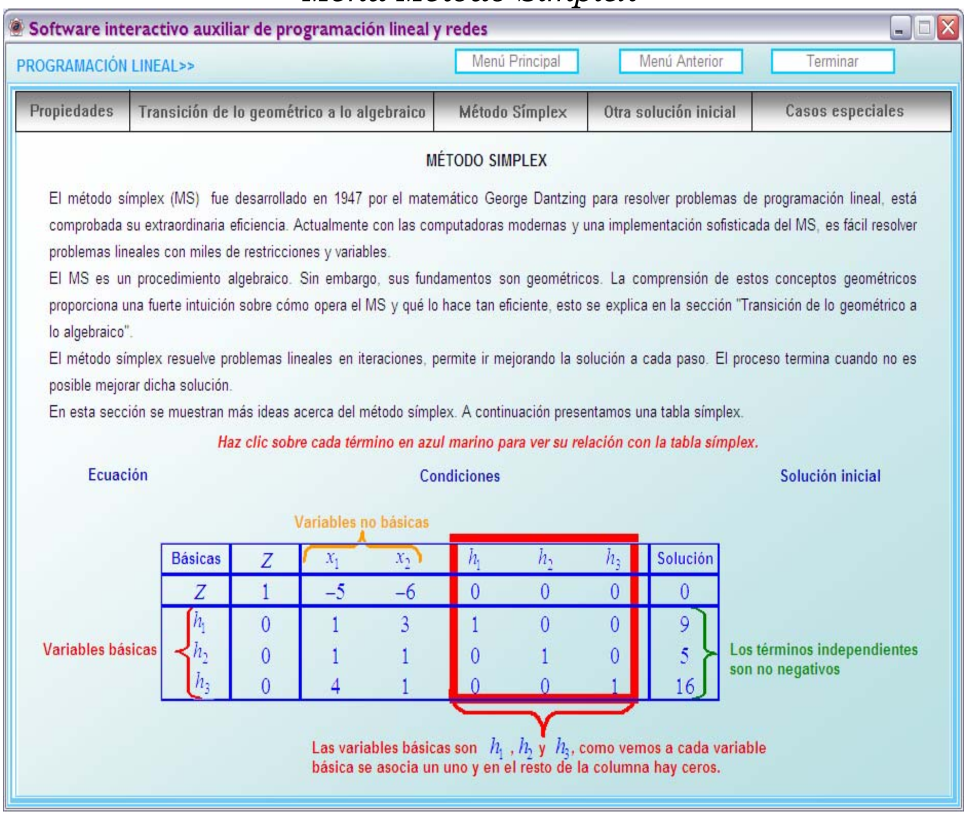
4.2.14 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Procedimiento del Método Símplex

Pantalla Procedimiento del Método Símplex



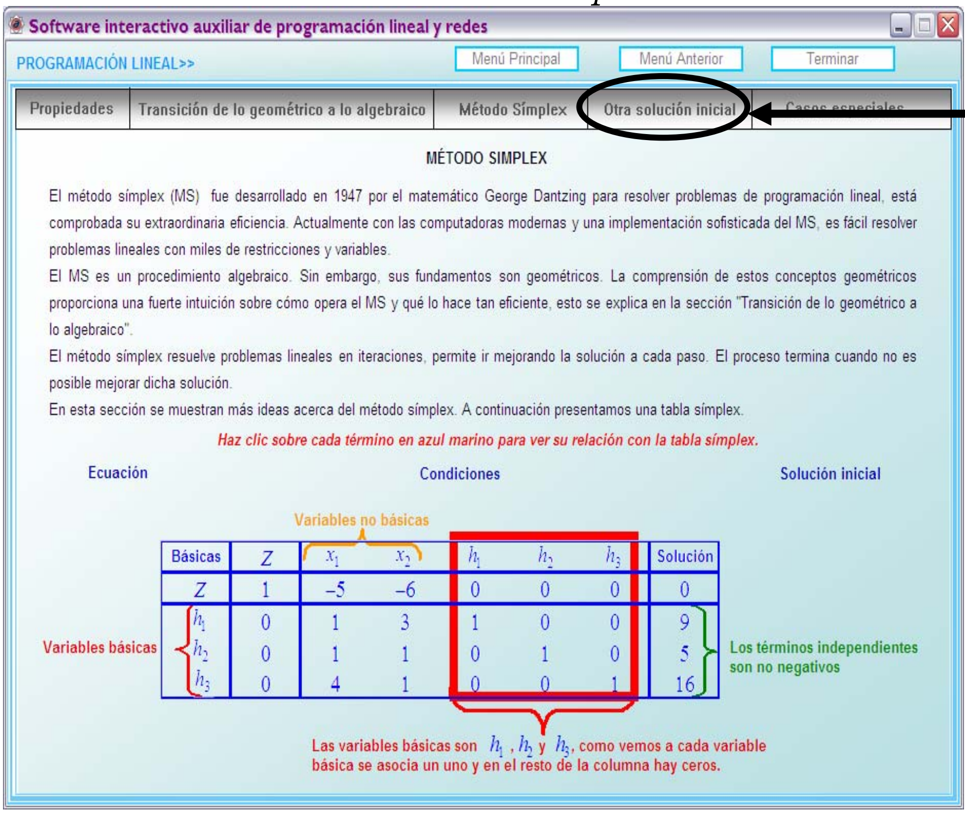
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú del 'Método Símplex'

Menú Método Símplex



4.2.15 Botón: Otra solución inicial del menú Método Símplex

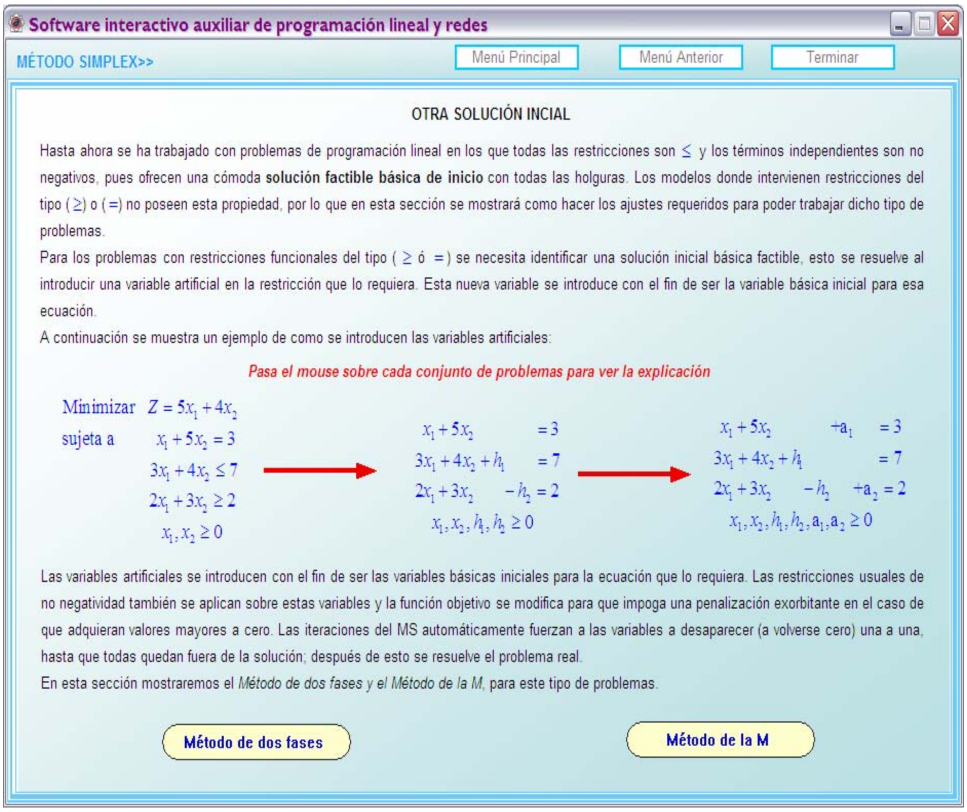
Menú Método Símplex



Básicas	Z	x_1	x_2	h_1	h_2	h_3	Solución
Z	1	−5	−6	0	0	0	0
h_1	0	1	3	1	0	0	9
h_2	0	1	1	0	1	0	5
h_3	0	4	1	0	0	1	16

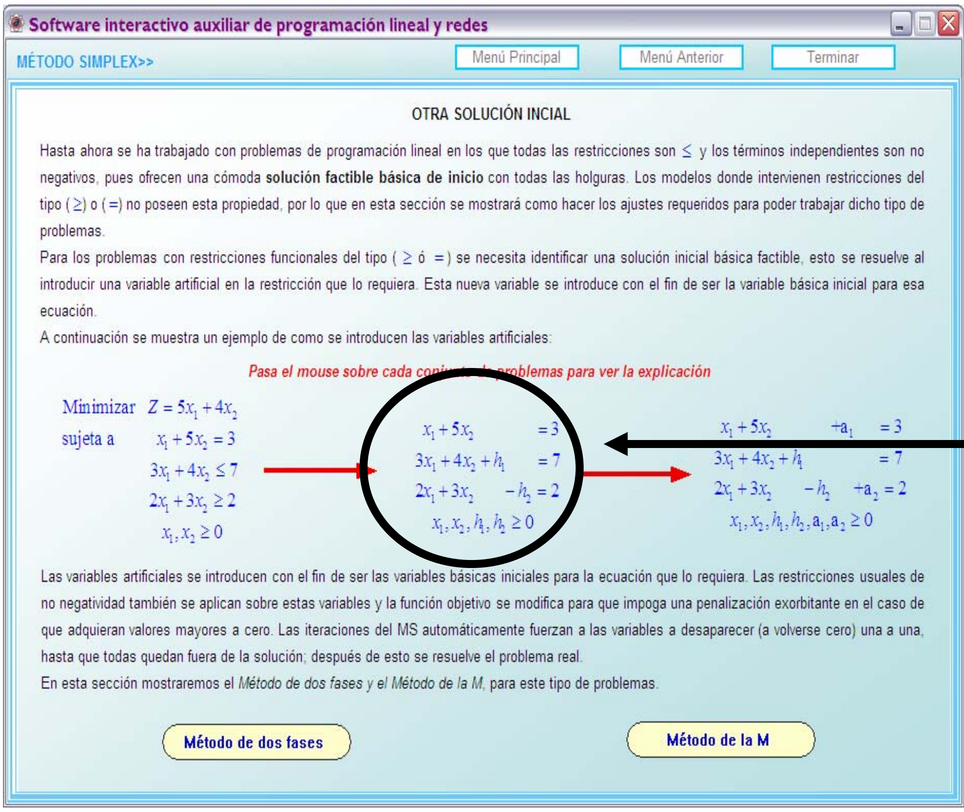
Al oprimir el botón 'Otra solución inicial' se pasa a la pantalla

Pantalla Otra solución inicial



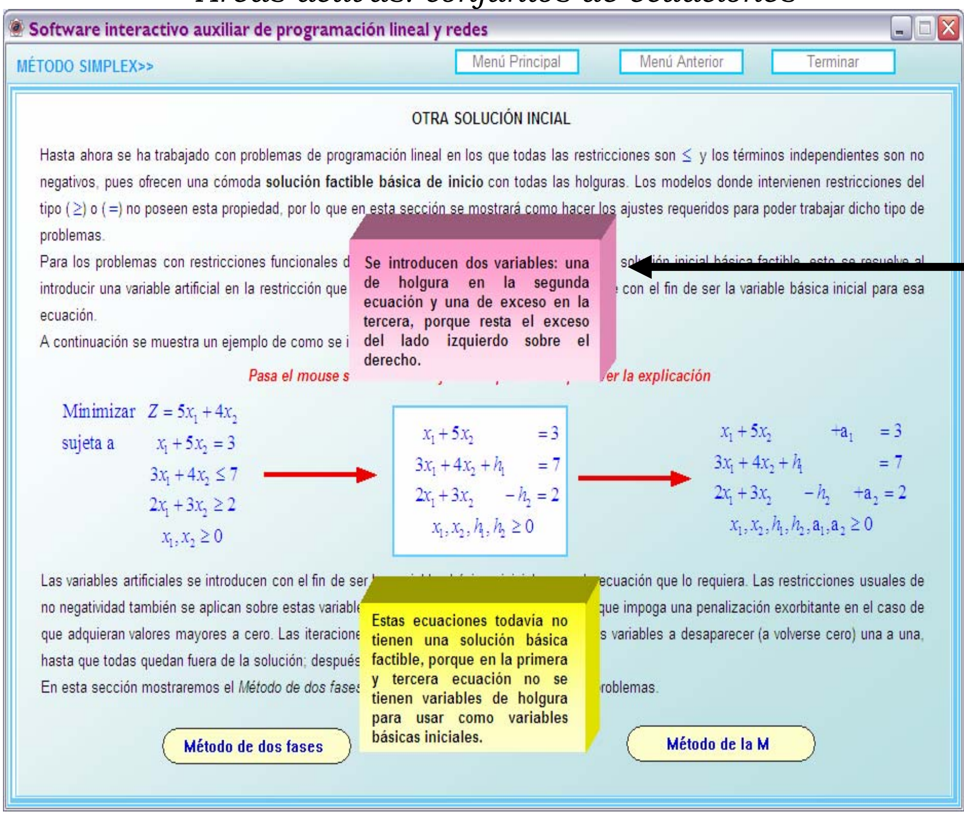
4.2.16 Pantalla Otra solución inicial

Pantalla Otra solución inicial



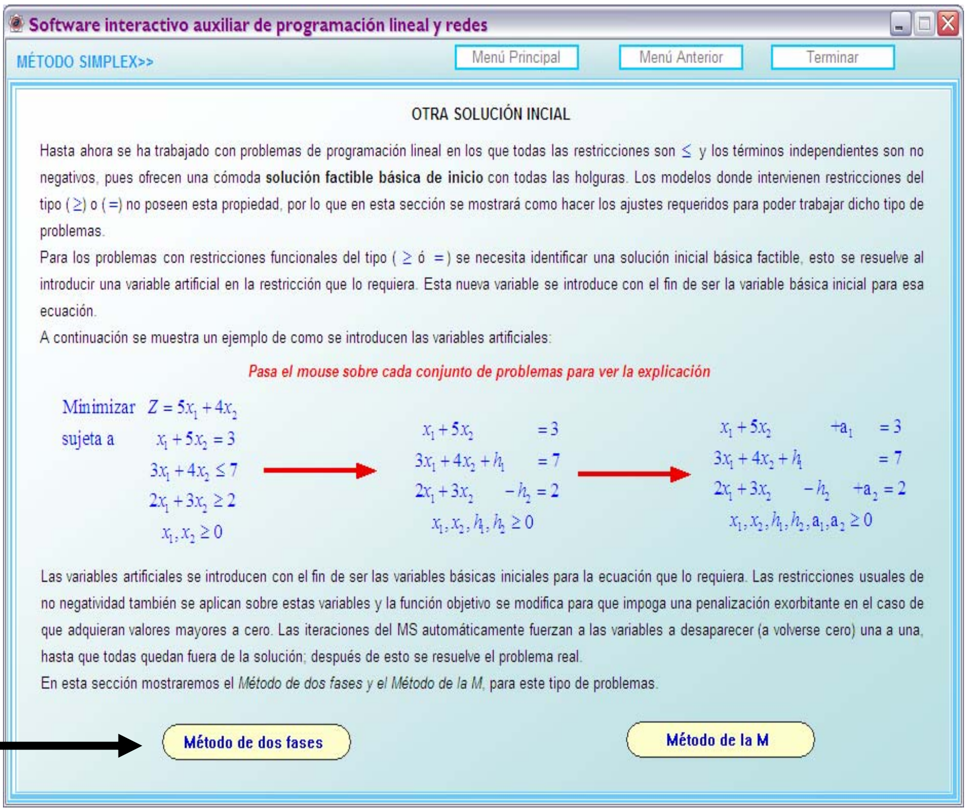
Al colocar el mouse sobre el conjunto de ecuaciones se muestra dos cubos con información

Áreas activas: conjuntos de ecuaciones



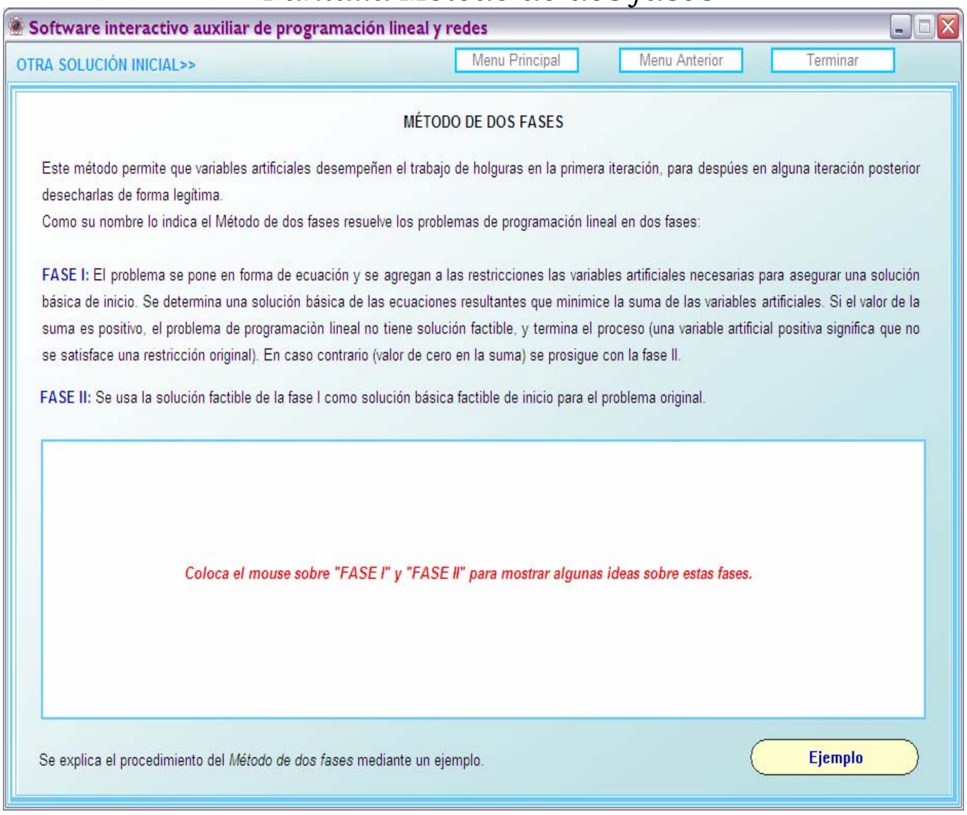
4.2.17 Botón: Método de dos fases de la pantalla Otra solución inicial

Pantalla Otra solución inicial



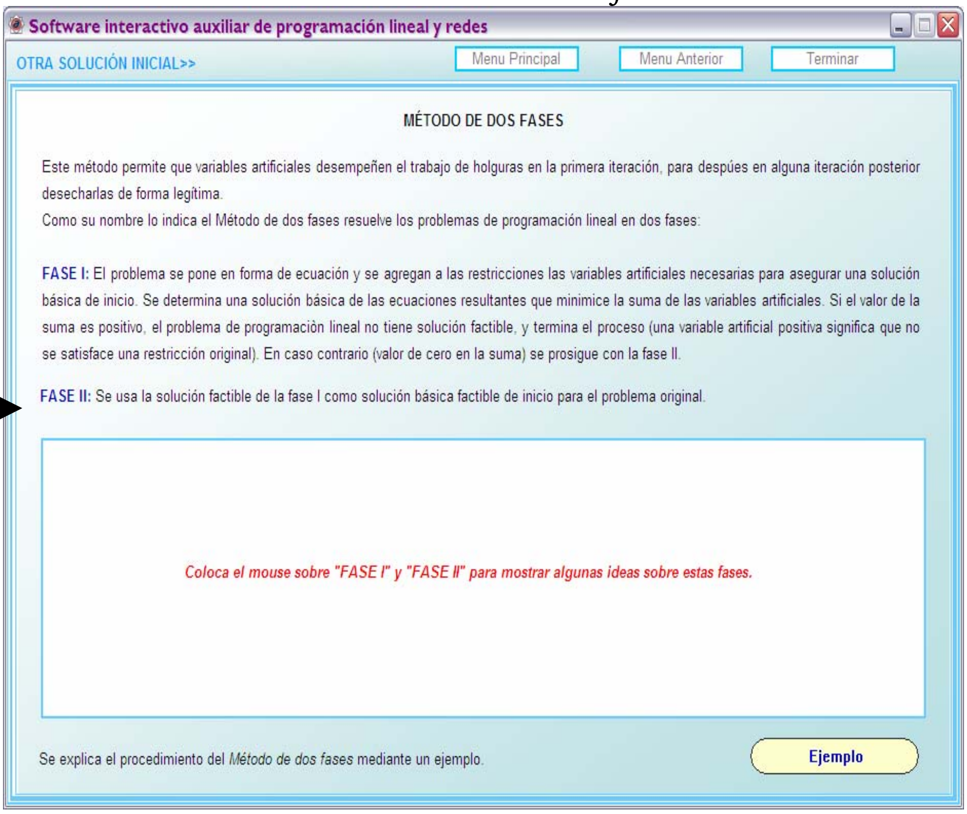
Al oprimir el botón 'Método de dos fases' se pasa a la pantalla

Pantalla Método de dos fases



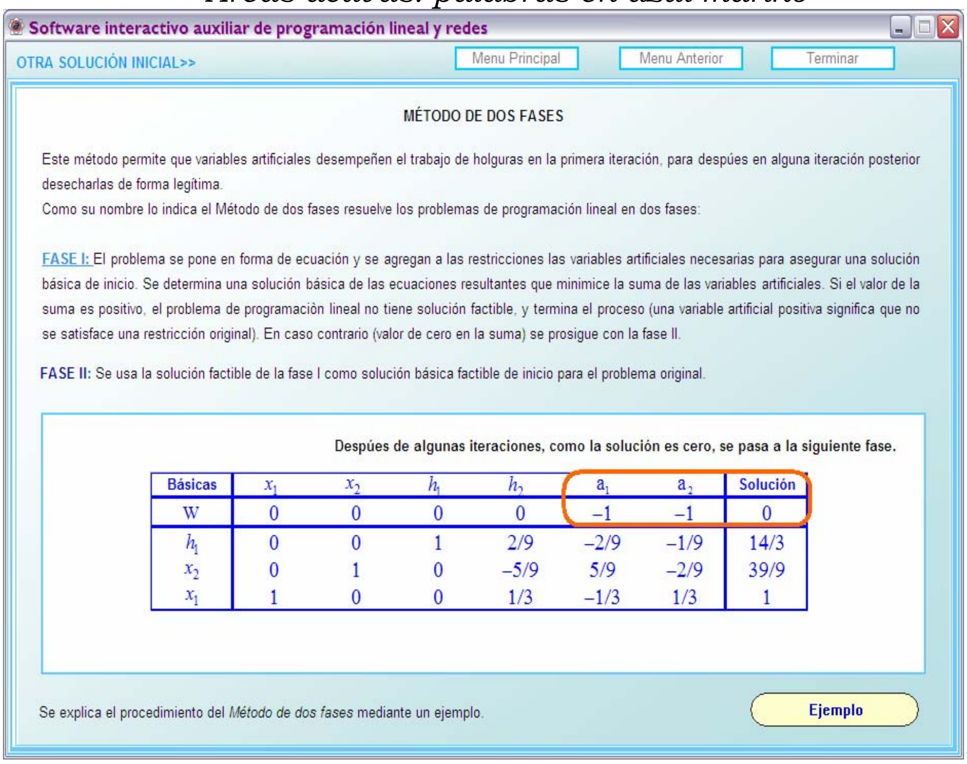
4.2.18 Pantalla Método de dos fases

Pantalla Método de dos fases



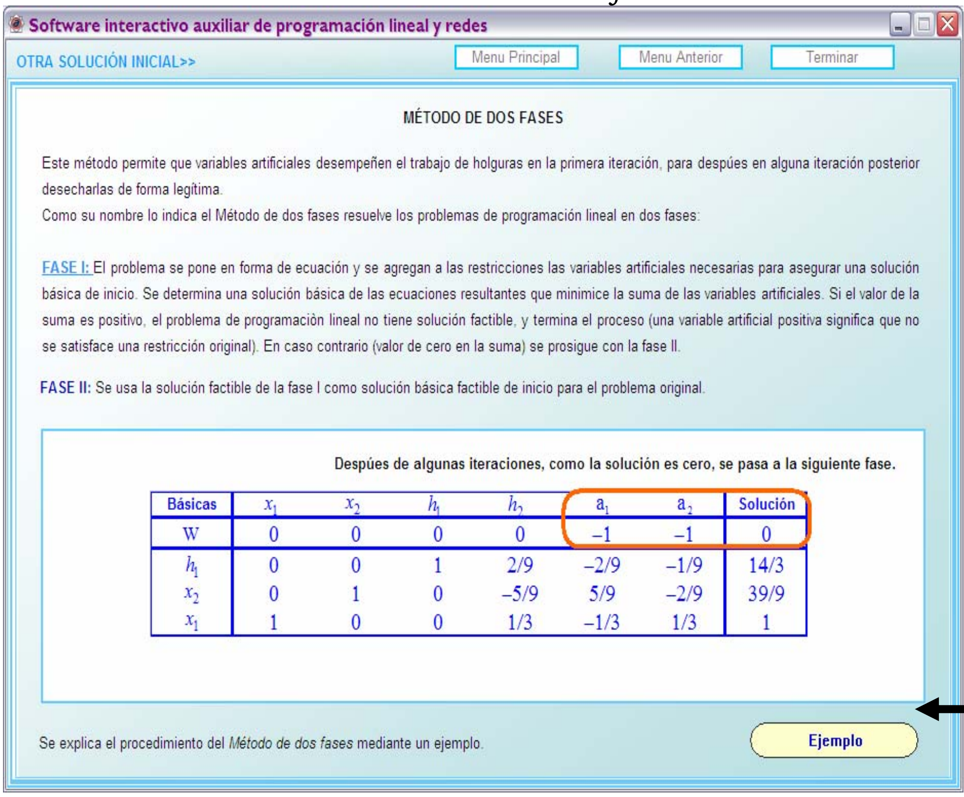
Al colocar el mouse sobre las palabras en azul marino se muestra más información

Áreas activas: palabras en azul marino



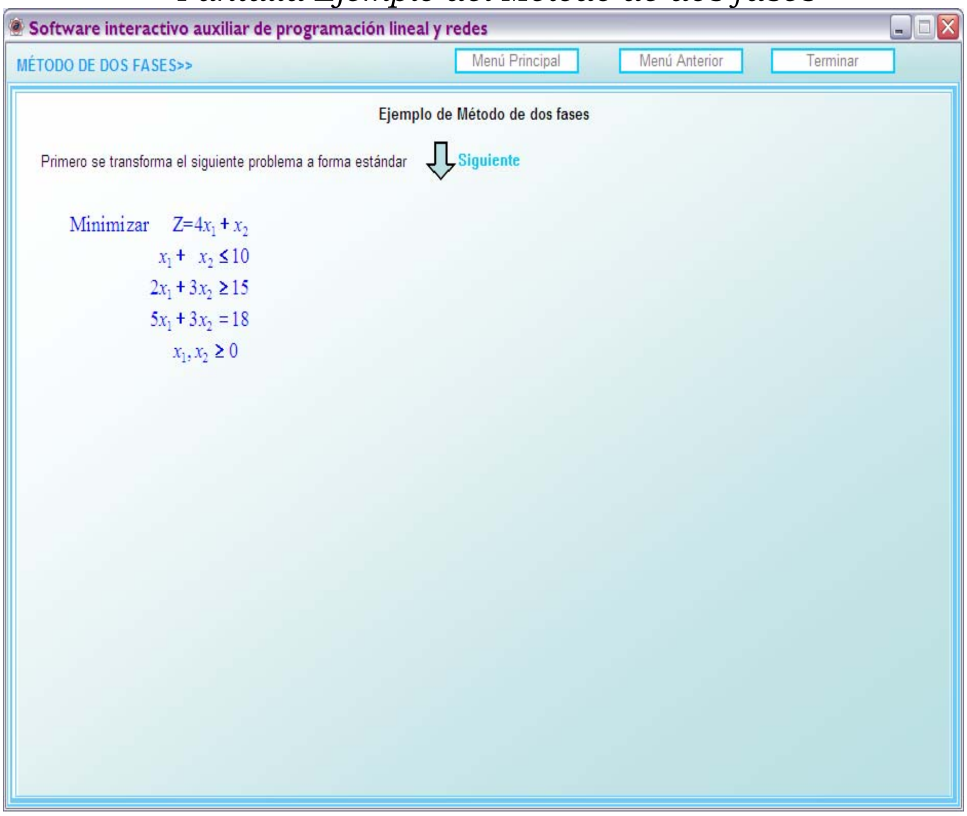
4.2.19 Botón: Ejemplo de la pantalla Método de dos fases

Pantalla Método de dos fases



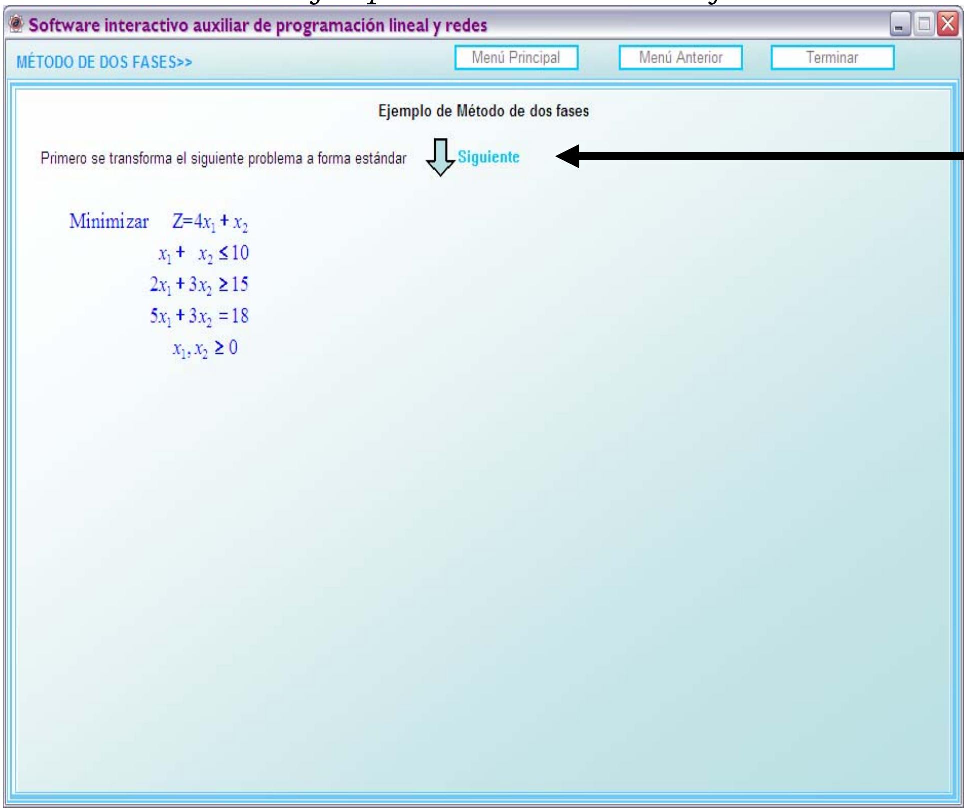
Al oprimir el botón 'Ejemplo' se pasa a la pantalla

Pantalla Ejemplo del Método de dos fases



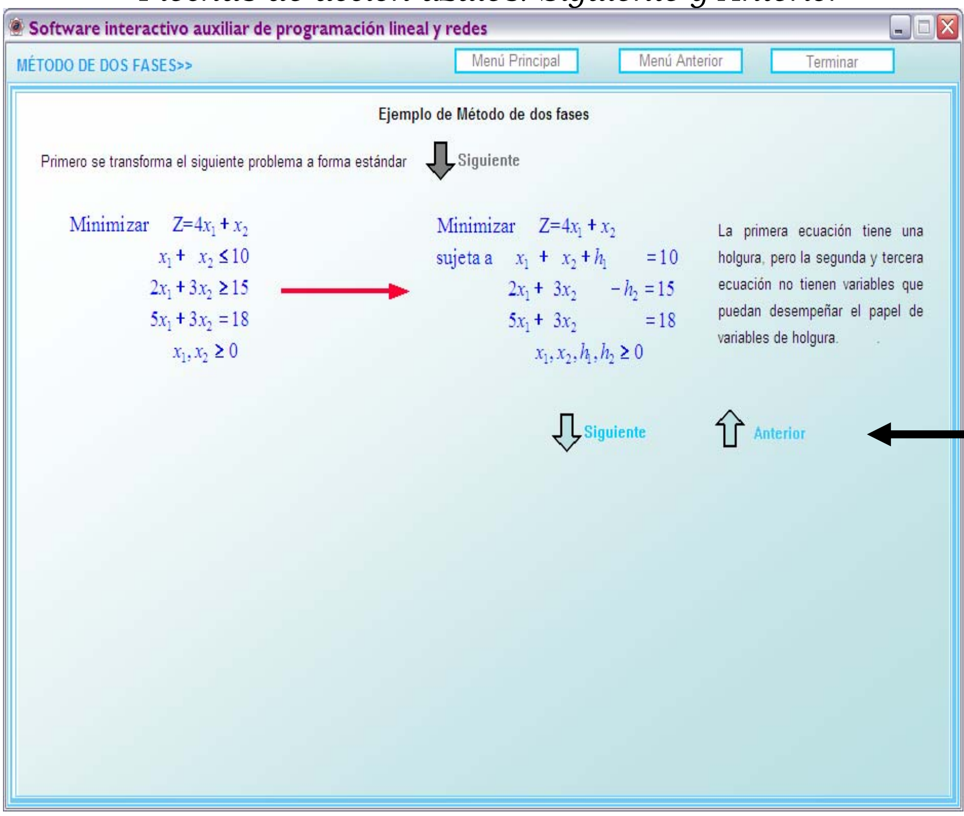
4.2.20 Pantalla Ejemplo del Método de dos fases

Pantalla Ejemplo del Método de dos fases



Al hacer clic sobre la flecha azul llamada 'Siguiente' se muestra más información

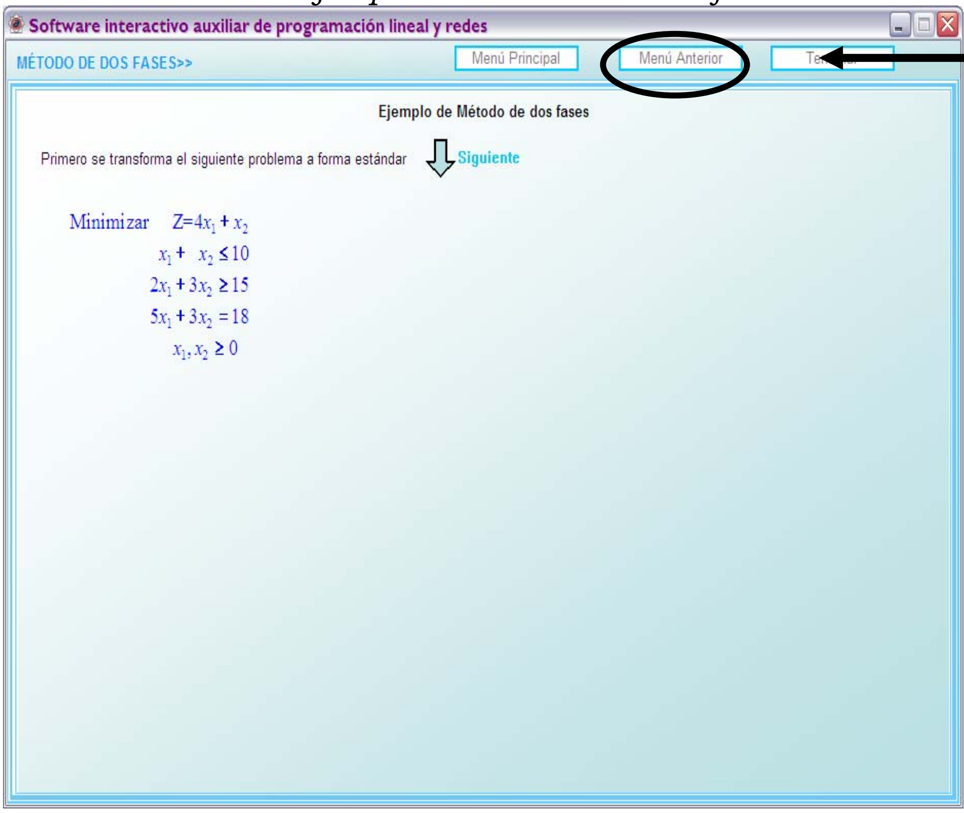
Flechas de acción azules: Siguiente y Anterior



Al presionar el botón 'Anterior' se regresa a la pantalla anterior

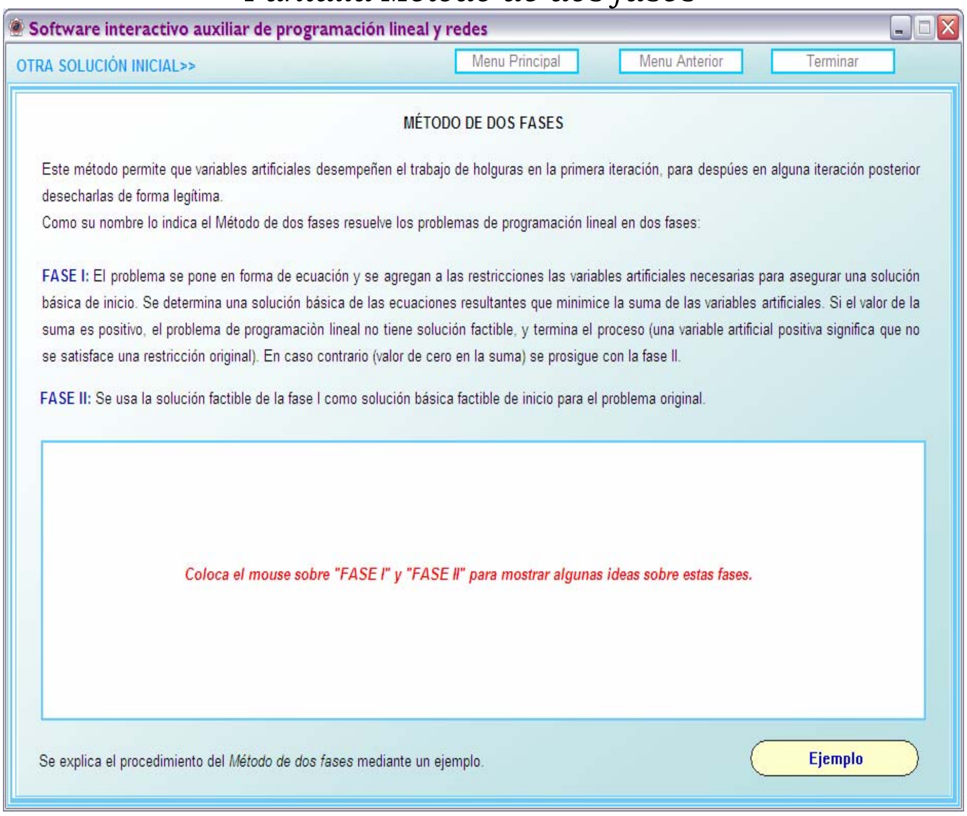
4.2.21 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Ejemplo del Método de dos fases

Pantalla Ejemplo del Método de dos fases



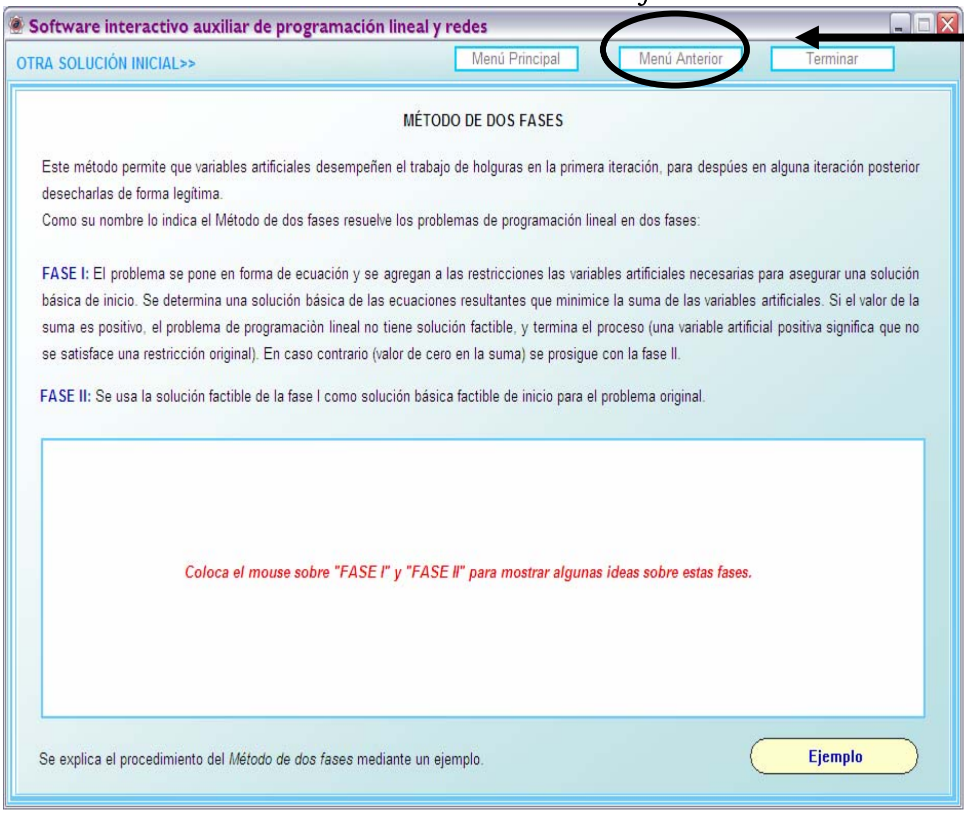
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú del 'Método Símplex'

Pantalla Método de dos fases



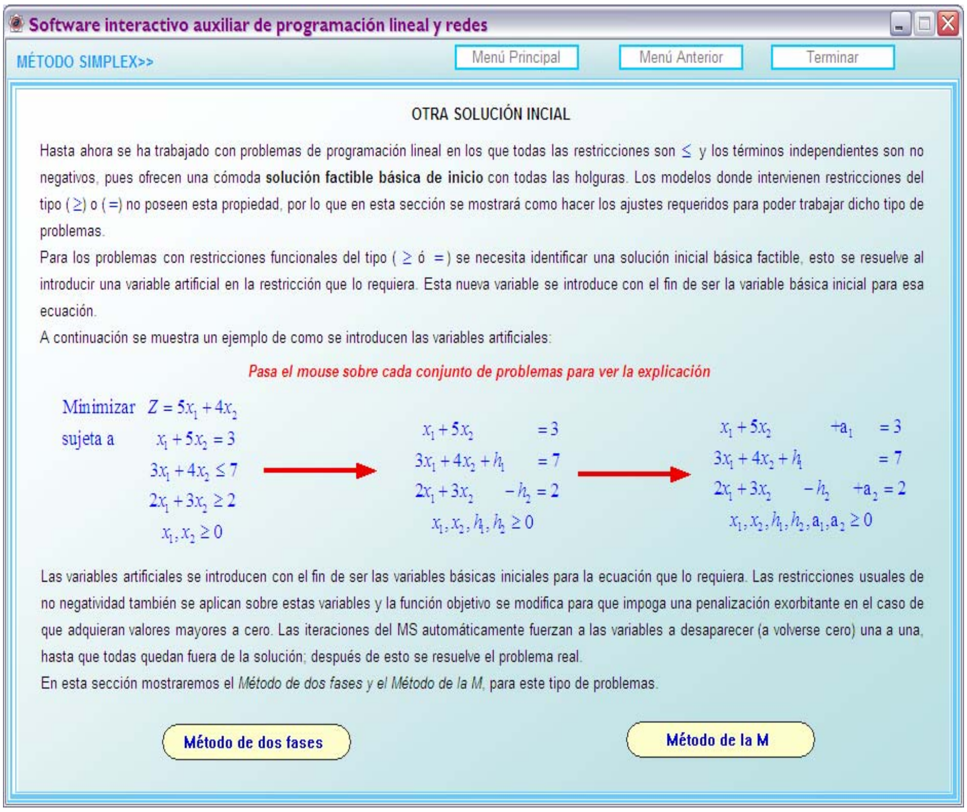
4.2.22 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Método de dos fases

Pantalla Método de dos fases



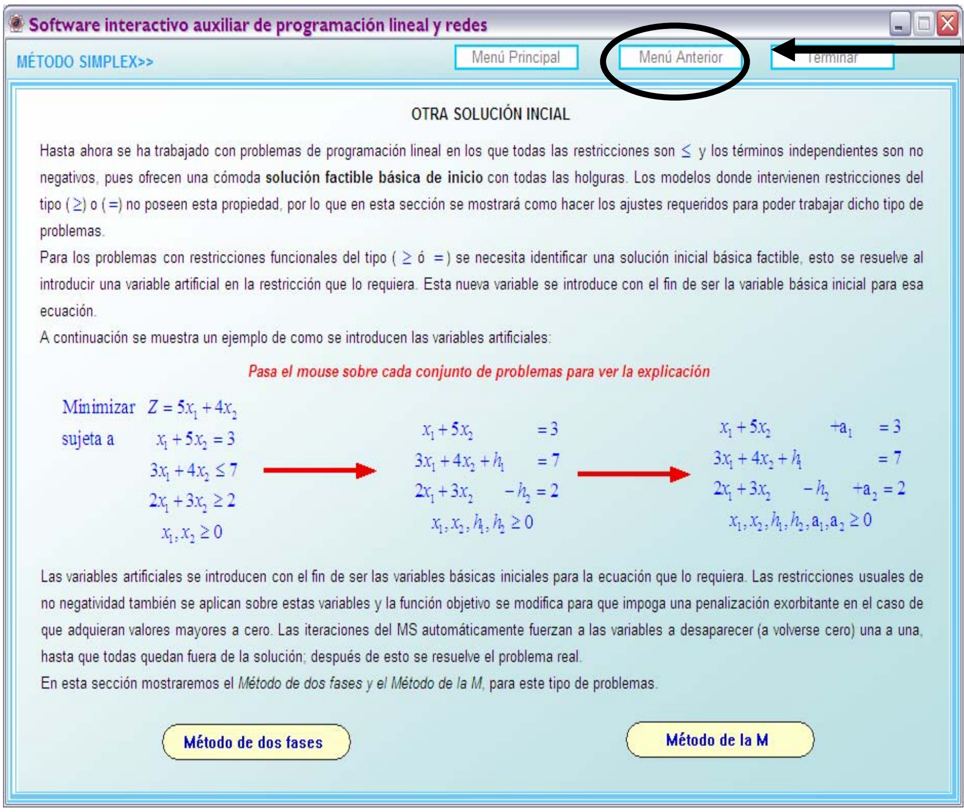
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla 'Otra solución inicial'

Pantalla Otra solución inicial



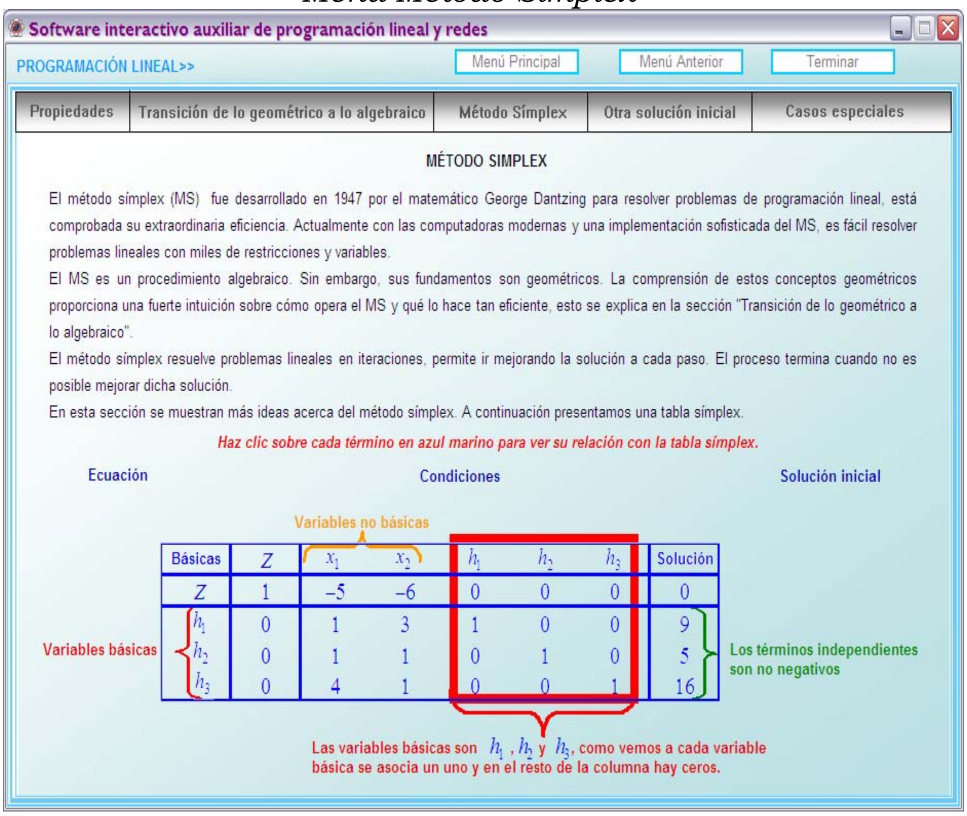
4.2.23 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Método de dos fases

Pantalla Otra solución inicial



Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú del 'Método Símplex'

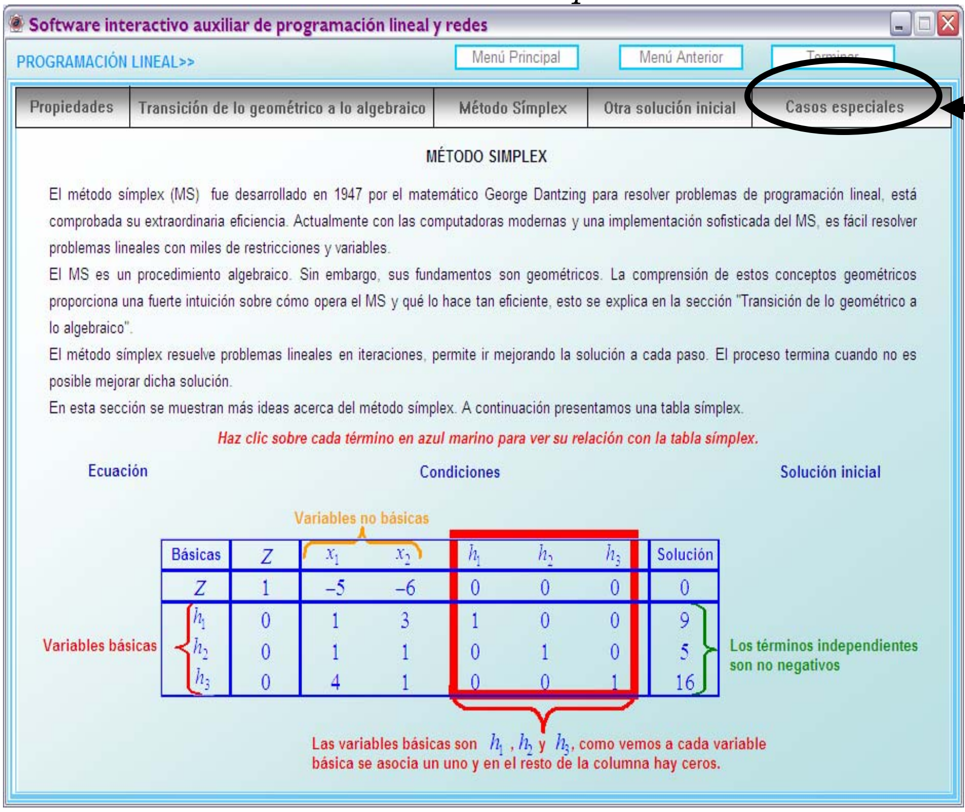
Menú Método Símplex



Básicas	Z	x_1	x_2	h_1	h_2	h_3	Solución
Z	1	–5	–6	0	0	0	0
h_1	0	1	3	1	0	0	9
h_2	0	1	1	0	1	0	5
h_3	0	4	1	0	0	1	16

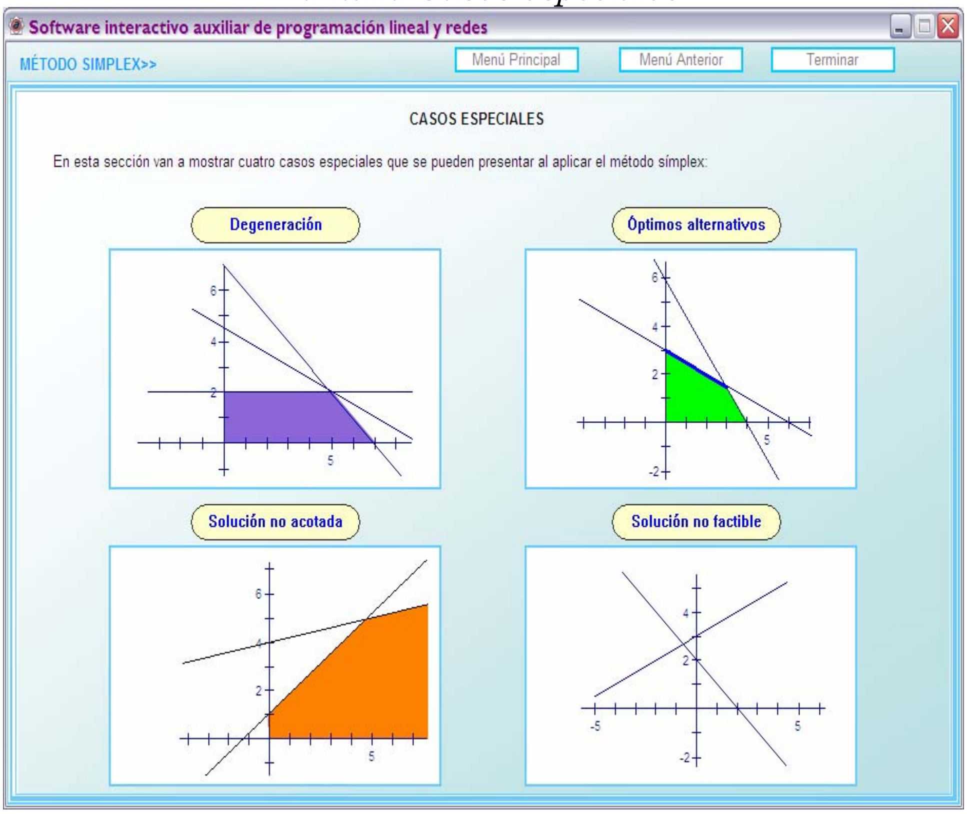
4.2.24 Botón: Casos especiales del Método Símplex

Menú Método Símplex



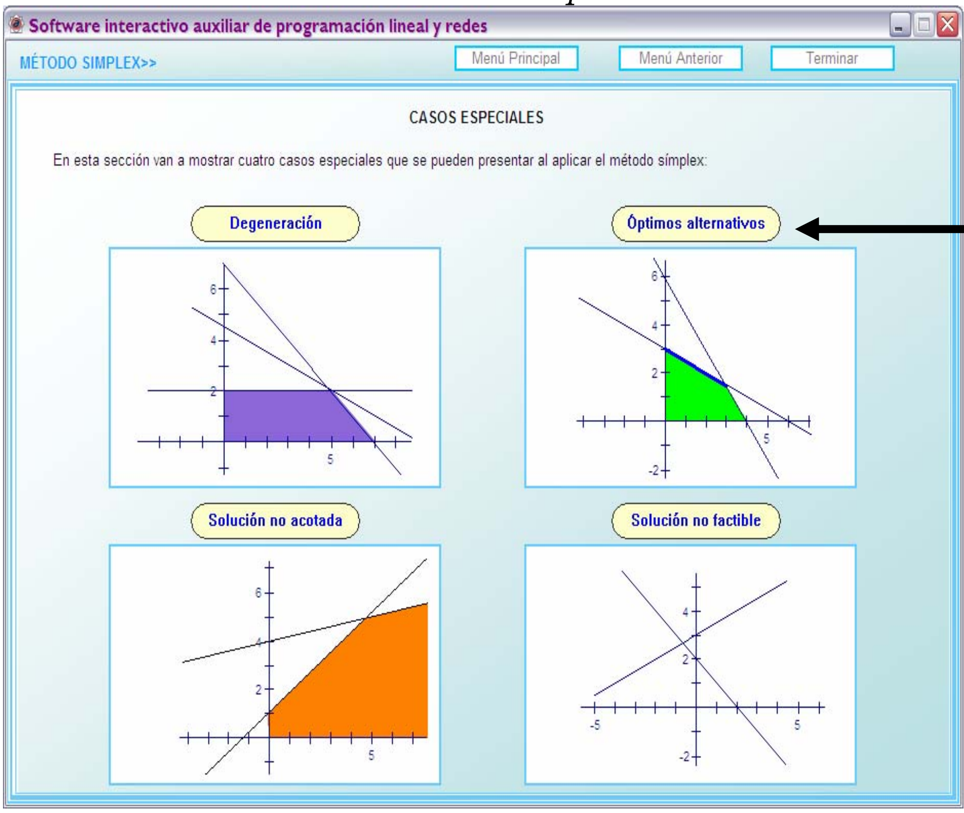
Al oprimir el botón 'Casos especiales' se pasa a la pantalla

Pantalla Casos especiales



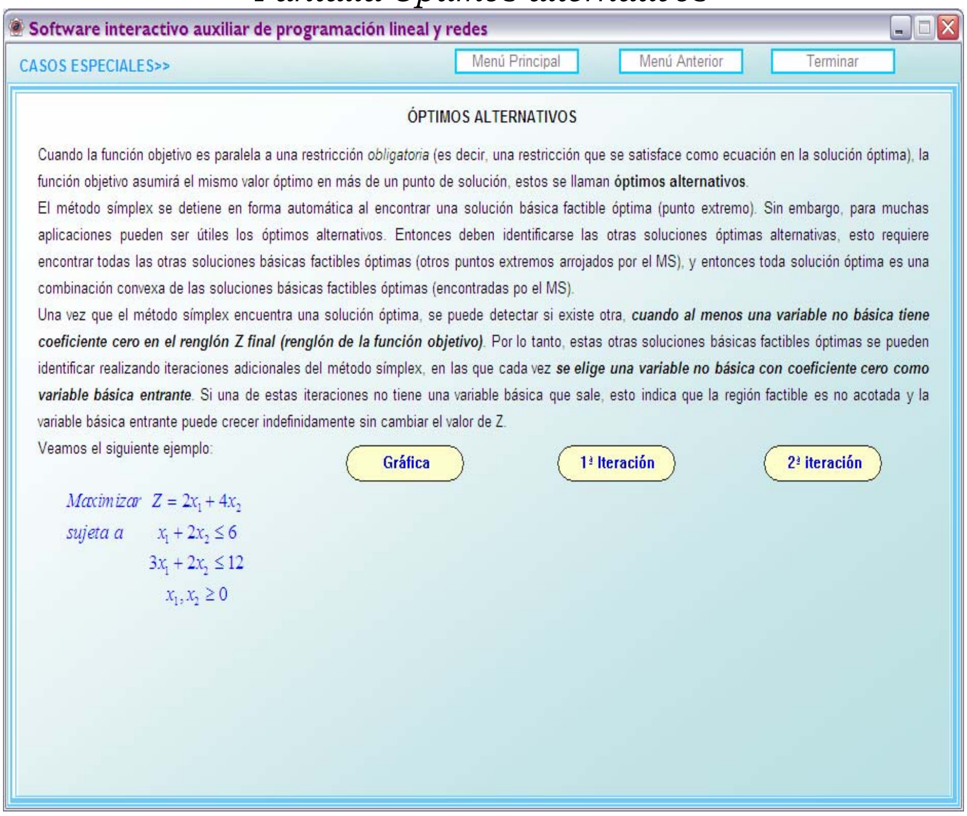
4.2.25 Botón: Óptimos alternativos de la pantalla Casos especiales

Pantalla Casos especiales



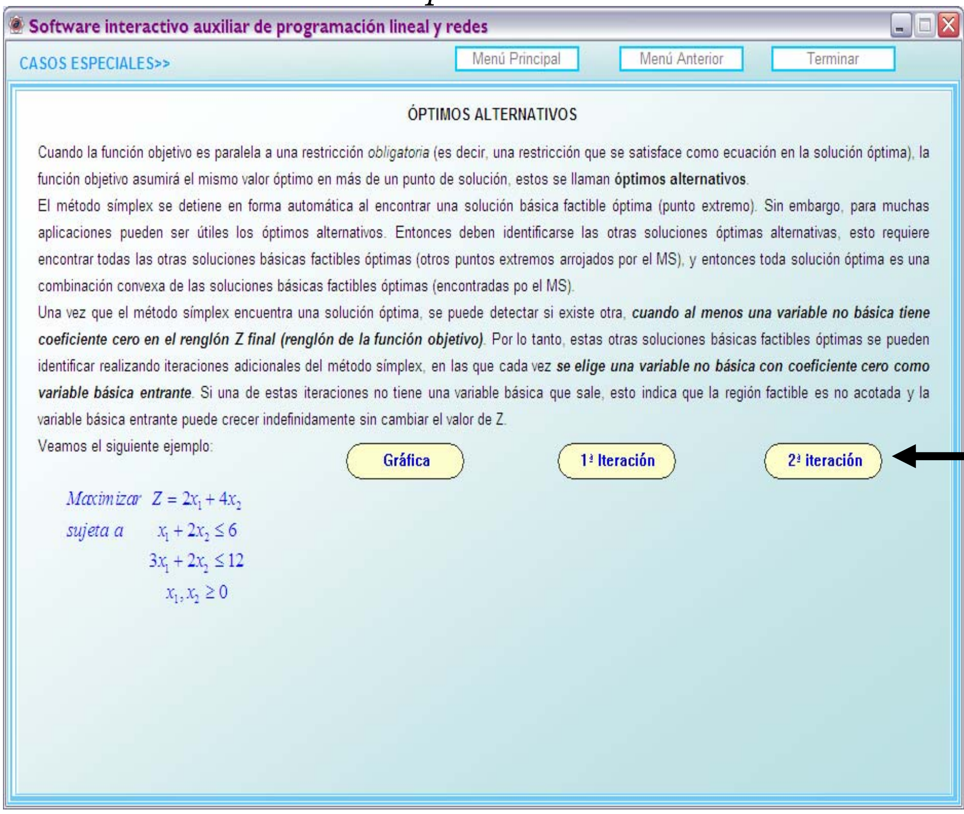
Al oprimir el botón 'Óptimos alternativos' se pasa a la pantalla

Pantalla Óptimos alternativos



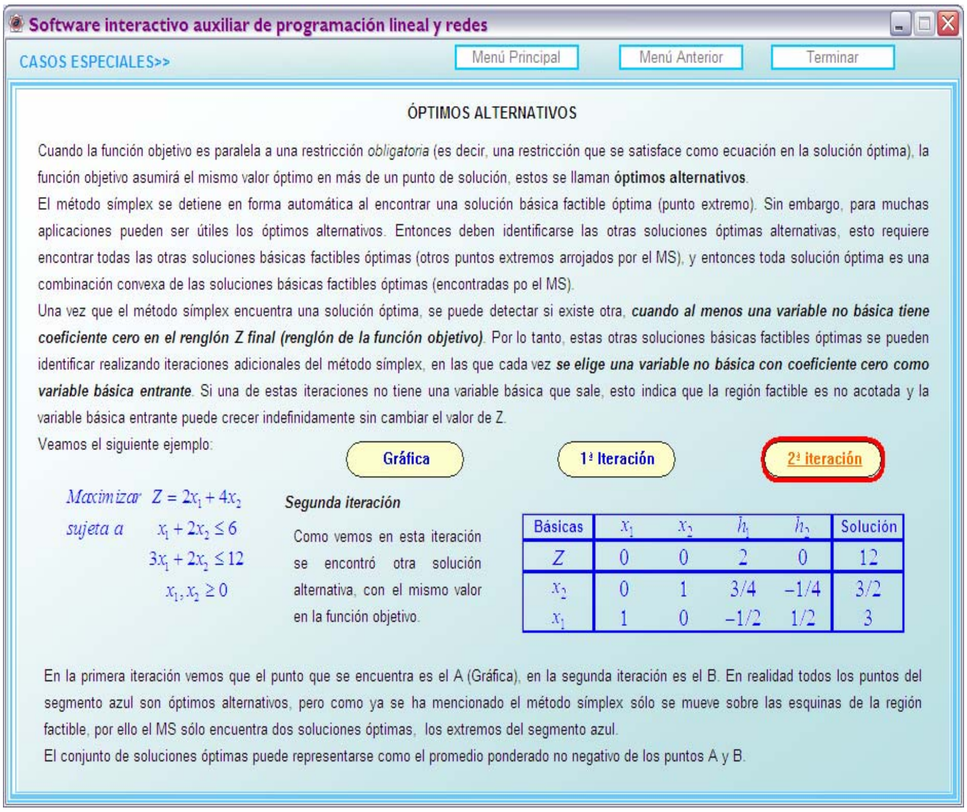
4.2.26 Pantalla Óptimos alternativos

Pantalla Óptimos alternativos



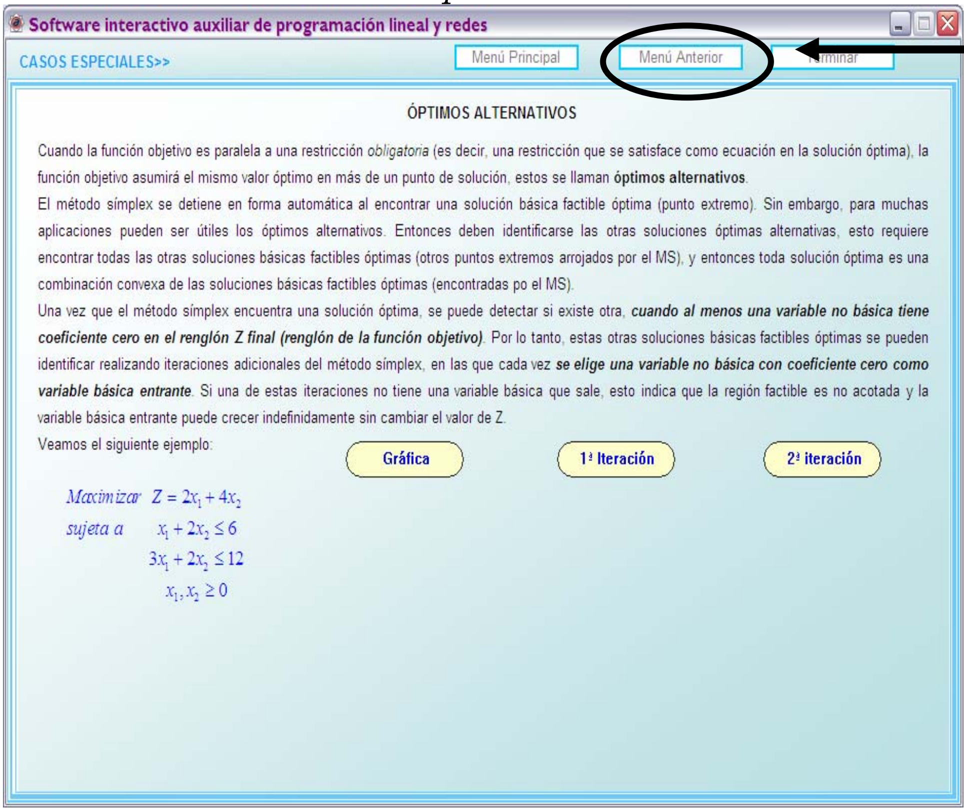
Al oprimir el botón 2ª iteración se despliega más información en pantalla

Botones de acción



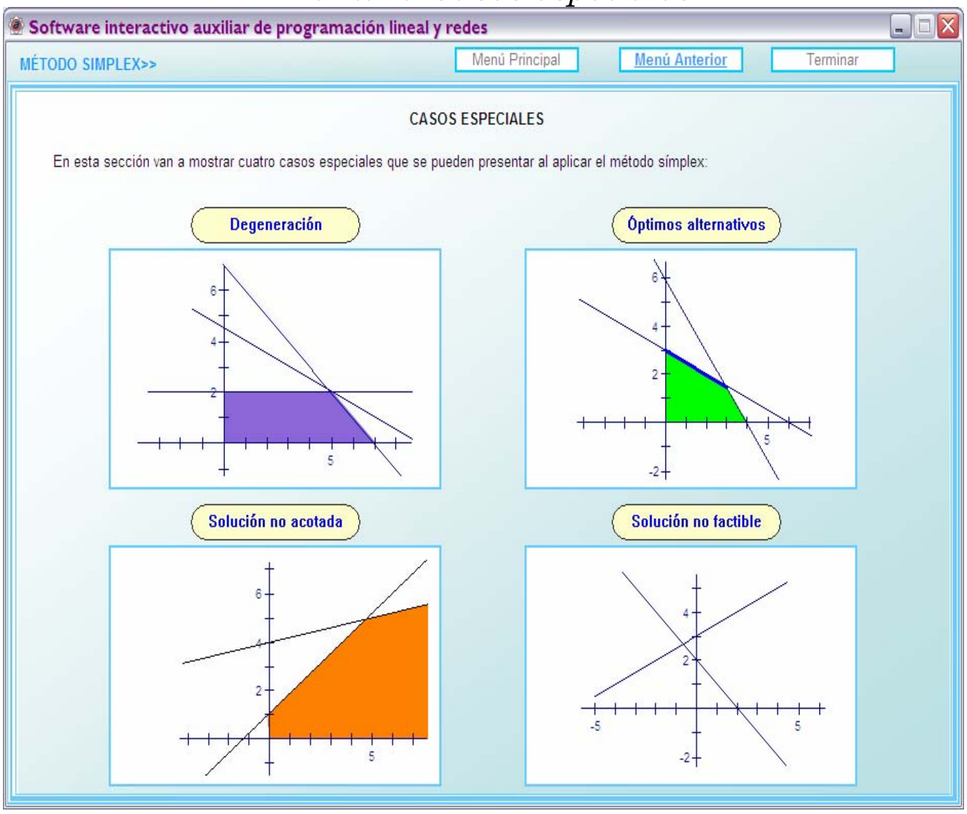
4.2.27 Botón: Menú Anterior de la pantalla Óptimos Alternativos

Pantalla Óptimos alternativos



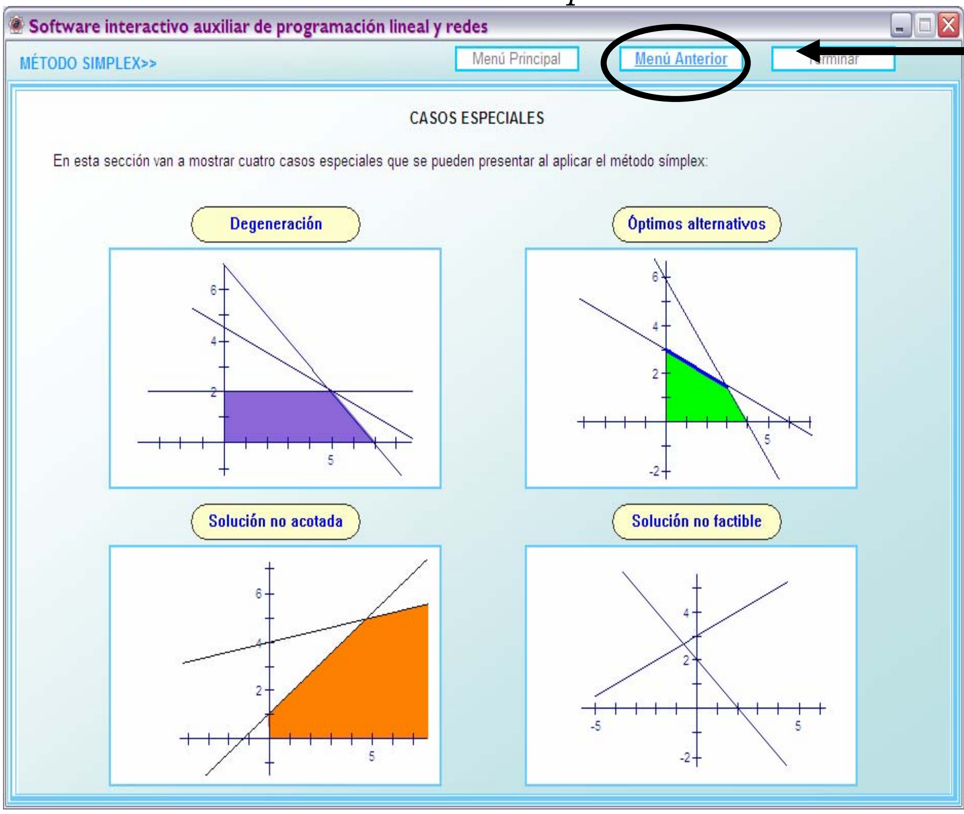
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla de 'Casos especiales'

Pantalla Casos especiales



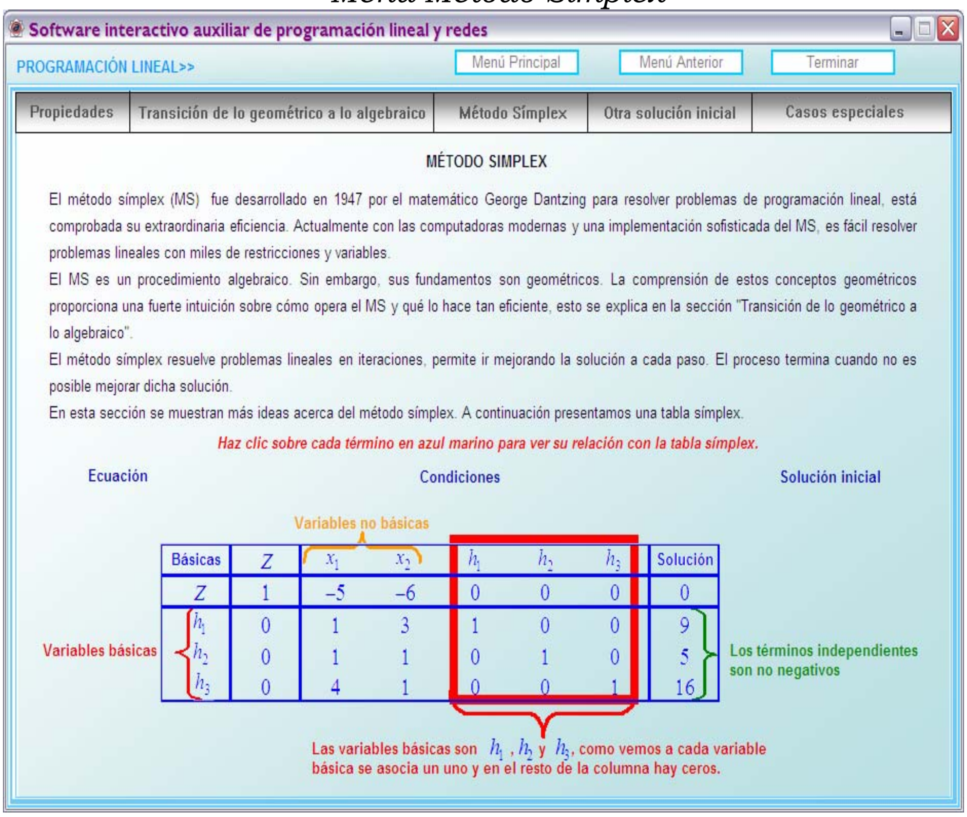
4.2.28 Botón: Menú Anterior de la pantalla Casos especiales

Pantalla Casos especiales



Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú del 'Método Símplex'

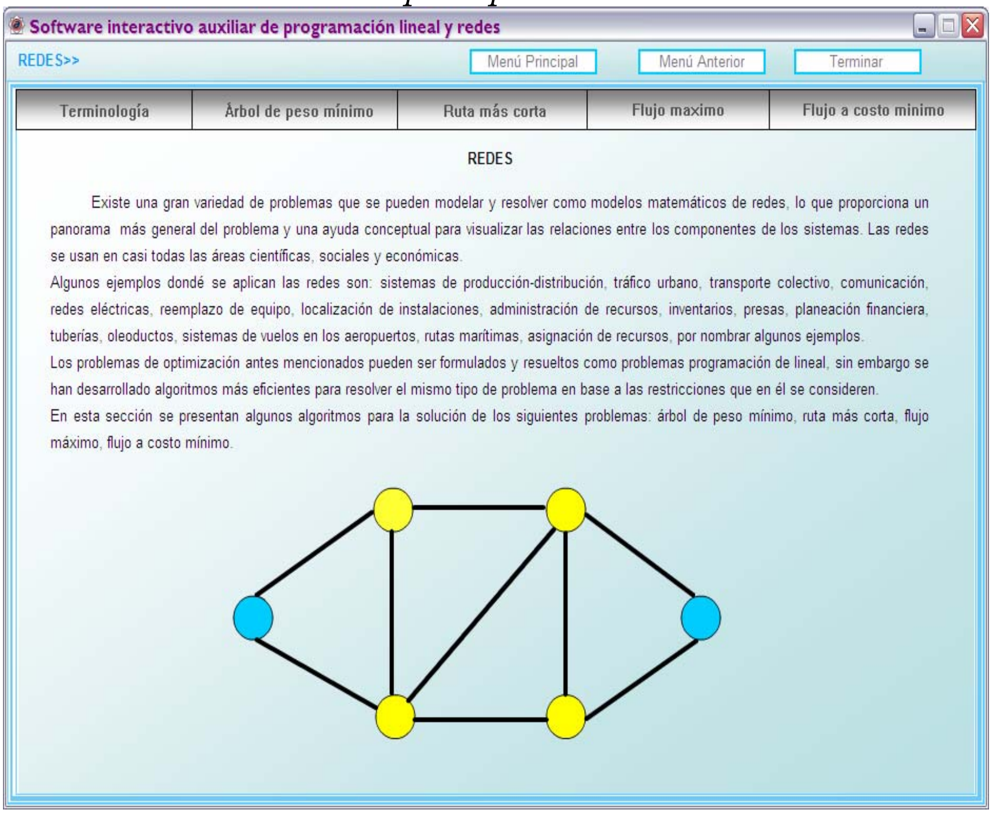
Menú Método Símplex



4.3 Selección del botón: Redes

En la pantalla se muestra una barra de color gris con cinco botones: Terminología, Árbol de peso mínimo, Ruta más corta, Flujo máximo y Flujo a costo mínimo. También se presenta una breve introducción a las redes.

Menú principal de Redes

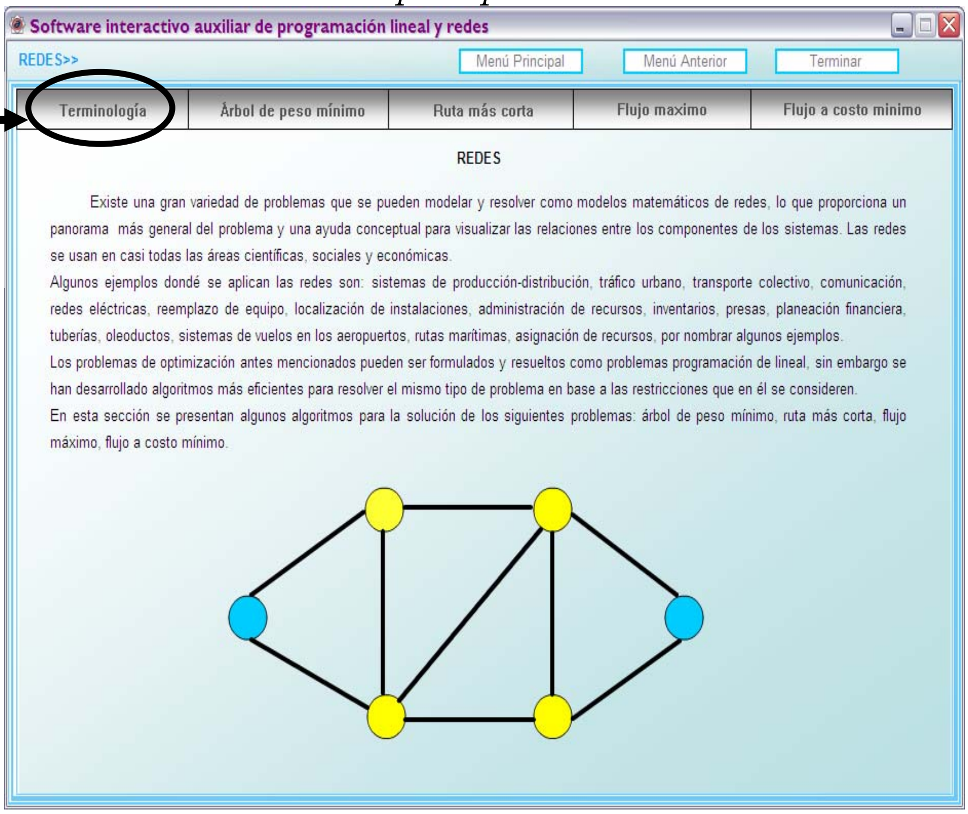


A continuación se muestra la manera de navegar por el menú *Terminología y Árbol de peso mínimo,* el acceso a los demás subtemas del menú principal de Redes se hace de manera similar.

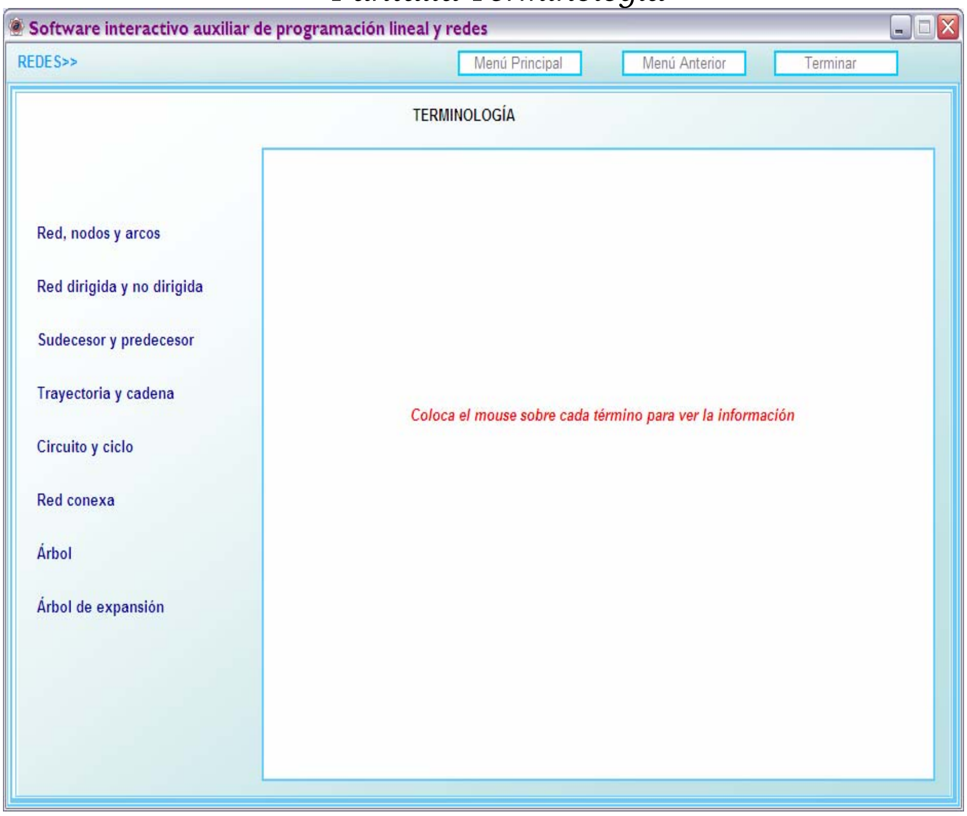
4.3.1 Botón: Terminología del menú Principal de Redes

Menú principal de Redes

Al oprimir el botón Terminología se pasa a la pantalla

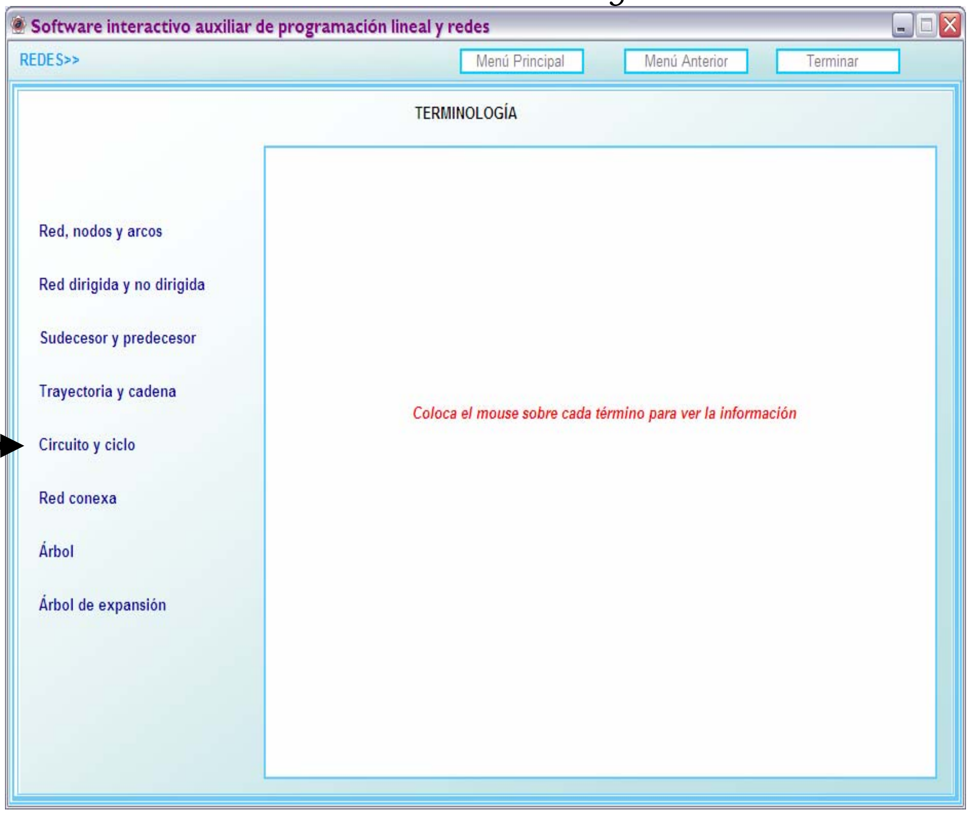


Pantalla Terminología



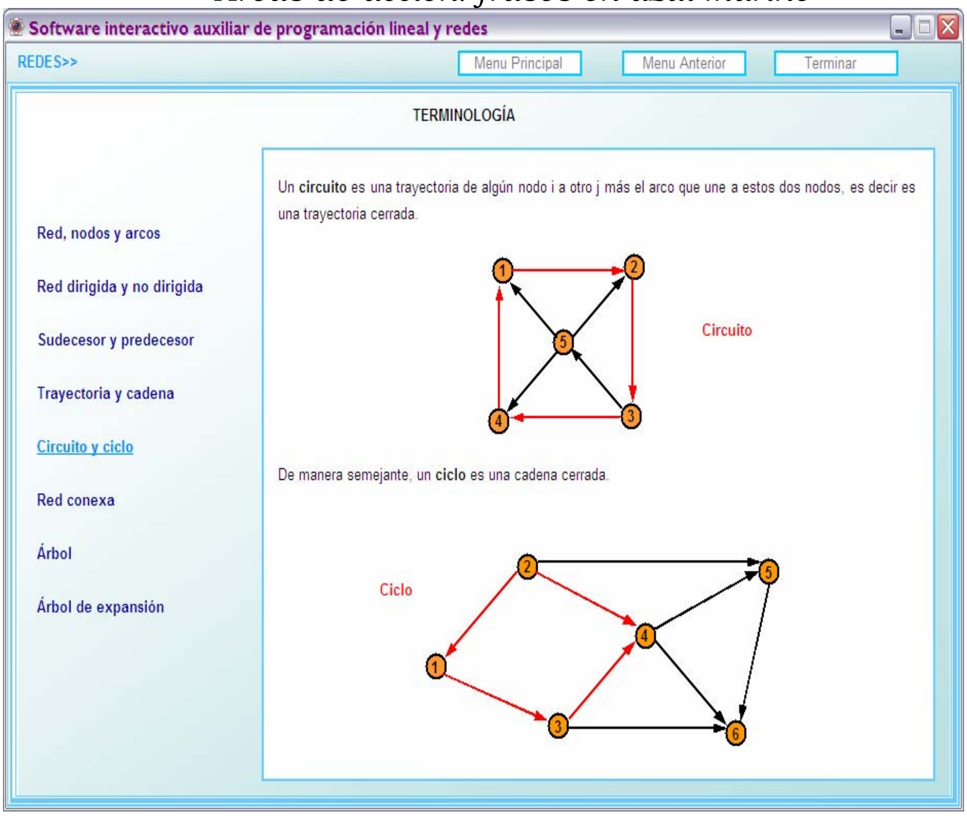
4.3.2 Pantalla Terminología

Pantalla Terminología



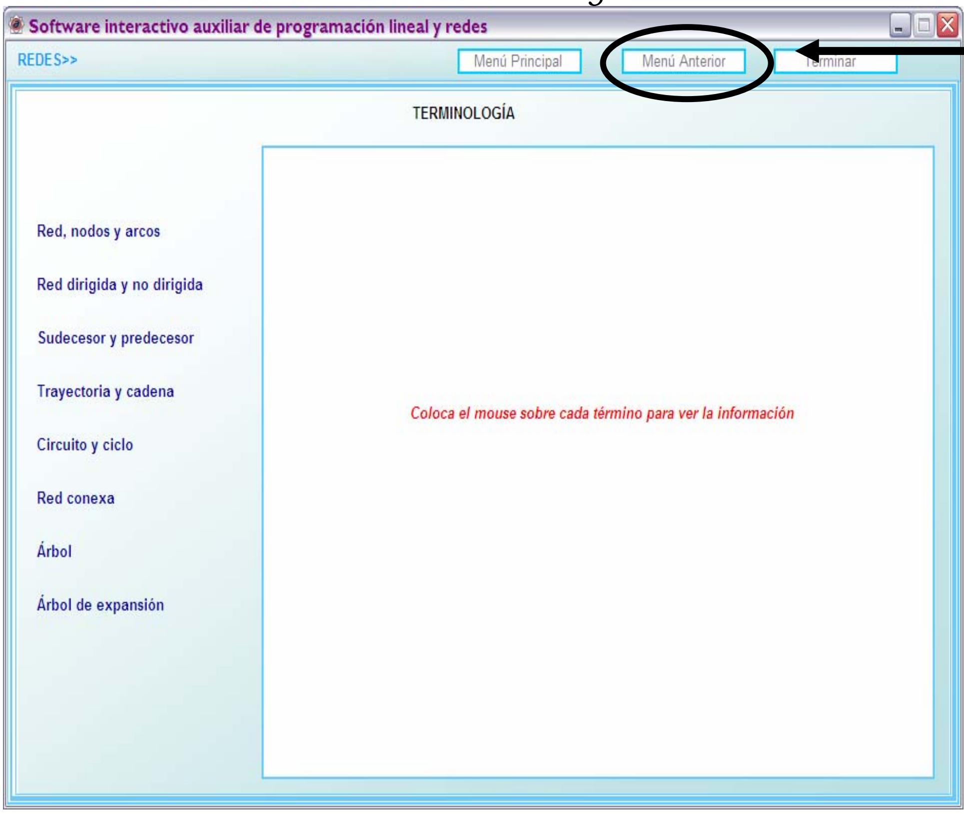
Al colocar el mouse sobre las palabras en azul marino 'Circuito y ciclo' se despliega información en pantalla

Áreas de acción: frases en azul marino



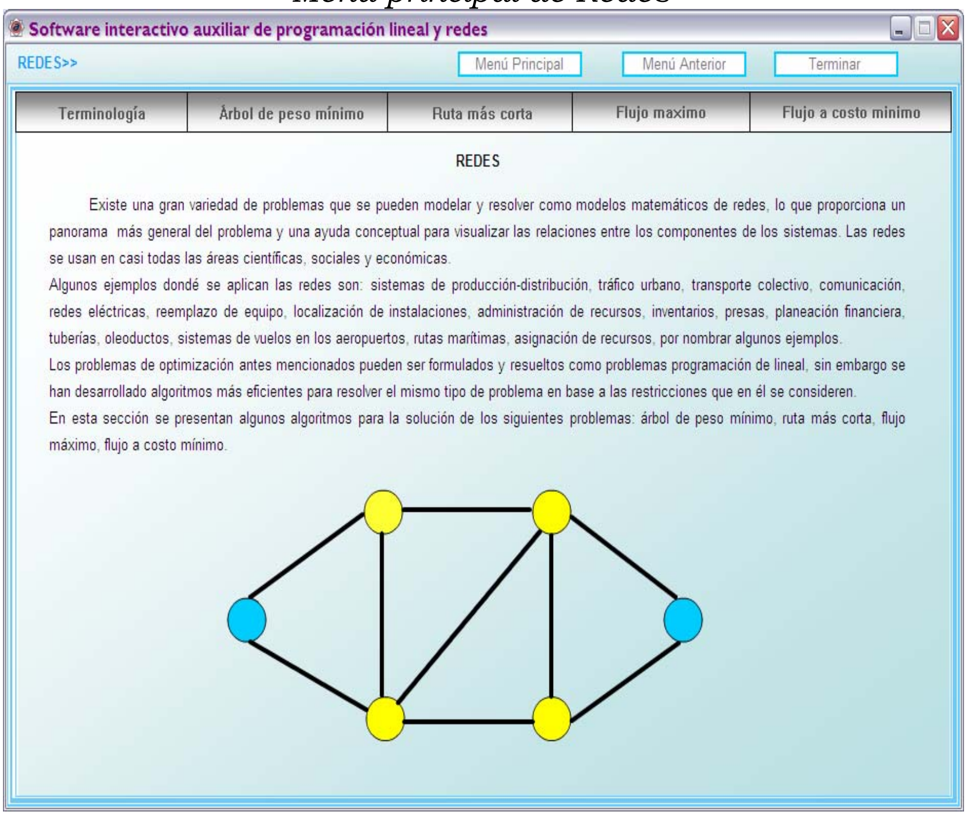
4.3.3 Botón: Menú Anterior de la Pantalla Terminología

Pantalla Terminología



Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla del menú principal de Redes

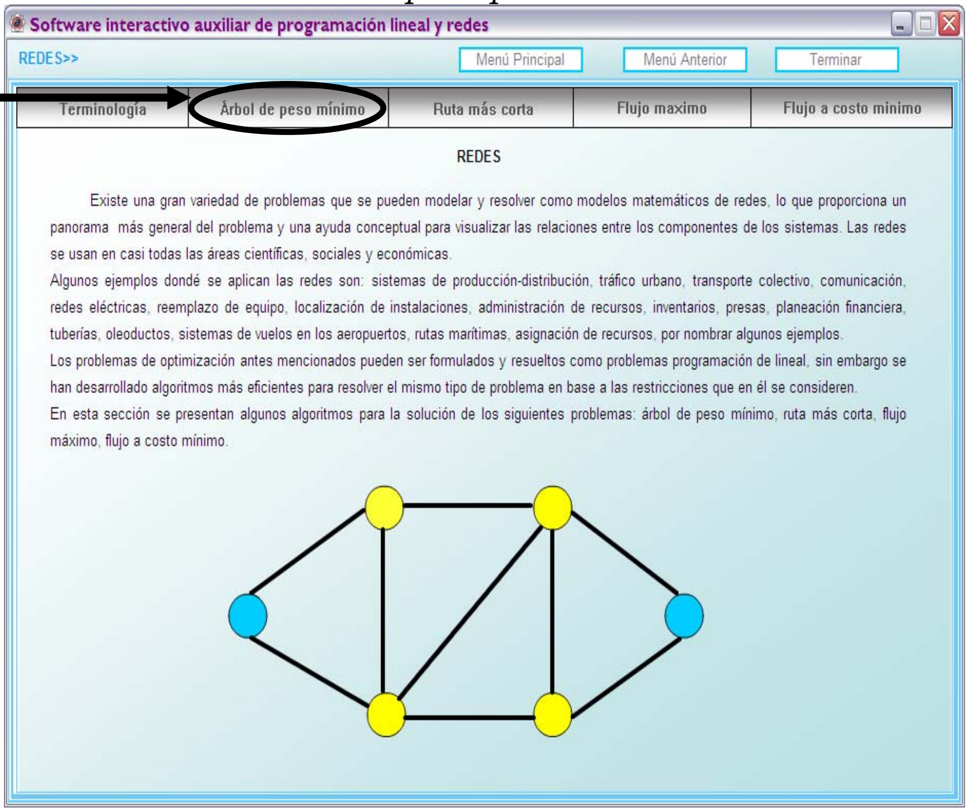
Menú principal de Redes



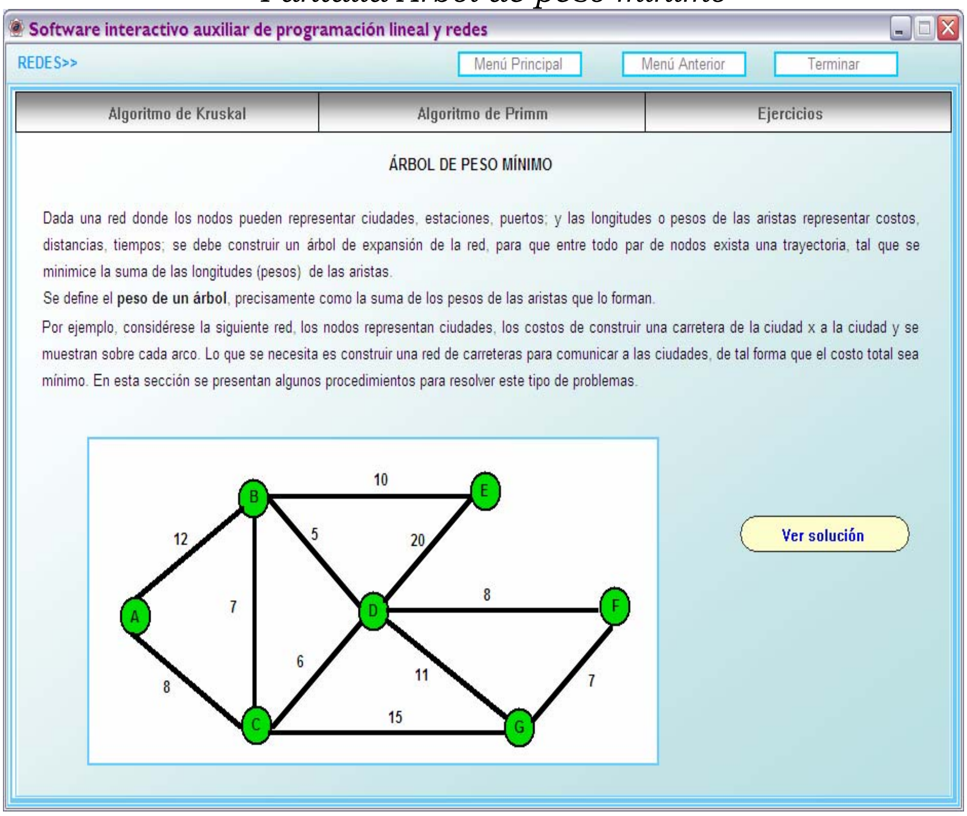
4.3.4 Botón: Árbol de peso mínimo del menú Principal de Redes

Al oprimir el botón 'Árbol de peso mínimo' se pasa a la pantalla

Menú principal de Redes

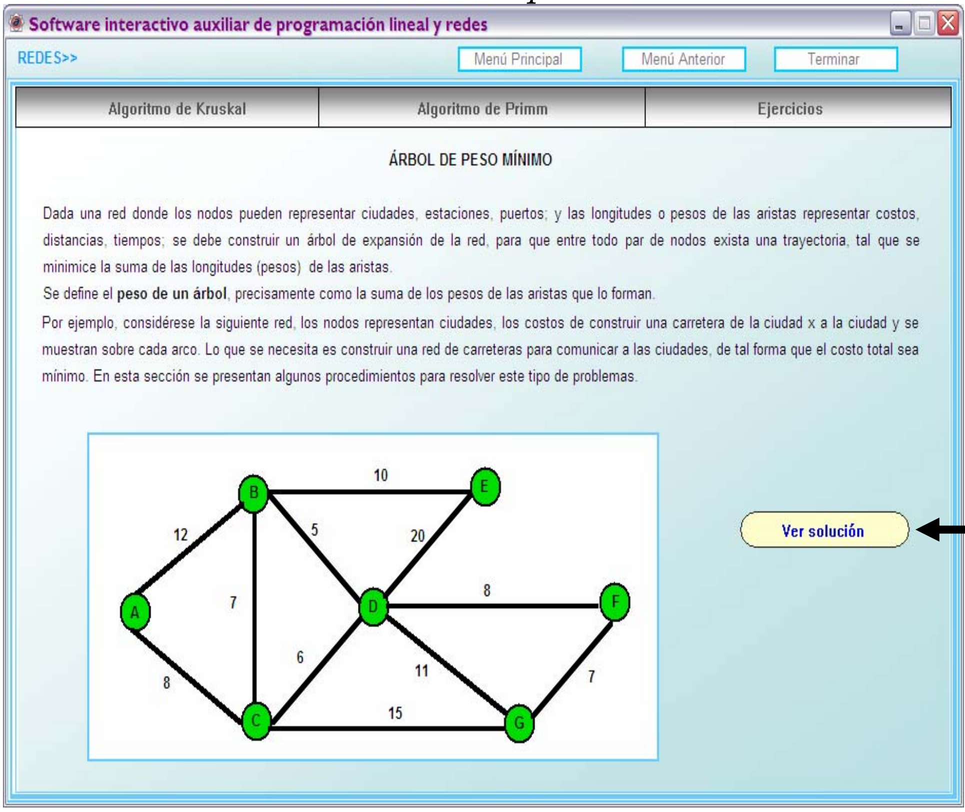


Pantalla Árbol de peso mínimo



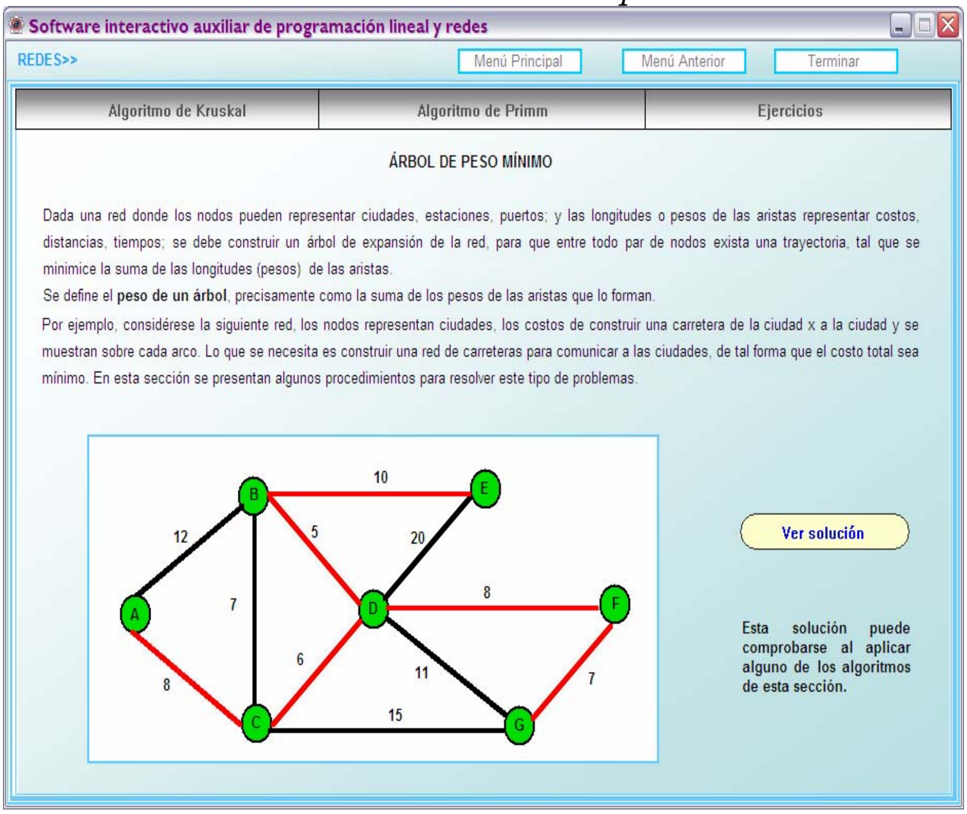
4.3.5 Pantalla Árbol de peso mínimo

Pantalla Árbol de peso mínimo



Al oprimir el botón 'Ver solución' se muestra la solución del problema presentado

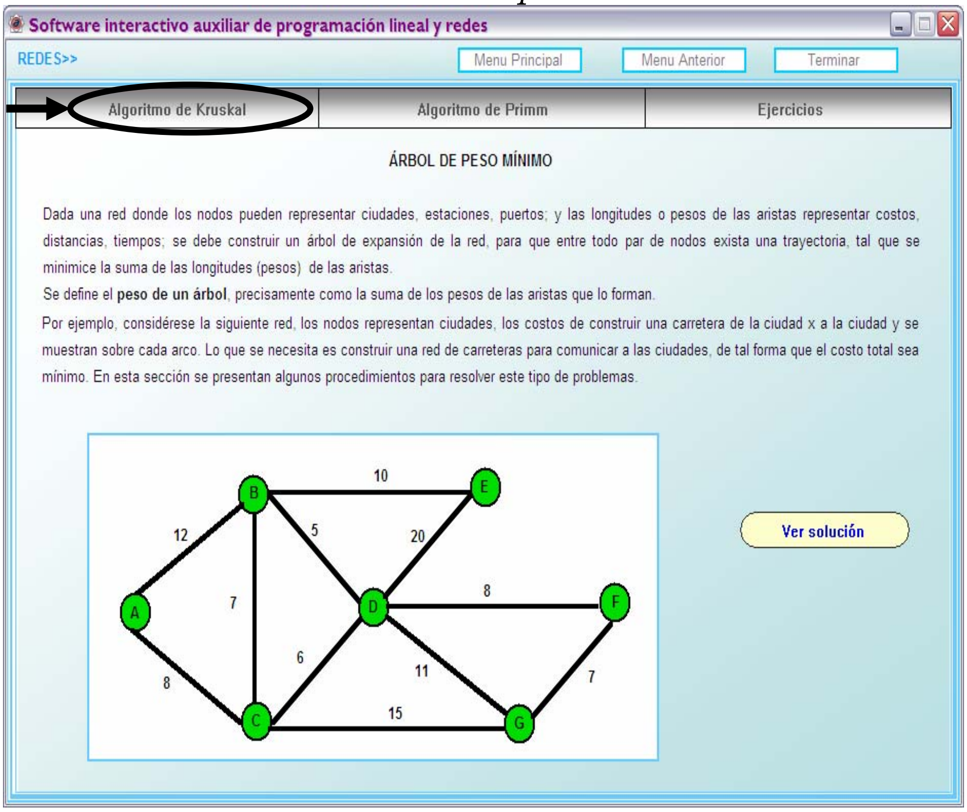
Botón de acción: solución al problema



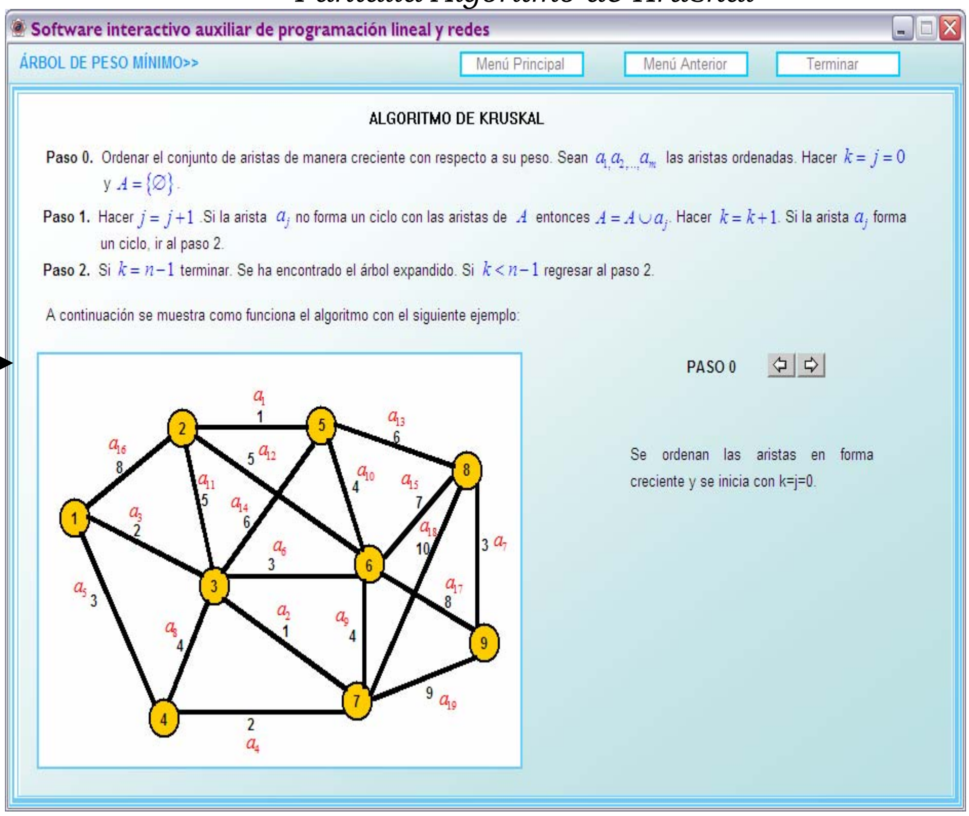
4.3.6 Botón: Algoritmo de Kruskal del menú Árbol de peso mínimo

Pantalla Árbol de peso mínimo

Al oprimir el botón 'Algoritmo de Kruskal' se pasa a la pantalla

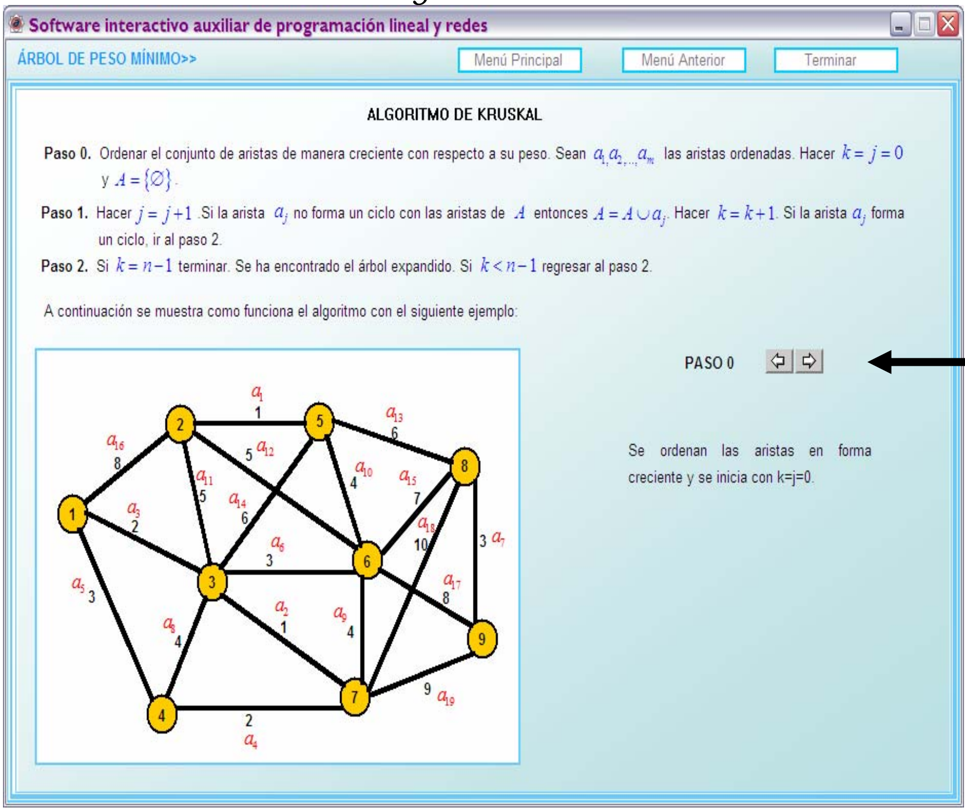


Pantalla Algoritmo de Kruskal



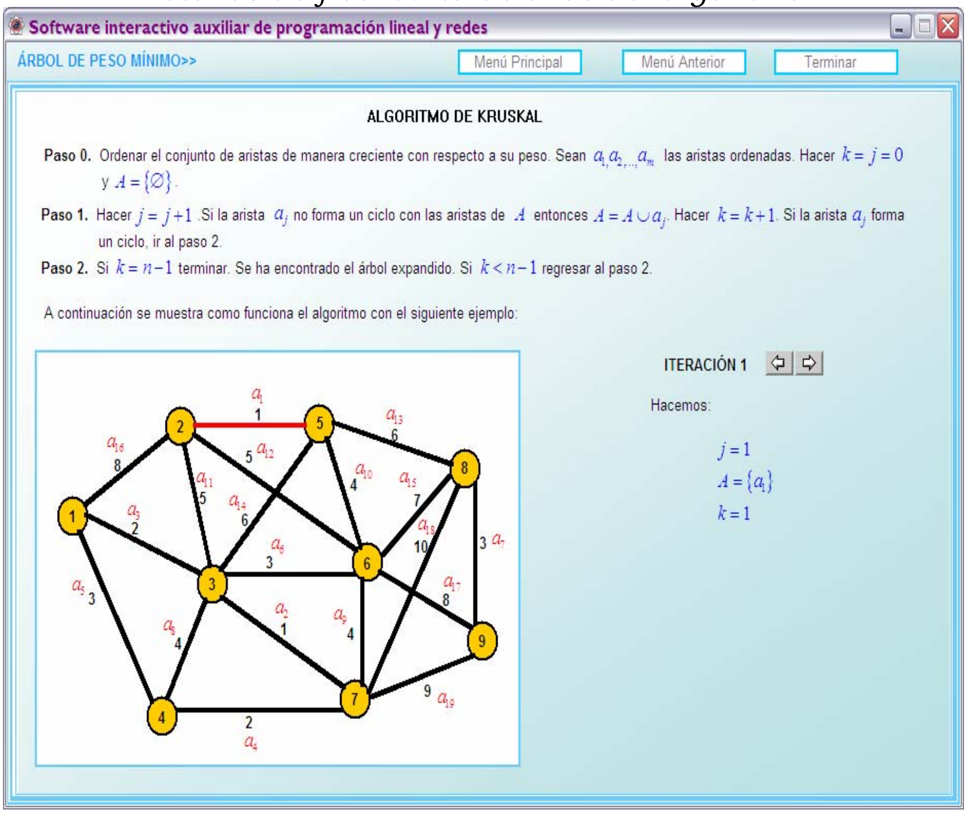
4.3.7 Pantalla Algoritmo de Kruskal

Pantalla Algoritmo de Kruskal



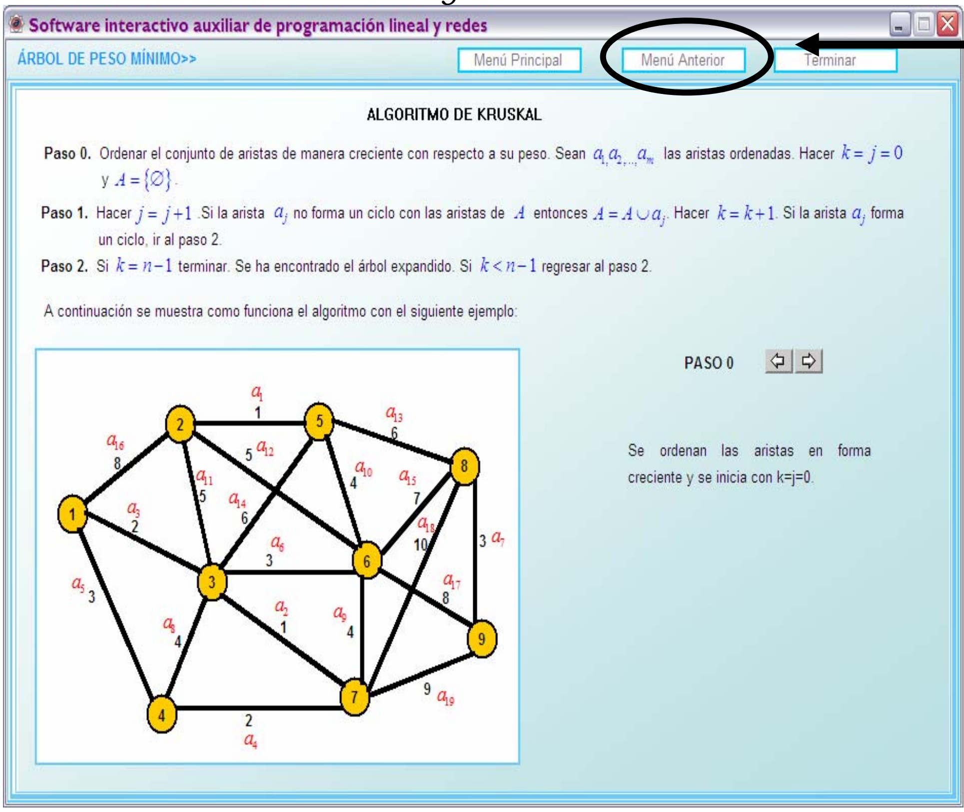
Al hacer clic sobre las flechas se pasa de una iteración a otra

Botones de flecha: iteraciones del algoritmo



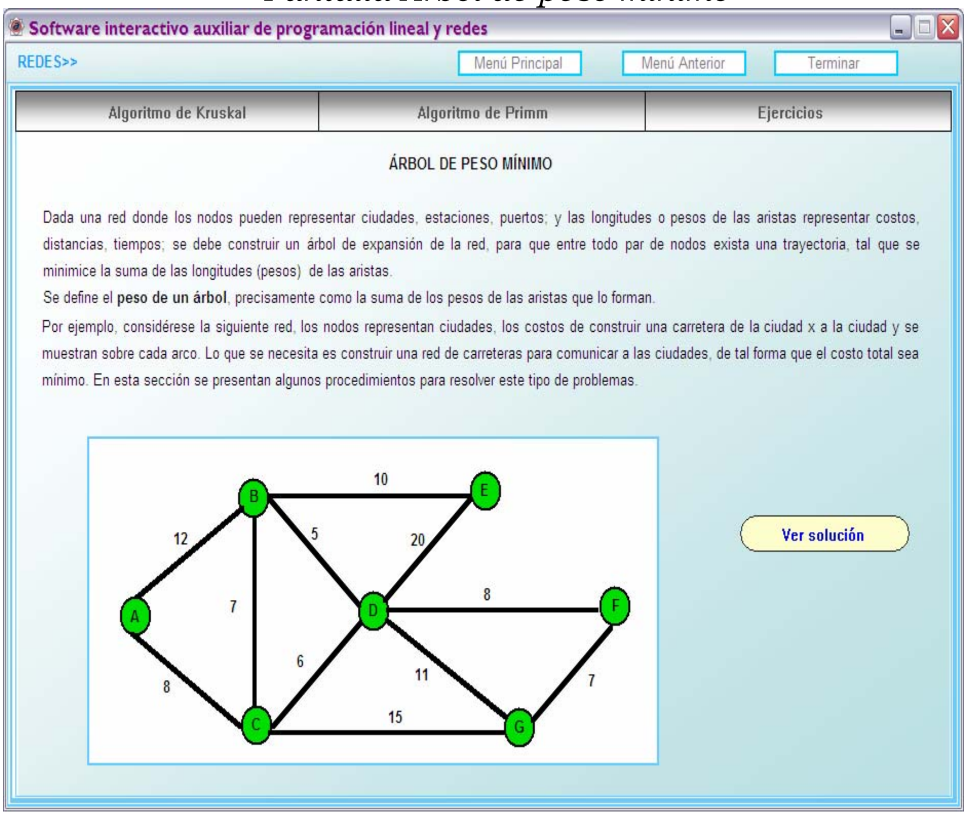
4.3.8 Botón Menú Anterior del Algoritmo de Kruskal

Pantalla Algoritmo de Kruskal



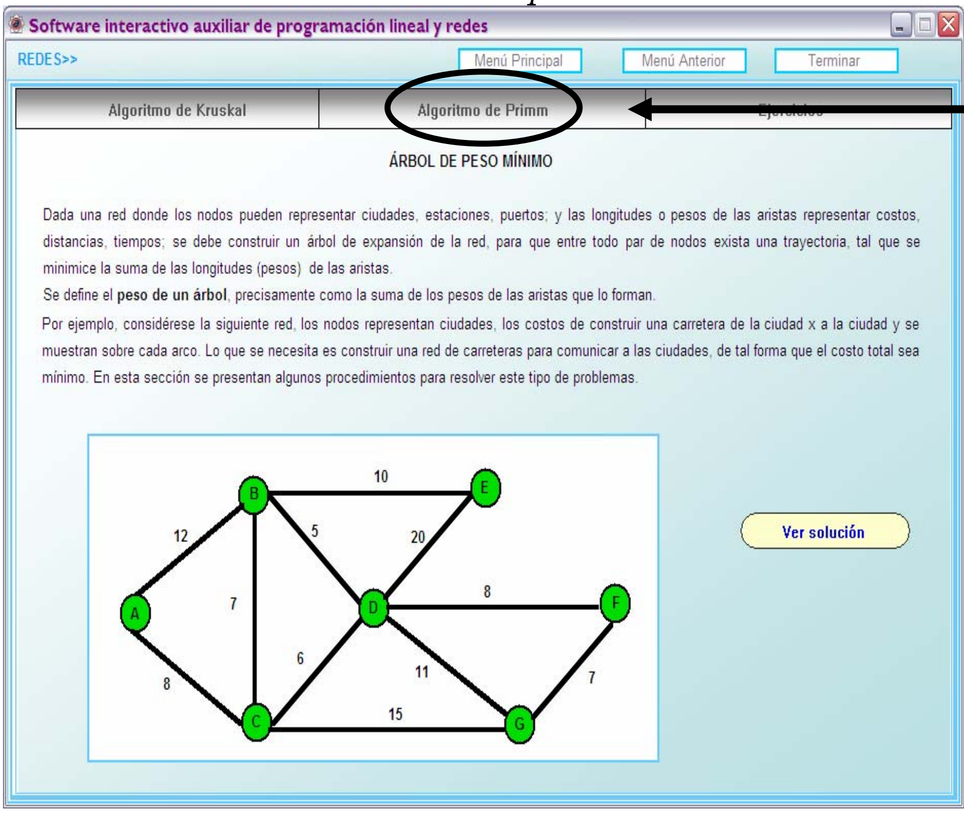
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla principal de 'Árbol de peso mínimo'

Pantalla Árbol de peso mínimo



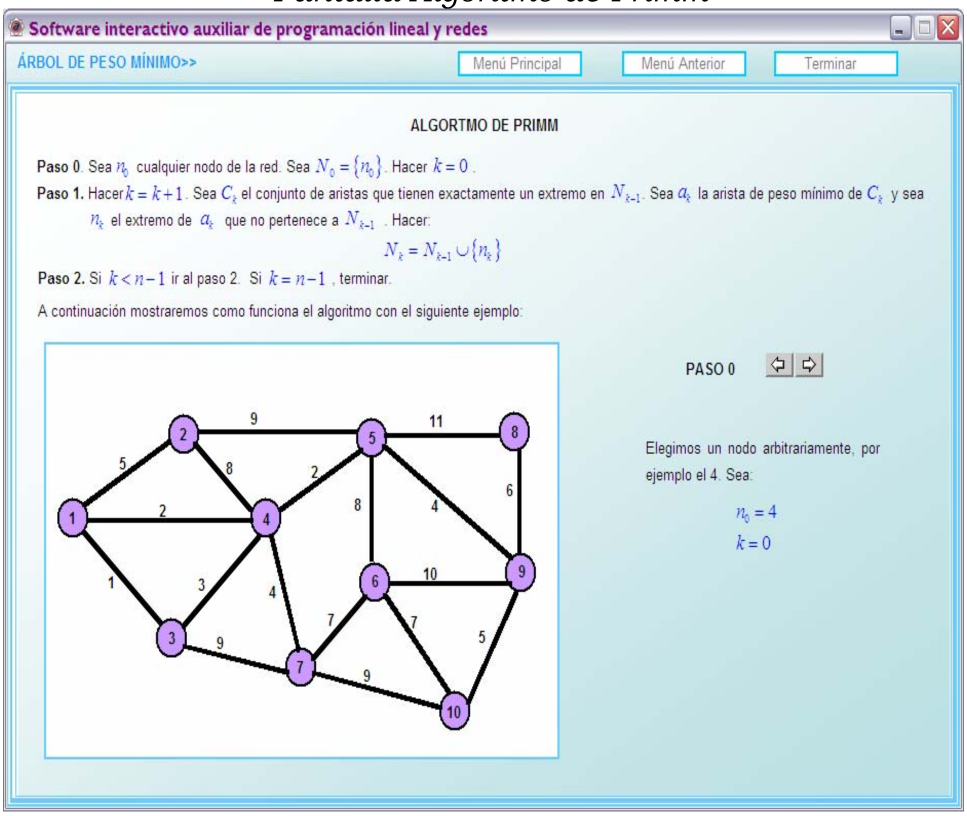
4.3.9 Botón: Algoritmo de Primm de la pantalla Árbol de peso mínimo

Pantalla Árbol de peso mínimo



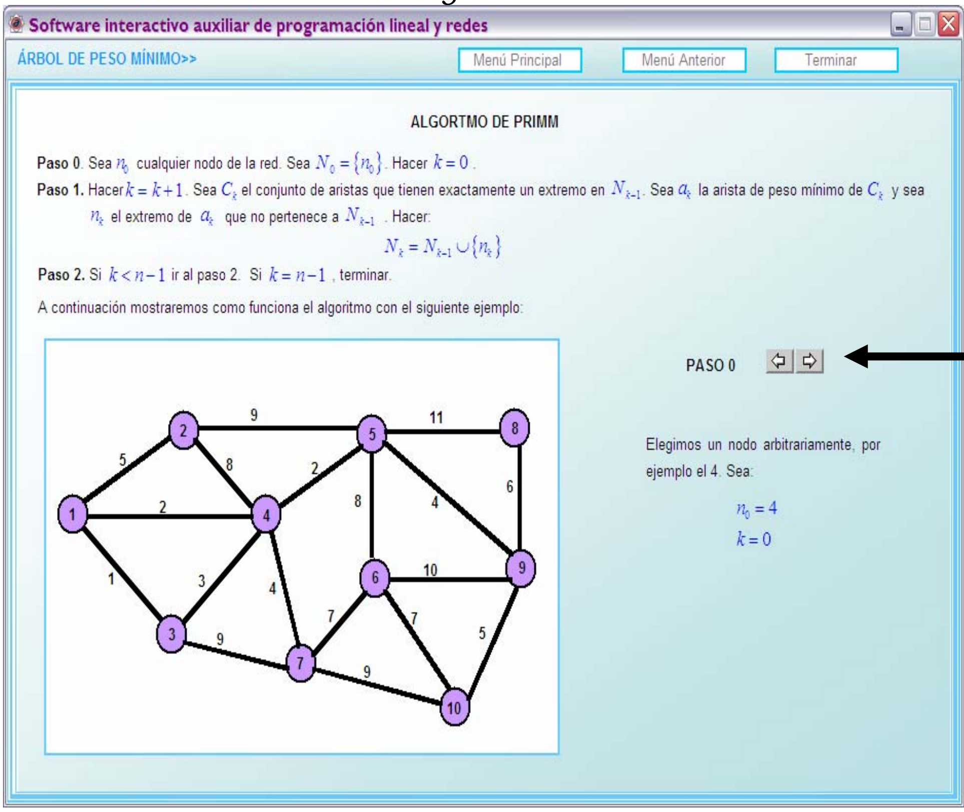
Al oprimir el botón 'Algoritmo de Primm' se pasa a la pantalla

Pantalla Algoritmo de Primm



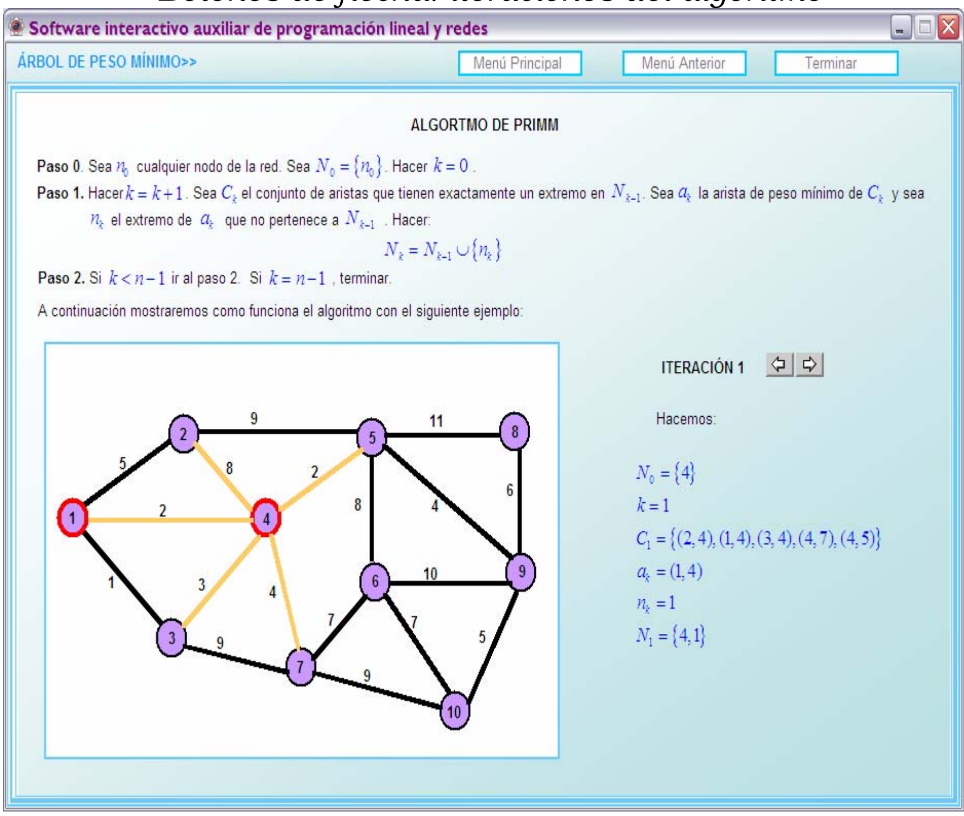
4.3.10 Pantalla Algoritmo de Primm

Pantalla Algoritmo de Primm



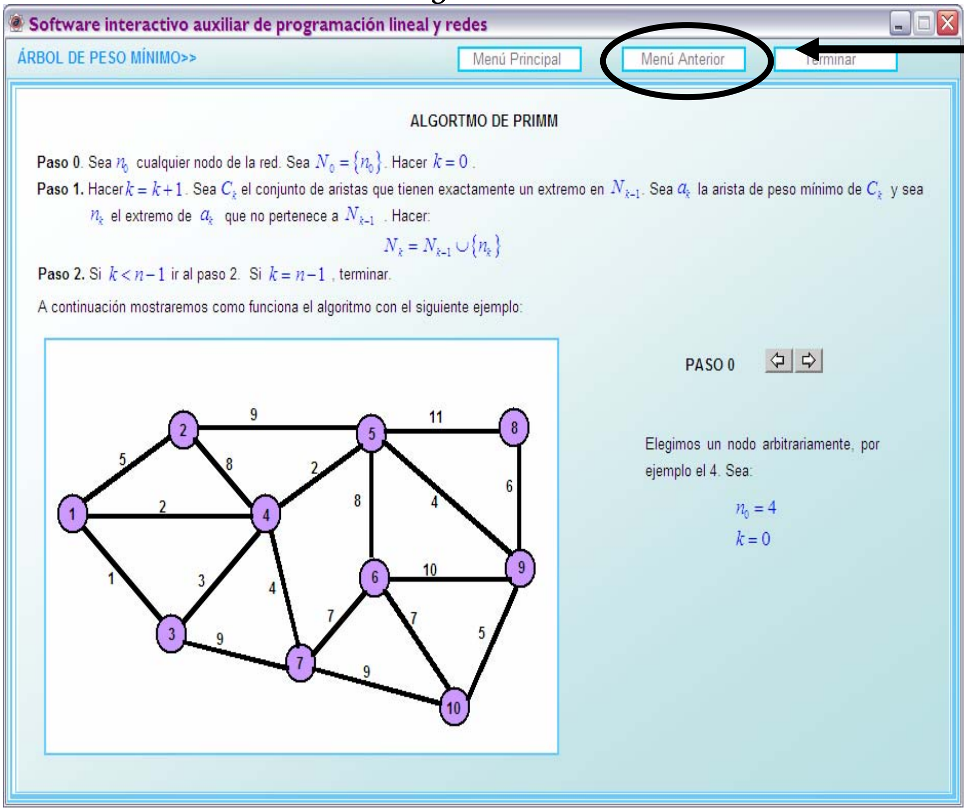
Al hacer clic sobre las flechas se pasa de una iteración a otra

Botones de flecha: iteraciones del algoritmo



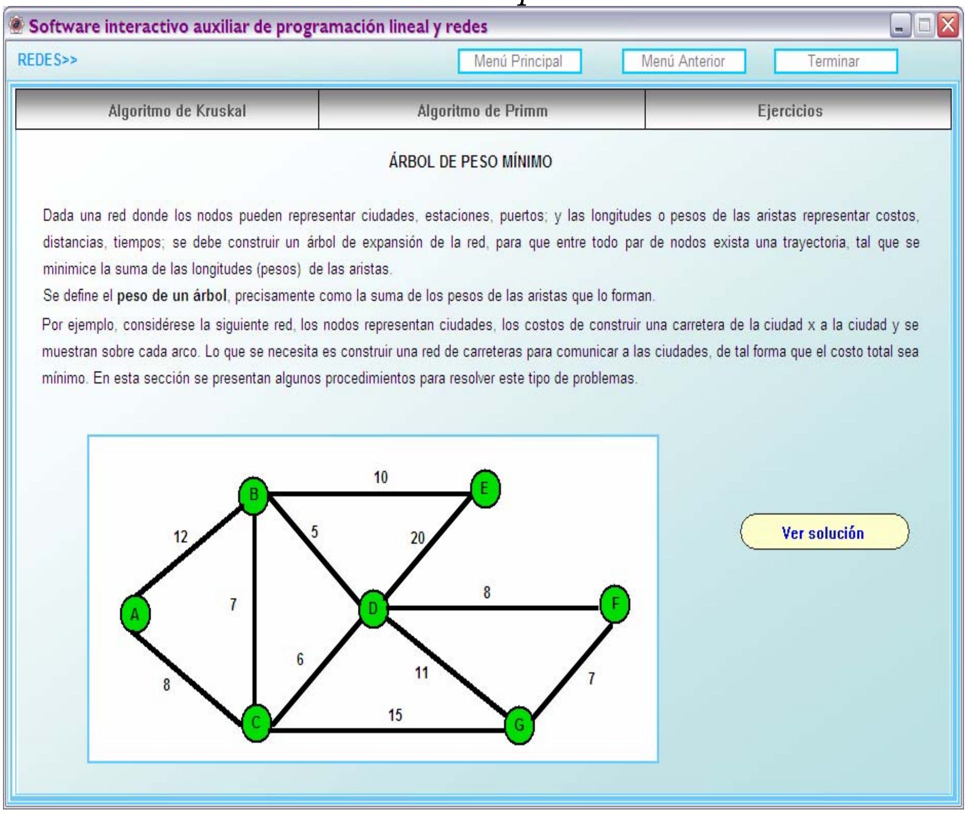
4.3.11 Botón Menú Anterior de la Pantalla Algoritmo de Primm

Pantalla Algoritmo de Primm



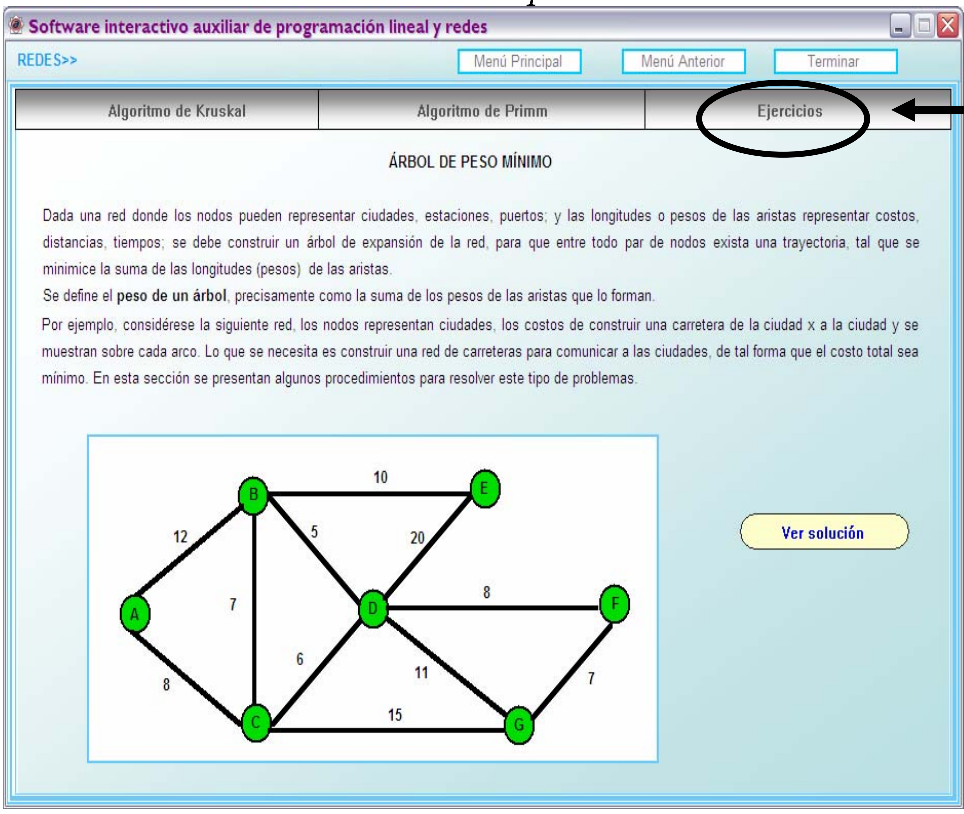
Al oprimir el botón 'Menú Anterior' se pasa a la pantalla principal de 'Árbol de peso mínimo'

Pantalla Árbol de peso mínimo



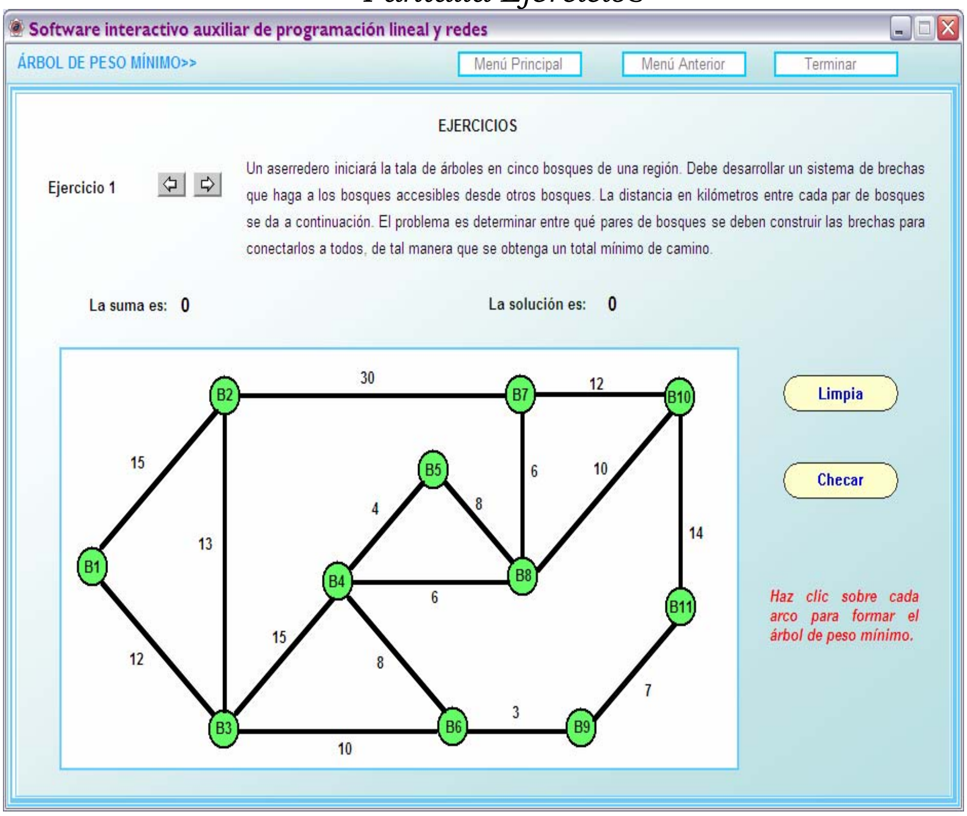
4.3.12 Botón: Ejercicios del Menú Árbol de peso mínimo

Pantalla Árbol de peso mínimo



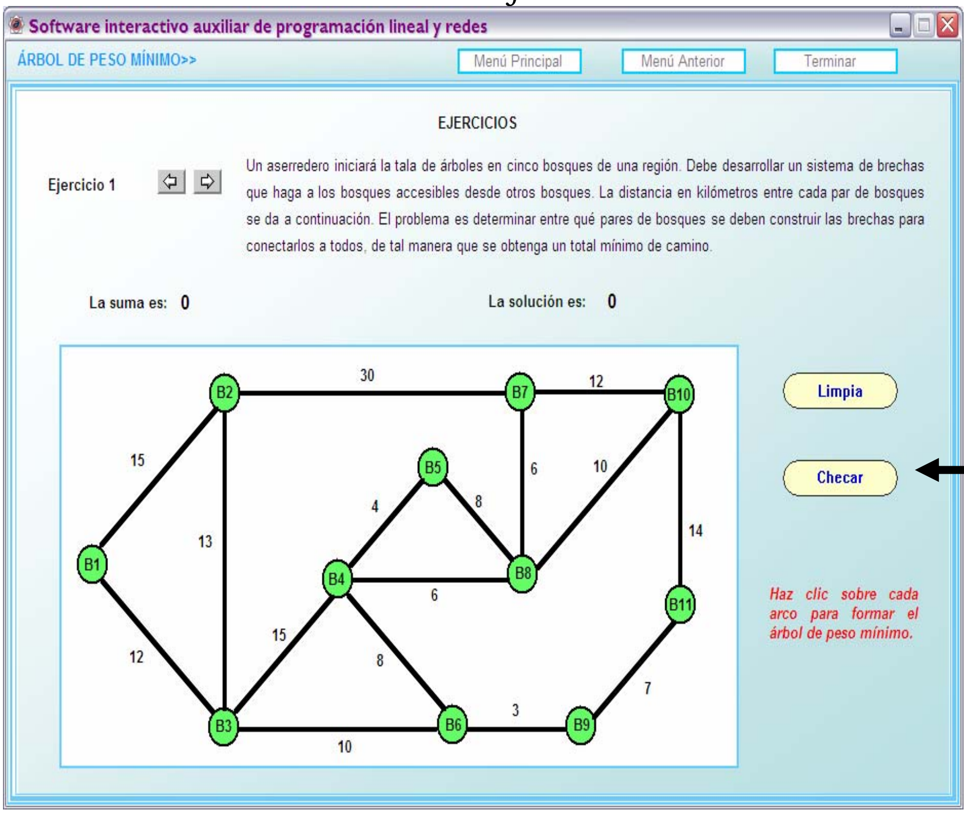
Al oprimir el botón 'Ejercicios' se pasa a la pantalla

Pantalla Ejercicios



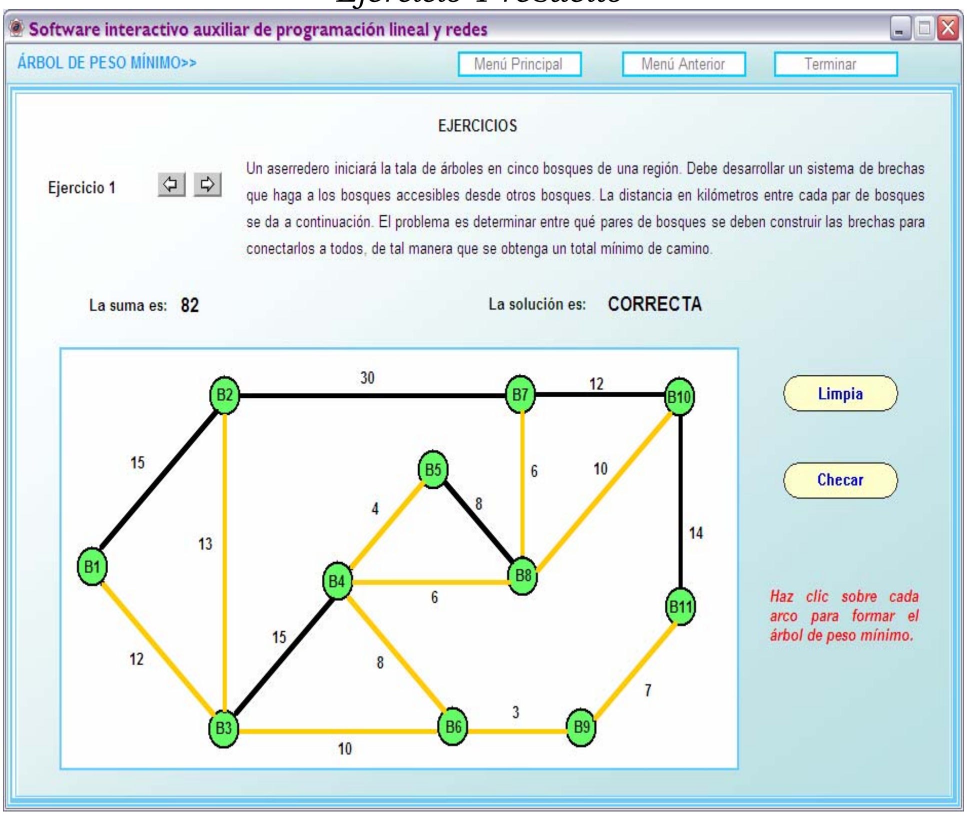
4.3.13 Pantalla Ejercicios

Pantalla Ejercicios



El botón 'Checar' sirve para verificar que la solución propuesta sea la correcta.

Ejercicio 1 resuelto



5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Bazaraa, M.S., Jarvis, J.J. y Sheraly, H.D., *"Programación Lineal y Flujo en Redes*", 2ª edición, Limusa, 2004.

[2] Hernández, M.C., "*Introducción a la teoría de redes*", Sociedad Matemática Mexicana, 1997.

[3] Hillier, F.S. y Lieberman, G.J., "*Investigación de Operaciones"*, 7ª edición, McGraw-Hill, 2002.

[4] Taha, H.A., *"Investigación de Operaciones"*, 7ª edición, Pearson Educación, 2004.