



TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Informática

SimAS: Simulador de Analizadores Sintácticos (versión 2.0)

Manual de usuario

Autor

Juan Antonio Fernández Díaz

Director

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Junio, 2023



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



Índice general

1. Introducción	1
2. Instalación y desinstalación del programa	3
2.1. Requisitos	3
2.2. Ficheros de instalación	3
2.2.1. Instalación	3
2.2.2. Desinstalación	4
2.3. Estructura del programa ejecutable	4
2.4. Instalación de Graphviz	4
2.5. Ejecución de SimAS	5
3. Características de la Interfaz	7
3.1. Introducción	7
3.2. Barras de menús	7
3.3. Barra de herramientas	8
3.4. Ventana del editor	8
3.4.1. Panel de edición	8
3.5. Ventana del simulador	9
3.5.1. Panel de simulación	10
3.6. Ventana de simulación	12
3.7. Ventana de asistente	12
3.8. Ventana de Visualización del Árbol Sintáctico	14
3.9. Ventana de Derivación Sintáctica	14
3.10. Ventanas de edición	14
4. Editor de Gramáticas	17

ÍNDICE GENERAL

4.1. Introducción	17
4.2. Interfaz del editor	17
4.2.1. Barra de menús del editor	17
4.2.2. Barra de herramientas del editor	18
4.2.3. Panel de visualización de gramáticas	19
4.3. Funcionalidad del editor de gramáticas	21
4.3.1. Nueva gramática	22
4.3.1.1. Paso 1. Datos de la gramática	23
4.3.1.2. Paso 2. Símbolos de la gramática	23
4.3.1.3. Paso 3. Producciones de la gramática	24
4.3.1.4. Paso 4. Símbolo inicial de la gramática	25
4.3.2. Cargar gramática	25
4.3.3. Guardar gramática	25
4.3.4. Cerrar gramática	26
4.3.5. Validar gramática	26
4.3.6. Editar la gramática	27
4.3.7. Gestionar el vocabulario de la gramática	27
4.3.8. Gestionar símbolos no terminales	28
4.3.9. Gestionar símbolos terminales	29
4.3.10. Gestionar las producciones de la gramática	29
4.3.11. Seleccionar símbolo inicial	31
4.3.12. Generar el informe de la gramática	33
4.3.13. Lanzar el Simulador Descendente	36
4.3.14. Lanzar el Simulador Ascendente	36
4.3.15. Salir	36
5. Simulación Descendente	37
5.1. Introducción	37
5.2. Asistente de nueva simulación descendente	37
5.2.1. Paso 1. Producciones para la simulación descendente	37
5.2.2. Paso 2. Conjuntos primero y siguiente	39
5.2.3. Paso 3. Construcción de la tabla predictiva	40

5.2.4. Paso 4. Creación de las funciones de error	40
5.2.4.1. Nueva función de error	41
5.2.4.2. Borrar una función de error	43
5.2.5. Paso 5. Completar la tabla con las funciones de error	43
5.3. Interfaz del simulador Descendente	44
5.3.1. Barra de menús del Simulador Descendente	44
5.3.2. Barra de herramientas del simulador	45
5.3.3. Panel de visualización del simulador descendente	46
5.4. Simulación de Gramáticas	53
5.4.1. Nueva Simulación Descendente	53
5.4.1.1. Introducir o modificar la cadena de entrada	55
5.4.1.2. Moverse por la simulación	55
5.4.1.3. Informe de la simulación descendente	57
5.4.2. Resultados de la simulación descendente	62
6. Simulación Ascendente	65
6.1. Introducción	65
6.2. Asistente de nueva simulación ascendente	65
6.2.1. Paso 1. Selección del método de simulación ascendente	65
6.2.2. Paso 2. Conjuntos primero y siguiente	66
6.2.3. Paso 3. Construcción de la colección canónica	66
6.2.4. Paso 4. Construcción de la tabla LR	67
6.2.5. Paso 5. Creación de las funciones de error	68
6.2.5.1. Nueva función de error	69
6.2.5.2. Borrar una función de error	71
6.2.6. Paso 5.1. Completar la tabla con las funciones de error	71
6.3. Interfaz del simulador Ascendente	74
6.3.1. Barra de menús del Simulador Ascendente	74
6.3.2. Barra de herramientas del simulador	74
6.3.3. Panel de visualización del simulador ascendente	75
6.4. Simulación de análisis sintáctico ascendente	81
6.4.1. Nueva simulación de análisis sintáctico ascendente	81

ÍNDICE GENERAL

6.4.1.1.	Introducir o modificar la cadena de entrada	83
6.4.1.2.	Moverse por la simulación	83
6.4.1.3.	Informe de la simulación ascendente	85
6.4.2.	Resultados de la simulación ascendente	90
7. Ejemplos Prácticos		93
7.1.	Introducción	93
7.2.	Creación de una gramática de contexto libre	93
7.2.1.	Nueva gramática	94
7.2.1.1.	Paso 1.- Datos de la gramática	94
7.2.1.2.	Paso 2.- Vocabulario de la gramática	94
7.2.1.3.	Paso 3.- Producciones de la gramática	96
7.2.1.4.	Paso 4.- Selección del símbolo inicial	99
7.2.2.	Visualización y validación de la gramática	99
7.2.3.	Otras opciones sobre la gramática	101
7.3.	Simulación del análisis sintáctico descendente	102
7.3.1.	Paso 1.- Producciones para la simulación descendente	102
7.3.2.	Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente	102
7.3.3.	Paso 3.- Tabla predictiva	103
7.3.4.	Paso 4.- Funciones de error	104
7.3.5.	Paso 5.- Incluir funciones de error	104
7.3.6.	Panel de la simulación descendente	107
7.3.7.	Simulación descendente de una cadena de entrada	107
7.4.	Simulación del análisis sintáctico ascendente	111
7.4.1.	Simulación del análisis sintáctico ascendente SLR	111
7.4.1.1.	Paso 1.- método de simulación ascendente	111
7.4.1.2.	Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente	111
7.4.1.3.	Paso 3.- Colección canónica	111
7.4.1.4.	Paso 4.- Tabla LR	113
7.4.1.5.	Paso 5.- Funciones de error	113
7.4.1.6.	Paso 5.1- Completar tabla LR con funciones de error	113
7.4.1.7.	Panel de la simulación Ascendente SLR	116

7.4.1.8. Simulación del análisis ascendente SLR.	116
7.4.2. Simulación del análisis sintáctico ascendente LR-canónico	118
7.4.2.1. Paso 1.- método de simulación ascendente	118
7.4.2.2. Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente	118
7.4.2.3. Paso 3.- Colección canónica	120
7.4.2.4. Paso 4.- Tabla LR	120
7.4.2.5. Paso 5.- Funciones de error	120
7.4.2.6. Panel de la simulación Ascendente LR-canónico	120
7.4.2.7. Simulación de la análisis LR-canónico	122
7.4.3. Simulación del análisis sintáctico ascendente LALR	124
7.4.3.1. Paso 1.- método de simulación ascendente	124
7.4.3.2. Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente	124
7.4.3.3. Paso 3.- Colección canónica	125
7.4.3.4. Paso 4.- Tabla LR	125
7.4.3.5. Paso 5.- Funciones de error	125
7.4.3.6. Panel de la simulación Ascendente LALR	125
7.4.3.7. Simulación del análisis LALR de una cadena de entrada .	128
Bibliografía	131

Índice de figuras

3.1. Barras de menús de simAS	7
3.2. Barra de herramientas de simAS	8
3.3. Ventana del editor.	9
3.4. Panel de edición.	10
3.5. Ventana de simulación.	11
3.6. Panel de simulación.	11
3.7. Ventana de simulación.	13
3.8. Ventana de asistente	13
3.9. Gramática Original.	14
3.10. Ventana de visualización del árbol sintáctico.	15
3.11. Ventana de derivación del análisis sintáctico	15
3.12. Ventana de edición	16
4.1. Barra de menú del editor	17
4.2. Menú Editor	18
4.3. Menú Gramática	18
4.4. Barra de herramientas del editor	19
4.5. Panel de visualización de gramáticas	20
4.6. Parte del nombre, descripción y estado	20
4.7. Parte de símbolos y símbolo inicial	21
4.8. Parte de visualización de la gramática	21
4.9. Asistente de creación de una nueva Gramática	22
4.10. Asistente de creación de gramática. Paso 1. Datos de la gramática.	23
4.11. Asistente de creación de nueva gramática. Paso 2. Símbolos de la gramática.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

4.12. Asistente de creación de una nueva gramática. Paso 3. Producciones de la gramática	24
4.13. Asistente de nueva gramática. Paso 4. Símbolo inicial de la gramática	25
4.14. Validación de gramática correcta	26
4.15. No validación de gramática incorrecta	26
4.16. Ventana de edición de los datos de la gramática	27
4.17. Ventana de gestión del vocabulario	28
4.18. Ventana de gestión de los símbolos no terminales	28
4.19. Ventana de gestión de los símbolos terminales	29
4.20. Ventana de gestión de las producciones	30
4.21. Ventana de inserción y modificación de producciones	31
4.22. Ventana de modificación de un producción	32
4.23. Ventana de selección del símbolo inicial	32
 5.1. Gramática correcta	38
5.2. Gramática factorizada por la izquierda	38
5.3. Gramática recursiva por la izquierda	39
5.4. Conjuntos primero y siguiente	39
5.5. Construcción de la tabla predictiva	40
5.6. Aspecto inicial de la pantalla de creación de las funciones de error	41
5.7. Creación de una función de error	41
5.8. Error identificador de función de error	42
5.9. Acciones de las funciones de error	42
5.10. Borrar función de error	43
5.11. Completar la tabla predictiva con las funciones de error	44
5.12. Error al introducir las funciones de error	45
5.13. Barra de menús del simulador	45
5.14. Menú Simulador	45
5.15. Barra de herramientas del simulador	46
5.16. Panel de visualización del simulador descendente	46
5.17. Título y generador del informe de la simulación descendente	47
5.18. Gramática de la simulación descendente	52

5.19. Funciones de error de la simulación descendente.	52
5.20. Tabla predictiva de la simulación descendente.	53
5.21. Nueva Simulación Descendente.	54
5.22. Cadena de entrada.	54
5.23. Botonera de la simulación.	54
5.24. Tabla de la simulación descendente.	55
5.25. Introducir una cadena de entrada.	56
5.26. Modificar una cadena de entrada.	56
5.27. Simulación descendente correcta.	62
5.28. Simulación descendente incorrecta.	63
 6.1. Selección del método de simulación ascendente.	66
6.2. Conjuntos primero y siguiente.	66
6.3. Construcción de la colección canónica de elementos LR(0).	67
6.4. Construcción de la tabla LR.	68
6.5. Aspecto inicial de la pantalla de creación de las funciones de error.	68
6.6. Creación de una función de error.	69
6.7. Error en el identificador de función de error.	70
6.8. Acciones de las funciones de error.	70
6.9. Borrar función de error.	71
6.10. Completar la tabla LR con las funciones de error.	72
6.11. Insertar funciones de error.	73
6.12. Completar tabla Acción con reducciones.	73
6.13. Barra de menús del simulador	74
6.14. Menú Simulador.	74
6.15. Barra de herramientas del simulador.	74
6.16. Panel de visualización del simulador ascendente.	75
6.17. Título y generador del informe de la simulación ascendente	75
6.18. Gramática de la simulación ascendente.	80
6.19. Funciones de error de la simulación ascendente.	80
6.20. Tabla LR de la simulación ascendente	81
6.21. Nueva simulación del análisis sintáctico ascendente	82

ÍNDICE DE FIGURAS

6.22. Cadena de entrada.	82
6.23. Botonera de la simulación	82
6.24. Tabla de la simulación ascendente.	83
6.25. Introducir una cadena de entrada.	84
6.26. Modificar una cadena de entrada.	84
6.27. Simulación ascendente correcta.	90
6.28. Simulación ascendente incorrecta.	91
6.29. Árbol Sintáctico.	91
6.30. Derivación.	92
 7.1. Ejemplo de creación de una nueva gramática.	94
7.2. Datos de la gramática.	95
7.3. Vocabulario de la gramática.	95
7.4. Creación de los símbolos no terminales.	96
7.5. Creación de los símbolos terminales.	97
7.6. Creación del vocabulario.	97
7.7. Creación de las producciones de la gramática.	98
7.8. Crear nuevas producciones.	98
7.9. Creación de las producciones.	99
7.10. Selección del símbolo inicial.	100
7.11. Visualización de la gramática.	100
7.12. Validación de la gramática.	101
7.13. Producciones para la simulación descendente.	102
7.14. Conjuntos primero y siguiente.	103
7.15. Tabla predictiva.	103
7.16. Funciones de error.	104
7.17. Nueva función de error.	105
7.18. Lista de funciones de error.	105
7.19. Completar tabla predictiva con funciones de error.	106
7.20. Visualización de la gramática original.	106
7.21. Panel de la simulación descendente	107
7.22. Aspecto inicial de simulación del análisis sintáctico descendente.	108

7.23. Simulación descendente correcta.	108
7.24. Simulación descendente incorrecta.	109
7.25. Árbol Sintáctico.	110
7.26. Derivación.	110
7.27. Selección del método SLR	112
7.28. Conjuntos <i>Primero</i> y <i>Siguiente</i>	112
7.29. Colección de elementos LR(0).	113
7.30. Cálculo de la tabla LR.	114
7.31. Declaración de funciones de error.	114
7.32. Completar la tabla LR.	115
7.33. Visualización de la gramática original.	115
7.34. Simulador del análisis ascendente SLR.	116
7.35. Simulación ascendente SLR.	117
7.36. Árbol Sintáctico.	117
7.37. Derivación	118
7.38. Selección del método LR-canónico.	119
7.39. Conjuntos <i>Primero</i> y <i>Siguiente</i>	119
7.40. Colección canónica de elementos LR(1)	120
7.41. Cálculo de la tabla LR	121
7.42. Simulador ascendente LR-canónico	121
7.43. Simulación del análisis ascendente LR-canónico	122
7.44. Árbol Sintáctico	123
7.45. Derivación	123
7.46. Selección del método LALR.	124
7.47. Conjunto Primero y Siguiente	125
7.48. Colección canónica de elementos LALR(1)	126
7.49. Cálculo de la tabla LR	126
7.50. Simulador ascendente LALR	127
7.51. Simulación del análisis sintáctico ascendente LALR	128
7.52. Árbol Sintáctico	129
7.53. Derivación	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

Introducción

La aplicación SimAS es una herramienta didáctica, interactiva y multiplataforma que permite la adquisición de los fundamentos de los analizadores sintácticos y trabajar con ellos.

Mediante el uso de esta aplicación se puede aprender a crear gramáticas de contexto libre y realizar simulaciones de los métodos de análisis sintáctico descendente así como de los métodos de análisis sintáctico ascendente LR [1]. Además, SimAS le ayudará a comprender mejor los fundamentos en los que se basan estos métodos, convirtiéndose en un valioso aliado que le facilitará el aprendizaje de esta materia.

A lo largo de este manual, cualquier estudiante de Ingeniería Informática, que tenga las nociones básicas sobre gramáticas de contexto libre y análisis sintácticos, aprenderá a manejar eficazmente la aplicación.

El contenido de este manual de usuario es el siguiente:

- Instalación y desinstalación del programa.
- Características de la interfaz de SimAS.
- Editor de gramáticas.
- Simulación Descendente.
- Simulación Ascendente.
- Ejemplos prácticos.

Capítulo 2

Instalación y desinstalación del programa

2.1. Requisitos

En esta sección se detallan los requisitos necesarios para poder ejecutar SimAS en un ordenador. Estos requisitos se clasifican en:

- *Requisitos de hardware.*
- *Requisitos de software.*

Ambos requisitos vienen determinados por los requisitos de la máquina virtual de Java [3], la cual es multiplataforma (consúltese la referencia bibliográfica para conocer los requisitos *hardware* y *software*, adaptados a la última versión disponible de la máquina virtual).

2.2. Ficheros de instalación

La aplicación SimAS se suministra en un fichero autoejecutable de java (.jar), junto con las librerías necesarias y ficheros de ejemplo organizadas en carpetas. Este programa carece de un auto-instalador, esto hace que el proceso de instalación y desinstalación sea muy simple.

2.2.1. Instalación

Al estar compactado en un fichero autoejecutable .jar, la instalación de este programa consiste en copiar la carpeta **SimAS**, donde se encuentra el ejecutable y todas las subcarpetas auxiliares, en un directorio en su máquina.

SimAS, por su parte, no guarda ningún fichero de configuración o de librerías en su máquina, por lo que no habrá que preocuparse más que de copiar la carpeta mencionada y ya estará listo para utilizar el programa.

Debe tener en cuenta que no deberá borrar, bajo ningún concepto, ninguna de las carpetas que se suministran con el ejecutable, puesto que la aplicación dejaría de funcionar correctamente.

2.2.2. Desinstalación

Para desinstalar la aplicación, lo único que debe hacer es borrar la carpeta SimAS de su equipo y ya habrá desinstalado la aplicación. Al no instalar o guardar ningún fichero de comunicación, claves de registro, etcétera, con esto habrá borrado por completo la aplicación.

2.3. Estructura del programa ejecutable

La aplicación SimAS se distribuye ya comprimida en formato autoejecutable de java (.jar). Aún así, la aplicación tiene ciertas dependencias y ficheros complementarios que se suministran almacenados en carpetas junto con la aplicación. Toda la aplicación, junto con los complementos, se proporciona en una carpeta denominada **SimAS**.

Esta carpeta contiene los siguientes ficheros y directorios:

- **Fichero SimAS.jar**: fichero ejecutable del programa SimAS.
- **Directorio lib**: contiene librerías necesarias para el funcionamiento de la aplicación.
- **Directorio ejemplos**: contiene gramáticas de ejemplo para ser utilizadas con SimAS.

Es importante resaltar el hecho de que si se borra la carpeta de las librerías, el programa dejará de funcionar correctamente.

2.4. Instalación de Graphviz

Para que SimAs funcione, es necesario descargar Graphviz [2] en su última versión desde la página oficial. La instalación de Graphviz es muy simple, ya que solo es necesario seguir los pasos del instalador proporcionado. Una vez descargado e instalado es necesario también crear una variable de entorno nueva para su correcto funcionamiento. Para ello es necesario dirigirse a las propiedades del sistema y variables de entorno. Una vez en el menú de variables de entorno, se debe crear una nueva variable de entorno con nombre PATH y con valor siendo la ruta de la carpeta bin de la carpeta Graphviz creada a partir de la instalación anterior.

Una vez instalado Graphviz y añadida la variable de entorno correctamente, se habrá completado la instalación de Graphviz.

2.5. Ejecución de SimAS

Para ejecutar SimAS, asegúrese primero de que tiene instalada una de las últimas versiones de la máquina virtual de java. Para esto, puede descargar la versión **JRE** (de solo ejecución) o el **JDK** completo (el kit de desarrollo) de la página web de Oracle [3] y seguir las instrucciones de instalación que allí se exponen.

Una vez instalada la máquina virtual de Java, o si ya está instalada previamente, lo único que deberá hacer para ejecutar la aplicación es situarse en la carpeta SimAS y hacer clic derecho sobre el fichero **SimAS.jar**.

Al hacerlo, aparecerá el menú emergente tópico del botón derecho del ratón, pero en este caso, aparecerá una opción de ejecutar el programa en la máquina virtual de java. Tras pulsar esa opción, se iniciará la aplicación.

Otra forma de poder ejecutar la aplicación es haciendo uso de la línea de comandos: **java -jar SimAS.jar**.

Capítulo 3

Características de la Interfaz

3.1. Introducción

En este capítulo se analizarán cada uno de los componentes generales que forman la interfaz de la aplicación, como son las barras de menús, de herramientas, las ventanas, las ventanas de diálogo, etcétera. Este análisis permitirá al lector conocer la naturaleza de los componentes que posee la interfaz de SimAS y lo preparará para capítulos posteriores, donde se analizará la operativa de la aplicación en sí.

3.2. Barras de menús

Las barras de menús contienen las acciones a realizar agrupadas por categorías. En la figura 3.1, se muestra un ejemplo de una barra de menús para el Editor de gramáticas del programa SimAS.

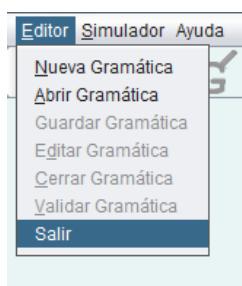


Figura 3.1: Barras de menús de simAS

La barra de menús contiene cada una de las acciones que se puede realizar en la aplicación SimAS agrupadas según la funcionalidad de la acción. Además, se ha dado un nombre muy descriptivo a cada elemento, para así procurar que la interfaz sea lo más intuitiva posible.

3.3. Barra de herramientas

La barra de herramientas contiene los accesos directos a las acciones que se pueden realizar en una ventana; estos accesos directos se representan gráficamente. En la figura 3.2, se muestra un ejemplo de una barra de herramientas para la pantalla inicial del programa SimAS.



Figura 3.2: Barra de herramientas de simAS

Se ha procurado que cada botón sea descriptivo y represente fielmente la operación que realiza. Por esto, se ha tomado como convenio usar una forma base en los iconos según el objeto al que involucran en la operación; por ejemplo: las operaciones de la gramática están representadas con la letra *G* y las operaciones de las simulaciones, con la letra *S*.

A esta base, se le ha superpuesto una forma que representa de manera gráfica la acción a llevar a cabo. así, se ha superpuesto la base del objeto con la acción a realizar, siempre en la esquina superior derecha de cada uno de los iconos de la barra de herramientas. Todo esto permite que la interfaz sea muy intuitiva y permita al usuario trabajar con eficacia y con el mínimo de confusiones posibles.

3.4. Ventana del editor

La ventana del editor permite crear, editar y validar las gramáticas de contexto libre para su posterior simulación. En la figura 3.3, se muestra un ejemplo de esta ventana con una gramática creada y validada.

La ventana está compuesta de los siguientes elementos:

1. **Barra de menús:** barra de menús de la ventana.
2. **Barra de herramientas:** barra de herramientas de la ventana.
3. **Panel de edición:** panel que almacena y representa las gramáticas.

En las secciones anteriores ya se vio con detalle la barra de menús y la barra de herramientas; a continuación se va a llevar a cabo el análisis de cada una de las partes que compone el panel de edición.

3.4.1. Panel de edición

El panel de edición permite visualizar cada uno de los componentes de las gramáticas de contexto libre así como su estado: validada o no validada. En la figura 3.4, se muestra un ejemplo de este panel.

El panel está compuesto de los siguientes elementos:

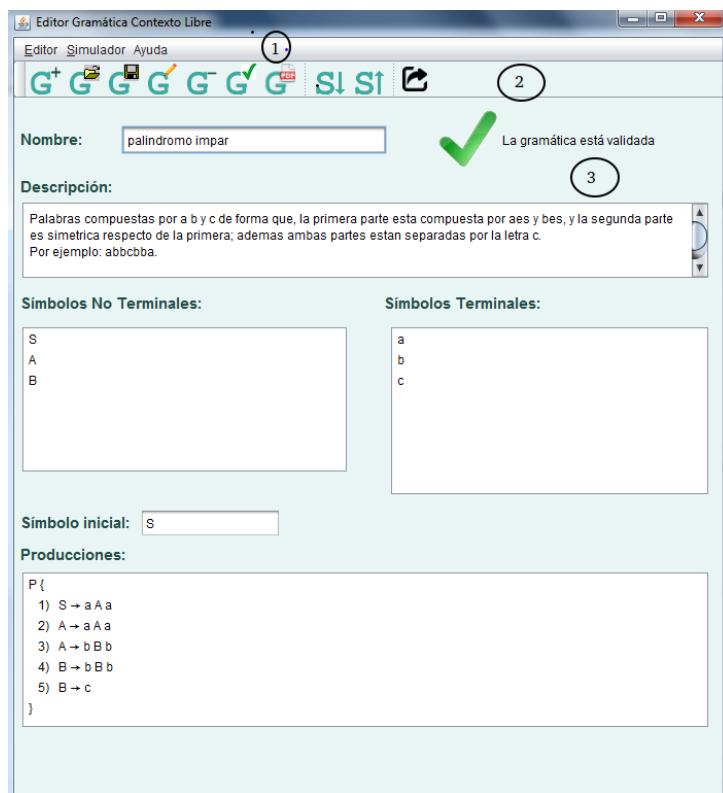


Figura 3.3: Ventana del editor.

1. **Nombre de la gramática:** nombre descriptivo de la gramática.
2. **Estado de la gramática:** muestra si la gramática ha sido validada o no.
3. **Descripción:** descripción de la gramática.
4. **Símbolos de la gramática:** se muestran los símbolos terminales y los no terminales.
5. **Símbolo inicial:** muestra cual de los símbolos no terminales es el símbolo inicial de la gramática.
6. **Producciones de la gramática:** visualización de las producciones de la gramática.

3.5. Ventana del simulador

La ventana del simulador permite ejecutar la simulación de un analizador descendente o ascendente utilizando una gramática. En la figura 3.5, se muestra un ejemplo de esta ventana.

La ventana está compuesta de los siguientes elementos:

1. **Barra de menús:** barra de menús de la ventana.

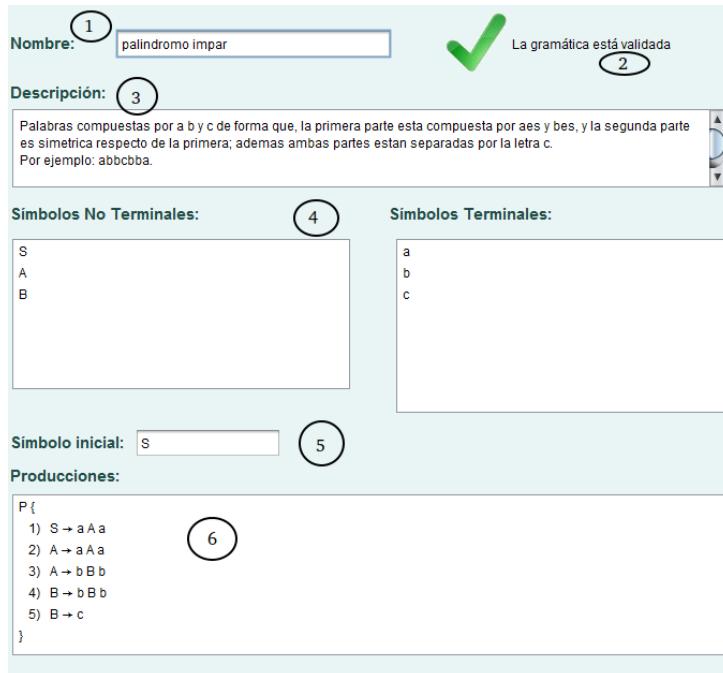


Figura 3.4: Panel de edición.

2. **Barra de herramientas:** barra de herramientas de la ventana.
3. **Panel de simulación:** panel que muestra los datos de la gramática a simular.

En las secciones anteriores ya se vió en detalle la barra de menús y la barra de herramientas, a continuación se va a llevar a cabo el análisis de cada una de las partes que compone el panel de simulación.

3.5.1. Panel de simulación

El panel de simulación permite visualizar las simulaciones de los analizadores sintácticos. En la figura 3.6, se muestra un ejemplo de este panel.

El panel está compuesto de los siguientes elementos:

1. **Tipo de análisis:** muestra el tipo de simulación que se va a llevar a cabo, *descendente* o *ascendente*. En el caso de ser la simulación del análisis ascendente, también se detalla el tipo: *SLR*, *LR-canónico* o *LALR*.
2. **Producciones de la gramática:** visualización gráfica de las producciones de la gramática.
3. **Funciones de error:** lista de funciones de error de la gramática.
4. **Tabla predictiva o tabla LR:** muestra la tabla predictiva o la tabla LR, dependiendo de método seleccionado.

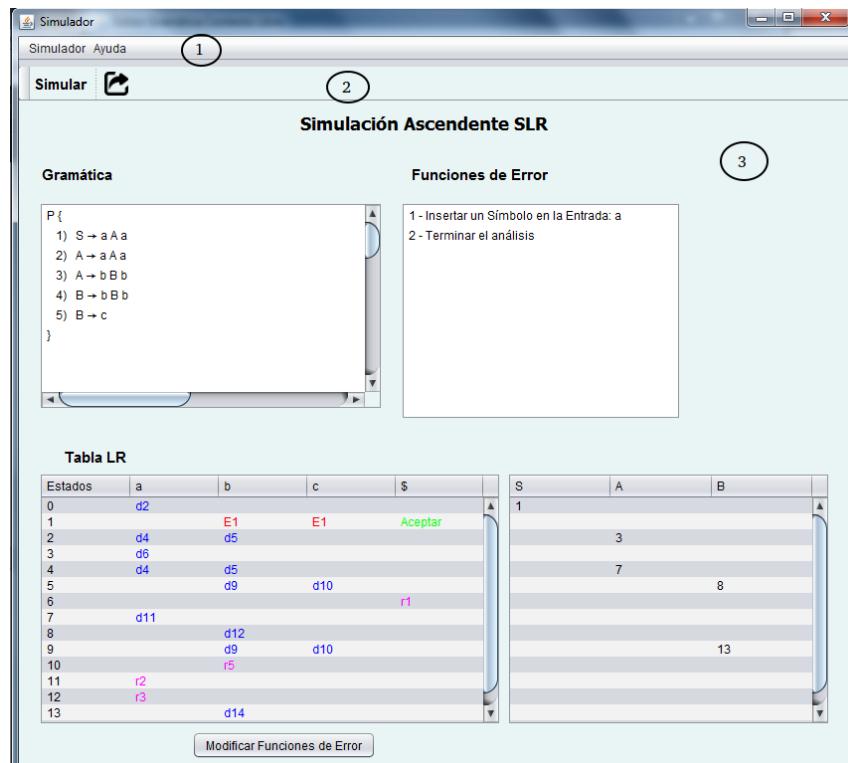


Figura 3.5: Ventana de simulación.

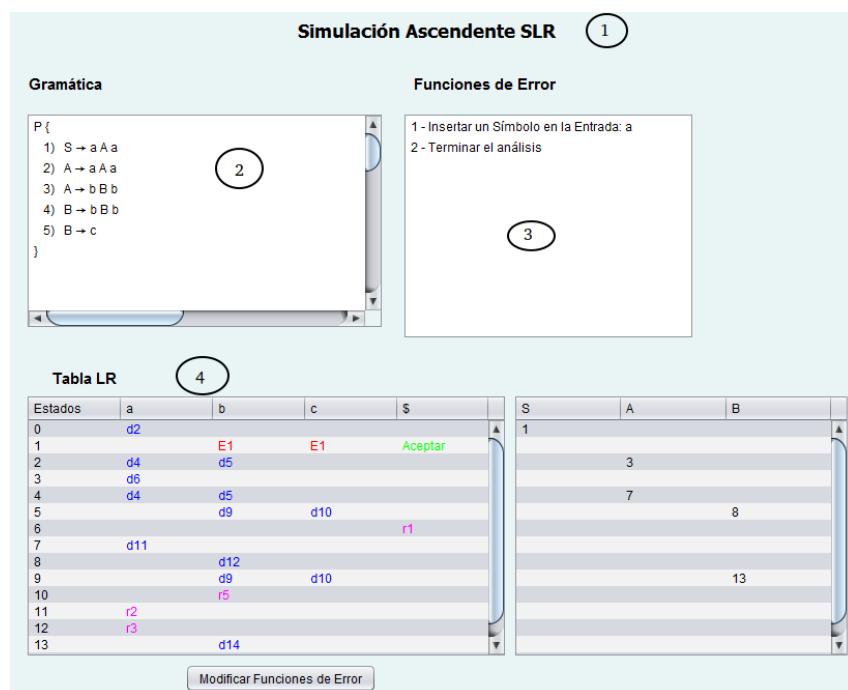


Figura 3.6: Panel de simulación.

3.6. Ventana de simulación

La ventana de simulación se encarga de ejecutar las simulaciones de una cadena de entrada. En la figura 3.7, se muestra un ejemplo de esta ventana.

La ventana está compuesta de los siguientes elementos:

1. **Tipo de análisis:** muestra el tipo de simulación que se va a llevar a cabo, *descendente* o *ascendente*. En el caso de ser la simulación del análisis ascendente, también se detalla el tipo: *SLR*, *LR-canónico* o *LALR*.
2. **Cadena de entrada:** permite introducir los símbolos terminales que forman parte de la cadena de entrada que se va a simular.
3. **Botones de avance y retroceso:** la simulación se podrá realizar paso a paso o de forma completa, pudiendo avanzar y retroceder en cada paso.
4. **Tabla de análisis:** representa la tabla de resultados del análisis.
5. **Generar Árbol Sintáctico** (Novedad): permite abrir una ventana en la que se genere el árbol sintáctico correspondiente.
6. **Generar Derivación** (Novedad): permite abrir una ventana en la que se genere la derivación de la simulación correspondiente.
7. **Informe de la Simulación:** permite al usuario generar un informe en pdf de la simulación.

3.7. Ventana de asistente

En SimAS se han creado dos tipos de asistentes: el *asistente de creación de una gramática* y el *asistente de creación de una simulación*. En la figura 3.8, se muestra un ejemplo de esta ventana, en concreto, el primer paso del asistente de creación de una gramática.

La ventana está compuesta de los siguientes elementos:

1. **Título:** contiene un título descriptivo de la ventana en la que se sitúe el asistente.
2. **Contenido:** información que se muestra en el panel en función del paso en el que se está.
3. **Botonera:** permite controlar la evolución del asistente (cancelar, ir al paso anterior, ir al primer paso, etcétera).

Visualización de la Gramática Original (Novedad): a medida que se generan los diferentes conjuntos, tablas y funciones de error, se le permite al usuario visualizar la gramática original para así poder realizar las comparaciones que deseé si dicha gramática se ha transformado en otra porque se ha eliminado la recursividad por la izquierda o se

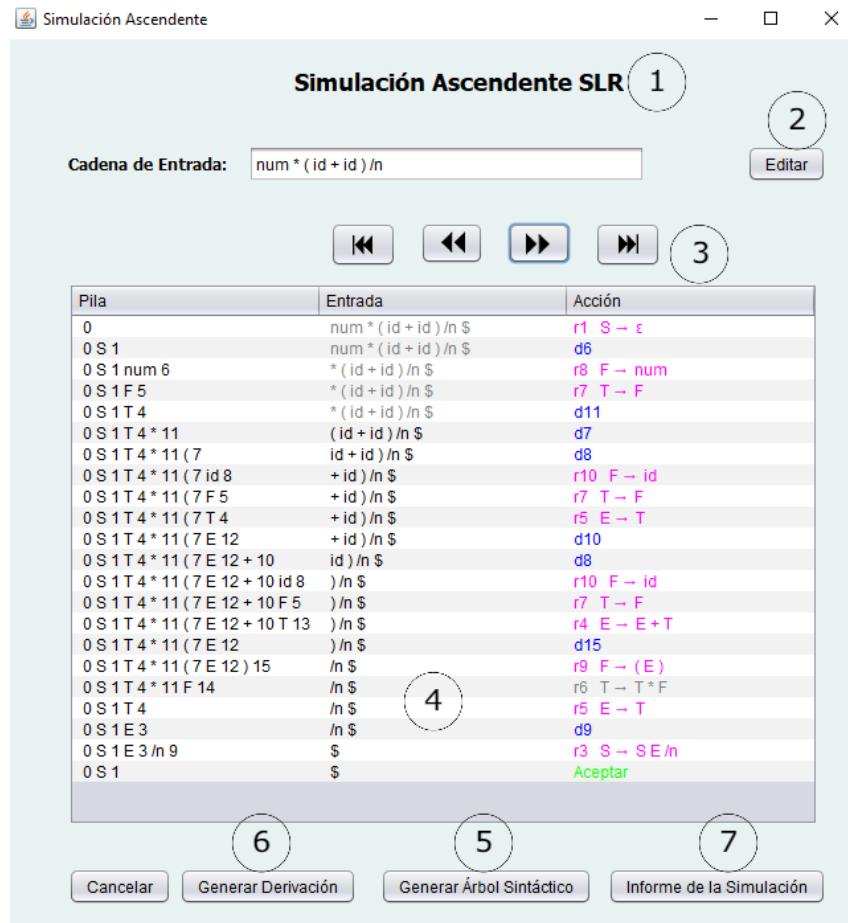


Figura 3.7: Ventana de simulación.

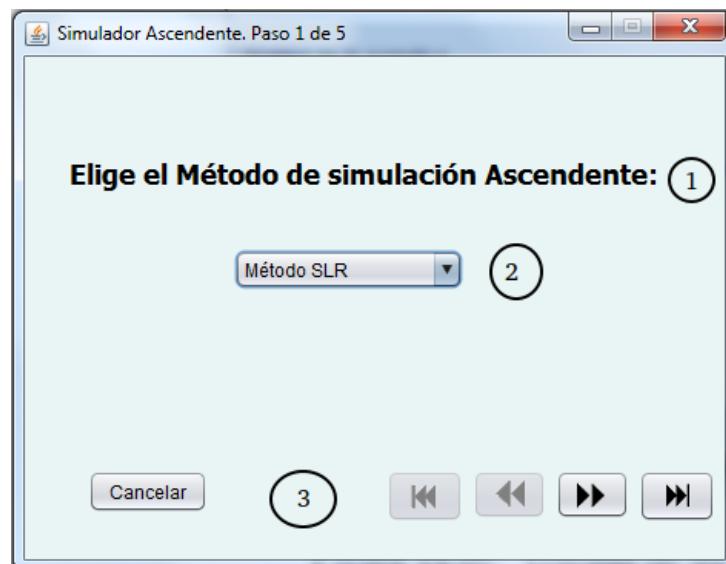


Figura 3.8: Ventana de asistente

ha factorizado por la izquierda. La ventana será un panel simple donde se muestre la gramática original de la misma forma que se muestra la gramática modificada (Figura 3.9).

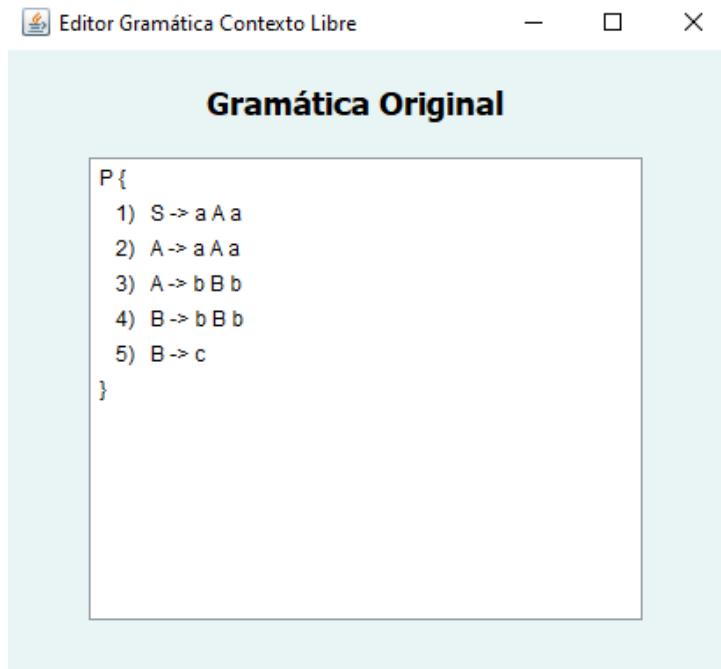


Figura 3.9: Gramática Original.

3.8. Ventana de Visualización del Árbol Sintáctico

El árbol sintáctico se podrá ver en una ventana que se irá repintando a medida que se continúe con la simulación (Figura 3.10).

3.9. Ventana de Derivación Sintáctica

Además del árbol de análisis sintáctico, es posible generar la derivación de la simulación actual en una ventana adicional tal y como se muestra en la Figura 3.11.

3.10. Ventanas de edición

Las ventanas de edición representan a todas las ventanas que permiten realizar una edición de un objeto (nombre, descripción, símbolos, producciones, funciones de error, etcétera). En la figura 3.12, se muestra un ejemplo de esta ventana, en concreto, la ventana de edición de los símbolos de la gramática.

La ventana está compuesta por los siguientes elementos:

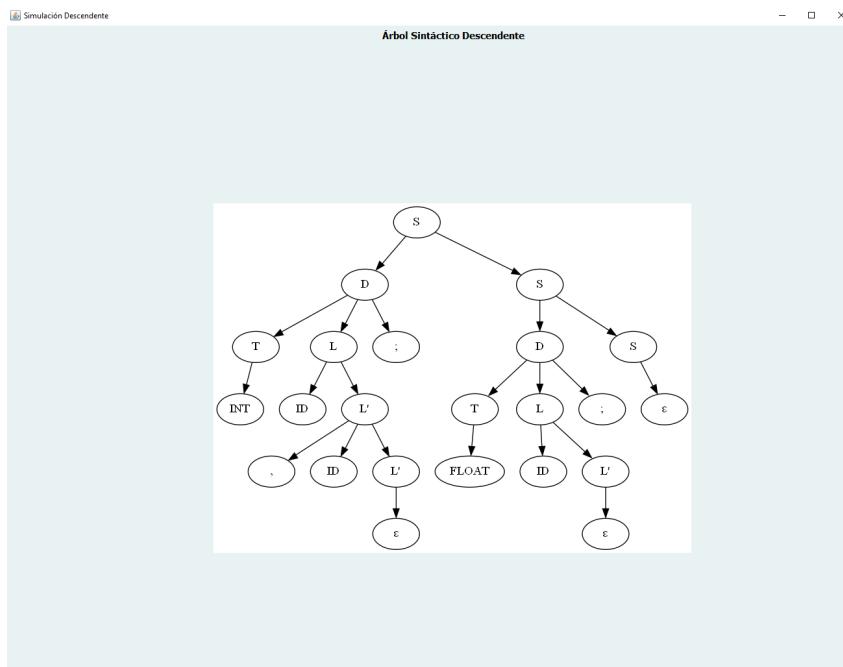


Figura 3.10: Ventana de visualización del árbol sintáctico.

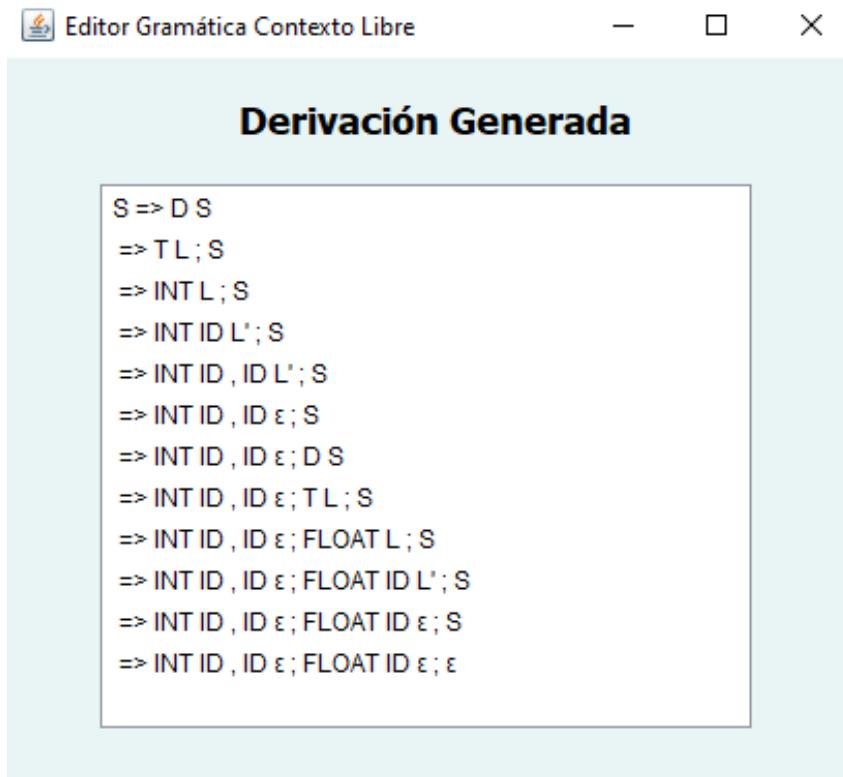


Figura 3.11: Ventana de derivación del análisis sintáctico

1. **Título:** contiene un título descriptivo de la ventana.
2. **Contenido:** información a editar que se muestra en la ventana.
3. **Botonera:** permite cancelar o aceptar la operación. El botón de cancelar siempre estará situado a la izquierda, mientras que el de aceptar lo estará en la derecha (si aparece).

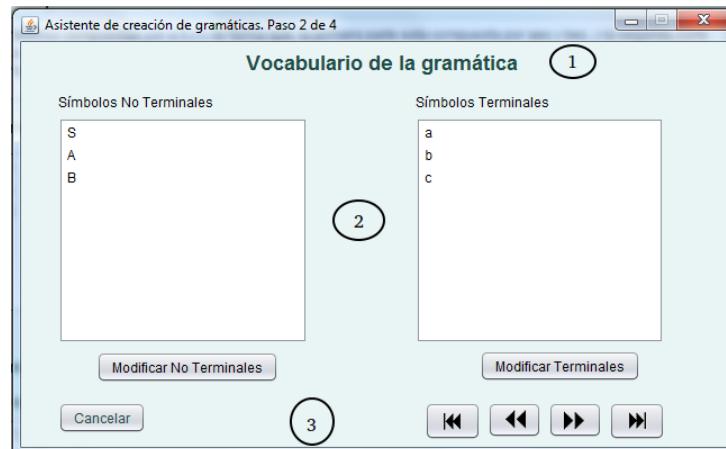


Figura 3.12: Ventana de edición

Capítulo 4

Editor de Gramáticas

4.1. Introducción

En este capítulo se explica detalladamente el editor de gramáticas, analizando su interfaz de usuario y todas las acciones que se pueden llevar a cabo en él.

Al iniciar SimAS, en un primer momento solamente estarán activas las acciones de crear o cargar una gramática. En la siguiente sección se detalla todo el proceso del asistente de creación de gramáticas de contexto libre. El resto de funciones, así como la opción de cargar una gramática desde un fichero, serán tratadas en secciones posteriores.

4.2. Interfaz del editor

En esta sección se analizará la interfaz gráfica de la ventana del editor de gramáticas, detallando cada uno de los componentes que la forman.

4.2.1. Barra de menús del editor

El editor de gramáticas posee una barra de menús que recoge toda su funcionalidad. Esta barra de menús es la que se muestra en la figura 4.1.

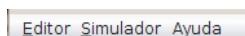


Figura 4.1: Barra de menú del editor

La barra de menús posee los siguientes menús:

1. **Menú Editor:** agrupa las acciones principales del editor.

- **Nueva gramática:** lanza el asistente para creación de una nueva gramática.
- **Abrir Gramática:** carga una gramática desde un fichero.

- **Guardar gramática:** guarda la gramática en un fichero.
- **Editar gramática:** lanza el asistente para modificar la gramática.
- **Cerrar gramática:** cierra la gramática cargada en la ventana del Editor.
- **Validar gramática:** comprueba si la gramática cargada es válida o no.
- **Salir:** cierra la aplicación.

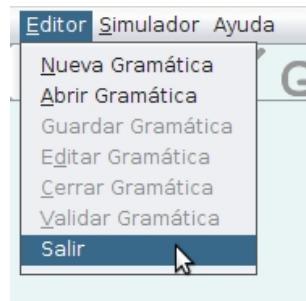


Figura 4.2: Menú Editor

2. **Menú Simulador:** agrupa las acciones que se aplican sobre el simulador de gramáticas.

 - **Simulación Descendente:** lanza el asistente para la simulación del análisis descendente de la gramática cargada en la ventana del Editor.
 - **Simulación Ascendente:** lanza el asistente para la simulación del análisis ascendente de la gramática cargada en la ventana del Editor.

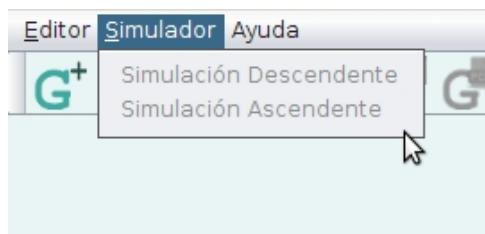


Figura 4.3: Menú Gramática

3. **Menú Ayuda:** contiene los menús de ayuda y acerca de.

4.2.2. Barra de herramientas del editor

La barra de herramientas del editor contiene los accesos directos a las opciones de los menús que se vieron en la sección anterior. Estos botones tienen una imagen descriptiva de la acción que realiza para facilitar su reconocimiento al usuario.



Figura 4.4: Barra de herramientas del editor

La barra de herramientas se divide en tres partes:

1. **Parte de la gramática:** agrupa las acciones que se aplican sobre la gramática.

Nueva gramática: lanza el asistente para la creación de una nueva gramática.

Abrir gramática: carga la gramática desde un fichero.

Guardar gramática: guarda la gramática en un fichero.

Cerrar gramática: cierra la gramática actual.

Validar gramática: comprueba si los datos introducidos en la gramática son correctos y aceptables para llevar a cabo una simulación. En caso de que no sea válida, se muestra una ventana de diálogo con los resultados de la validación. Es preciso validar la gramática para poder lanzar el simulador.

Informe de la Gramática: guarda un informe de la gramática en el disco.

2. **Parte de la simulación:** agrupa las acciones que se aplican para la simulación de una gramática.

Simulación Descendente: lanza el asistente para la simulación del análisis sintáctico descendente de la gramática validada en el editor.

Simulación Ascendente: lanza el asistente para la simulación del análisis sintáctico ascendente de la gramática validada en el editor.

3. **Salida:** opción para salir de la aplicación.

Salir: se muestra una ventana de diálogo preguntando si realmente quiere salir de SimAS.

4.2.3. Panel de visualización de gramáticas

Este panel permite visualizar todos los componentes de una gramática. El panel se muestra cuando se carga una gramática correctamente o tras crear una gramática con el asistente. Solamente se podrá tener abierta una gramática; para cambiar de gramática, habría que cerrar la que hay cargada en ese momento y abrir o crear una nueva.

CAPÍTULO 4. EDITOR DE GRAMÁTICAS

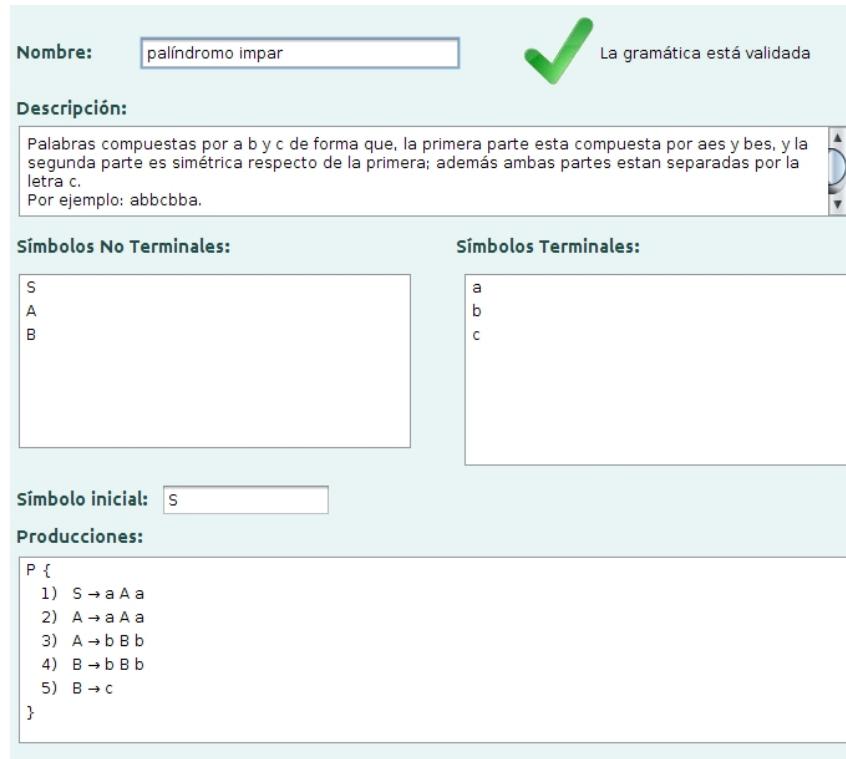


Figura 4.5: Panel de visualización de gramáticas

El panel de visualización se divide en **tres partes**:

1. **Parte del nombre, descripción y estado:** contiene los datos principales de la gramática como son el nombre y la descripción, además del estado de validación, gramática correcta o con errores.

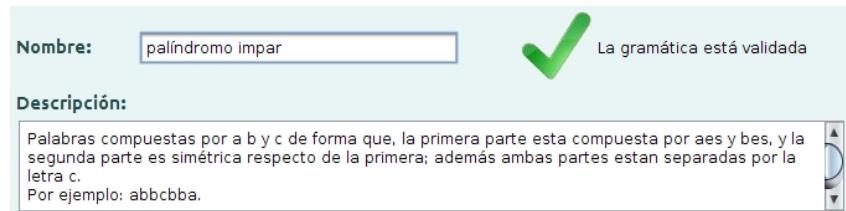


Figura 4.6: Parte del nombre, descripción y estado

2. **Parte de símbolos y símbolo inicial:** contiene los símbolos terminales, los símbolos no terminales así como el símbolo inicial.

4.3. FUNCIONALIDAD DEL EDITOR DE GRAMÁTICAS

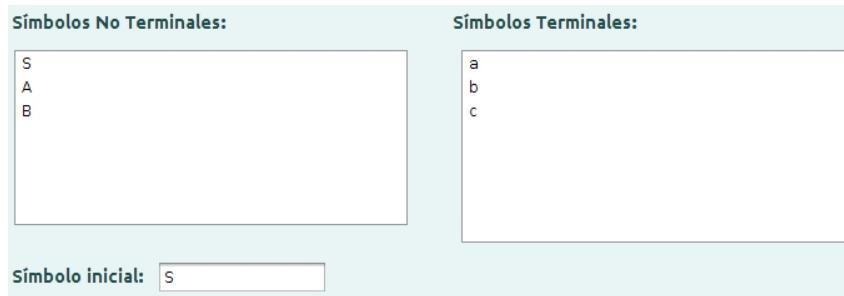


Figura 4.7: Parte de símbolos y símbolo inicial

3. **Parte de producciones:** contiene las producciones de la gramática.



Figura 4.8: Parte de visualización de la gramática

4.3. Funcionalidad del editor de gramáticas

En esta sección se analizarán las acciones que se pueden realizar con una gramática desde el editor de SimAS. Todas estas acciones se pueden realizar desde la barra de menús del editor o bien desde la barra de herramientas. Aquí se mostrarán los iconos de los botones de la barra de herramientas para facilitar el uso de estas acciones al usuario.

Las operaciones que se pueden realizar con las gramáticas son las siguientes:

- **Nueva gramática.**
- **Cargar gramática.**
- **Guardar gramática.**
- **Cerrar gramática.**
- **Validar gramática.**
- **Editar datos de la gramática.**
- **Gestionar el vocabulario de la gramática.**
- **Gestionar símbolos no terminales.**
- **Gestionar símbolos terminales.**

- Gestionar las producciones de la gramática.
- Seleccionar el símbolo inicial de la gramática.
- Generar un informe PDF.
- Lanzar la simulación descendente.
- Lanzar la simulación ascendente.
- Salir de SimAS.

4.3.1. Nueva gramática

G⁺ **Nueva gramática:** lanza el asistente para creación de una nueva gramática.

En la ventana principal de la aplicación SimAS se puede seleccionar la opción de Nueva gramática de dos formas diferentes: mediante el menú *Editor* de barra de menús o mediante el botón de *Nueva gramática* de la barra de herramientas. Al pulsar en cualquiera de estas opciones, se lanzará el asistente de creación de gramática.

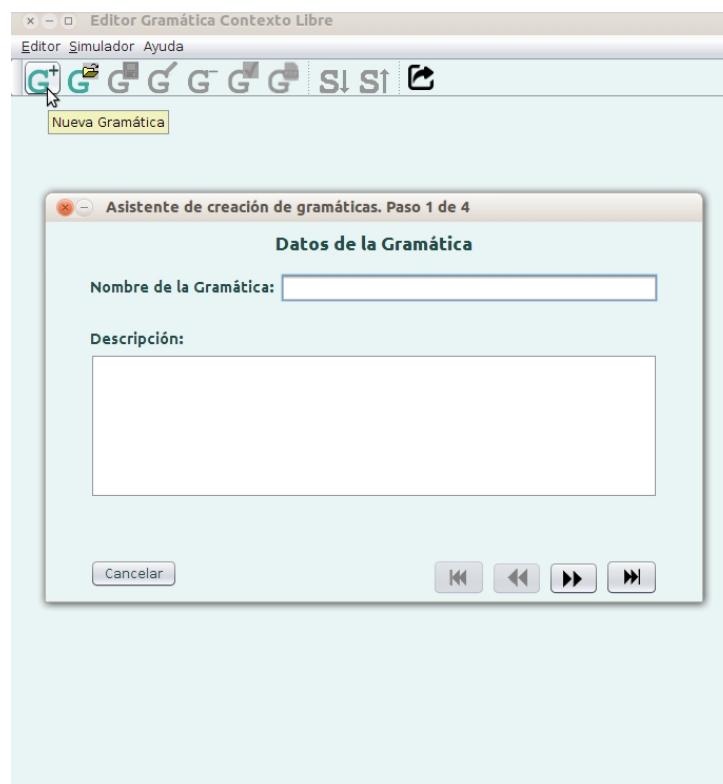


Figura 4.9: Asistente de creación de una nueva Gramática

El asistente está compuesto por cuatro pasos:

1. **Paso 1. Datos de la gramática:** introducción de los datos de la gramática.

2. **Paso 2. Símbolos de la gramática:** introducción de los símbolos de la gramática.
3. **Paso 3. Producciones de la gramática:** introducción de las producciones de la gramática.
4. **Paso 4. Símbolo inicial de la gramática:** selección del símbolo inicial de la gramática.

4.3.1.1. Paso 1. Datos de la gramática

En este paso del asistente, se introducen los datos informativos de la gramática como son el nombre y la descripción. Estos datos servirán para identificar la gramática en un futuro. Para continuar con el paso siguiente, se usa la barra de botones situada en la parte inferior del panel.

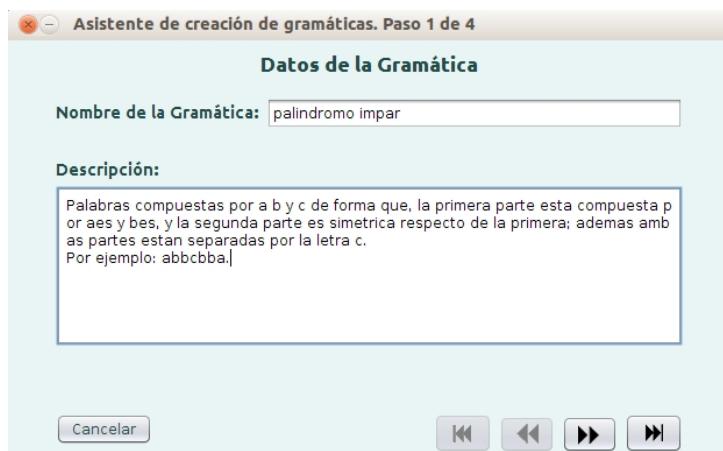


Figura 4.10: Asistente de creación de gramática. Paso 1. Datos de la gramática.

4.3.1.2. Paso 2. Símbolos de la gramática

En este paso del asistente, se crean los símbolos de la gramática: no terminales y terminales. Los símbolos serán usados en el paso 3 para crear las producciones de la gramática. No está permitido que dos símbolos sean iguales.

En la ventana se muestra la lista de símbolos no terminales a la izquierda y a la derecha la de los terminales. Para añadir o modificar la lista de símbolos se debe pulsar sobre el botón *Modificar* situado justo debajo de cada una de las listas de símbolos. Al pulsar este botón, se abrirá una nueva ventana que permitirá insertar, modificar o eliminar un símbolo.

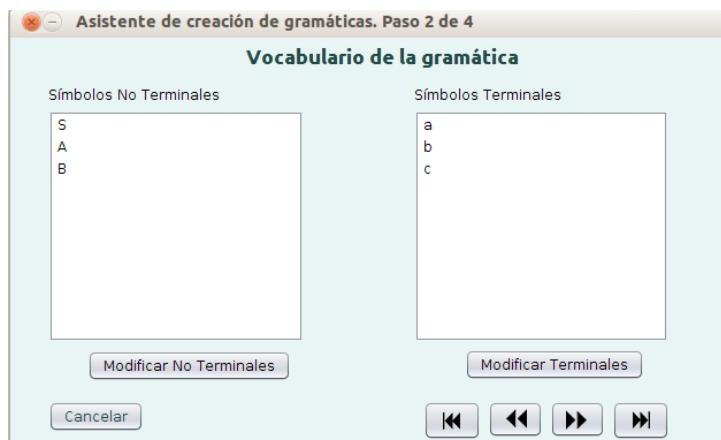


Figura 4.11: Asistente de creación de nueva gramática. Paso 2. Símbolos de la gramática.

4.3.1.3. Paso 3. Producciones de la gramática

En este paso del asistente, se crean las producciones de la gramática a partir de los símbolos no terminales y terminales definidos en el paso anterior. También se pueden crear producciones ϵ , es decir, aquellas en las que el consecuente está formado por este símbolo. En caso de que alguno de los conjuntos de símbolos esté vacío, no se le permitirá crear ninguna producción. En este caso, se tendrá que volver al paso 2, siempre y cuando quiera crear alguna producción en la gramática. No se permite que dos producciones sean iguales.

Al igual que con los símbolos de la gramática, utilice el botón de *Modificar Producciones* para crear o modificar una producción. Esto abrirá una nueva ventana donde podrá crear, modificar o eliminar las producciones.

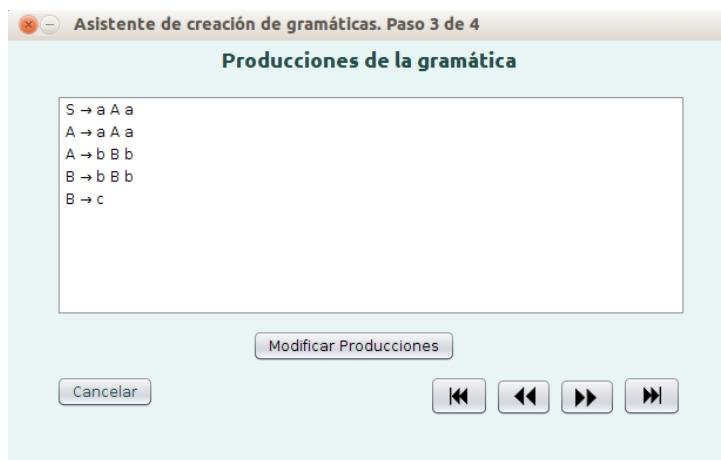


Figura 4.12: Asistente de creación de una nueva gramática. Paso 3. Producciones de la gramática.

4.3.1.4. Paso 4. Símbolo inicial de la gramática

En este paso del asistente, se selecciona, de entre los símbolos no terminales definidos en pasos anteriores, el símbolo inicial de la gramática. En el caso de que se hayan introducido símbolos no terminales pero no se seleccione ninguno de la lista, se tomará el primero de la lista como el símbolo inicial, aunque esto se puede cambiar más adelante si se desea.

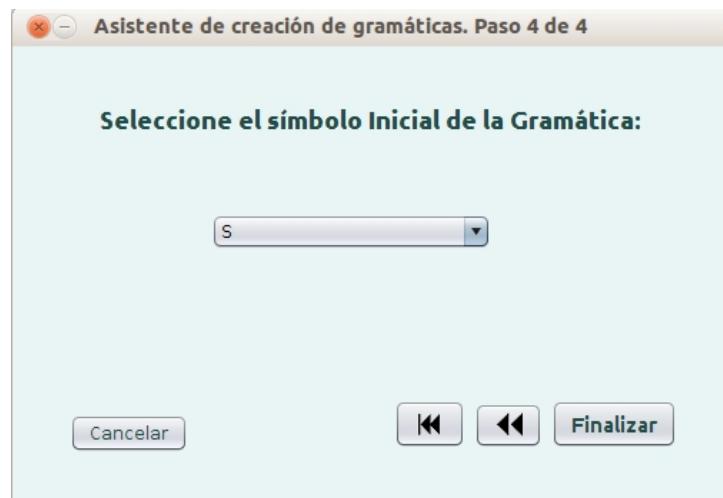


Figura 4.13: Asistente de nueva gramática. Paso 4. Símbolo inicial de la gramática.

4.3.2. Cargar gramática

Esta opción muestra un diálogo de carga, que permite recuperar una gramática desde un fichero. Esta acción se puede ejecutar desde la barra de menús o desde la barra de herramientas. Algo innovador de esta nueva versión de SimAs es que la gramática cargada es validada automáticamente de manera que no sea necesario clickar en el botón.



Cargar gramática: carga la gramática desde un fichero.

4.3.3. Guardar gramática

Esta opción muestra un diálogo de guardado, que permite guardar una gramática en un fichero. El formato de guardado es del tipo .xml . Esta acción se puede ejecutar desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.



Guardar gramática: guarda la gramática en un fichero.

4.3.4. Cerrar gramática

Esta opción cierra la gramática actual. Antes se mostrará un diálogo indicando al usuario si desea guardar los cambios. Esta acción se puede ejecutar desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.

G **Cerrar gramática:** cierra la gramática actual.

4.3.5. Validar gramática

Este diálogo recoge los resultados de la validación la gramática actual. En esta validación, se comprueba si la gramática es correcta o no, chequeando los símbolos no terminales, los terminales y las producciones. Esta acción se puede ejecutar desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.

G **Validar gramática:** muestra un diálogo con los resultados de la validación de la gramática. Es preciso validar la gramática para poder lanzar el simulador.

A continuación se muestran dos ejemplos de validación de la gramática: la figura 4.14 muestra una gramática correcta, mientras que la figura 4.15 muestra el mensaje para una gramática incorrecta.

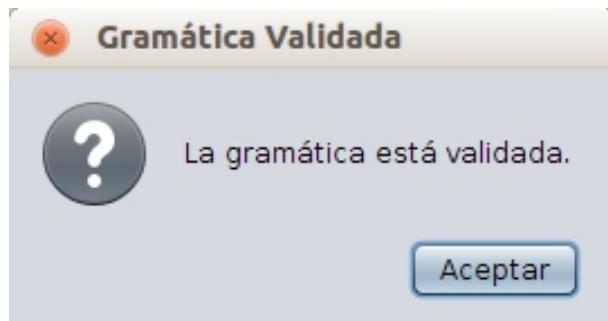


Figura 4.14: Validación de gramática correcta.

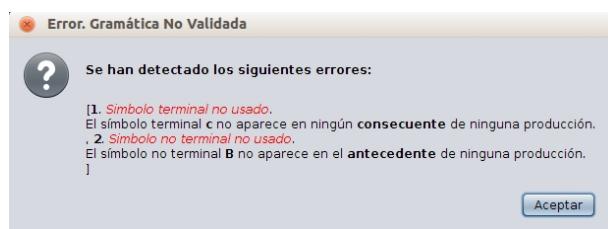


Figura 4.15: No validación de gramática incorrecta.

En el caso de que la gramática no sea válida, se mostrará una explicación de cada uno de los errores que contiene para que el usuario pueda corregirlos fácilmente. Se debe

tener en cuenta que no se podrá lanzar el simulador de gramáticas si la gramática no está debidamente validada.

4.3.6. Editar la gramática

Esta ventana permite realizar modificaciones sobre todos los datos de la gramática previamente cargada en el editor. Se lanza el asistente de creación de gramáticas pero con los datos de ella cargados. A través de los botones se podrá avanzar en cada paso para poder realizar las modificaciones de todos los datos. Una vez se introduzcan todos los cambios, se pulsa el botón *Aceptar* en el último paso y la gramática del editor se modificará automáticamente. Esta acción se puede ejecutar desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.



Editar datos de la gramática: lanza el primer paso del editor de gramáticas para realizar las modificaciones pertinentes en el paso del asistente que corresponda.

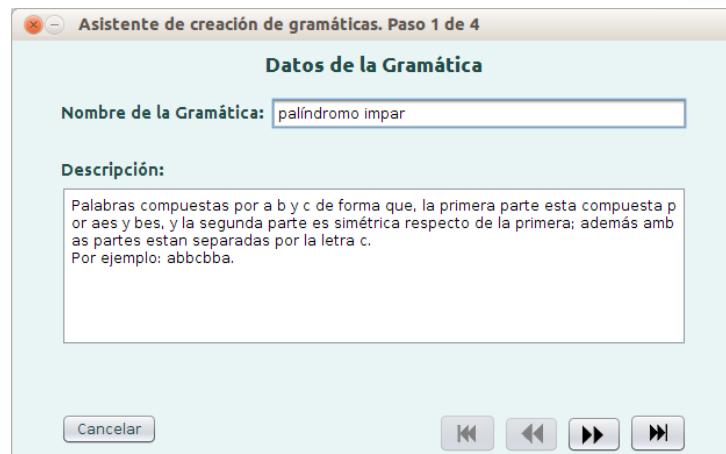


Figura 4.16: Ventana de edición de los datos de la gramática.

4.3.7. Gestionar el vocabulario de la gramática

En el paso número dos del asistente de creación de gramáticas, se podrán realizar las modificaciones correspondientes al vocabulario de la gramática, es decir, las modificaciones de los símbolos no terminales y de los símbolos terminales. Pulsando en el botón de modificación, que aparece debajo de cada uno de los grupos de símbolos, se podrá acceder a la ventana que permite editar estos símbolos.

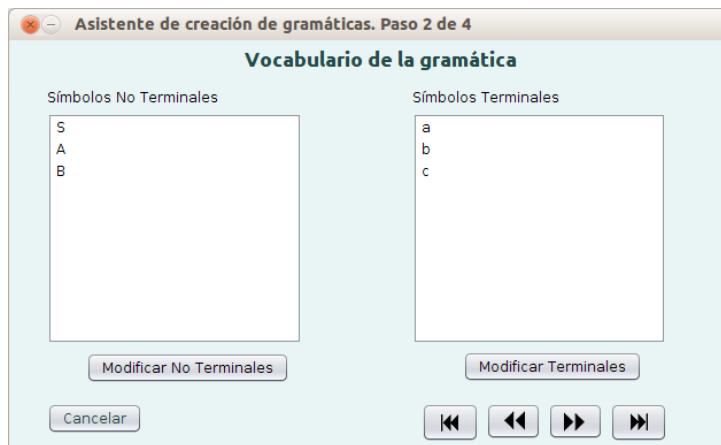


Figura 4.17: Ventana de gestión del vocabulario.

4.3.8. Gestionar símbolos no terminales

Como se dijo en el paso anterior, pulsando sobre el botón que se encuentra debajo del grupo de símbolos no terminales que se encuentra en el paso dos del asistente de creación de la gramática, se podrá realizar la edición de estos símbolos.

Se podrán realizar las siguientes acciones sobre los símbolos no terminales:

- **Añadir un símbolo:** para introducir un nuevo símbolo no terminal, se escribe el nombre en el campo de texto situado en la parte superior de la ventana y posteriormente se pulsa sobre el botón *Insertar*. No pueden existir dos símbolos no terminales con el mismo nombre. Cabe destacar que los símbolos no terminales, por convenio de notación, se suelen designar con las primeras letras mayúsculas del alfabeto latino.
- **Eliminar un símbolo:** para poder eliminar un símbolo no terminal declarado previamente, se debe seleccionar, haciendo clic con el ratón en la lista que aparece en la ventana, el símbolo a eliminar y posteriormente pulsar sobre el botón *Eliminar*.

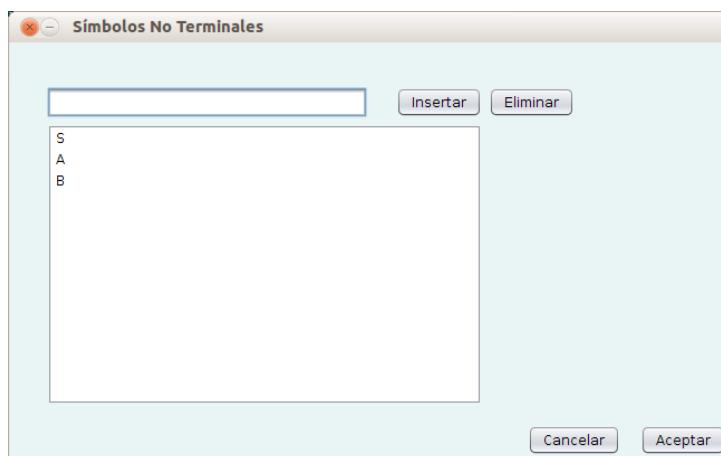


Figura 4.18: Ventana de gestión de los símbolos no terminales.

4.3.9. Gestionar símbolos terminales

Como se dijo en pasos anteriores, pulsando sobre el botón que aparece debajo del grupo de símbolos terminales que se encuentra en el paso dos del asistente de creación de la gramática, se podrá realizar la edición de estos símbolos.

Se podrán realizar las siguientes acciones sobre los símbolos terminales:

- **añadir un símbolo:** para introducir un nuevo símbolo terminal, se escribe el nombre en el campo de texto situado en la parte superior de la ventana y posteriormente se pulsa sobre el botón *Insertar*. No pueden existir dos símbolos terminales con el mismo nombre. Cabe destacar que los símbolos terminales, por convenio de notación, se suelen designar de varias formas: con las primeras letras minúsculas del alfabeto latino, con operadores aritméticos, relaciones, lógicos, etcetera; con números, palabras en negrita o mediante los símbolos de puntuación.
- **añadir un símbolo predefinido:** en la parte superior de esta ventana, aparecen una serie de botones con los símbolos terminales más frecuentes, facilitando su uso de una forma más sencilla y rápida. Pulsando en estos botones, los símbolos se insertarán directamente.
- **Eliminar un símbolo:** para poder eliminar un símbolo terminal declarado previamente, se debe seleccionar, haciendo clic con el ratón en la lista que aparece en la ventana, el símbolo a eliminar y posteriormente pulsar sobre el botón *Eliminar*.



Figura 4.19: Ventana de gestión de los símbolos terminales

4.3.10. Gestionar las producciones de la gramática

En el paso número tres del asistente de creación de gramáticas, se podrán realizar las modificaciones correspondientes a las producciones de la gramática. Pulsando sobre el botón *Modificar Producciones*, que aparece debajo de la lista de producciones, se podrá acceder a la ventana que permite editarlas.

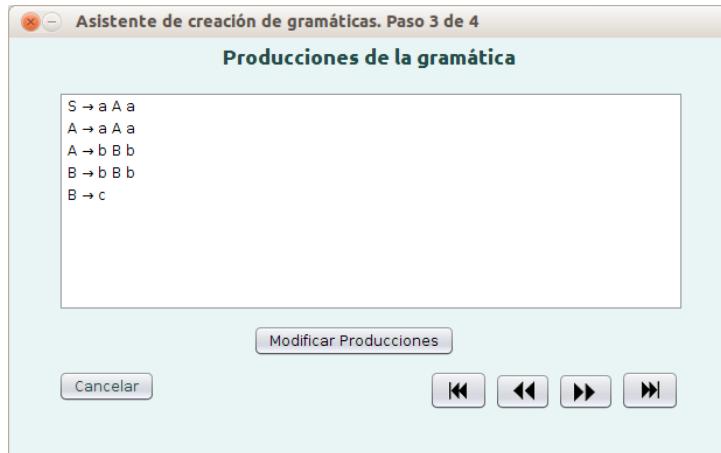


Figura 4.20: Ventana de gestión de las producciones.

Esta ventana de gestión de las producciones de la gramática se divide en las siguientes partes:

1. **Antecedente:** el antecedente de la producción está formado por uno de los símbolos no terminales de la gramática. En la ventana aparece una lista desplegable donde se seleccionará uno de los símbolos.
2. **Consecuente:** el consecuente de la producción puede estar formado por una combinación de símbolos terminales o no terminales o por el símbolo ϵ . Para introducir los símbolos en el consecuente, se debe pulsar sobre el símbolo que se deseé incluir, en la lista de símbolos terminales y no terminales. Si el consecuente contiene el símbolo ϵ entonces no podrá tener ningún otro símbolo, porque si se intenta hacer, se mostrará un mensaje de error. Si se introduce un símbolo por error, en la parte derecha del consecuente se encuentra un botón para borrar el último símbolo insertado.
3. **Lista de símbolos:** son las listas de símbolos terminales y símbolos no terminales además del botón para insertar el símbolo ϵ en el consecuente.
4. **Acciones:** son la acciones que se podrá realizar con las producciones de la gramática en esta ventana.
5. **Lista de producciones:** lista de las producciones que se han definido.

Las acciones que se pueden realizar con las producciones de la gramática desde esta ventana son las siguientes:

- **Insertar una producción nueva:** para insertar una nueva producción se debe seleccionar en primer lugar el antecedente mediante la lista desplegable. A continuación, se pulsa sobre el símbolo o los símbolos que forman el consecuente de la producción. Por último, cuando antecedente y consecuente están introducidos, se pulsa sobre el botón *Insertar producción* y ésta aparecerá en la lista de producciones.

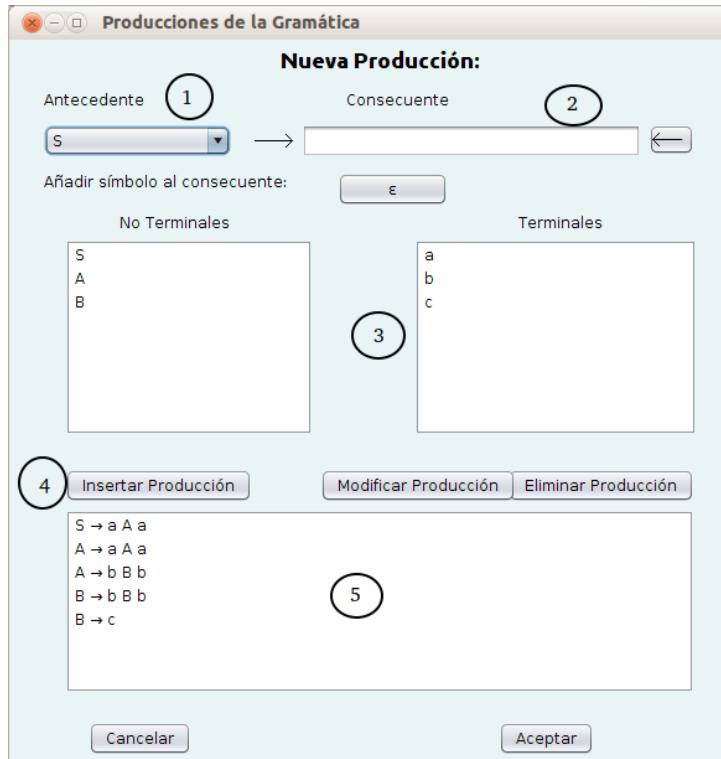


Figura 4.21: Ventana de inserción y modificación de producciones

- **Modificar una producción:** para modificar una de las producciones definida con anterioridad, se hace clic sobre dicha producción en la lista de producciones y se pulsa sobre el botón *Modificar Producción*. Al pulsar este botón, se carga la producción en la parte superior de la ventana, en el antecedente y en el consecuente, para poder realizar los cambios necesarios. Cuando está modificada la producción, se pulsa sobre el botón *Guardar Cambios* y saldrá modificada en la lista de producciones. En la figura 4.22 se puede ver un ejemplo de esta acción.
- **Eliminar una producción:** si se desea eliminar una de las producciones declaradas previamente, se selecciona haciendo clic con el ratón en la lista de producciones y a continuación se pulsa sobre el botón *Eliminar Producción*.

4.3.11. Seleccionar símbolo inicial

En el paso número cuatro del asistente de creación de gramáticas, se selecciona el símbolo inicial de la gramática. Se muestra una lista desplegable con los símbolos no terminales, de los cuales se debe seleccionar uno como símbolo inicial.

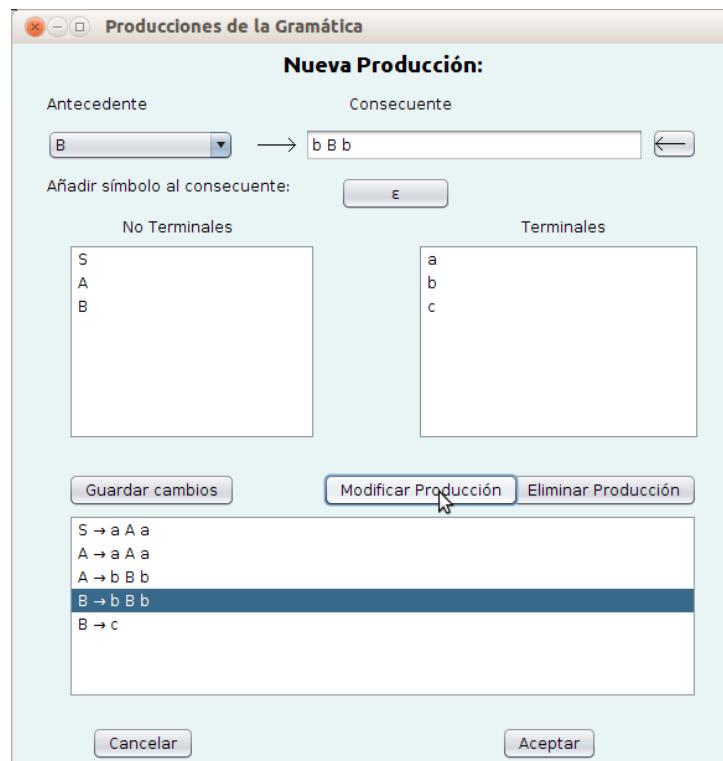


Figura 4.22: Ventana de modificación de un producción.

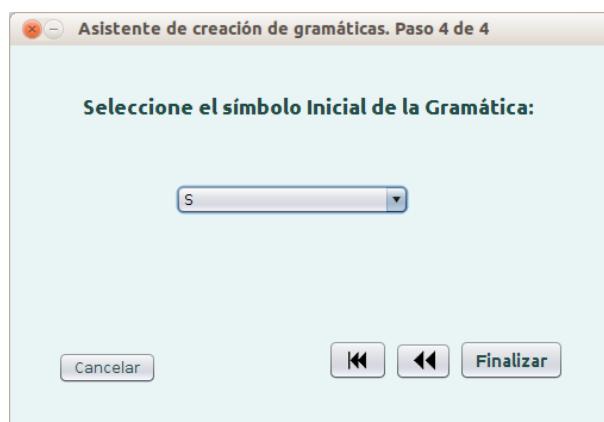


Figura 4.23: Ventana de selección del símbolo inicial

4.3.12. Generar el informe de la gramática

Esta acción genera un informe en formato PDF con toda la información definida de la gramática creada o cargada en el editor. Esta opción se puede ejecutar desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.



Generar informe de la gramática: genera un informe en formato PDF de la gramática. Un ejemplo de informe se muestra en las páginas siguientes.



INFORME DE LA GRAMÁTICA

Nombre de la gramática:

palíndromo impar

Descripción de la gramática:

Palabras compuestas por a b y c de forma que, la primera parte esta compuesta por aes y bes, y la segunda parte es simétrica respecto de la primera; además ambas partes están separadas por la letra c.

Por ejemplo: abbcba.

Símbolos terminales:

a
b
c

Símbolos no terminales:

S
A
B

Símbolo inicial de la gramática:

S

Producciones de la gramática:

- P {
1) S → a A a
2) A → a A a
3) A → b B b

4) $B \rightarrow b B b$

5) $B \rightarrow c$

}

4.3.13. Lanzar el Simulador Descendente

 **Lanzar el Simulador Descendente:** una vez que la gramática en el editor está validada, se podrá lanzar el asistente para la simulación del análisis sintáctico descendente. Esta acción se verá con más detalle en el capítulo 5. A esta opción se podrá acceder desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.

4.3.14. Lanzar el Simulador Ascendente

 **Lanzar el Simulador Ascendente:** una vez que la gramática en el editor está validada, se podrá lanzar el asistente para la simulación del análisis sintáctico ascendente. Esta acción se verá con más detalle en el capítulo 6. A esta opción se podrá acceder desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.

4.3.15. Salir

 **Salir de SimAS:** esta opción sirve para salir de la aplicación de SimAS. Antes de salir se muestra un mensaje para confirmar que realmente quiere salir de la aplicación. A esta opción se podrá acceder desde la barra de menús o desde la barra de herramientas.

Capítulo 5

Simulación Descendente

5.1. Introducción

En esta sección se analizará en detalle la parte del analizador del análisis sintáctico descendente. Se puede acceder a esta parte de SimAS desde la ventana del Editor, tanto desde la barra de herramientas o desde el menú *Simulador*. Es necesario que la gramática creada o cargada en el editor esté validada.

5.2. Asistente de nueva simulación descendente

Para lanzar el asistente de la simulación del análisis descendente sobre una gramática, se hace desde la pantalla del editor de SimAS, siempre y cuando haya una gramática válida. Este asistente tiene el mismo formato del asistente de la gramática. Sin embargo, esta versión incluye el nuevo botón de visualizar la gramática original de tal manera que se pueda visualizar la gramática a partir de la cual se están obteniendo los conjuntos primero y siguiente, tablas y funciones de error.

El asistente está compuesto por cinco pasos:

1. **Paso 1.** Producciones para la simulación descendente.
2. **Paso 2.** Conjuntos primero y siguiente.
3. **Paso 3.** Construcción de la tabla Predictiva.
4. **Paso 4.** Creación de las funciones de error.
5. **Paso 5.** Completar la tabla con las funciones de error.

5.2.1. Paso 1. Producciones para la simulación descendente

En el primer paso del asistente de la simulación descendente, se comprueba si la gramática creada o cargada está factorizada por la izquierda y no es recursiva por la

CAPÍTULO 5. SIMULACIÓN DESCENDENTE

izquierda (figura 5.1). En el caso contrario, se calcularán las nuevas producciones y se mostrará un mensaje en la pantalla si la gramática original no era correcta y no estaba factorizada por la izquierda (figura 5.2) o tenía recursividad por la izquierda (figura 5.3).

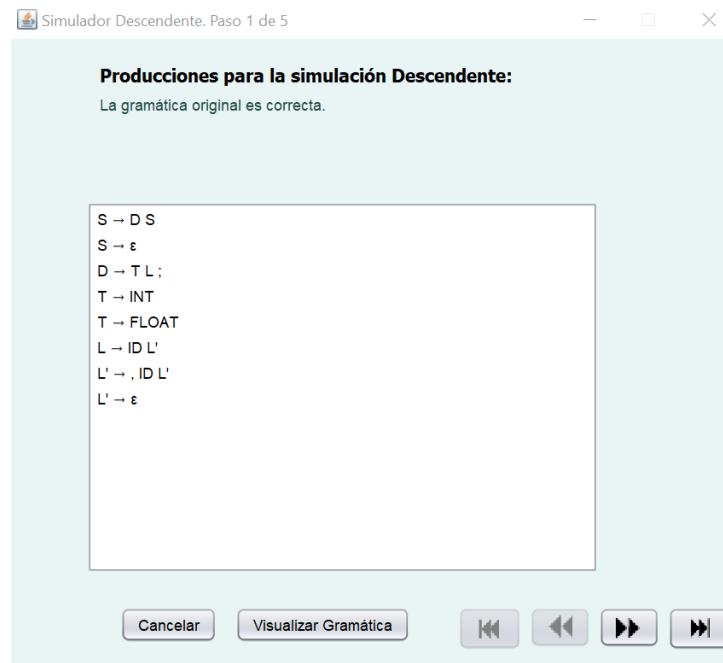


Figura 5.1: Gramática correcta.

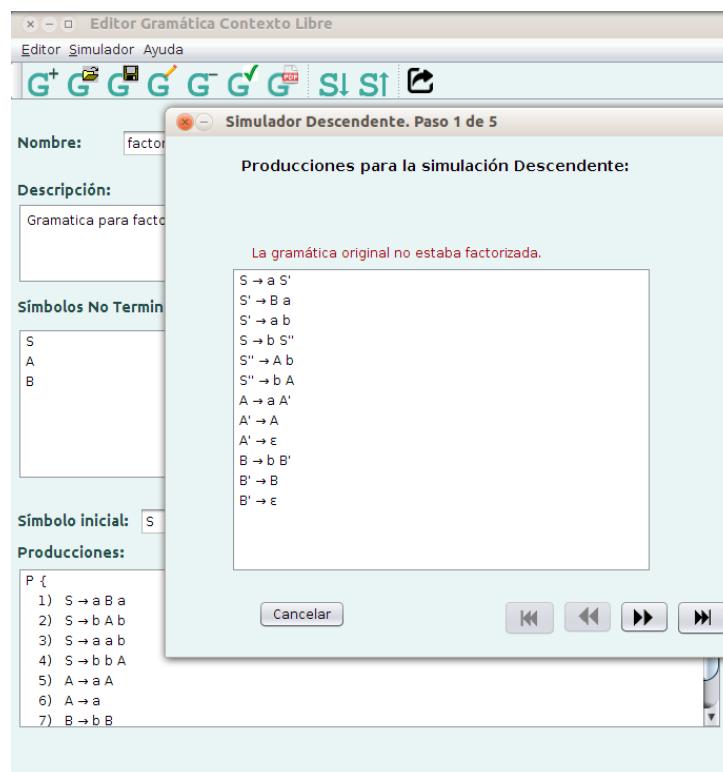


Figura 5.2: Gramática factorizada por la izquierda.

5.2. ASISTENTE DE NUEVA SIMULACIÓN DESCENDENTE

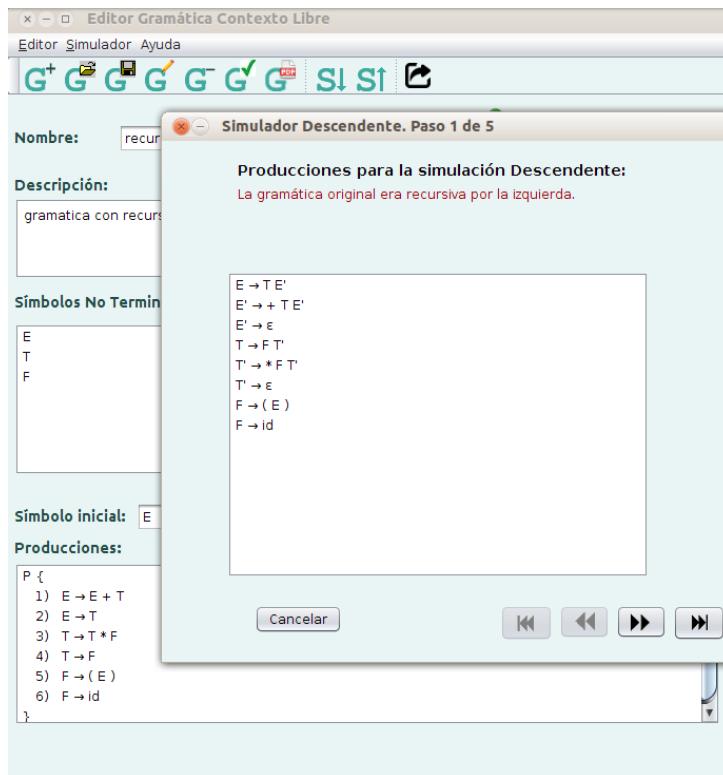


Figura 5.3: Gramática recursiva por la izquierda.

5.2.2. Paso 2. Conjuntos primero y siguiente

En este paso del asistente se construyen los conjuntos *primero* y *siguiente* y se muestran en una tabla. Este paso no requiere de ninguna interacción por parte del usuario, porque se limita a la visualizar los conjuntos creados.

Conjunto Primero y Siguiente		
Símbolo	Conjunto primero	Conjunto siguiente
S	ε INT FLOAT	\$
D	INT FLOAT	\$ INT FLOAT
T	INT FLOAT	ID
L	ID	;
L'	, ε	;

Figura 5.4: Conjuntos primero y siguiente

5.2.3. Paso 3. Construcción de la tabla predictiva

En este paso del asistente se construye la tabla predictiva de la gramática y se muestra en una tabla. Este paso no requiere de ninguna interacción por parte del usuario, porque es una visualización de la tabla predictiva obtenida.

	;	INT	FLOAT	ID	.	\$
S		1	1			2
D		3	3			
T		4	5			
L				6		
L'	8				7	

Figura 5.5: Construcción de la tabla predictiva.

5.2.4. Paso 4. Creación de las funciones de error

En este paso del asistente se definen las funciones de tratamiento de error, que serán usadas para completar la tabla predictiva. Esta declaración no es obligatoria, así que puede finalizar el asistente sin definir ninguna función de error. En la figura 5.6 se muestra el aspecto inicial de esta ventana.

En esta ventana se pueden realizar las siguientes acciones:

- **Insertar una función de error:** inserta una función de error en la lista. Esta acción muestra una ventana para insertar la nueva función de error. En la ventana deberá introducir el identificador de la función, seleccionar la acción a realizar y asignar un mensaje a la función. No se permite que dos funciones tengan el mismo número de identificador.
- **Borrar una función de error:** borra la función de error seleccionada.
- **No definir funciones de error:** se da la opción de no crear ninguna función de error.

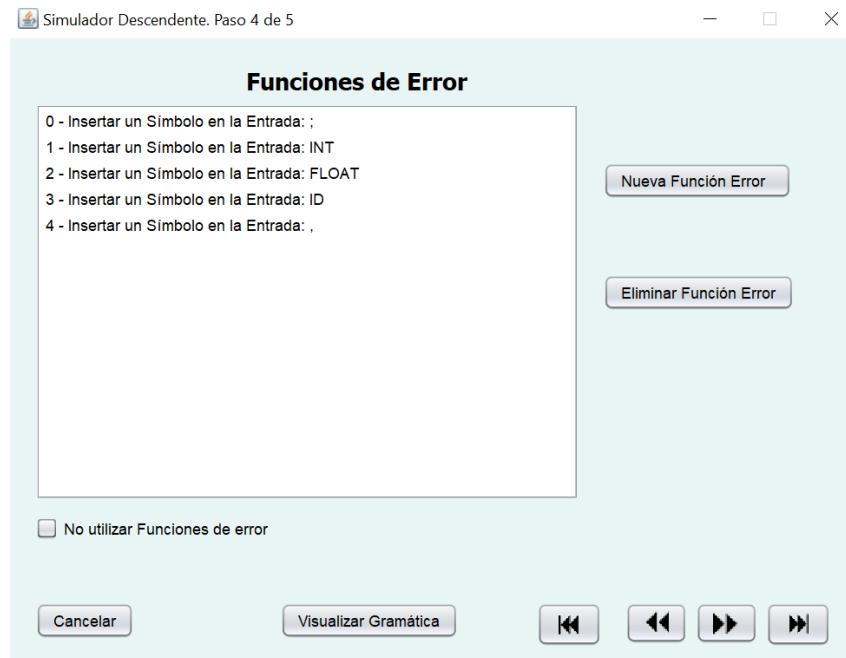


Figura 5.6: Aspecto inicial de la pantalla de creación de las funciones de error.

5.2.4.1. Nueva función de error

Para crear una función de error, se debe acceder desde el paso número 4 del asistente de la simulación descendente, pulsando el botón *Nueva Función Error*. Al hacer esto se abrirá una nueva ventana donde se irán generando una a una cada función.

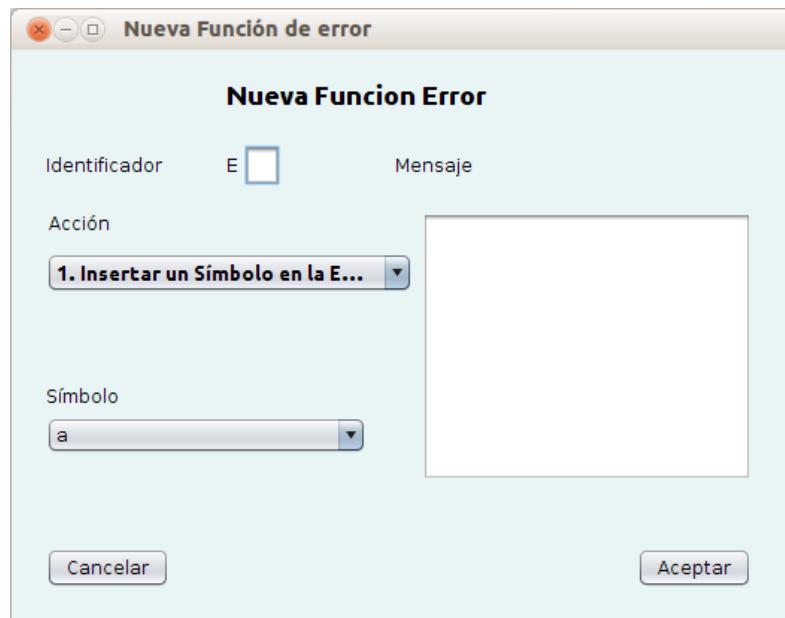


Figura 5.7: Creación de una función de error.

Como se puede ver en la figura 5.7, para crear una función de error, hay que definir

los siguientes datos:

- **Identificador:** número identificativo de cada función de error. Este número no se puede repetir.

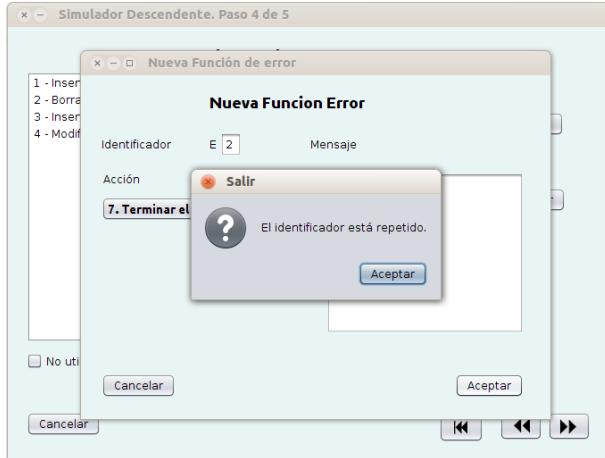


Figura 5.8: Error identificador de función de error

- **Acción:** tipo de acción a realizar con la función de error. En la figura 5.9 se puede ver la lista desplegable con las acciones que se pueden realizar.

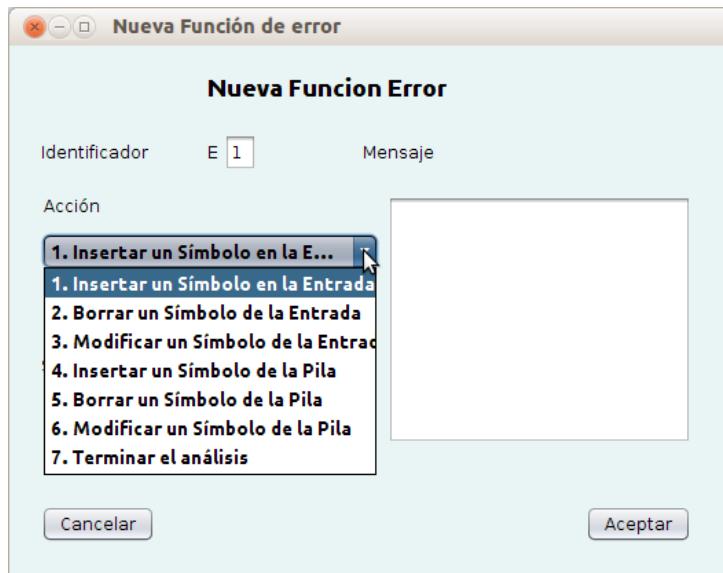


Figura 5.9: Acciones de las funciones de error

- **Símbolo:** en algunas de las acciones a realizar por las funciones de error, se tiene que seleccionar un símbolo de los definidos en los símbolos terminales de la gramática. Este menú desplegable se activará o desactivará en función de la acción seleccionada.

- **Mensaje:** texto explicativo de la función de error.

Una vez se haya definido la función de error, se pulsa sobre el botón *Aceptar* y ésta se incluirá en la lista de las funciones del paso número 4 del asistente de la simulación descendente.

5.2.4.2. Borrar una función de error

Una vez que se haya definido una función de error, esta se podrá eliminar desde el paso número 4 del asistente de simulación. Se debe seleccionar la función que se desee eliminar en la lista haciendo clic con el ratón. Al hacer esto, se activará el botón de *Eliminar Función Error* y pulsando sobre él desaparecerá la función seleccionada de la lista.

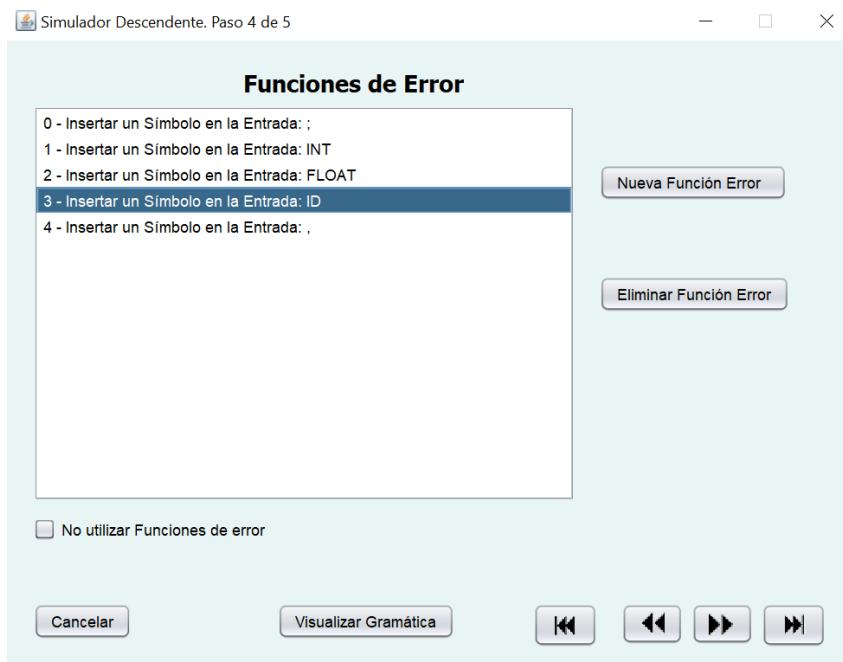


Figura 5.10: Borrar función de error

5.2.5. Paso 5. Completar la tabla con las funciones de error

En este paso del asistente se rellenan las celdas vacías de la tabla predictiva con las funciones de error generadas en el paso anterior. Por otro lado, este paso solamente es accesible si han declarado previamente funciones de error en la simulación (Figura 5.11).

En este panel se pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

- **Insertar una función de error en la tabla:** la principal finalidad de este paso es completar la tabla predictiva con las funciones de error. Para ello se selecciona,

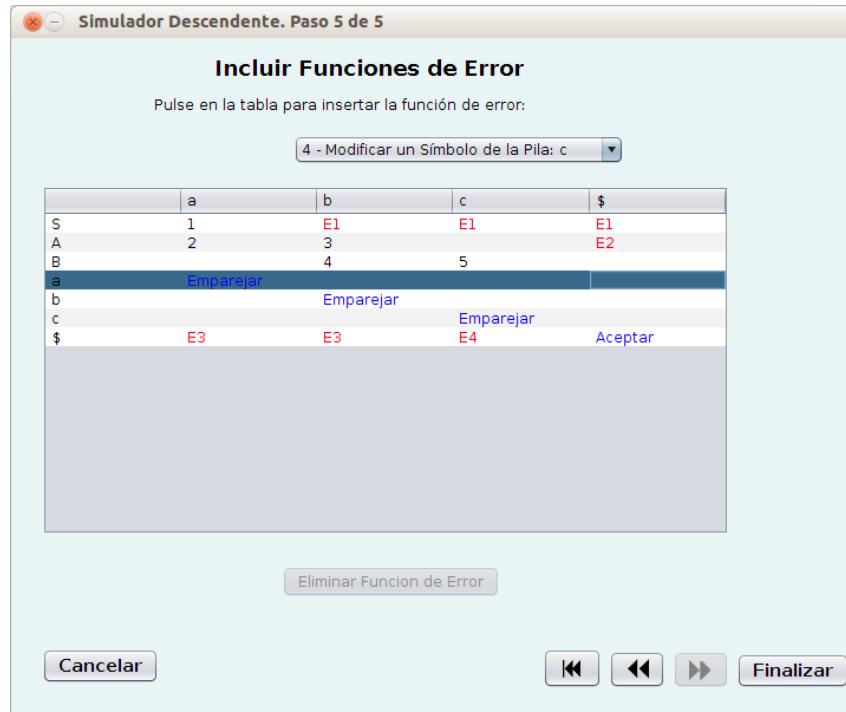


Figura 5.11: Completar la tabla predictiva con las funciones de error.

en el menú desplegable de la parte superior, la función de error que se quiera insertar. Posteriormente, se hace clic con el ratón en los huecos libres de la tabla y se irán incluyendo. Para insertar otra función distinta, basta con seleccionarla en el desplegable y volver a hacer clic sobre la tabla. No todas las celdas de la tabla se pueden llenar con funciones de error, como se puede ver en la figura 5.12, la fila no se puede llenar, debido a que el símbolo *a* no aparece en la parte derecha de una producción en un lugar que no sea el primero.

- **Eliminar una función de error en la tabla:** si por error se inserta en la tabla una función de error, ésta se puede eliminar. Basta con seleccionar la función errónea en la tabla y pulsar sobre el botón *Eliminar Función de error*.

5.3. Interfaz del simulador Descendente

Una vez se pulse sobre el botón *Finalizar* del asistente de la simulación descendente, si no se ha producido ningún error, se mostrarán todos los datos calculados en cada uno de los pasos del asistente en la ventana del Simulador. A continuación, se explicarán cada uno de los datos que aparecen en esta ventana.

5.3.1. Barra de menús del Simulador Descendente

El simulador de gramáticas posee una barra de menús que recoge toda la funcionalidad del simulador. Esta barra de menús es la que se muestra en la figura 5.13.

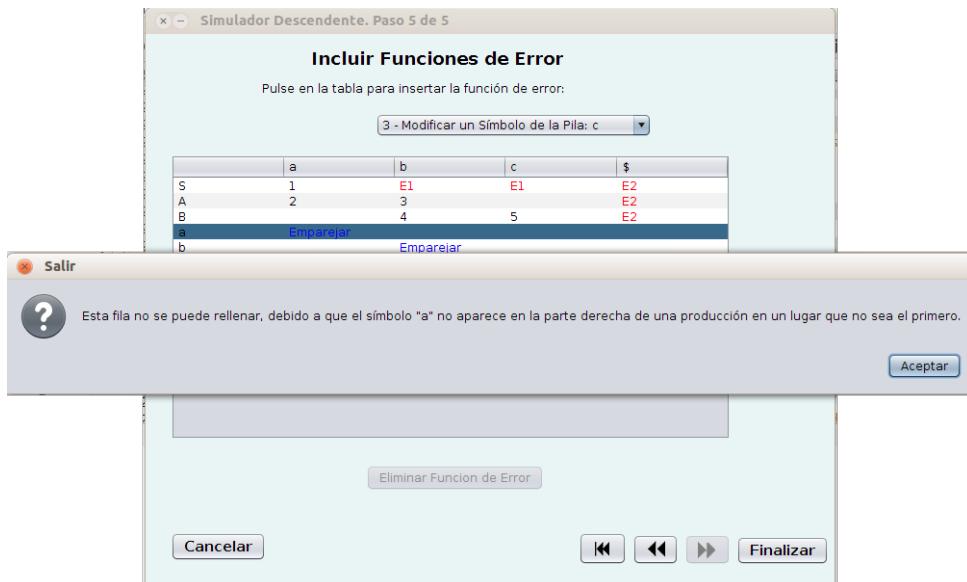


Figura 5.12: Error al introducir las funciones de error.

Simulador Ayuda

Figura 5.13: Barra de menús del simulador.

La barra de menús posee los siguientes menús:

1. **Menú Simulador:** agrupa las acciones principales del simulador.
 - **Nueva simulación:** lanza el asistente para creación de una nueva simulación.
 - **Salir:** cierra la aplicación.

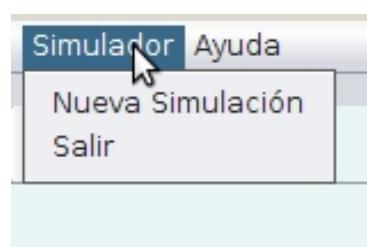


Figura 5.14: Menú Simulador.

2. **Menú Ayuda:** contiene los menús de la ayuda.

5.3.2. Barra de herramientas del simulador

La barra de herramientas del simulador contiene los accesos directos a todas las acciones posibles a realizar en él.



Figura 5.15: Barra de herramientas del simulador

A diferencia del editor de gramáticas de SimAS, esta barra de menús tiene muchas menos opciones. Contiene la acción de Simular la gramática cargada y la de salir de la aplicación.

5.3.3. Panel de visualización del simulador descendente

Una vez finalice el asistente de la simulación de la gramática, se muestra una ventana donde se pueden visualizar todos los componentes necesarios para la simulación descendente. En la figura 5.16 se puede ver un ejemplo de este panel.

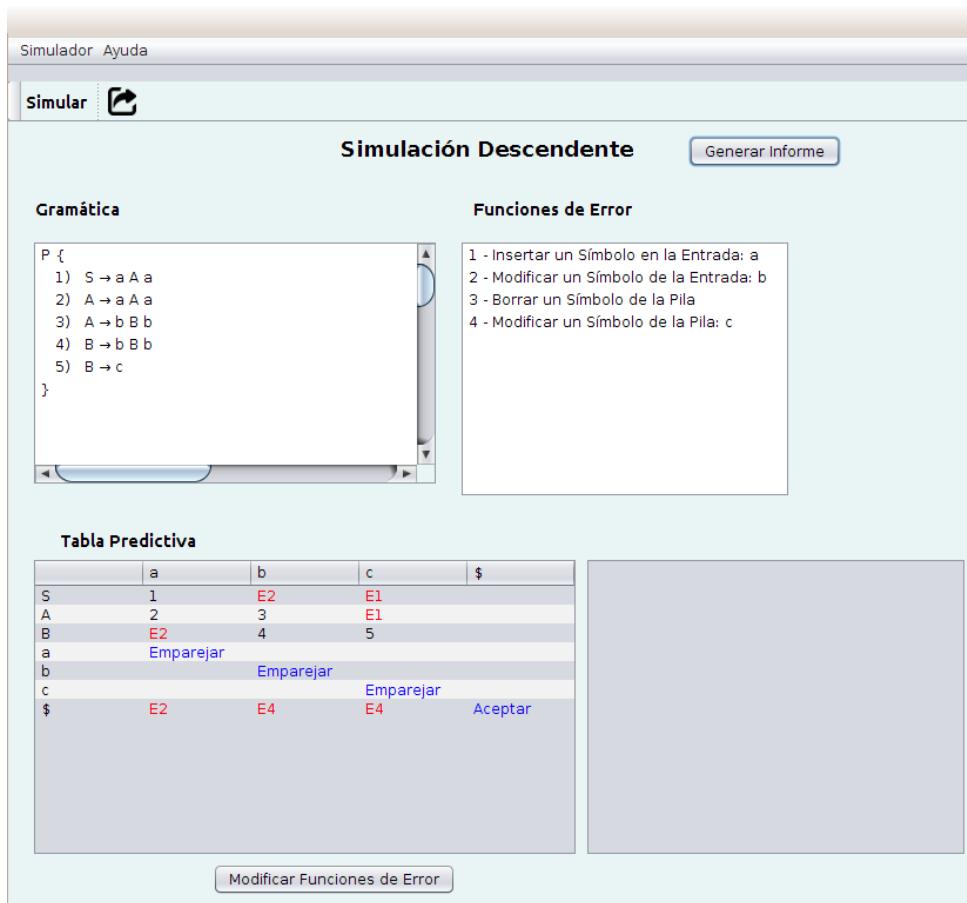


Figura 5.16: Panel de visualización del simulador descendente.

El panel de visualización se divide en cuatro partes:

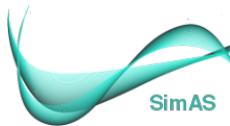
- **Título y generador del informe:** en la parte superior del panel se muestra el nombre de simulación descendente. Además, pulsando sobre el botón que se encuen-

tra justo al lado *Generar Informe*, se puede obtener el informe de la simulación descendente.



Figura 5.17: Título y generador del informe de la simulación descendente.

El informe de la simulación generado en este paso se puede consultar en las páginas siguientes.



INFORME DE LA SIMULACIÓN DESCENDENTE

Producciones de la gramática:

```
P {  
    1) S → D S  
    2) S → ε  
    3) D → T L ;  
    4) T → INT  
    5) T → FLOAT  
    6) L → ID L'  
    7) L' → , ID L'  
    8) L' → ε  
}
```

Conjunto Primero y Siguiente:

Símbolos	Conjunto Primero	Conjunto Siguiente
S	ε INT FLOAT	\$
D	INT FLOAT	\$ INT FLOAT
T	INT FLOAT	ID
L	ID	;
L'	, ε	;

Funciones de Error:

- 0 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ;
- 1 - Insertar un Símbolo en la Entrada: INT
- 2 - Insertar un Símbolo en la Entrada: FLOAT

3 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ID

4 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ,

Cadena de Entrada:

INT ID , ID ; FLOAT ID ;

Tabla Predictiva:

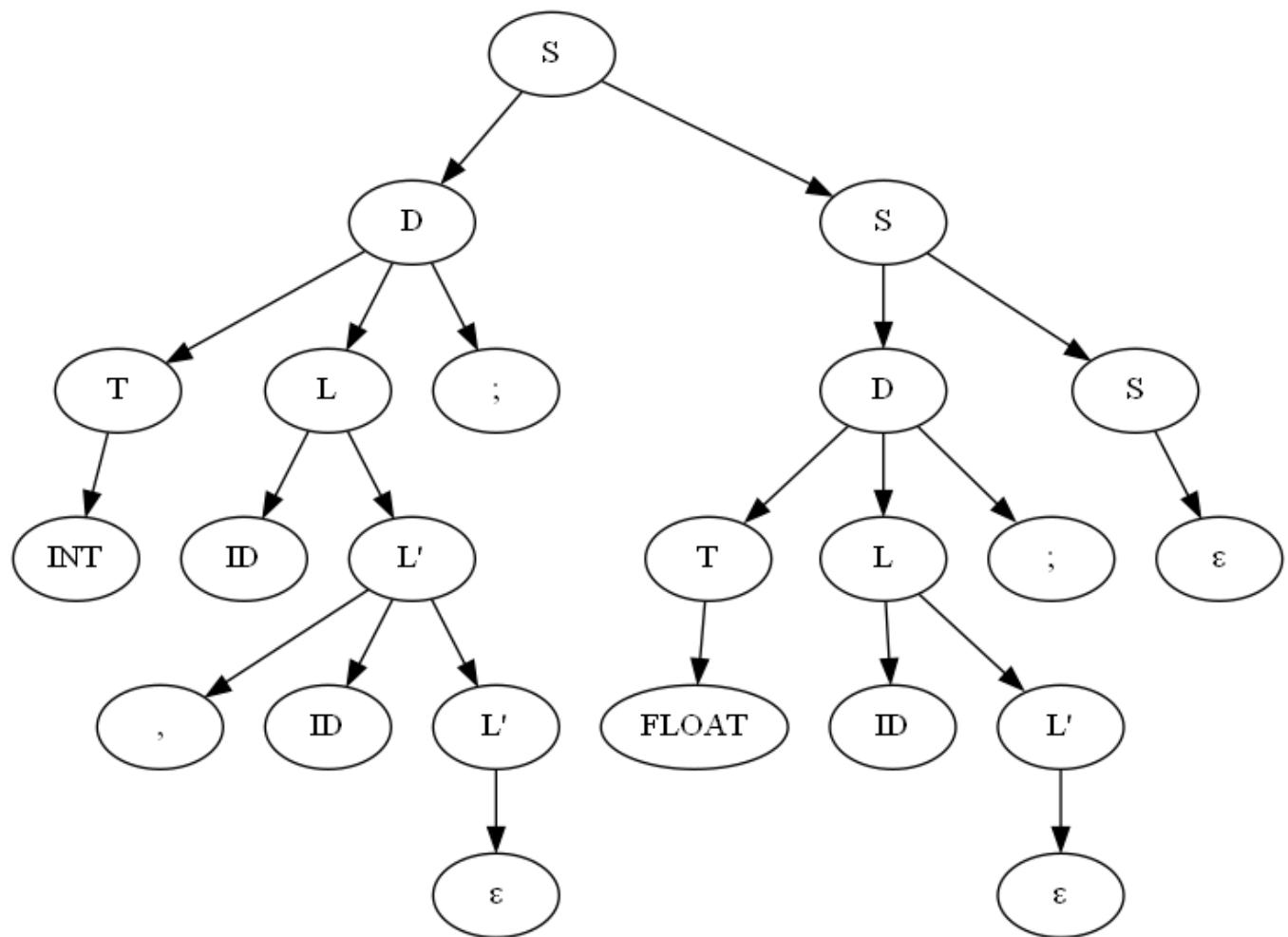
	;	INT	FLOAT	ID	,	\$
S		1	1			2
D		3	3			
T		4	5			
L				6		
L'	8				7	
;		Emparejar				
INT		Emparejar				
FLOAT			Emparejar			
ID				Emparejar		
,					Emparejar	
\$						Emparejar

Simulación Descendente:

Pila	Entrada	Acción
\$ S	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	1) S → D S
\$ S D	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	3) D → T L ;
\$ S ; L T	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	4) T → INT
\$ S ; L INT	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L	ID , ID ; FLOAT ID ; \$	6) L → ID L'
\$ S ; L' ID	ID , ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L' ,	, ID ; FLOAT ID ; \$	7) L' → , ID L'
\$ S ; L' ,	, ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L' ID	ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L'	; FLOAT ID ; \$	8) L' → ε
\$ S ;	; FLOAT ID ; \$	Emparejar

\$ S	FLOAT ID ; \$	1) S → D S
\$ S D	FLOAT ID ; \$	3) D → T L ;
\$ S ; L T	FLOAT ID ; \$	5) T → FLOAT
\$ S ; L FLOAT	FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L	ID ; \$	6) L → ID L'
\$ S ; L' ID	ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L'	; \$	8) L' → ε
\$ S ;	; \$	Emparejar
\$ S	\$	2) S → ε
\$	\$	Aceptar

Árbol Sintáctico:



Derivacion:

S => D S
D => T L ; S
T => INT L ; S
L => INT ID L' ; S
L' => INT ID , ID L' ; S
L' => INT ID , ID ε ; S
S => INT ID , ID ε ; D S
D => INT ID , ID ε ; T L ; S
T => INT ID , ID ε ; FLOAT L ; S
L => INT ID , ID ε ; FLOAT ID L' ; S
L' => INT ID , ID ε ; FLOAT ID ε ; S
S => INT ID , ID ε ; FLOAT ID ε ; ε

- **Gramática:** se muestra la gramática sobre la que se está realizando la simulación sintáctica descendente.

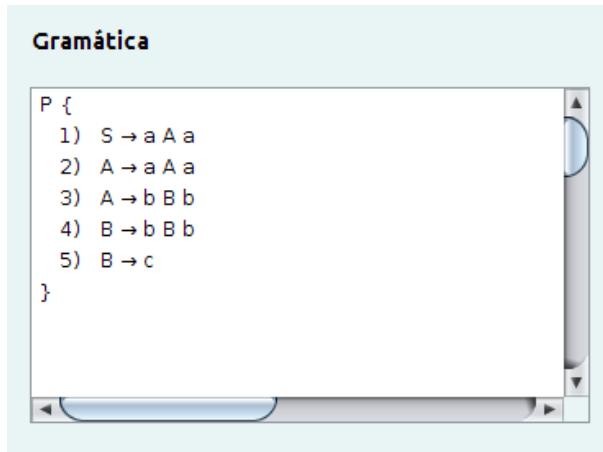


Figura 5.18: Gramática de la simulación descendente.

- **Funciones de error:** contiene las funciones de error que se crearon en el asistente de la simulación.

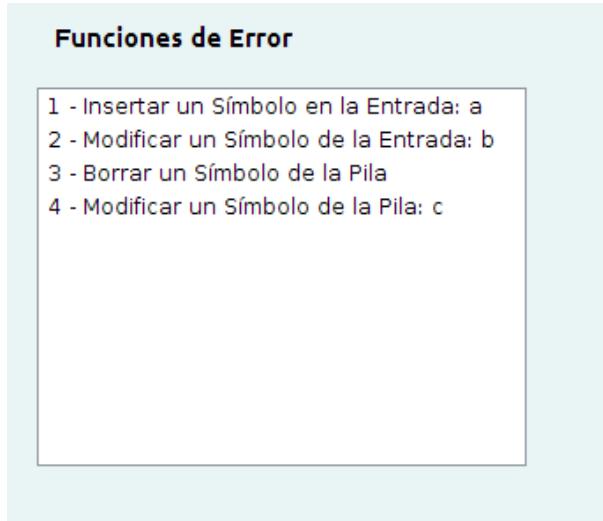


Figura 5.19: Funciones de error de la simulación descendente.

- **Tabla Predictiva:** en la parte inferior de la ventana se encuentra la tabla predictiva calculada para la simulación descendente de la gramática. Debajo de esta tabla hay un botón, *Modificar funciones de error*, que si se pulsa sobre él se abrirá el asistente de la simulación para poder modificar o crear nuevas funciones de error y completar la tabla predictiva con ellas.

Tabla Predictiva				
	a	b	c	\$
S	1	E2	E1	
A	2	3	E1	
B	E2	4	5	
a	Emparejar			
b	Emparejar			
c	Emparejar			
\$	E2	E4	E4	Aceptar

[Modificar Funciones de Error](#)

Figura 5.20: Tabla predictiva de la simulación descendente.

5.4. Simulación de Gramáticas

Después de todos los pasos estudiados anteriormente, ya sólo falta realizar la simulación de una cadena de entrada. En esta sección se mostrarán todas las opciones para realizar una nueva simulación descendente.

5.4.1. Nueva Simulación Descendente

Para lanzar una nueva simulación descendente de una gramática, se accede al menú *Simulador* y se pulsa sobre la acción *Nueva Simulación*. También se puede lanzar la simulación mediante el botón *Simular* de la barra de herramientas. En la figura 5.21 se muestra el aspecto inicial de este panel.



Figura 5.21: Nueva Simulación Descendente.

Este panel se divide en tres partes:

- **Cadena de entrada:** muestra la cadena de entrada sobre la cual se va a realizar la simulación descendente.



Figura 5.22: Cadena de entrada.

- **Botonera:** botones de avance y retroceso en la simulación descendente. Cabe destacar que estos botones tienen el mismo formato que los utilizados tanto en el asistente de la gramática como en el asistente de la simulación.



Figura 5.23: Botonera de la simulación.

- **Tabla de la simulación descendente:** se muestra en la tabla cada uno de los pasos de la simulación descendente.

Pila	Entrada	Acción

Figura 5.24: Tabla de la simulación descendente.

Desde el panel de una nueva simulación descendente se pueden realizar las siguientes acciones:

- **Introducir o modificar la cadena de entrada.**
- **Moverse sobre la simulación.**
- **Generar Derivación.**
- **Generar Árbol Sintáctico.**
- **Informe de la simulación descendente.**

5.4.1.1. Introducir o modificar la cadena de entrada

La cadena de entrada está compuesta de uno o varios de los símbolos terminales definidos en la gramática. Para introducir una nueva cadena de entrada para simularla, se debe pulsar sobre el botón *Editar*. Se abrirá una nueva ventana (Figura 5.25), donde aparecerá un campo de texto y una lista con los símbolos terminales. Pulsando sobre el símbolo deseado, se introducirá en el campo de texto. Si por error se introduce un símbolo erróneo, se puede eliminar pulsando sobre el botón *Borrar*.

Para modificar una cadena de entrada creada con anterioridad, se debe proceder de forma muy parecida. Se pulsa sobre el botón *Editar* y en la ventana que se abre, se deben borrar los símbolos que ya no vayan a formar parte de la cadena de entrada y se introducen los nuevos. Al pulsar sobre el botón *Aceptar*, se cargará en el campo de texto *Cadena de entrada* la que se ha definido.

5.4.1.2. Moverse por la simulación

Una vez está definida la cadena de entrada, se podrá mover por la simulación con los botones que se encuentran en la parte media de la pantalla.



Figura 5.25: Introducir una cadena de entrada.

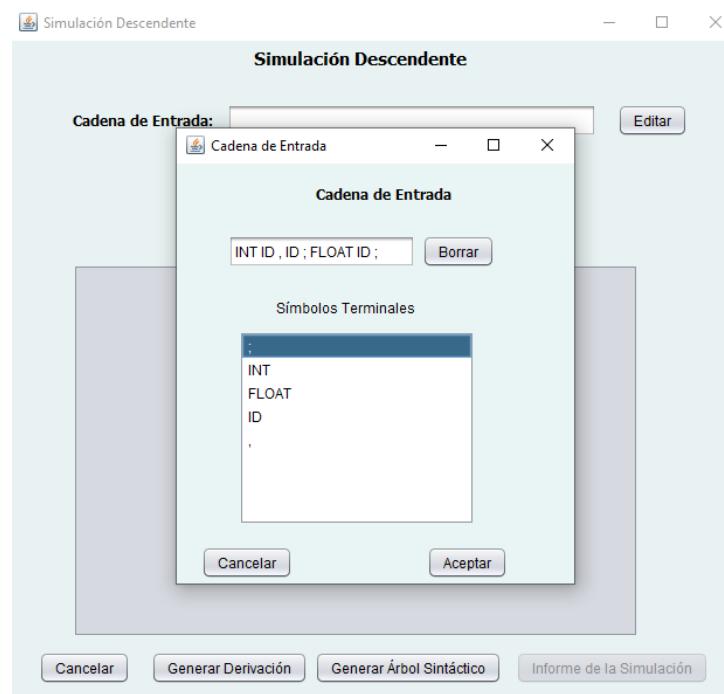


Figura 5.26: Modificar una cadena de entrada.

- ▶▶ **Avance simple:** avanza paso a paso en la simulación.
- ◀◀ **Retroceso simple:** retrocede paso a paso en la simulación.
- ▶▶ **Avance completo:** avanza hasta el último paso de la simulación.
- ◀◀ **Retroceso completo:** retrocede hasta el primer paso de la simulación.

5.4.1.3. Informe de la simulación descendente

El informe de la simulación se podrá crear en el momento en el que se haya creado una cadena de entrada. En la sección anterior se mostró un informe de la simulación, la diferencia entre ambos es que en este se incluye la cadena de entrada y la tabla de la simulación. Véase el informe en las páginas siguientes.



INFORME DE LA SIMULACIÓN DESCENDENTE

Producciones de la gramática:

```
P {  
    1) S → D S  
    2) S → ε  
    3) D → T L ;  
    4) T → INT  
    5) T → FLOAT  
    6) L → ID L'  
    7) L' → , ID L'  
    8) L' → ε  
}
```

Conjunto Primero y Siguiente:

Símbolos	Conjunto Primero	Conjunto Siguiente
S	ε INT FLOAT	\$
D	INT FLOAT	\$ INT FLOAT
T	INT FLOAT	ID
L	ID	;
L'	, ε	;

Funciones de Error:

- 0 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ;
- 1 - Insertar un Símbolo en la Entrada: INT
- 2 - Insertar un Símbolo en la Entrada: FLOAT

3 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ID

4 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ,

Cadena de Entrada:

INT ID , ID ; FLOAT ID ;

Tabla Predictiva:

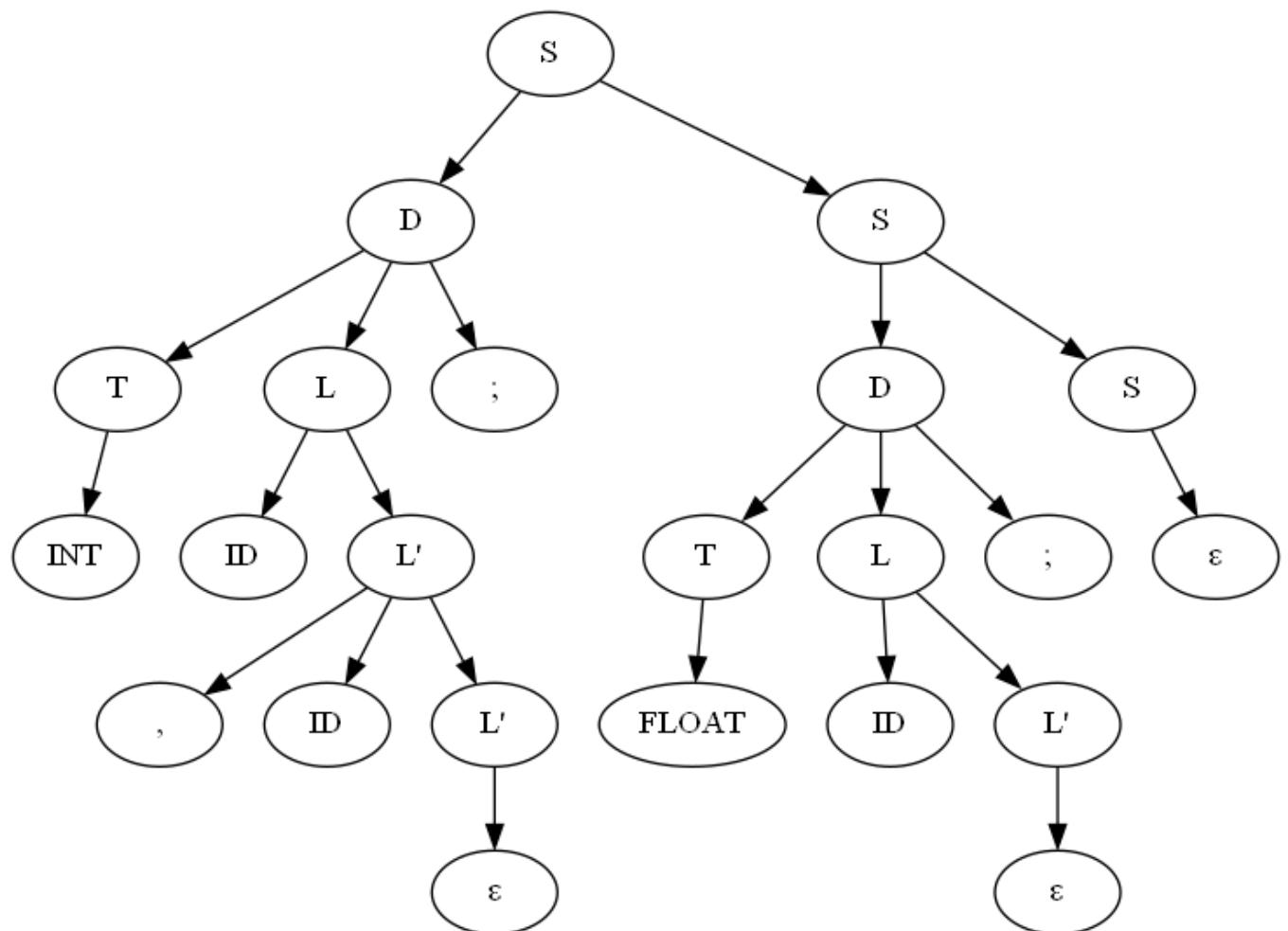
	;	INT	FLOAT	ID	,	\$
S		1	1			2
D		3	3			
T		4	5			
L				6		
L'	8				7	
;		Emparejar				
INT		Emparejar				
FLOAT			Emparejar			
ID				Emparejar		
,					Emparejar	
\$						Emparejar

Simulación Descendente:

Pila	Entrada	Acción
\$ S	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	1) S → D S
\$ S D	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	3) D → T L ;
\$ S ; L T	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	4) T → INT
\$ S ; L INT	INT ID , ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L	ID , ID ; FLOAT ID ; \$	6) L → ID L'
\$ S ; L' ID	ID , ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L' ,	, ID ; FLOAT ID ; \$	7) L' → , ID L'
\$ S ; L' ,	, ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L' ID	ID ; FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L'	; FLOAT ID ; \$	8) L' → ε
\$ S ;	; FLOAT ID ; \$	Emparejar

\$ S	FLOAT ID ; \$	1) S → D S
\$ S D	FLOAT ID ; \$	3) D → T L ;
\$ S ; L T	FLOAT ID ; \$	5) T → FLOAT
\$ S ; L FLOAT	FLOAT ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L	ID ; \$	6) L → ID L'
\$ S ; L' ID	ID ; \$	Emparejar
\$ S ; L'	; \$	8) L' → ε
\$ S ;	; \$	Emparejar
\$ S	\$	2) S → ε
\$	\$	Aceptar

Árbol Sintáctico:



Derivacion:

S => D S
D => T L ; S
T => INT L ; S
L => INT ID L' ; S
L' => INT ID , ID L' ; S
L' => INT ID , ID ε ; S
S => INT ID , ID ε ; D S
D => INT ID , ID ε ; T L ; S
T => INT ID , ID ε ; FLOAT L ; S
L => INT ID , ID ε ; FLOAT ID L' ; S
L' => INT ID , ID ε ; FLOAT ID ε ; S
S => INT ID , ID ε ; FLOAT ID ε ; ε

5.4.2. Resultados de la simulación descendente

Una vez se haya ejecutado la simulación completamente, se rellenará la tabla de análisis, la cual está compuesta por tres partes: pila, entrada y acción. Si la simulación ha sido correcta, la última línea de análisis contendrá la palabra *ACEPTAR* escrita en verde en la parte de acción, tal y como se muestra en la Figura 5.27.

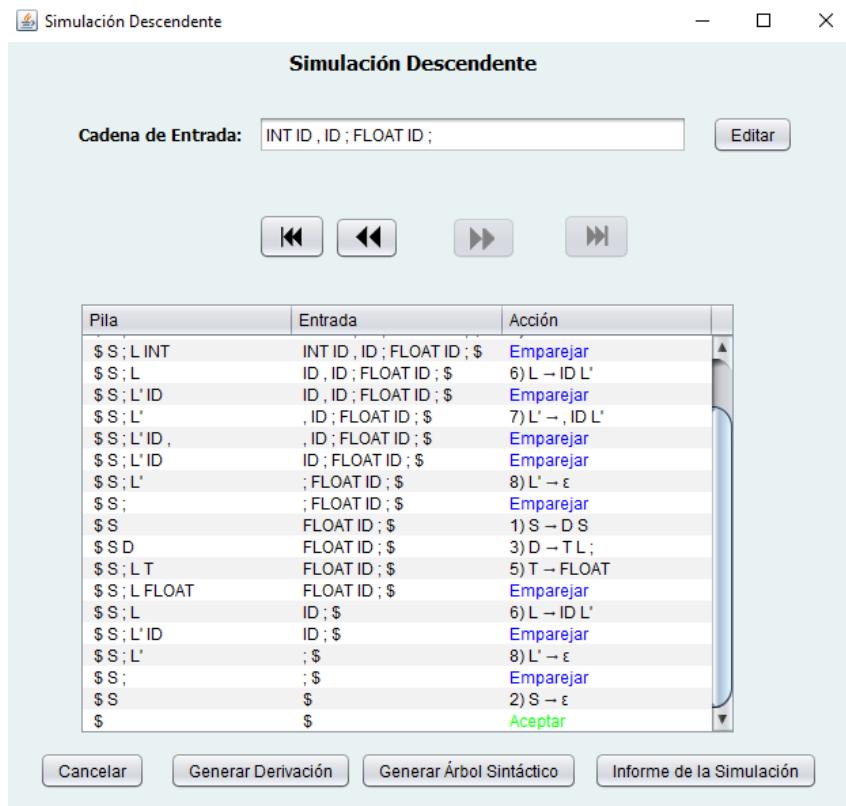


Figura 5.27: Simulación descendente correcta.

Si durante la simulación se consulta una celda vacía en la parte *acción* o se ejecuta una función de error, se mostrará la palabra *Error* en la parte acción o bien el resultado de ejecutar la función de error en color rojo (Figura 5.28).



Figura 5.28: Simulación descendente incorrecta.

Capítulo 6

Simulación Ascendente

6.1. Introducción

En esta sección se analizará en detalle la parte del analizador del análisis sintáctico ascendente. Se puede acceder a esta parte de SimAS desde la ventana del Editor, tanto desde la barra de herramientas o desde el menú *Simulador*. Es necesario que la gramática creada o cargada en el editor esté validada.

6.2. Asistente de nueva simulación ascendente

Para lanzar el asistente de la simulación del análisis ascendente sobre una gramática, se hace desde la pantalla del editor de SimAS, siempre y cuando haya una gramática válida. Este asistente tiene el mismo formato del asistente de la gramática.

El asistente está compuesto por cinco pasos:

1. **Paso 1.** Selección del método de simulación.
2. **Paso 2.** Conjuntos primero y siguiente.
3. **Paso 3.** Construcción de la colección canónica.
4. **Paso 4.** Construcción de la tabla LR.
5. **Paso 5.** Creación de las funciones de error.
6. **Paso 5.1.** Completar la tabla con las funciones de error.

6.2.1. Paso 1. Selección del método de simulación ascendente

En el primer paso del asistente, se selecciona, desde una lista desplegable, el método de simulación del análisis sintáctico ascendente: SLR, LR-canónico y LALR.

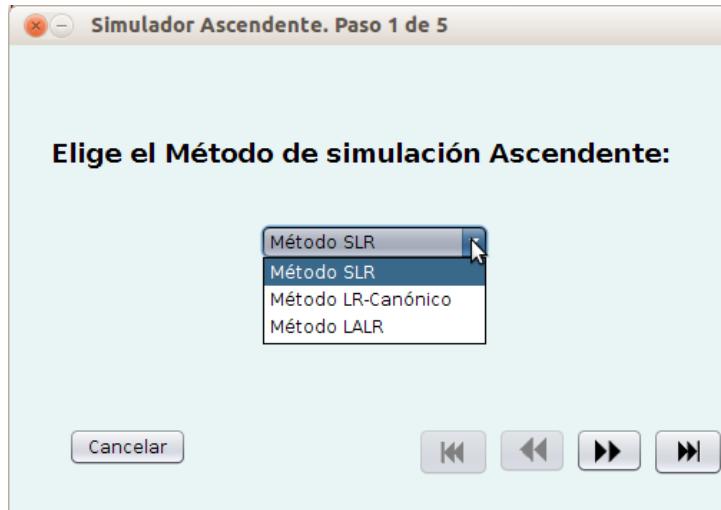


Figura 6.1: Selección del método de simulación ascendente.

6.2.2. Paso 2. Conjuntos primero y siguiente

En este paso del asistente se construyen los conjuntos *primero* y *siguiente* y se muestran en una tabla. Este paso no requiere de ninguna interacción por parte del usuario, porque se limita a la visualizar los conjuntos creados.

The screenshot shows a window titled "Simulador Ascendente. Paso 2 de 5". It displays a table titled "Conjunto Primero y Siguiente". The table has three columns: "Símbolo", "Conjunto primero", and "Conjunto siguiente". The data is as follows:

Símbolo	Conjunto primero	Conjunto siguiente
S	NUM	\$
T	NUM	ID *),
L	NUM),

At the bottom are buttons for "Cancelar", "Visualizar Gramática", and navigation arrows.

Figura 6.2: Conjuntos primero y siguiente.

6.2.3. Paso 3. Construcción de la colección canónica

En este paso del asistente se construye la colección canónica (la correspondiente para el método escogido en el paso 1) y se muestra en una tabla. Este paso no requiere

de ninguna interacción por parte del usuario, porque es una visualización de la colección canónica.

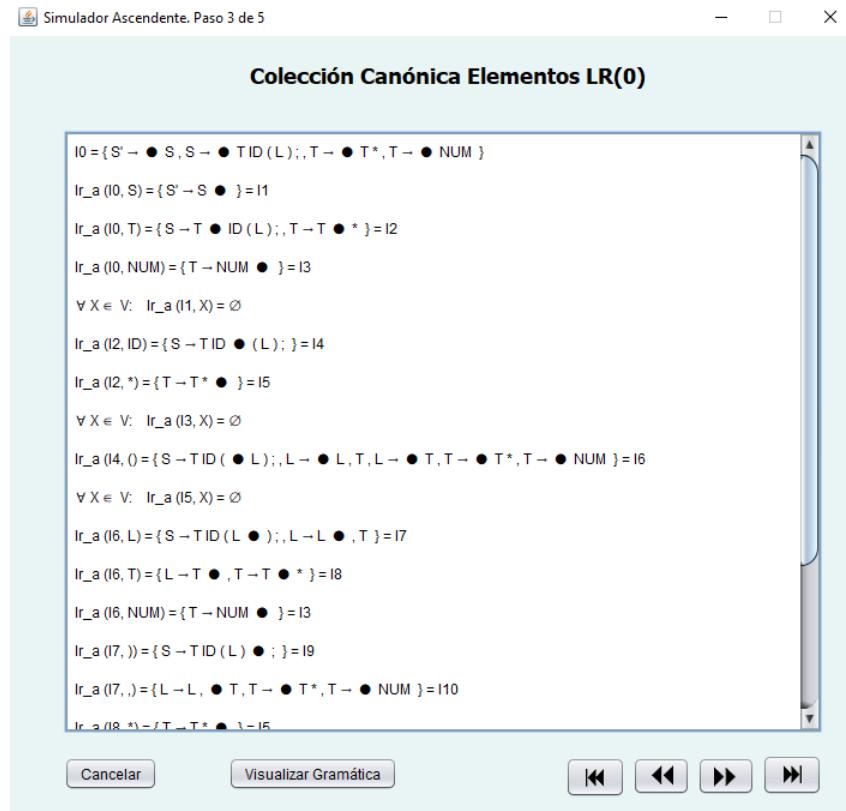


Figura 6.3: Construcción de la colección canónica de elementos LR(0).

6.2.4. Paso 4. Construcción de la tabla LR

En este paso del asistente se construye la tabla LR (la correspondiente para el método escogido en el paso 1) y se muestra en una tabla. Este paso no requiere de ninguna interacción por parte del usuario, porque es una visualización de la tabla LR obtenida.

Figura 6.4: Construcción de la tabla LR.

6.2.5. Paso 5. Creación de las funciones de error

En este paso del asistente se definen las funciones de tratamiento de error, que serán usadas para completar la tabla LR. Esta declaración no es obligatoria, así que puede finalizar el asistente sin definir ninguna función de error. En la figura 6.5 se muestra el aspecto inicial de esta ventana.

Figura 6.5: Aspecto inicial de la pantalla de creación de las funciones de error.

En esta ventana se pueden realizar las siguientes acciones:

- **Insertar una función de error:** inserta una función de error en la lista. Esta acción muestra una ventana para insertar la nueva función de error. En la ventana deberá introducir el identificador de la función, seleccionar la acción a realizar y asignar un mensaje a la función. No se permite que dos funciones tengan el mismo número de identificador.
- **Borrar una función de error:** borra la función de error seleccionada.
- **No definir funciones de error:** se da la opción de no crear ninguna función de error.

6.2.5.1. Nueva función de error

Para crear una función de error, se debe acceder desde el paso número 5 del asistente de la simulación, pulsando el botón *Nueva Función Error*. Al hacer esto se abrirá una nueva ventana donde se irán generando una a una cada función.

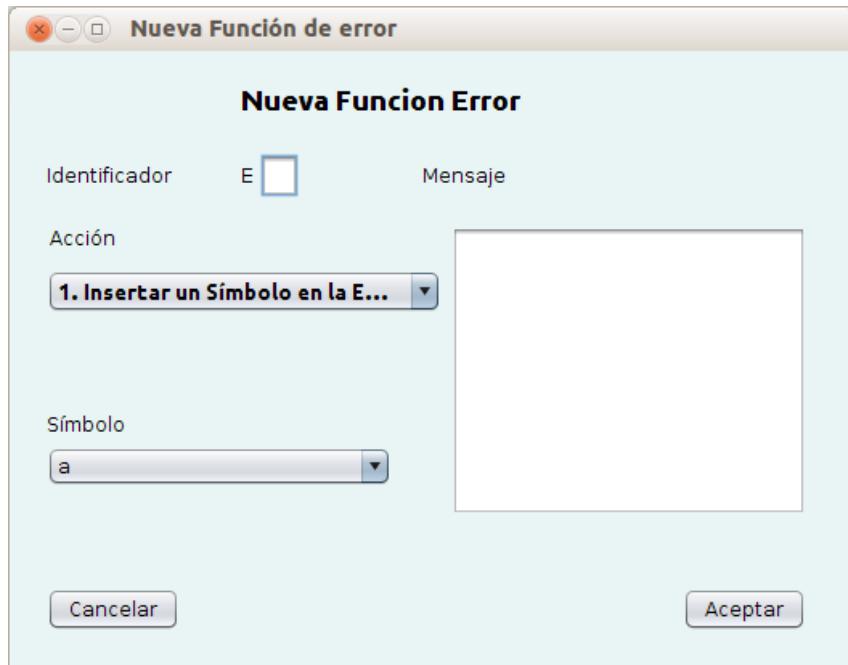


Figura 6.6: Creación de una función de error.

Como se puede ver en la figura 6.6, para crear una función de error, hay que definir los siguientes datos:

- **Identificador:** número identificativo de cada función de error. Este número no se puede repetir.



Figura 6.7: Error en el identificador de función de error.

- **Acción:** tipo de acción a realizar con la función de error. En la figura 6.8 se puede ver la lista desplegable con las acciones que se pueden realizar.

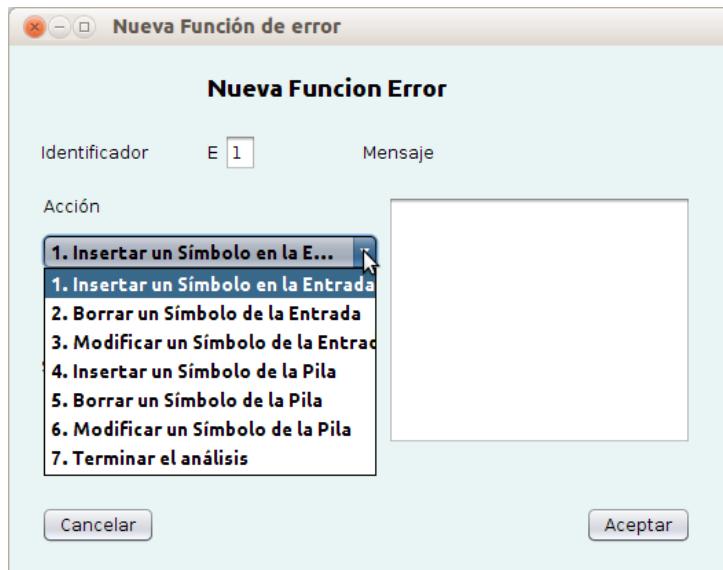


Figura 6.8: Acciones de las funciones de error.

- **Símbolo:** en algunas de las acciones a realizar por las funciones de error se tiene que seleccionar un símbolo de los definidos en los símbolos terminales de la gramática. Este menú desplegable se activará o desactivará en función de la acción seleccionada.
- **Mensaje:** texto explicativo de la función de error.

Una vez se haya definido la función de error, se pulsa sobre el botón *Aceptar* y ésta se incluirá en la lista de las funciones del paso número 5 del asistente de la simulación.

6.2.5.2. Borrar una función de error

Una vez que se haya definido una función de error, esta se podrá eliminar desde el paso número 5 del asistente de simulación. Se debe seleccionar la función que se desee eliminar en la lista haciendo clic con el ratón. Al hacer esto, se activará el botón de *Eliminar Función Error* y pulsando sobre él desaparecerá la función seleccionada de la lista.

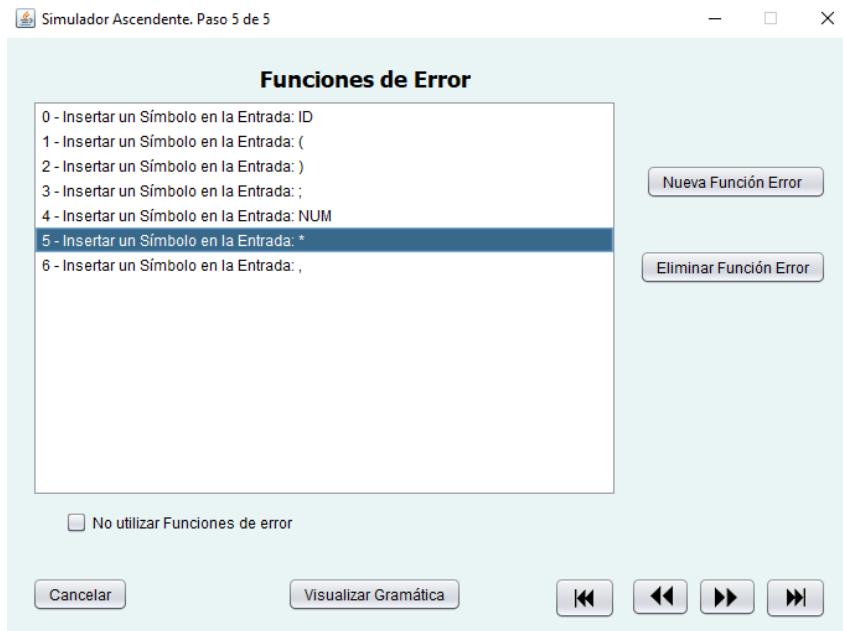


Figura 6.9: Borrar función de error.

6.2.6. Paso 5.1. Completar la tabla con las funciones de error

En este paso del asistente se rellenan las celdas vacías de la parte Acción de la tabla LR con las funciones de error generadas en el paso anterior. Por otro lado, este paso solamente es accesible si han declarado previamente funciones de error en la simulación.

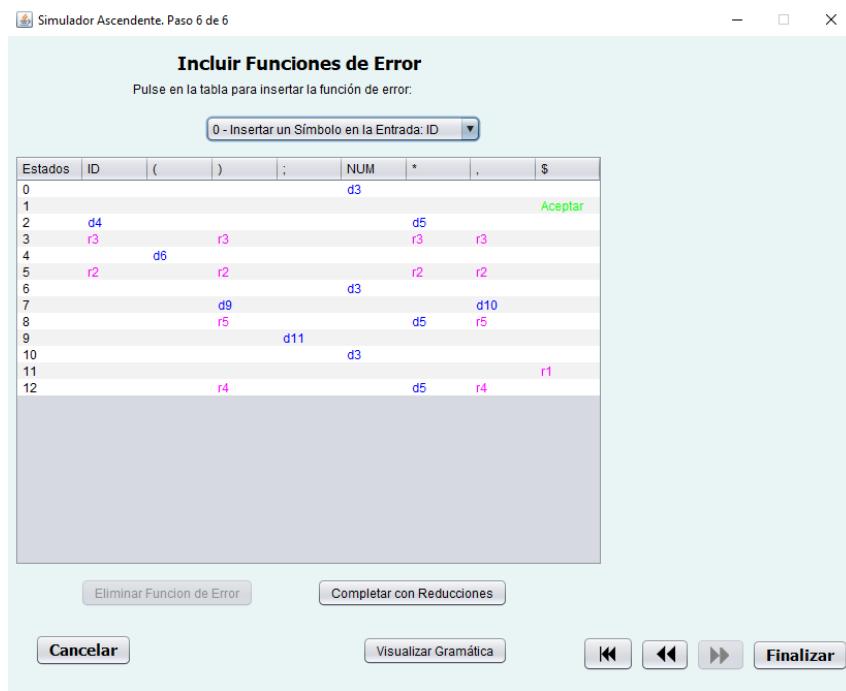


Figura 6.10: Completar la tabla LR con las funciones de error.

En este panel se pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

- **Insertar una función de error en la tabla:** la principal finalidad de este paso es completar la parte Acción de la tabla LR con las funciones de error. Para ello se selecciona, en el menú desplegable de la parte superior, la función de error que se quiera insertar. Posteriormente, se hace clic con el ratón en los huecos libres de la tabla y se irán incluyendo. Para insertar otra función distinta, basta con seleccionarla en el desplegable y volver a hacer clic sobre la tabla (Figura 6.11).
- **Eliminar una función de error en la tabla:** si por error se inserta en la tabla una función de error, ésta se puede eliminar. Basta con seleccionar la función errónea en la tabla y pulsar sobre el botón *Eliminar Función de error*.
- **Completar la tabla con reducciones:** si se desea, se puede completar la tabla acción con reducciones, esto es, si una de las filas contiene al menos una reducción se completa el resto de la fila con esa misma reducción. Para diferenciarlas de las reducciones originales, se mostrarán en otro color y con el símbolo al final (Figura 6.12.)
- **Eliminar reducciones:** si se ha pulsado sobre el botón *Completar con reducciones*, el nombre del botón se cambiará a *Eliminar Reducciones* como se puede ver en la figura 6.12. Este botón elimina de la tabla las reducciones que se introdujeron en el paso anterior.

6.2. ASISTENTE DE NUEVA SIMULACIÓN ASCENDENTE

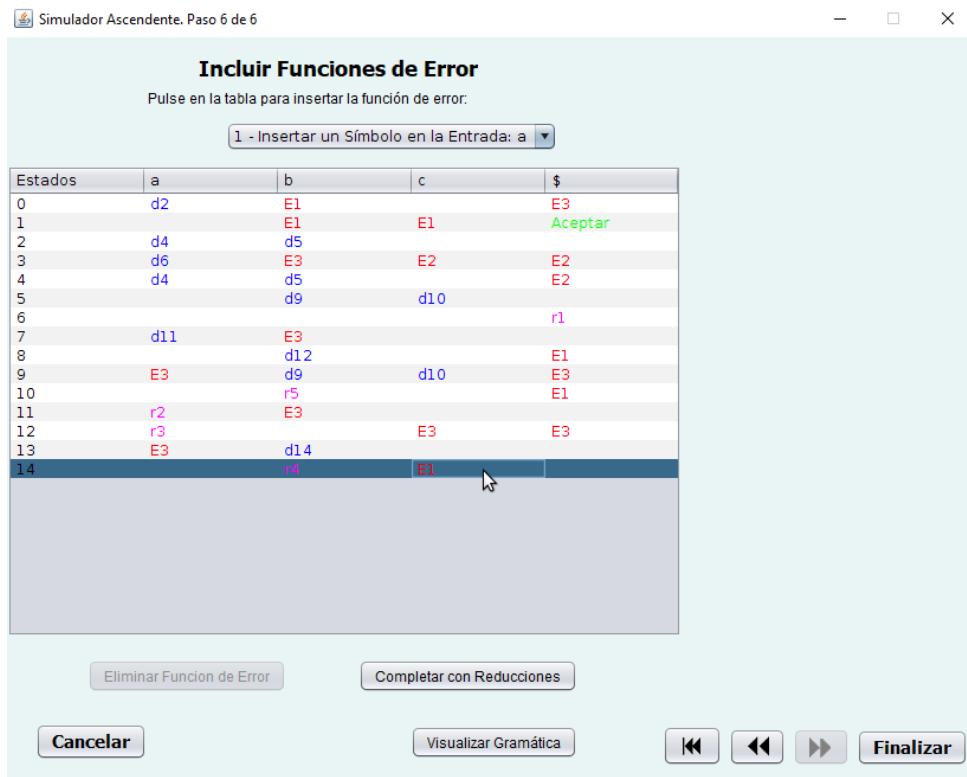


Figura 6.11: Insertar funciones de error.

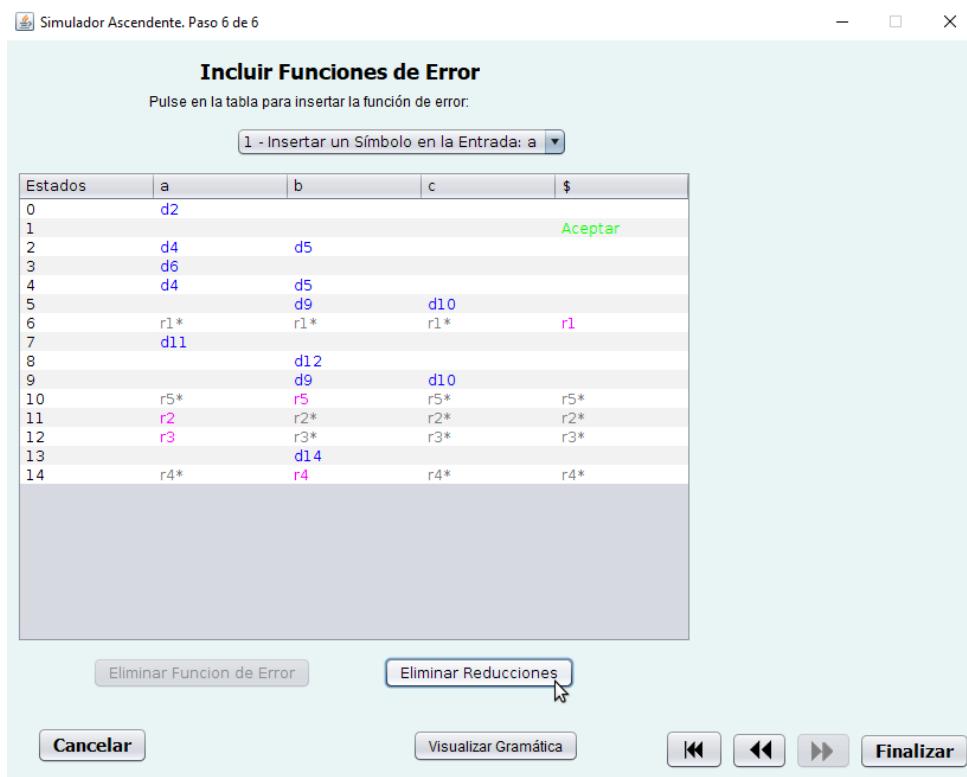


Figura 6.12: Completar tabla Acción con reducciones.

6.3. Interfaz del simulador Ascendente

Una vez se pulse sobre el botón *Finalizar* del asistente de la simulación ascendente, si no se ha producido ningún error, se mostrarán todos los datos calculados en cada uno de los pasos del asistente en la ventana del Simulador. A continuación, se explicarán cada uno de los datos que aparecen en esta ventana.

6.3.1. Barra de menús del Simulador Ascendente

El simulador de gramáticas posee una barra de menús que recoge todas sus opciones. Esta barra de menús es la que se muestra en la figura 6.13.

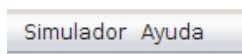


Figura 6.13: Barra de menús del simulador

La barra de menús posee los siguientes menús:

1. **Menú Simulador:** agrupa las acciones principales del simulador.
 - **Nueva simulación:** lanza el asistente para creación de una nueva simulación.
 - **Salir:** cierra la aplicación.

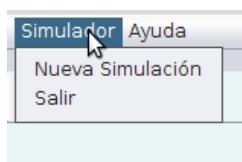


Figura 6.14: Menú Simulador.

2. **Menú Ayuda:** contiene los menús de la ayuda.

6.3.2. Barra de herramientas del simulador

La barra de herramientas del simulador contiene los accesos directos a todas las acciones posibles a realizar en él.

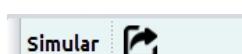


Figura 6.15: Barra de herramientas del simulador.

A diferencia del editor de gramáticas de SimAS, esta barra de menús tiene muchas menos opciones. Contiene la acción de Simular la gramática cargada y la de salir de la aplicación.

6.3.3. Panel de visualización del simulador ascendente

Una vez finalice el asistente de la simulación de la gramática, se muestra una ventana donde se pueden visualizar todos los componentes necesarios para la simulación ascendente. En la figura 6.16 se puede ver un ejemplo de este panel.

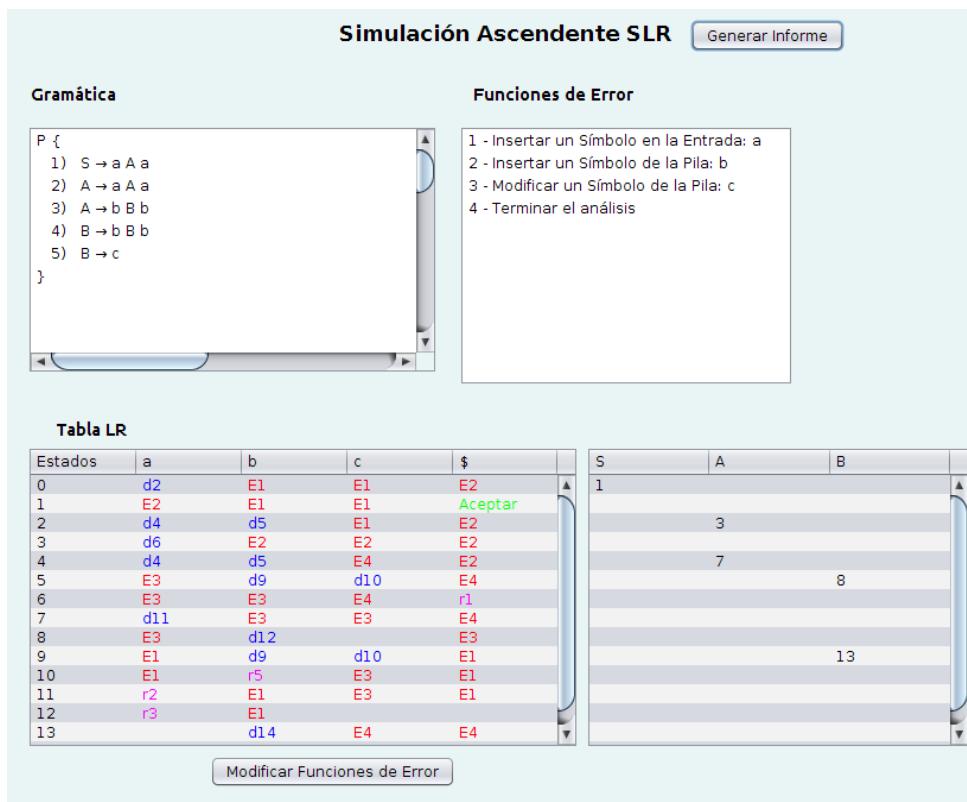


Figura 6.16: Panel de visualización del simulador ascendente.

El panel de visualización se divide en cuatro partes:

- **Título y generador del informe:** en la parte superior del panel se muestra el nombre del método de la simulación ascendente que se está realizando, SLR, LR-canónico o LALR. Además, pulsando sobre el botón que se encuentra justo al lado *Generar Informe*, se puede obtener el informe de la simulación ascendente.



Figura 6.17: Título y generador del informe de la simulación ascendente

CAPÍTULO 6. SIMULACIÓN ASCENDENTE

El informe de la simulación generado en este paso se puede consultar en las siguientes páginas.



INFORME DE LA SIMULACIÓN ASCENDENTE

MÉTODO SLR

Producciones de la gramática:

```
P {  
    1) S → a A a  
    2) A → a A a  
    3) A → b B b  
    4) B → b B b  
    5) B → c  
}
```

Conjunto Primero y Siguiente:

Símbolos	Conjunto Primero	Conjunto Siguiente
S	a	\$
A	a b	a
B	b c	b

Funciones de Error:

No se han declarado Funciones de Error.

Colección Canónica Elementos LR(0)

```
I0 = { S' → • S , S → • a A a }  
Ir_a (I0, S) = { S' → S • } = I1  
Ir_a (I0, a) = { S → a • A a , A → • a A a , A → • b B b } = I2  
∀ X ∈ V: Ir_a (I1, X) = ∅  
Ir_a (I2, A) = { S → a A • a } = I3
```

$lr_a(I2, a) = \{ A \rightarrow a \bullet A a, A \rightarrow \bullet a A a, A \rightarrow \bullet b B b \} = I4$
$lr_a(I2, b) = \{ A \rightarrow b \bullet B b, B \rightarrow \bullet b B b, B \rightarrow \bullet c \} = I5$
$lr_a(I3, a) = \{ S \rightarrow a A a \bullet \} = I6$
$lr_a(I4, A) = \{ A \rightarrow a A \bullet a \} = I7$
$lr_a(I4, a) = \{ A \rightarrow a \bullet A a, A \rightarrow \bullet a A a, A \rightarrow \bullet b B b \} = I4$
$lr_a(I4, b) = \{ A \rightarrow b \bullet B b, B \rightarrow \bullet b B b, B \rightarrow \bullet c \} = I5$
$lr_a(I5, B) = \{ A \rightarrow b B \bullet b \} = I8$
$lr_a(I5, b) = \{ B \rightarrow b \bullet B b, B \rightarrow \bullet b B b, B \rightarrow \bullet c \} = I9$
$lr_a(I5, c) = \{ B \rightarrow c \bullet \} = I10$
$\forall X \in V: lr_a(I6, X) = \emptyset$
$lr_a(I7, a) = \{ A \rightarrow a A a \bullet \} = I11$
$lr_a(I8, b) = \{ A \rightarrow b B b \bullet \} = I12$
$lr_a(I9, B) = \{ B \rightarrow b B \bullet b \} = I13$
$lr_a(I9, b) = \{ B \rightarrow b \bullet B b, B \rightarrow \bullet b B b, B \rightarrow \bullet c \} = I9$
$lr_a(I9, c) = \{ B \rightarrow c \bullet \} = I10$
$\forall X \in V: lr_a(I10, X) = \emptyset$
$\forall X \in V: lr_a(I11, X) = \emptyset$
$\forall X \in V: lr_a(I12, X) = \emptyset$
$lr_a(I13, b) = \{ B \rightarrow b B b \bullet \} = I14$
$\forall X \in V: lr_a(I14, X) = \emptyset$

Tabla LR:

PARTE ACCIÓN

Estados	a	b	c	\$
0	d2	E3	E1	E3
1	E3	E1	E1	Aceptar
2	d4	d5	E3	
3	d6		E1	E2
4	d4	d5	E1	E3

5	E2	d9	d10	E1
6	E4	E4	E4	r1
7	d11	E4	E3	E3
8	E4	d12	E4	E2
9	E1	d9	d10	
10	E1	r5	E3	E2
11	r2	E2	E2	
12	r3	E1	E3	E2
13	E1	d14	E2	E4
14	E4	r4	E3	E3

PARTE IR_A

Estados	S	A	B
0	1		
1			
2		3	
3			
4		7	
5			8
6			
7			
8			
9			13
10			
11			
12			
13			
14			

- **Gramática:** se muestra la gramática sobre la que se está realizando la simulación sintáctica ascendente.

```
P {  
    1) S → a A a  
    2) A → a A a  
    3) A → b B b  
    4) B → b B b  
    5) B → c  
}
```

Figura 6.18: Gramática de la simulación ascendente.

- **Funciones de error:** contiene las funciones de error que se crearon en el paso 5 del asistente de la simulación.

```
1 - Insertar un Símbolo en la Entrada: a  
2 - Insertar un Símbolo de la Pila: b  
3 - Terminar el análisis
```

Figura 6.19: Funciones de error de la simulación ascendente.

- **Tabla LR:** en la zona inferior de la ventana, se encuentra la parte *Acción* y la parte *Ir_a* de la tabla LR calculada para la simulación ascendente de la gramática. Debajo de esta tabla hay un botón, *Modificar funciones de error*, que, si se pulsa sobre él, abrirá el asistente de la simulación en el paso 5 para poder modificar o crear nuevas funciones de error y completar la tabla LR con ellas (Figura 6.20).

Tabla LR				
Estados	a	b	c	\$
0	d2	E1	E1	
1			E1	Aceptar
2	d4	d5		
3	d6	E2	E2	E2
4	d4	d5		E2
5	E1	d9	d10	
6		E2		r1
7	d11		E1	E1
8	E2	d12		
9	E1	d9	d10	
10	E1	r5	E3	E2
11	r2	E2	E3	
12	r3	E2	E3	E2
13		d14		

S	A	B
1		
	3	
	7	8
		13

Modificar Funciones de Error

Figura 6.20: Tabla LR de la simulación ascendente

6.4. Simulación de análisis sintáctico ascendente

Después de todos los pasos estudiados anteriormente, ya sólo falta realizar la simulación de una cadena de entrada. En esta sección se mostrarán todas las opciones para realizar una nueva simulación.

6.4.1. Nueva simulación de análisis sintáctico ascendente

Para lanzar una nueva simulación de análisis sintáctico ascendente de una gramática, se accede al menú *Simulador* y se pulsa sobre la acción *Nueva Simulación*. También se puede lanzar la simulación mediante el botón *Simular* de la barra de herramientas. En la Figura 6.21 se muestra el aspecto inicial de este panel.

Este panel se divide en tres partes:

- **Cadena de entrada:** muestra la cadena de entrada sobre la cual se va a realizar la simulación ascendente (Figura 6.22).
- **Botonera:** botones de avance y retroceso en la simulación ascendente. Cabe destacar que estos botones tienen el mismo formato que los utilizados tanto en el asistente de la gramática como en el asistente de la simulación (Figura 6.23).
- **Tabla de la simulación ascendente:** se muestra en la tabla cada uno de los pasos de la simulación ascendente (Figura 6.24).

Desde el panel de una nueva simulación sintáctica ascendente se pueden realizar las siguientes acciones:

- **Introducir o modificar la cadena de entrada.**
- **Moverse sobre la simulación.**
- **Informe de la simulación ascendente.**



Figura 6.21: Nueva simulación del análisis sintáctico ascendente

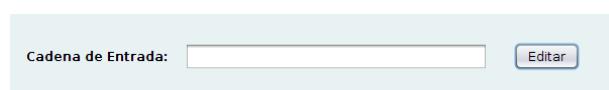


Figura 6.22: Cadena de entrada.



Figura 6.23: Botonera de la simulación



Figura 6.24: Tabla de la simulación ascendente.

6.4.1.1. Introducir o modificar la cadena de entrada

La cadena de entrada está compuesta de uno o varios de los símbolos terminales definidos en la gramática. Para introducir una nueva cadena de entrada para simularla, se debe pulsar sobre el botón *Editar*. Se abrirá una nueva ventana, donde aparecerá un campo de texto y una lista con los símbolos terminales. Pulsando sobre el símbolo deseado, se introducirá en el campo de texto. Si por error se introduce un símbolo erróneo, se puede eliminar pulsando sobre el botón *Borrar* (Figura 6.25.)

Para modificar una cadena de entrada creada con anterioridad, se debe proceder de forma muy parecida. Se pulsa sobre el botón *Editar* y en la ventana que se abre, se deben borrar los símbolos que ya no vayan a formar parte de la cadena de entrada y se introducen los nuevos. Al pulsar sobre el botón *Aceptar*, se cargará en el campo de texto *Cadena de entrada* la que se ha definido (Figura 6.26.)

6.4.1.2. Moverse por la simulación

Una vez está definida la cadena de entrada, se podrá mover por la simulación con los botones que se encuentran en la parte media de la pantalla.

- ▶▶ **Avance simple:** avanza paso a paso en la simulación.
- ◀◀ **Retroceso simple:** retrocede paso a paso en la simulación.
- ▶▶ **Avance completo:** avanza hasta el último paso de la simulación.
- ◀◀ **Retroceso completo:** retrocede hasta el primer paso de la simulación.

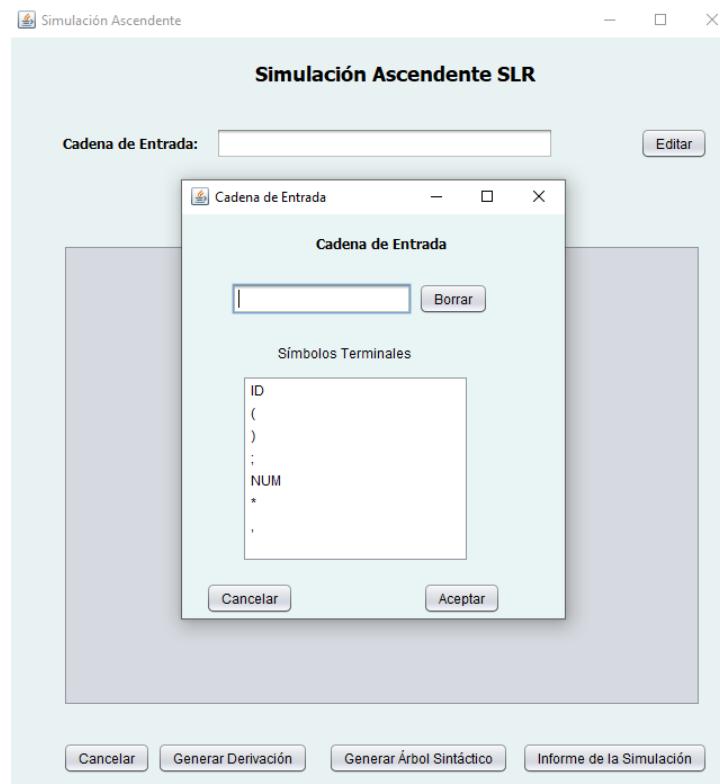


Figura 6.25: Introducir una cadena de entrada.



Figura 6.26: Modificar una cadena de entrada.

6.4.1.3. Informe de la simulación ascendente

El informe de la simulación se podrá crear en el momento en el que se haya creado una cadena de entrada. En la sección anterior se mostró un informe de la simulación, la diferencia entre ambos es que en este se incluye la cadena de entrada y la tabla de la simulación. Véase el informe en las páginas siguientes.



INFORME DE LA SIMULACIÓN ASCENDENTE

MÉTODO SLR

Producciones de la gramática:

```
P {  
    1) S → T ID ( L ) ;  
    2) T → T *  
    3) T → NUM  
    4) L → L , T  
    5) L → T  
}
```

Conjunto Primero y Siguiente:

Símbolos	Conjunto Primero	Conjunto Siguiente
S	NUM	\$
T	NUM	ID *),
L	NUM),

Funciones de Error:

No se han declarado Funciones de Error.

Cadena de Entrada:

NUM * ID (NUM) ;

Colección Canónica Elementos LR(0)

```
I0 = { S' → • S , S → • T ID ( L ) ; , T → • T * , T → • NUM }  
Ir_a (I0, S) = { S' → S • } = I1
```

$lr_a(I0, T) = \{ S \rightarrow T \bullet \mid ID(L) ; , T \rightarrow T \bullet * \} = I2$
$lr_a(I0, NUM) = \{ T \rightarrow NUM \bullet \} = I3$
$\forall X \in V: lr_a(I1, X) = \emptyset$
$lr_a(I2, ID) = \{ S \rightarrow T \mid ID(L) ; \} = I4$
$lr_a(I2, *) = \{ T \rightarrow T^* \bullet \} = I5$
$\forall X \in V: lr_a(I3, X) = \emptyset$
$lr_a(I4, () = \{ S \rightarrow T \mid ID(L) ; , L \rightarrow \bullet L, T, L \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*, T \rightarrow \bullet NUM \} = I6$
$\forall X \in V: lr_a(I5, X) = \emptyset$
$lr_a(I6, L) = \{ S \rightarrow T \mid ID(L \bullet) ; , L \rightarrow L \bullet , T \} = I7$
$lr_a(I6, T) = \{ L \rightarrow T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \} = I8$
$lr_a(I6, NUM) = \{ T \rightarrow NUM \bullet \} = I3$
$lr_a(I7,)) = \{ S \rightarrow T \mid ID(L) \bullet ; \} = I9$
$lr_a(I7, ,) = \{ L \rightarrow L \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*, T \rightarrow \bullet NUM \} = I10$
$lr_a(I8, *) = \{ T \rightarrow T^* \bullet \} = I5$
$lr_a(I9, ;) = \{ S \rightarrow T \mid ID(L) \bullet \} = I11$
$lr_a(I10, T) = \{ L \rightarrow L \bullet T, T \rightarrow T \bullet * \} = I12$
$lr_a(I10, NUM) = \{ T \rightarrow NUM \bullet \} = I3$
$\forall X \in V: lr_a(I11, X) = \emptyset$
$lr_a(I12, *) = \{ T \rightarrow T^* \bullet \} = I5$

Tabla LR:

PARTE ACCIÓN

Estado	ID	()	;	NUM	*	,	\$
0					d3			
1								Aceptar
2	d4					d5		
3	r3		r3			r3	r3	
4		d6						
5	r2		r2			r2	r2	

6					d3			
7			d9				d10	
8			r5			d5	r5	
9				d11				
10					d3			
11								r1
12			r4			d5	r4	

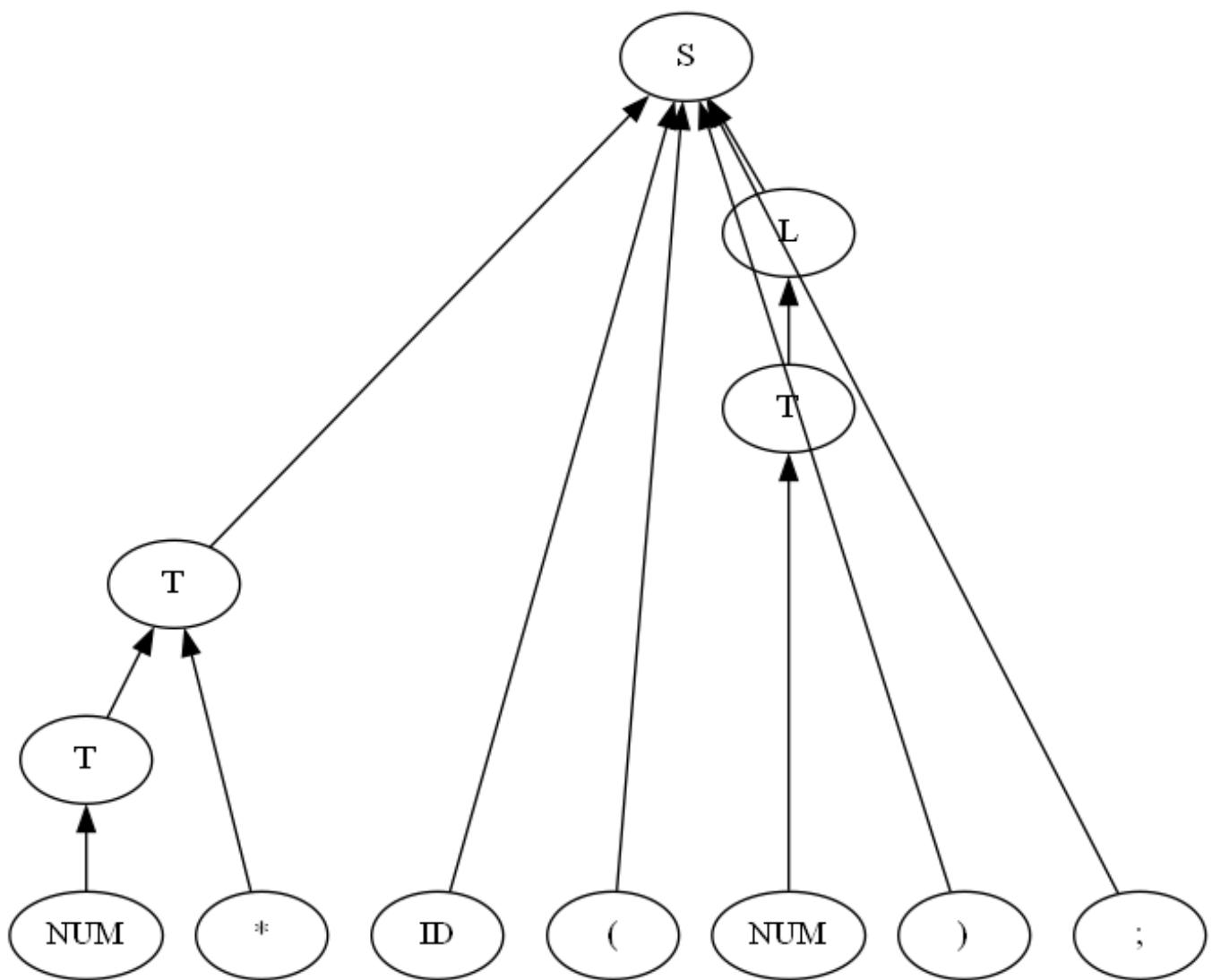
PARTE IR_A

Estados	S	T	L
0	1	2	
1			
2			
3			
4			
5			
6		8	7
7			
8			
9			
10		12	
11			
12			

Simulación Ascendente:

Pila	Entrada	Acción
0	NUM * ID (NUM) ; \$	d3
0 NUM 3	* ID (NUM) ; \$	r3 T → NUM
0 T 2	* ID (NUM) ; \$	d5
0 T 2 * 5	ID (NUM) ; \$	r2 T → T *
0 T 2	ID (NUM) ; \$	d4
0 T 2 ID 4	(NUM) ; \$	d6
0 T 2 ID 4 (6	NUM) ; \$	d3
0 T 2 ID 4 (6 NUM 3) ; \$	r3 T → NUM
0 T 2 ID 4 (6 T 8) ; \$	r5 L → T
0 T 2 ID 4 (6 L 7) ; \$	d9
0 T 2 ID 4 (6 L 7) 9	; \$	d11
0 T 2 ID 4 (6 L 7) 9 ; 11	\$	r1 S → T ID (L) ;
0 S 1	\$	Aceptar

Árbol Sintáctico:



Derivacion:

```
S => T ID ( L );
=> T ID ( T );
=> T ID ( NUM );
=> T * ID ( NUM );
=> NUM * ID ( NUM );
```

6.4.2. Resultados de la simulación ascendente

Una vez se haya ejecutado la simulación completamente, se rellenará la tabla de análisis; la cual está compuesta por tres partes: pila, entrada y acción. Si la simulación ha sido correcta, la última línea de análisis contendrá la palabra *ACEPTAR* escrita en verde en la parte de acción, tal y como se muestra en la Figura 6.27.



Figura 6.27: Simulación ascendente correcta.

Si durante la simulación se consulta una celda vacía en la parte *acción* o se ejecuta una función de error, se mostrará la palabra *Error* en la parte acción o bien el resultado de ejecutar la función de error en color rojo (Figura 6.28.)

Como novedad, es posible abrir una ventana adicional donde se puede ver la construcción del árbol sintáctico. Esta construcción puede ser iterativa o, por el contrario, instantánea (Figura 6.29).

Es posible también abrir una ventana adicional para visualizar la construcción de la derivación de la misma forma que con el árbol sintáctico. Esta derivación será tanto iterativa, de forma paralela a la simulación, como instantánea si se desea (Figura 6.30).

6.4. SIMULACIÓN DE ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

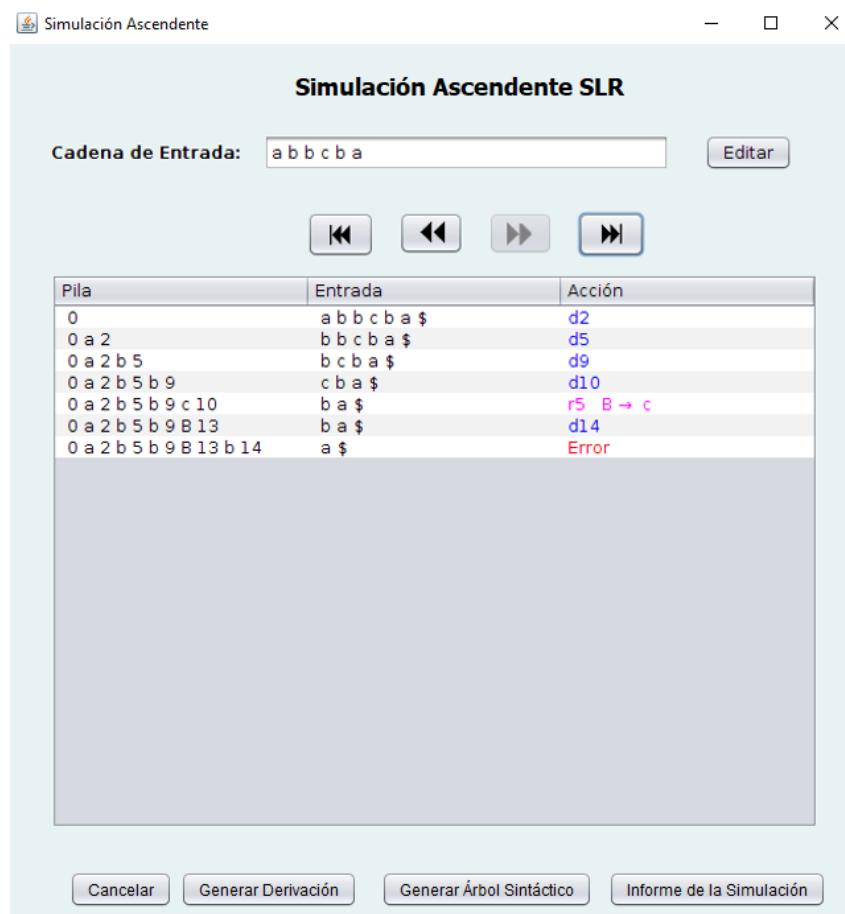


Figura 6.28: Simulación ascendente incorrecta.

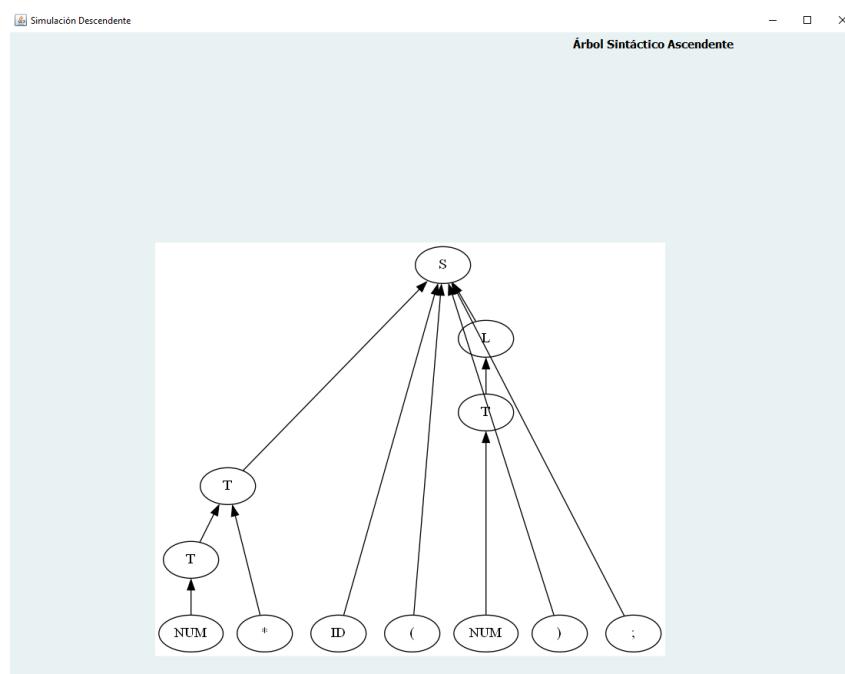
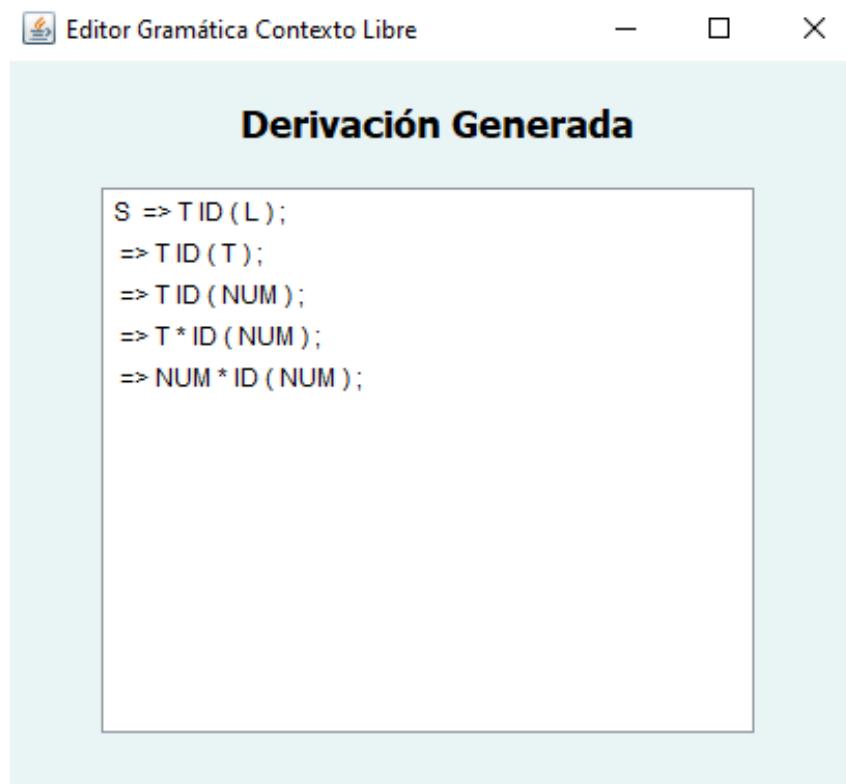


Figura 6.29: Árbol Sintáctico.



The screenshot shows a window titled "Derivación Generada" (Generated Derivation) from the "Editor Gramática Contexto Libre" application. The window contains the following text:

```
S => T ID ( L );
=> T ID ( T );
=> T ID ( NUM );
=> T * ID ( NUM );
=> NUM * ID ( NUM );
```

Figura 6.30: Derivación.

Capítulo 7

Ejemplos Prácticos

7.1. Introducción

En este capítulo se desarrollarán unos ejemplos prácticos de la ejecución de la aplicación para afianzar los conocimientos obtenidos mediante este manual. Los ejemplos que se van a desarrollar se han obtenido de los apuntes de la asignatura de Procesadores del lenguaje de Ingeniería informática de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba. Se creará una gramática de contexto libre, se validará y se simulará el análisis sintáctico ascendente y el análisis sintáctico descendente.

7.2. Creación de una gramática de contexto libre

A continuación, se realizará un ejemplo completo de creación de una gramática de contexto libre para, posteriormente, simular los análisis sintácticos.

La gramática que se va a utilizar en este ejemplo es la siguiente:

$$\begin{aligned} P = \{ & \\ (1) \quad & E \rightarrow T E' \\ (2) \quad & E' \rightarrow + T E' \\ (3) \quad & E' \rightarrow \epsilon \\ (4) \quad & T \rightarrow F T' \\ (5) \quad & T' \rightarrow * F T' \\ (6) \quad & T' \rightarrow \epsilon \\ (7) \quad & F \rightarrow (E) \\ (8) \quad & F \rightarrow id \\ (9) \quad & F \rightarrow num \\ \} & \end{aligned} \tag{7.1}$$

7.2.1. Nueva gramática

Al iniciar la aplicación SimAS, se abre la pantalla del editor de gramáticas. Para crear una nueva gramática, hay que pulsar sobre la opción *Nueva gramática* desde la barra de herramientas o sobre el menú *Editor*. Esta acción lanza el asistente de creación de gramáticas como se puede ver en la figura 7.1.

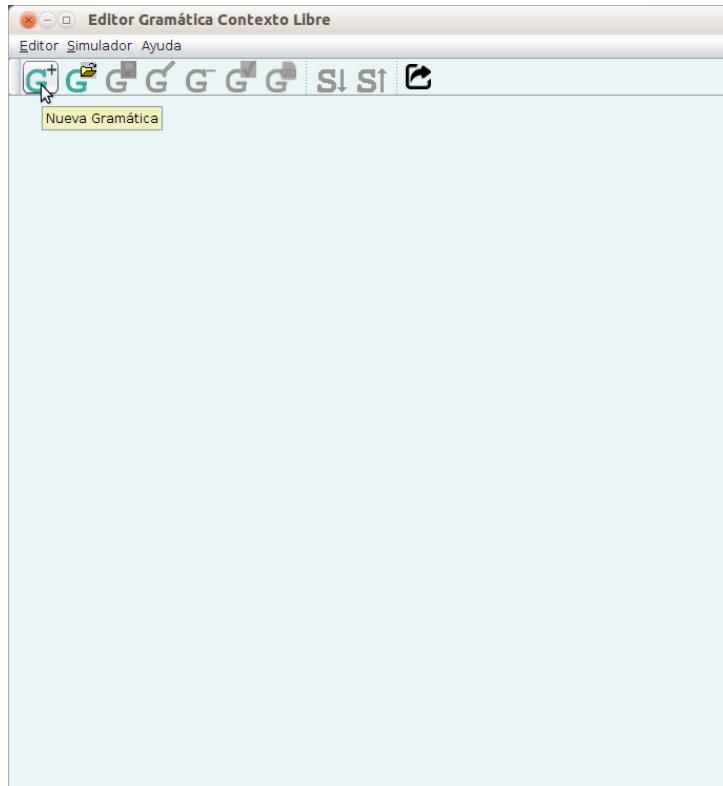


Figura 7.1: Ejemplo de creación de una nueva gramática.

A continuación, se mostrará cada uno de los pasos para la creación de la gramática.

7.2.1.1. Paso 1.- Datos de la gramática

En primer lugar, en el primer paso se deberá asignar un nombre y una descripción a la gramática, que permitirá identificarla en un futuro. Basta con asignar un nombre y una descripción y pulsar el botón de avance (Figura 7.2.)

7.2.1.2. Paso 2.- Vocabulario de la gramática

Después, en el paso 2, se deberá crear el vocabulario de la gramática. Se tienen los símbolos no terminales por un lado y los símbolos terminales por otro. Al principio, las listas están vacías, por lo que habrá que utilizar el botón *Modificar* para añadir símbolos no terminales o terminales a la gramática (Figura 7.3.)

7.2. CREACIÓN DE UNA GRAMÁTICA DE CONTEXTO LIBRE

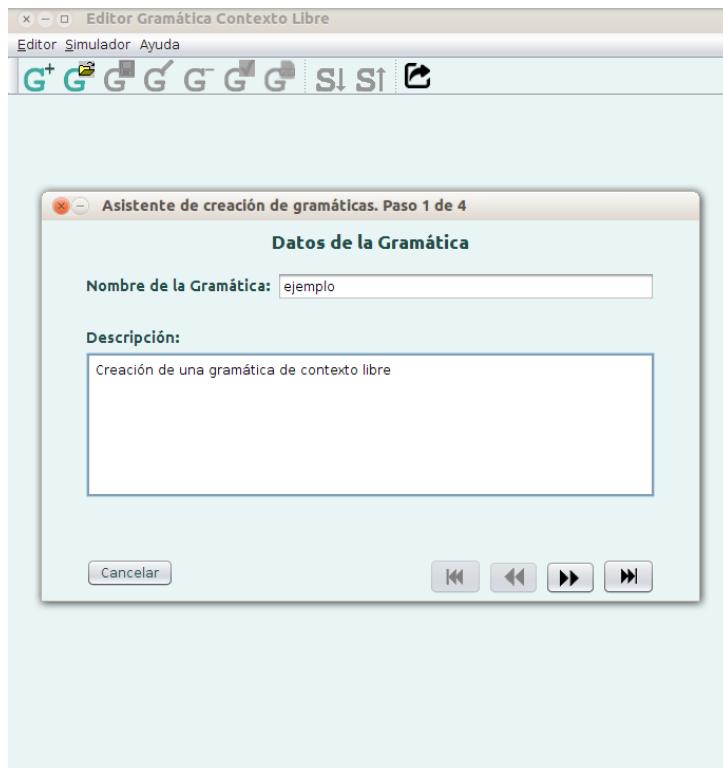


Figura 7.2: Datos de la gramática.

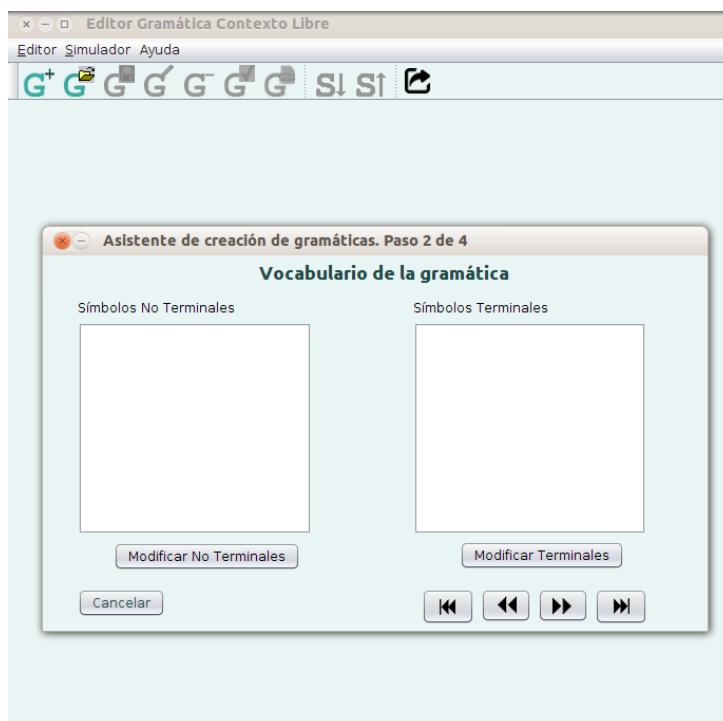


Figura 7.3: Vocabulario de la gramática.

Primero se añaden los símbolos *no terminales* pulsando sobre el botón *Modificar* en la parte de no terminales. Con esto, se mostrará la ventana de gestión de los símbolos no terminales (Figura 7.4).

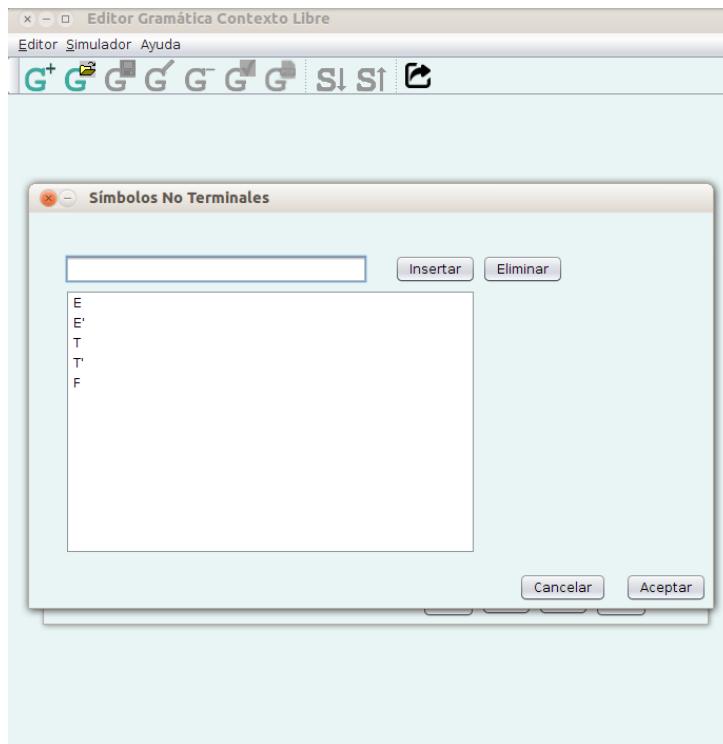


Figura 7.4: Creación de los símbolos no terminales.

Ahora se procede de la misma forma para crear los símbolos *terminales* usando el botón *Modificar* correspondiente (Figura 7.5).

Finalmente, se tienen todos los símbolos creados para la gramática en dos listas. Esto se puede ver en la Figura 7.6.

7.2.1.3. Paso 3.- Producciones de la gramática

En el tercer paso del asistente, se crearán las producciones de la gramática, utilizando para ello los símbolos que se crearon en el paso anterior. Nótese que si no se ha creado al menos un símbolo *no terminal* y otro *terminal*, no se permitirá la creación de producciones en la gramática. Si por error se da esta situación, habrá que volver al paso dos para crear los símbolos pertinentes (Figura 7.7).

Al igual que con los símbolos, si se pulsa el botón *Modificar*, se mostrará una ventana para añadir producciones a la gramática. En esta ventana se permite, como se ha explicado en capítulos anteriores, crear, editar o borrar producciones (Figura 7.8).

Para crear una nueva producción, se selecciona el antecedente y se van añadiendo símbolos al consecuente. En el caso de que se haya producido algún error en el consecuente, se podrá borrar el último símbolo del consecuente con el botón *Borrar*.

Una vez se hayan creado todas las producciones de la gramática, la ventana del paso

7.2. CREACIÓN DE UNA GRAMÁTICA DE CONTEXTO LIBRE

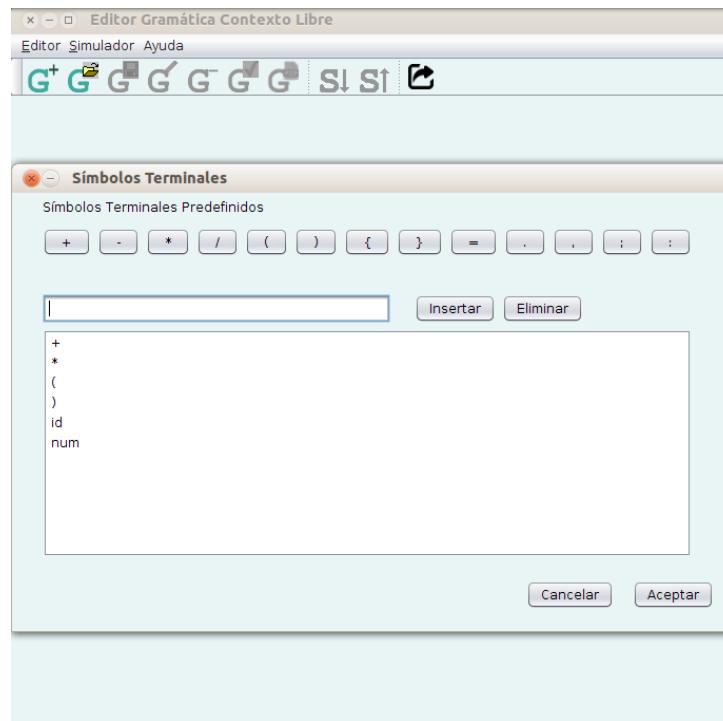


Figura 7.5: Creación de los símbolos terminales.

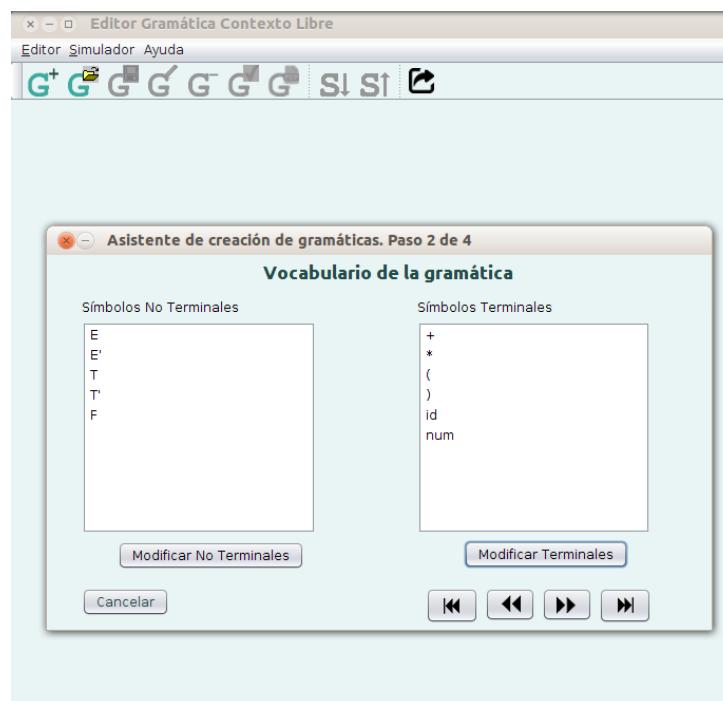


Figura 7.6: Creación del vocabulario.

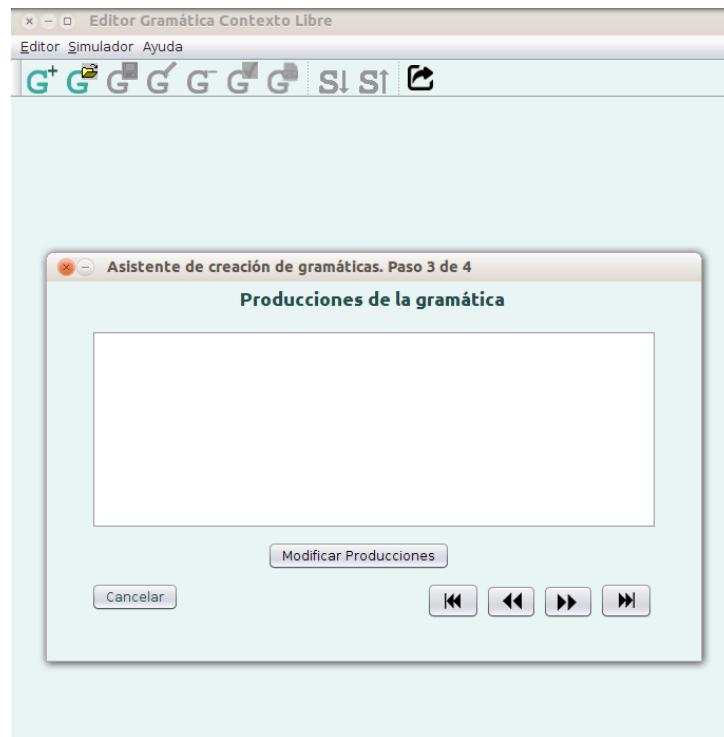


Figura 7.7: Creación de las producciones de la gramática.

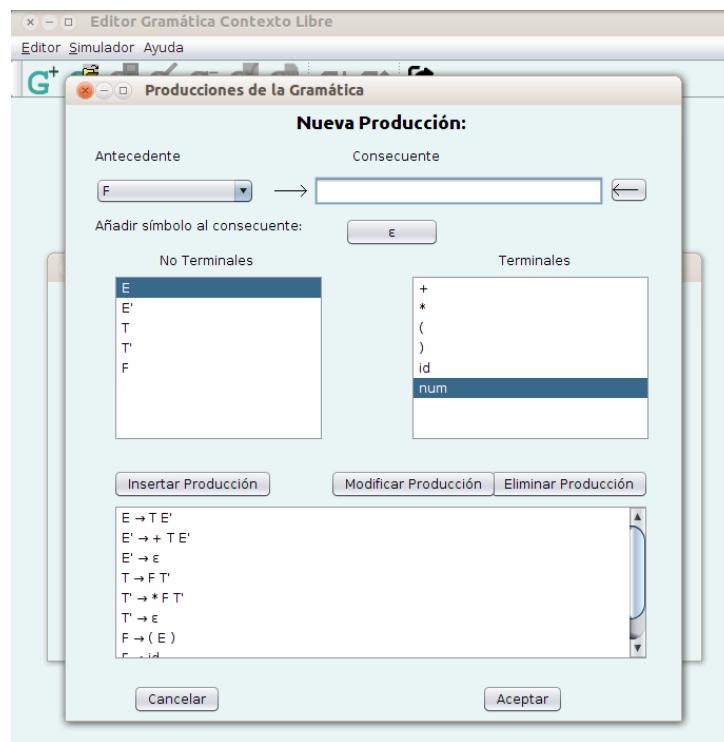


Figura 7.8: Crear nuevas producciones.

7.2. CREACIÓN DE UNA GRAMÁTICA DE CONTEXTO LIBRE

3 del asistente tendrá el aspecto mostrado en la figura 7.9.

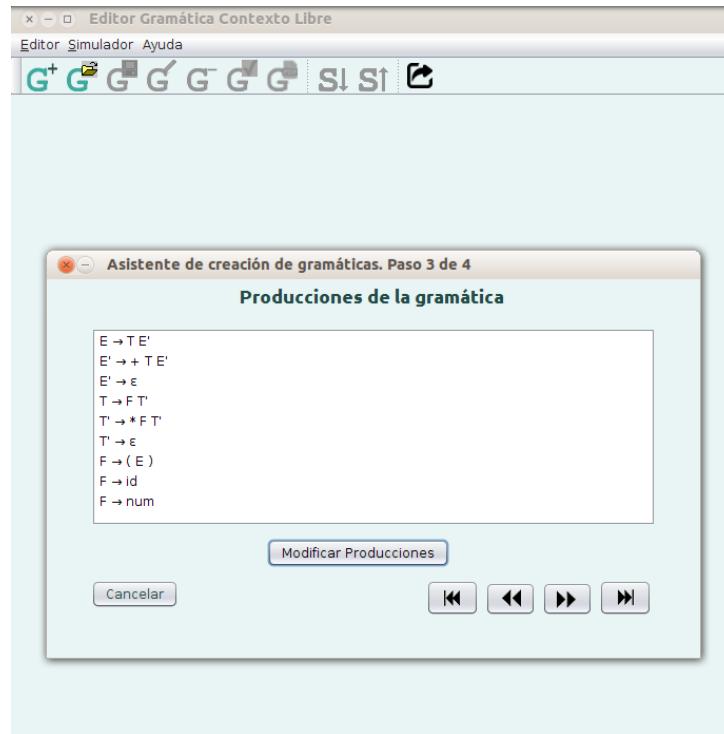


Figura 7.9: Creación de las producciones.

7.2.1.4. Paso 4.- Selección del símbolo inicial

Finalmente, en el último paso del asistente de creación de gramáticas se deberá elegir el símbolo inicial de entre los símbolos no terminales (Figura 7.10). Para terminar el asistente de creación de una nueva gramática, se pulsa sobre el botón *finalizar*.

7.2.2. Visualización y validación de la gramática

Una vez pulsado el botón *finalizar* del asistente de creación de la gramática, se cargarán en el panel del editor los datos creados. Estos datos se pueden ver en la figura 7.11.

En la parte superior se puede ver que existe un aspa roja, esto significa que la gramática no está validada, por lo que no se podrá lanzar ni el simulador descendente ni ascendente. Si se pulsa sobre el botón de *validar* de la barra de herramientas o la opción del menú editor, la gramática se validará o se mostrará el mensaje de error explicando por qué no se ha podido validar (Figura 7.12).

CAPÍTULO 7. EJEMPLOS PRÁCTICOS

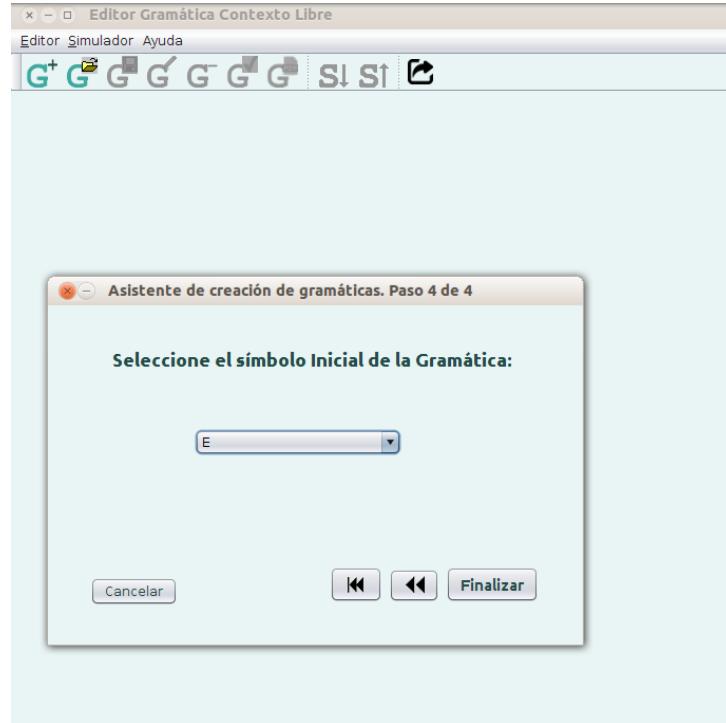


Figura 7.10: Selección del símbolo inicial.

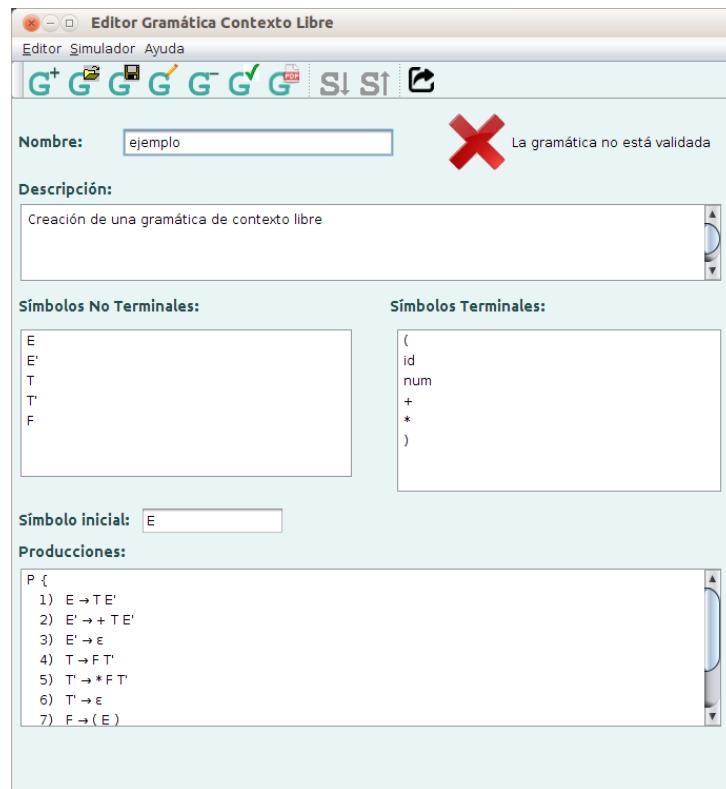


Figura 7.11: Visualización de la gramática.

7.2. CREACIÓN DE UNA GRAMÁTICA DE CONTEXTO LIBRE

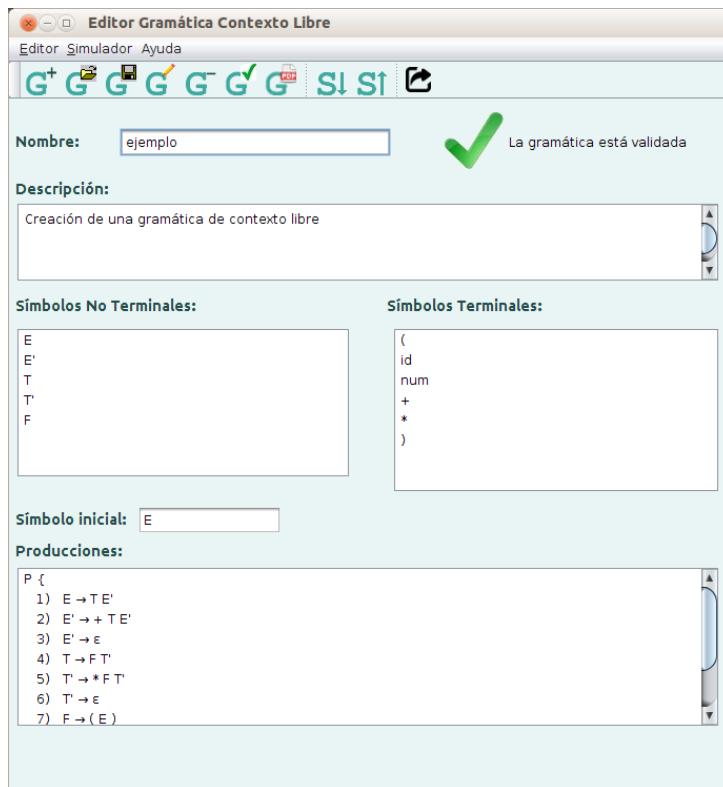


Figura 7.12: Validación de la gramática.

7.2.3. Otras opciones sobre la gramática

Además de la creación y validación de la gramática de contexto libre, visto en las secciones anteriores, existen otras opciones que se pueden llevar a cabo con la gramática:

- **Abrir una gramática:** se puede abrir una gramática guardada en el disco con anterioridad.
- **Guardar una gramática:** una vez creada una gramática con el asistente se puede guardar en el disco.
- **Editar una gramática:** una vez creada una gramática, se pueden editar los datos generados. Para ello, se lanzará de nuevo el asistente pero con los datos cargados para poder modificarlos.
- **Cerrar una gramática:** si existe una gramática cargada en el panel del editor, esta se puede cerrar.
- **Generar el informe de la gramática:** se crea un documento en formato pdf con todos los datos de la gramática

7.3. Simulación del análisis sintáctico descendente

Una vez creada una nueva gramática de contexto libre y está validada, se puede lanzar el simulador de análisis sintáctico descendente. Para el ejemplo del simulador descendente, se va a utilizar la gramática creada en la sección anterior.

El simulador descendente sobre una gramática validada se puede ejecutar pulsando sobre el botón de *Simulación descendente* de la barra de herramientas o desde el menú *Simulador* del panel de edición. Al acceder a esta opción, aparecerá el asistente de simulación de análisis sintáctico descendente.

7.3.1. Paso 1.- Producciones para la simulación descendente

En el primer paso del asistente del simulador de análisis sintáctico descendente, se comprueba si la gramática no es recursiva por la izquierda y que está factorizada por la izquierda. La gramática que estamos probando es correcta, por lo que no se hacen cambios en las producciones, como se puede ver en la figura 7.13. En el caso contrario, se modificarían las producciones y saldría un mensaje que diría si la gramática era recursiva o no estuviera factorizada (Figura 7.13).

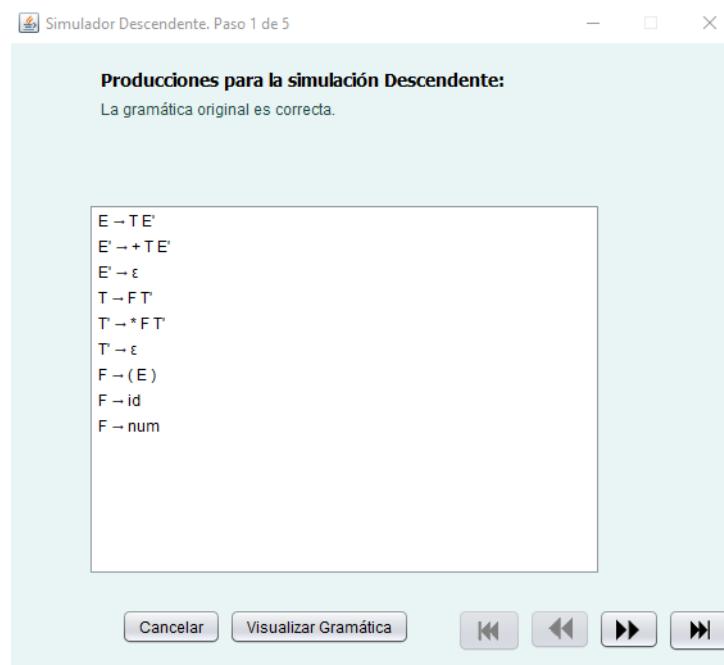


Figura 7.13: Producciones para la simulación descendente.

7.3.2. Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente

En este segundo paso se calculan los conjuntos primero y siguiente de la gramática y se muestran en una tabla (Figura 7.14).

7.3. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO DESCENDENTE

Simulador Descendente. Paso 2 de 5

Conjunto Primero y Siguiente

Symbolo	Conjunto primero	Conjunto siguiente
E	(id num	\$)
E'	+ ε	\$)
T	(id num	+ \$)
T'	* ε	+ \$)
F	(id num	* + \$)

Botones: Cancelar, Visualizar Gramática, Navegación (Back, Forward, Home, Stop).

Figura 7.14: Conjuntos primero y siguiente.

7.3.3. Paso 3.- Tabla predictiva

Al igual que en el paso anterior, se muestra una tabla con los datos que se han calculado para la tabla predictiva (Figura 7.15).

Simulador Descendente. Paso 3 de 5

Tabla Predictiva

	+	*	()	id	num	\$
E			1		1	1	
E'	2			3			3
T			4		4	4	
T'	6	5		6			6
F			7		8	9	

Botones: Cancelar, Visualizar Gramática, Navegación (Back, Forward, Home, Stop).

Figura 7.15: Tabla predictiva.

7.3.4. Paso 4.- Funciones de error

En este paso se deben crear las funciones de error, no es obligatorio ya que se puede dejar en blanco la lista de las funciones pero si es notorio tener en cuenta que las funciones de error de inserción en la entrada son añadidas automáticamente. En ese caso, se pulsaría el botón *Finalizar* y se terminaría el asistente de la simulación (Figura 7.16).

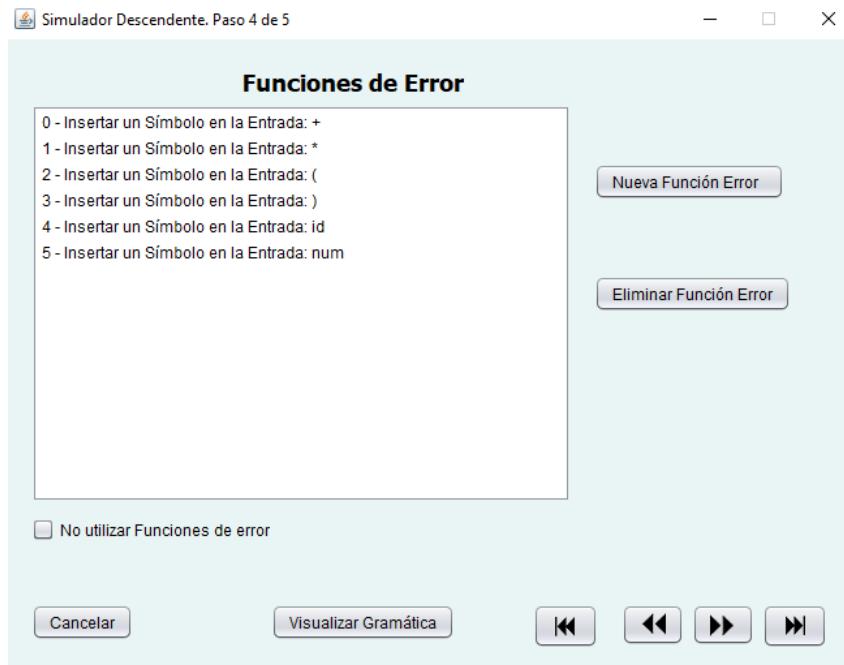


Figura 7.16: Funciones de error.

Si se desean crear funciones de error, se pulsa sobre el botón *Insertar función error* y se abre la pantalla que muestra la Figura 7.17 y se deben llenar los datos que salen en ella. Una vez creadas todas las funciones que se deseen, éstas aparecerán en la lista de las funciones del paso 4 del asistente como se muestra en la Figura 7.18.

7.3.5. Paso 5.- Incluir funciones de error

A este paso solamente se accede cuando se haya creado al menos una función de error en el paso anterior. En esta pantalla se completa la tabla predictiva con las funciones de error creadas (Figura 7.19).

Algo novedoso es que durante cualquier momento de estos pasos anteriores, es posible abrir una ventana adicional para mostrar al usuario la gramática a partir de la cual se está haciendo la transformación, tablas, conjuntos y funciones de error. Esto es debido principalmente a que si la gramática posee recursividad por la izquierda o es necesario factorizarla, se debe permitir al usuario visualizarla (Figura 7.20).

Para terminar el asistente de la simulación descendente, se pulsa sobre el botón *finalizar*.

7.3. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO DESCENDENTE

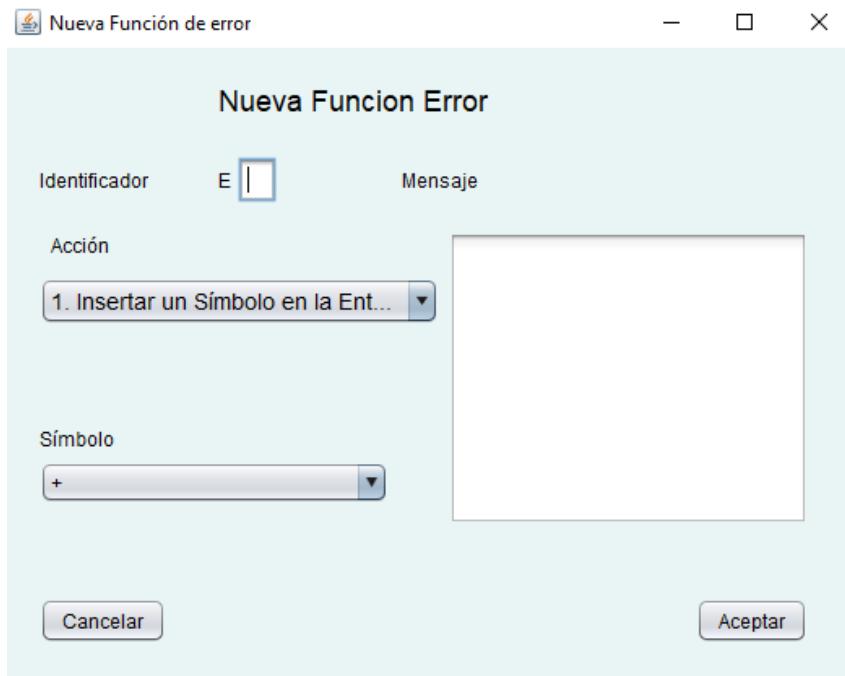


Figura 7.17: Nueva función de error.

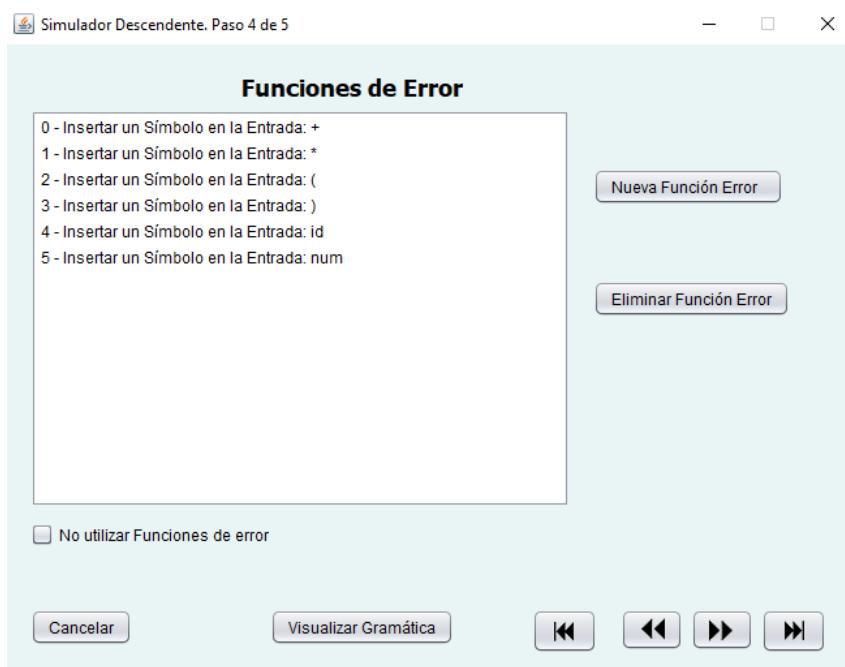


Figura 7.18: Lista de funciones de error.

CAPÍTULO 7. EJEMPLOS PRÁCTICOS



Figura 7.19: Completar tabla predictiva con funciones de error.

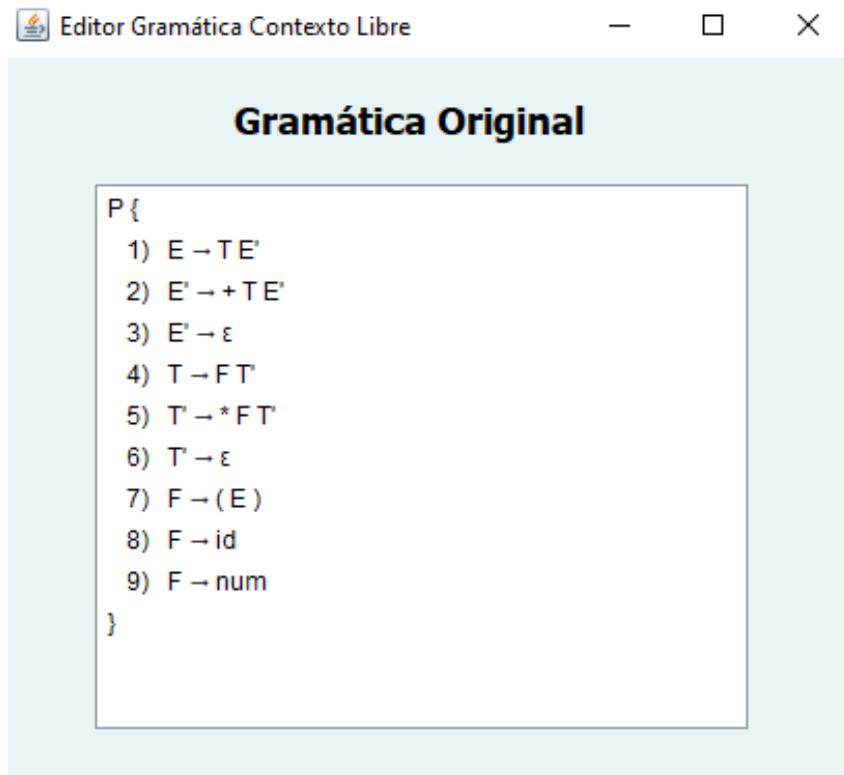


Figura 7.20: Visualización de la gramática original.

7.3.6. Panel de la simulación descendente

Una vez pulsado el botón *finalizar* del asistente de simulación descendente, se cargarán en el panel del simulador los datos calculados. Estos datos se pueden ver en la figura 7.21.

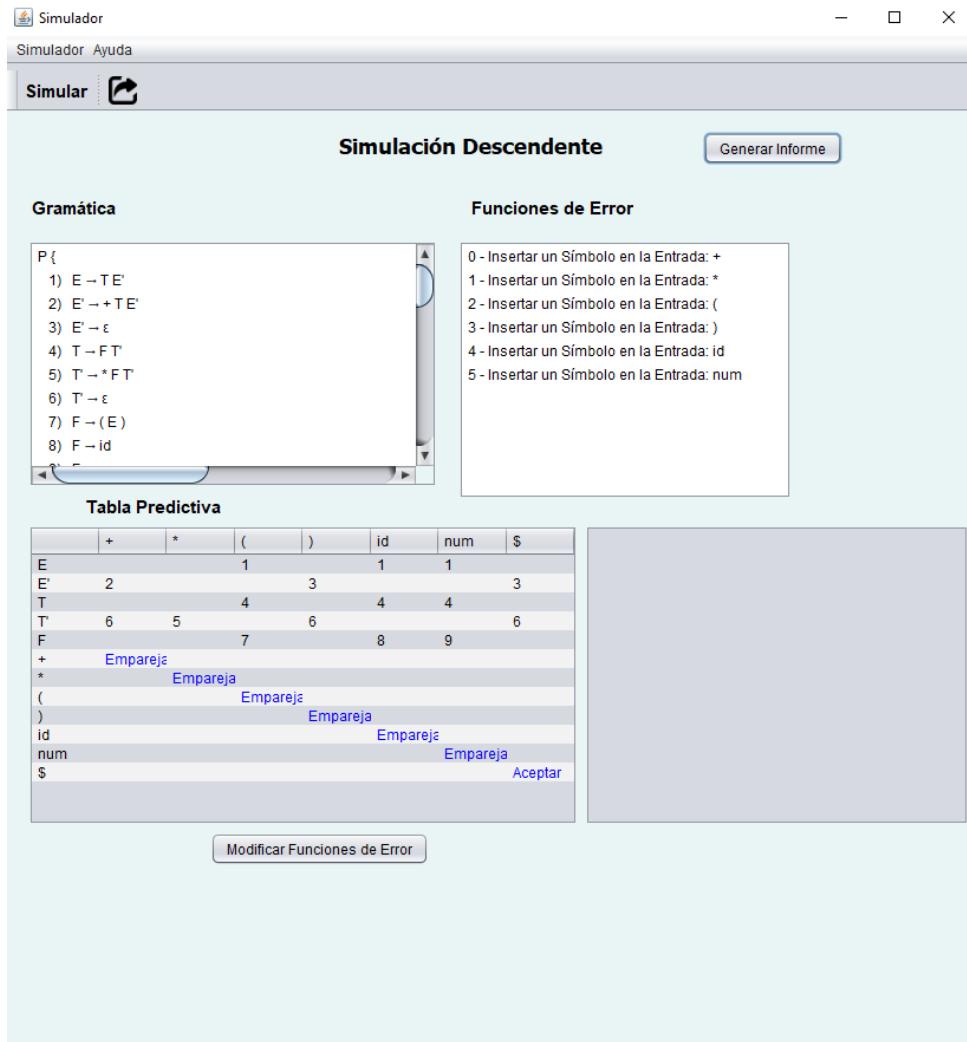


Figura 7.21: Panel de la simulación descendente

Desde esta pantalla se puede generar un informe de la simulación de análisis sintáctico descendente o simular el análisis sintáctico descendente de una cadena de entrada.

7.3.7. Simulación descendente de una cadena de entrada

Desde el panel del simulador descendente se puede simular el análisis sintáctico descendente de una cadena de entrada desde el botón *Simular* de la barra de herramientas o desde el menú *Simulador*. Al hacer esto, se abrirá un nuevo panel para simular el análisis sintáctico descendente de una cadena de entrada que en principio estará en blanco como se puede ver en la figura 7.22.

Para introducir una nueva cadena de entrada, se pulsa sobre el botón *Editar* y se van introduciendo los símbolos terminales que vayan a formar parte de la cadena de



Figura 7.22: Aspecto inicial de simulación del análisis sintáctico descendente.

The screenshot shows the state of the 'Simulación Descendente' application after processing the input 'id * num + id'. The 'Cadena de Entrada:' field now contains 'id * num + id'. The main area displays a table titled 'Pila' (Stack) showing the step-by-step derivation process:

Pila	Entrada	Acción
\$ E	id * num + id \$	1) E → T E'
\$ E' T	id * num + id \$	4) T → F T'
\$ E' T F	id * num + id \$	8) F → id
\$ E' T' id	id * num + id \$	Emparejar
\$ E' T'	* num + id \$	5) T' → * F T''
\$ E' T' F *	* num + id \$	Emparejar
\$ E' T' F	num + id \$	9) F → num
\$ E' T' num	num + id \$	Emparejar
\$ E' T'	+ id \$	6) T' → ε
\$ E'	+ id \$	2) E' → + T E'
\$ E' T +	+ id \$	Emparejar
\$ E' T	id \$	4) T → F T'
\$ E' T F	id \$	8) F → id
\$ E' T' id	id \$	Emparejar
\$ E' T'	\$	6) T' → ε
\$ E'	\$	3) E' → ε
\$	\$	Aceptar

At the bottom of the window are four buttons: 'Cancelar', 'Generar Derivación', 'Generar Árbol Sintáctico', and 'Informe de la Simulación'.

Figura 7.23: Simulación descendente correcta.

7.3. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO DESCENDENTE

entrada. Una vez introducida la cadena, se puede proceder a simularla. Con los botones que aparecen en la pantalla, se puede avanzar por la simulación paso a paso, avanzar hasta el final, retroceder un paso o retroceder hasta el comienzo. En la Figura 7.23, se puede ver una simulación correcta y en la Figura 7.24 una simulación con error.



Figura 7.24: Simulación descendente incorrecta.

Para visualizar tanto el árbol sintáctico como la derivación, basta con pulsar sus respectivos botones en la botonera inferior (Figuras 7.25 y 7.26).

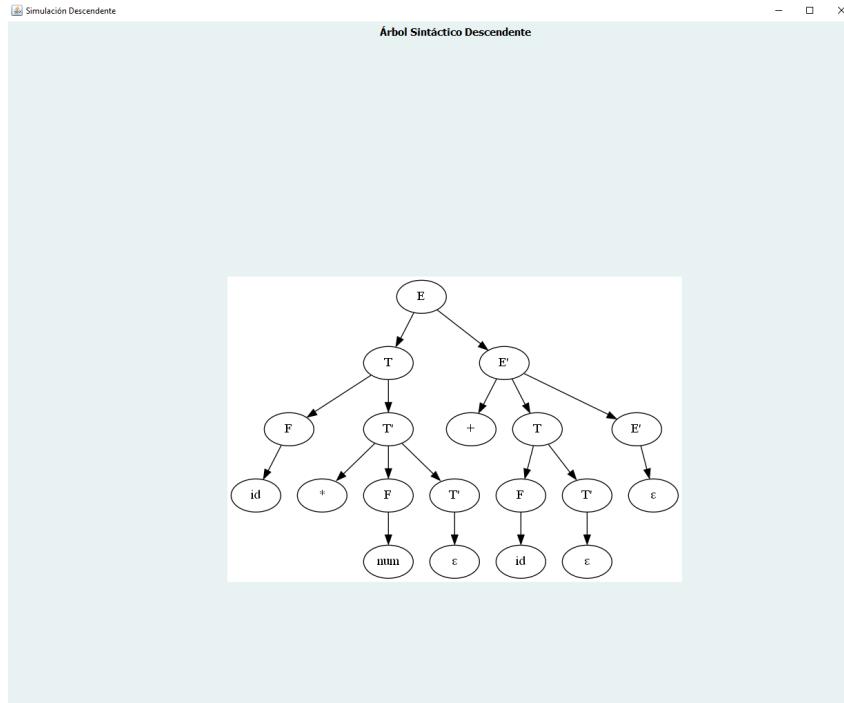


Figura 7.25: Árbol Sintáctico.

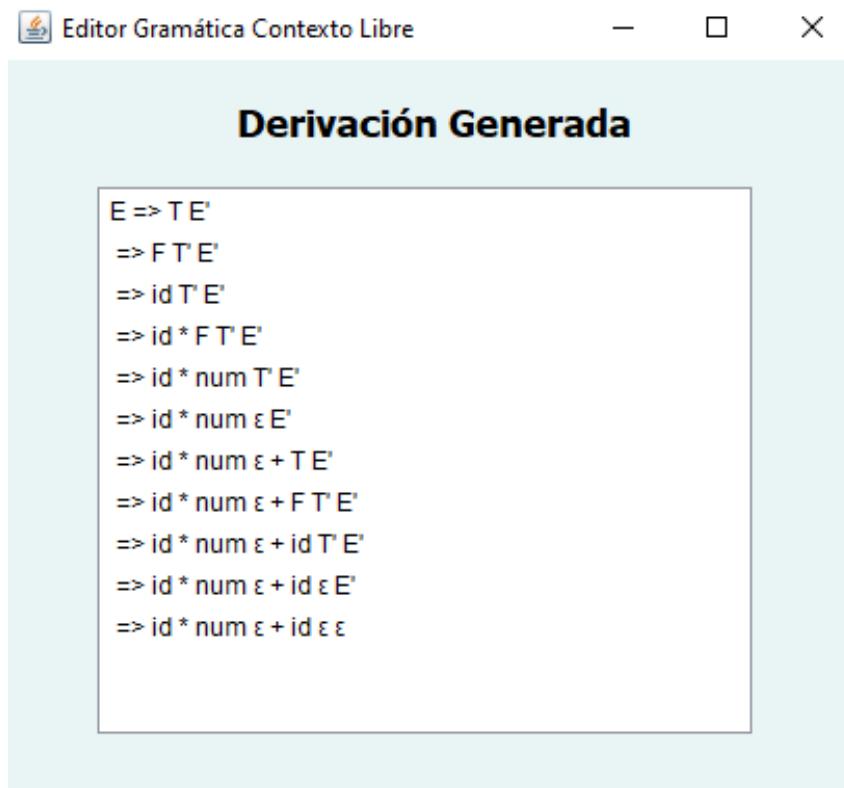


Figura 7.26: Derivación.

7.4. Simulación del análisis sintáctico ascendente

Después de crear y validar una nueva gramática de contexto libre, se puede lanzar el simulador de análisis sintáctico ascendente. En esta sección, se van a mostrar tres ejemplos de gramáticas diferentes para cada uno de los métodos del análisis ascendente.

El simulador ascendente sobre una gramática validada se puede ejecutar pulsando sobre el botón de *Simulación ascendente* de la barra de herramientas o desde el menú *Simulador* del panel de edición. Al acceder a esta opción, aparecerá el asistente de simulación ascendente.

A continuación, se mostrará un ejemplo de cada método del análisis sintáctico ascendente.

7.4.1. Simulación del análisis sintáctico ascendente SLR

En esta sección se van a mostrar los pasos para la simulación del método SLR de la siguiente gramática:

$$\begin{aligned}
 P = & \{ \\
 (1) \quad & S \rightarrow S D \\
 (2) \quad & S \rightarrow D \\
 (3) \quad & D \rightarrow T L ; \\
 (4) \quad & T \rightarrow \text{int} \\
 (5) \quad & L \rightarrow \text{id} \\
 (6) \quad & L \rightarrow L , \text{id} \\
 & \}
 \end{aligned} \tag{7.2}$$

7.4.1.1. Paso 1.- método de simulación ascendente

En este paso se selecciona el método del análisis sintáctico ascendente SLR (Figura 7.27).

7.4.1.2. Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente

En el paso 2 se muestran los conjuntos *primero* y *siguiente* de la gramática (Figura 7.28).

7.4.1.3. Paso 3.- Colección canónica

En este paso se muestra la colección de elementos LR(0) del método SLR (Figura 7.29).

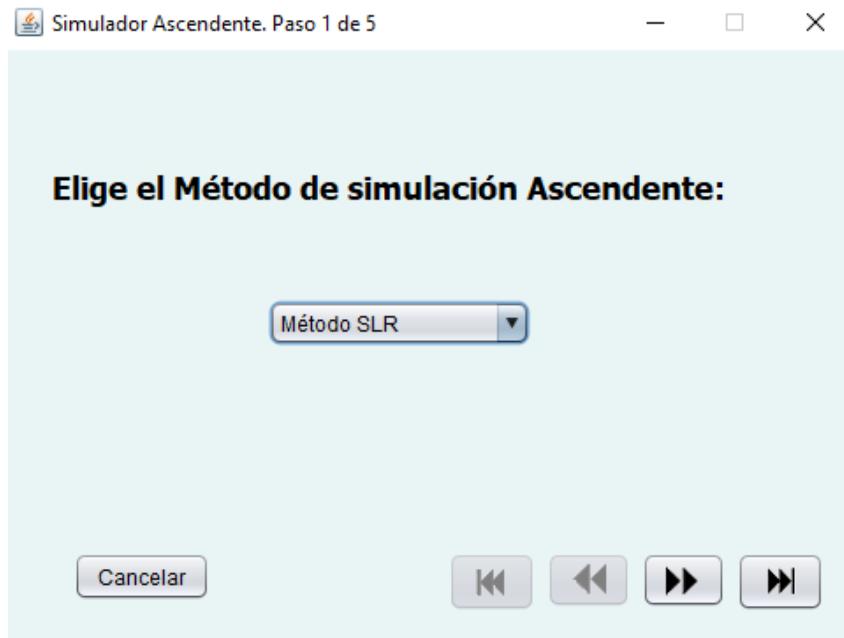


Figura 7.27: Selección del método SLR

The screenshot shows a window titled "Simulador Ascendente. Paso 2 de 5". The main title is "Conjunto Primero y Siguiente". Below it is a table:

Símbolo	Conjunto primero	Conjunto siguiente
S	int	\$ int
D	int	\$ int
T	int	id
L	id	;

At the bottom are buttons for "Cancelar", "Visualizar Gramática", and navigation arrows.

Figura 7.28: Conjuntos *Primero* y *Siguiente*

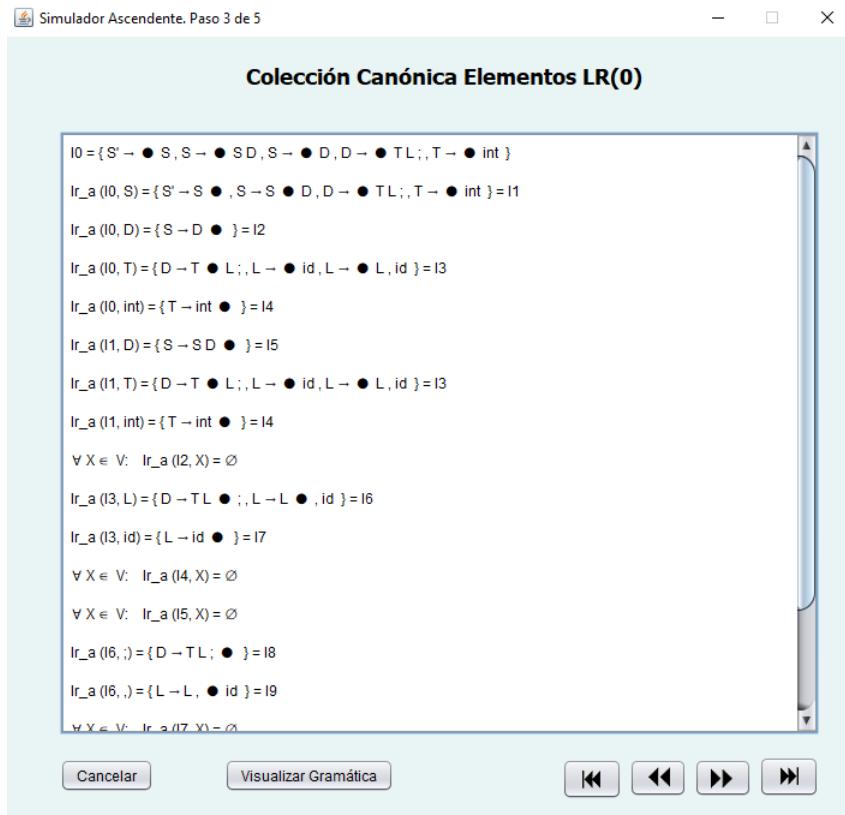


Figura 7.29: Colección de elementos LR(0).

7.4.1.4. Paso 4.- Tabla LR

Se genera la tabla LR de la gramática (Figura 7.30).

7.4.1.5. Paso 5.- Funciones de error

En este paso se declaran las funciones de error. Esta declaración no es obligatoria, se puede terminar en este paso el asistente de la simulación. En las secciones anteriores ya se ha visto cómo declarar las funciones de error (Figura 7.31).

7.4.1.6. Paso 5.1- Completar tabla LR con funciones de error

Si en el paso anterior se declararon funciones de error, en este paso se completa la tabla LR con estas funciones (Figura 7.32).

De igual manera que con su versión descendente, durante cualquier momento de estos pasos anteriores, es posible abrir una ventana adicional para mostrar al usuario la gramática a partir de la cual se está haciendo la transformación, tablas, conjuntos y funciones de error. Esto es debido principalmente a que si la gramática posee recursividad por la izquierda o es necesario factorizarla, se debe permitir al usuario visualizar la gramática transformada en todo momento (Figura 7.33).

Simulador Ascendente. Paso 4 de 5

Tabla LR

Parte Acción						Parte Ir_a			
Estados	:	int	id	,	\$	S	D	T	L
0		d4					2	3	
1		d4			Aceptar		5	3	
2		r2			r2				6
3			d7						
4			r4						
5			r1		r1				
6		d8		d9					
7		r5		r5					
8		r3		r3					
9			d10						
10		r6		r6					

Figura 7.30: Cálculo de la tabla LR.

Simulador Ascendente. Paso 5 de 5

Funciones de Error

0 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ;

 1 - Insertar un Símbolo en la Entrada: int

 2 - Insertar un Símbolo en la Entrada: id

 3 - Insertar un Símbolo en la Entrada: ,

No utilizar Funciones de error

Figura 7.31: Declaración de funciones de error.

7.4. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

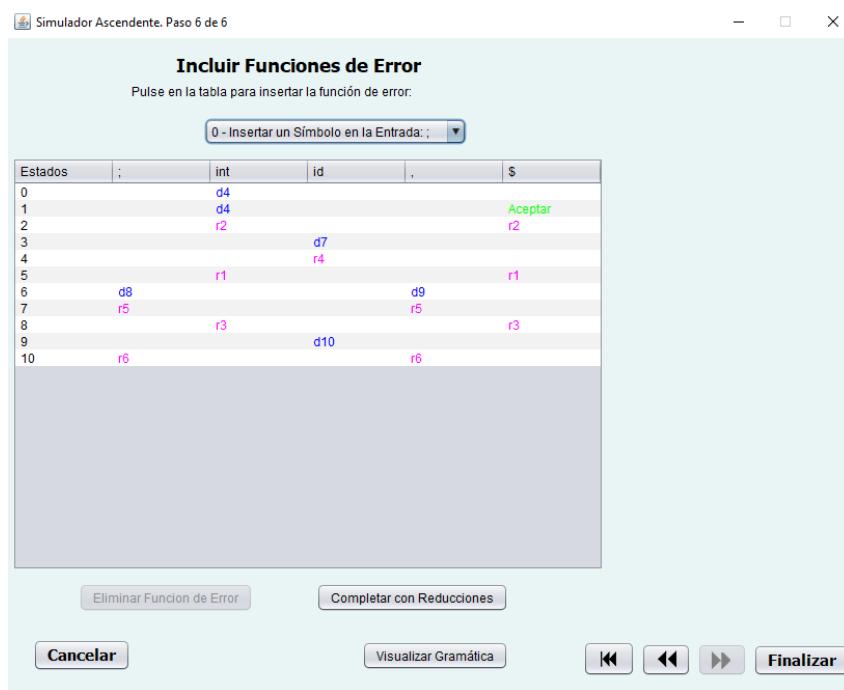


Figura 7.32: Completar la tabla LR.

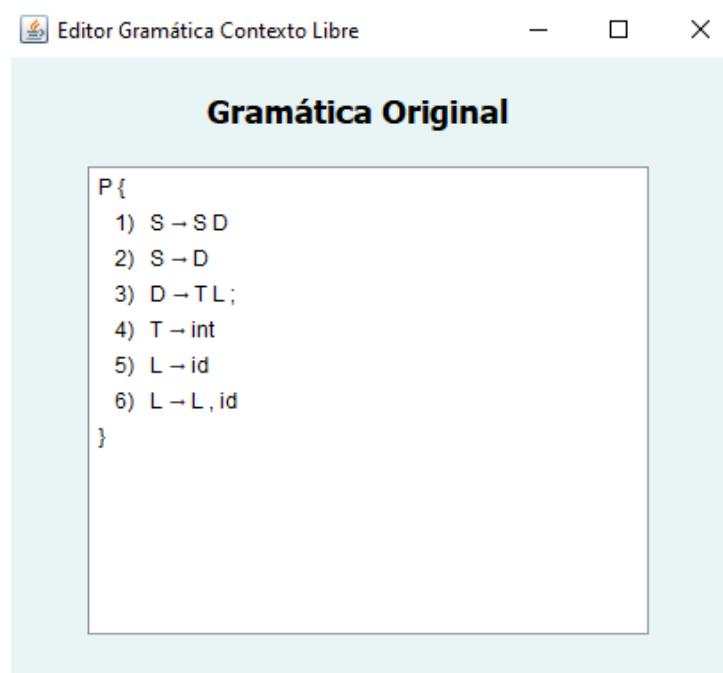


Figura 7.33: Visualización de la gramática original.

7.4.1.7. Panel de la simulación Ascendente SLR

Una vez pulsado el botón *finalizar* del asistente de simulación del análisis sintáctico ascendente, se cargarán en el panel del simulador los datos calculados. Estos datos se pueden ver en la Figura 7.34.

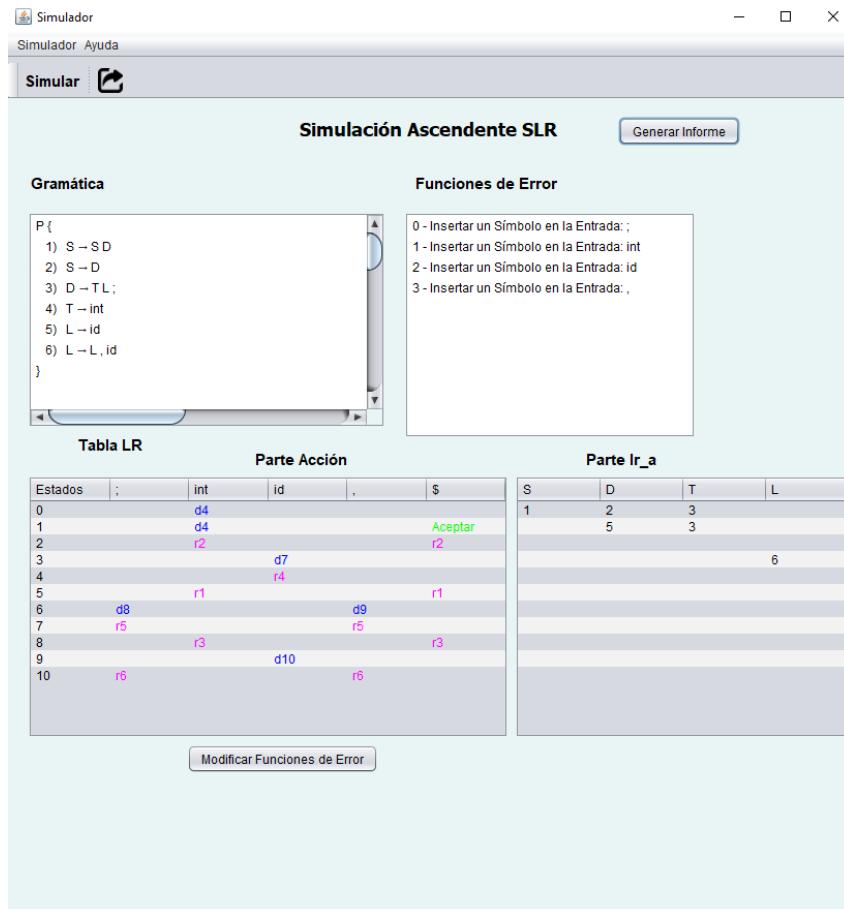


Figura 7.34: Simulador del análisis ascendente SLR.

Desde esta pantalla se puede generar un informe de la simulación ascendente o simular una cadena de entrada.

7.4.1.8. Simulación del análisis ascendente SLR.

Desde el panel del simulador ascendente se puede simular una cadena de entrada desde el botón *Simular* de la barra de herramientas o desde el menú Simulador. Al hacer esto, se abrirá un nuevo panel para simular una cadena de entrada. En la figura 7.35 se puede ver una simulación correcta.

De igual manera que para su versión descendente, para visualizar tanto el árbol sintáctico como la derivación basta con pulsar sus respectivos botones en la botonera inferior (Figuras 7.36 y 7.37).

7.4. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

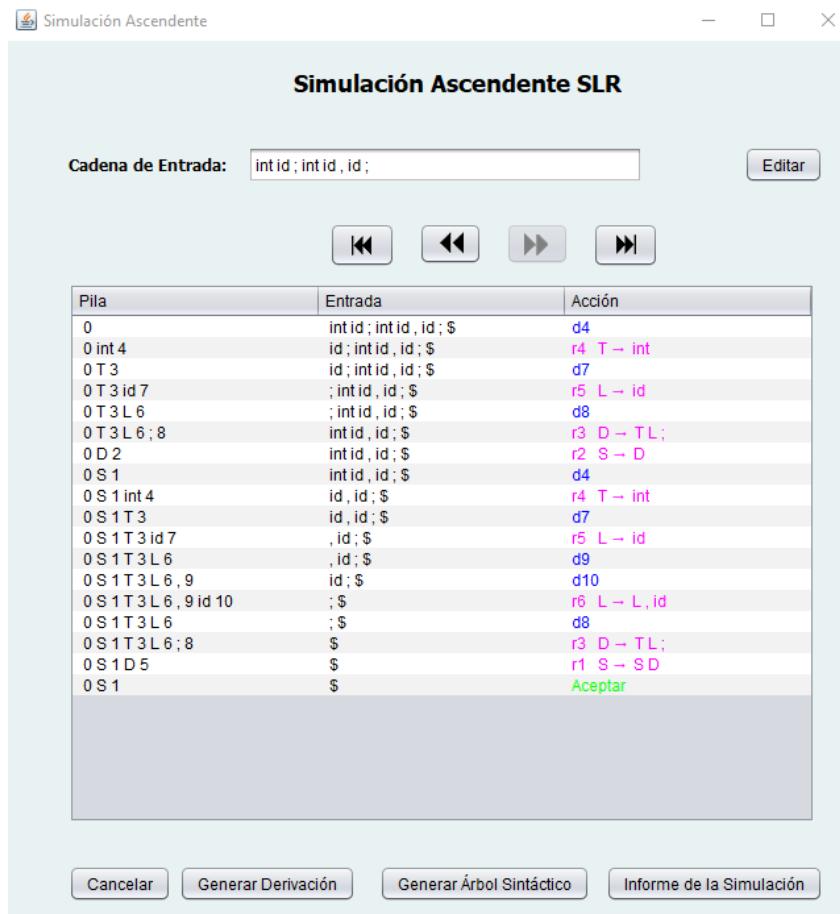


Figura 7.35: Simulación ascendente SLR.

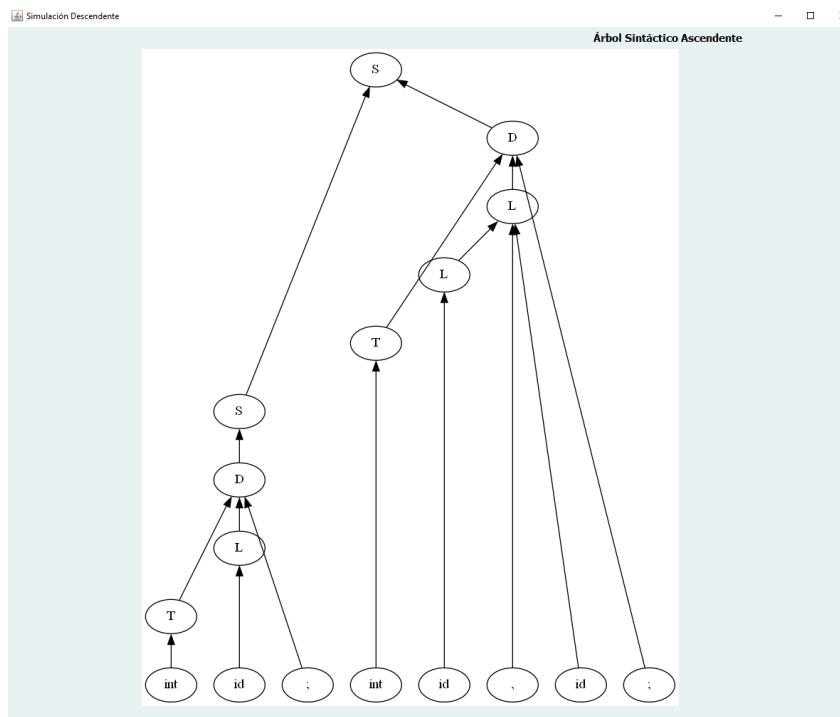


Figura 7.36: Árbol Sintáctico.

The screenshot shows a window titled "Derivación Generada" (Generated Derivation) from the "Editor Gramática Contexto Libre" application. The window contains the following text:

```
S => SD
=> STL;
=> STL, id;
=> ST id, id;
=> S int id, id;
=> D int id, id;
=> TL; int id, id;
=> T id; int id, id;
=> int id; int id, id;
```

Figura 7.37: Derivación

7.4.2. Simulación del análisis sintáctico ascendente LR-canónico

En esta sección se van a mostrar los pasos para la simulación del método LR-canónico de la siguiente gramática:

$$P = \{ \begin{array}{l} (1) \ S \rightarrow C \ C \\ (2) \ C \rightarrow a \ C \\ (3) \ C \rightarrow d \end{array} \} \quad (7.3)$$

7.4.2.1. Paso 1.- método de simulación ascendente

En este paso se selecciona el método del análisis sintáctico ascendente LR-canónico (Figura 7.38).

7.4.2.2. Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente

En el paso 2 se muestran los conjuntos *primero* y *siguiente* de la gramática (Figura 7.39).

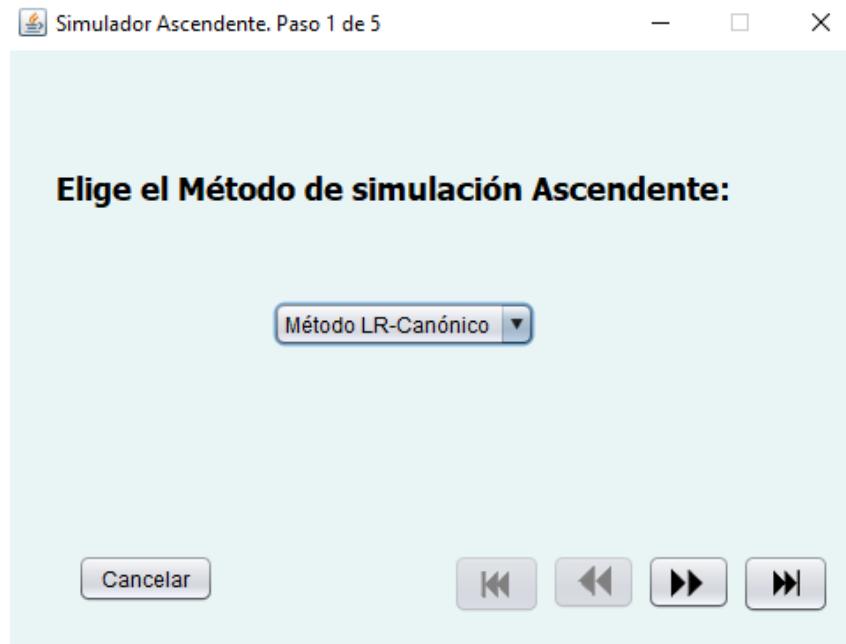


Figura 7.38: Selección del método LR-canónico.

The screenshot shows a window titled "Simulador Ascendente. Paso 2 de 5". The main title is "Conjunto Primero y Siguiente". A table displays the first and follow sets for symbols S and C. The table has three columns: "Símbolo", "Conjunto primero", and "Conjunto siguiente".

Símbolo	Conjunto primero	Conjunto siguiente
S	a d	\$
C	a d	a d \$

At the bottom are buttons for "Cancelar", "Visualizar Gramática", and navigation arrows.

Figura 7.39: Conjuntos *Primero* y *Siguiente*

7.4.2.3. Paso 3.- Colección canónica

En este paso se muestra la colección canónica de elementos LR(1) del método LR-canónico (Figura 7.40).

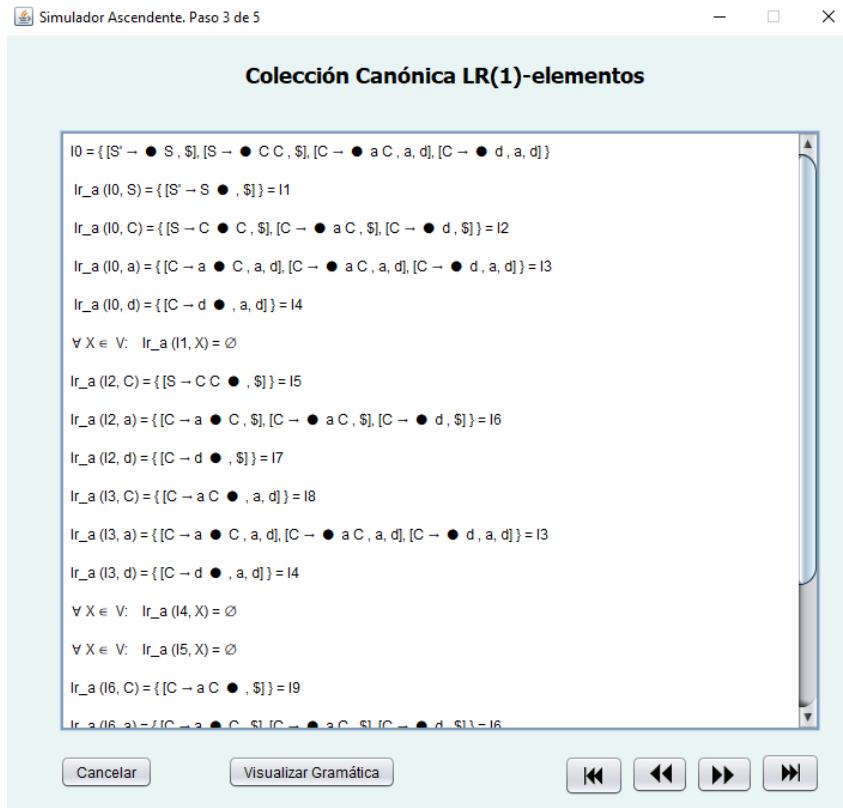


Figura 7.40: Colección canónica de elementos LR(1)

7.4.2.4. Paso 4.- Tabla LR

Se calcula la tabla LR de la gramática (Figura 7.41).

7.4.2.5. Paso 5.- Funciones de error

La declaración de las funciones de error de este método es igual que la descrita para el método SLR (véase la sección 7.4.1.5). Si se ha declarado alguna función de error entonces se puede utilizar en el siguiente paso para completar la tabla LR de la misma forma que la descrita para el método SLR.

7.4.2.6. Panel de la simulación Ascendente LR-canónico

Una vez pulsado el botón *finalizar* del asistente de simulación ascendente, se cargarán en el panel del simulador los datos calculados. Estos datos se pueden ver en la figura 7.42.

7.4. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

Simulador Ascendente. Paso 4 de 5

Tabla LR

Parte Acción				Parte Ir_a	
Estados	a	d	\$	S	C
0	d3	d4		1	2
1			Aceptar		5
2	d6	d7			8
3	d3	d4			
4	r3	r3			
5			r1		9
6	d6	d7			
7			r3		
8	r2	r2			
9			r2		

Cancelar Visualizar Gramática

Figura 7.41: Cálculo de la tabla LR

Simulador Ayuda

Simular

Simulación Ascendente LR-Canónico

Generar Informe

Gramática		Funciones de Error	
P { 1) S → C C 2) C → a C 3) C → d }		0 - Insertar un Símbolo en la Entrada: a 1 - Insertar un Símbolo en la Entrada: d	

Tabla LR

Parte Acción				Parte Ir_a	
Estados	a	d	\$	S	C
0	d3	d4		1	2
1			Aceptar		5
2	d6	d7			8
3	d3	d4			
4	r3	r3			
5			r1		9
6	d6	d7			
7			r3		
8	r2	r2			
9			r2		

Modificar Funciones de Error

Figura 7.42: Simulador ascendente LR-canónico

Desde esta pantalla se puede generar un informe de la simulación ascendente o simular una cadena de entrada.

7.4.2.7. Simulación de la análisis LR-canónico

Desde el panel del simulador ascendente, se puede simular el análisis LR-canónico de una cadena de entrada pulsando en el botón *Simular* de la barra de herramientas o desde el menú *Simulador*. Al hacer esto, se abrirá un nuevo panel para simular el análisis de una cadena de entrada. En la figura 7.43 se puede ver una simulación correcta.

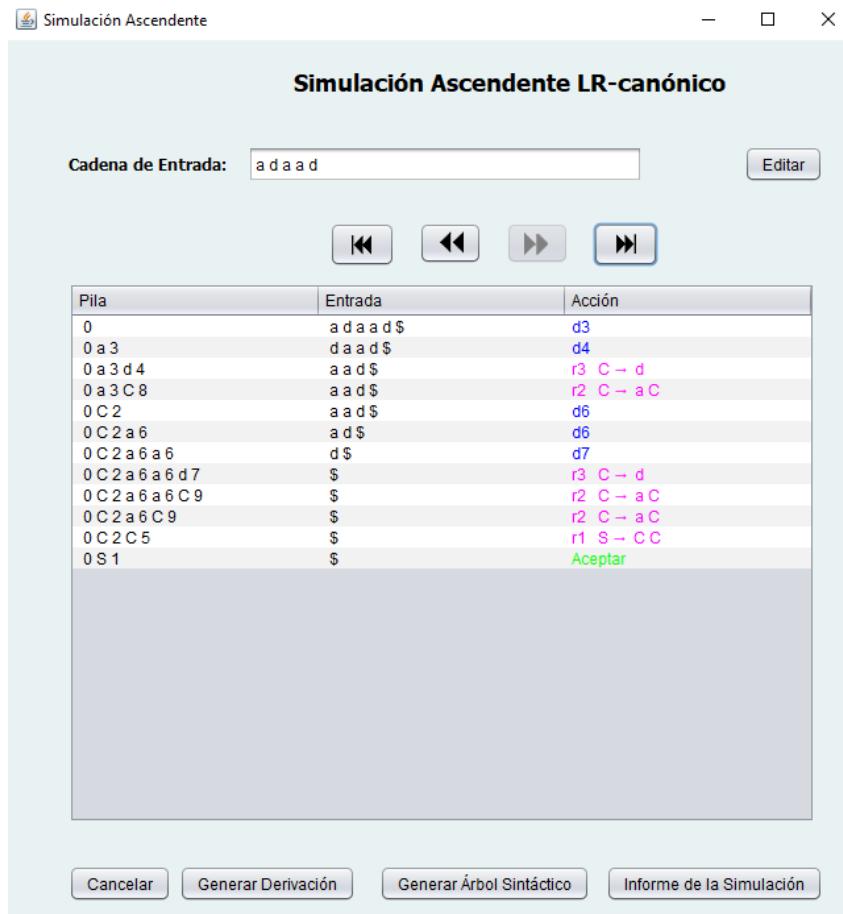


Figura 7.43: Simulación del análisis ascendente LR-canónico

También es posible generar el árbol sintáctico y la derivación específica de la simulación actual si el método es LR-Canónico (Figuras 7.44 y 7.45).

7.4. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

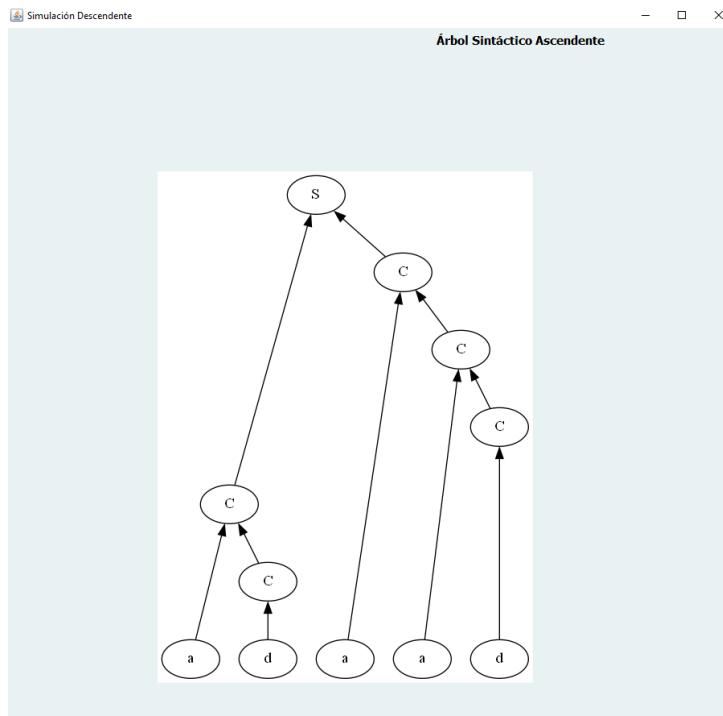


Figura 7.44: Árbol Sintáctico

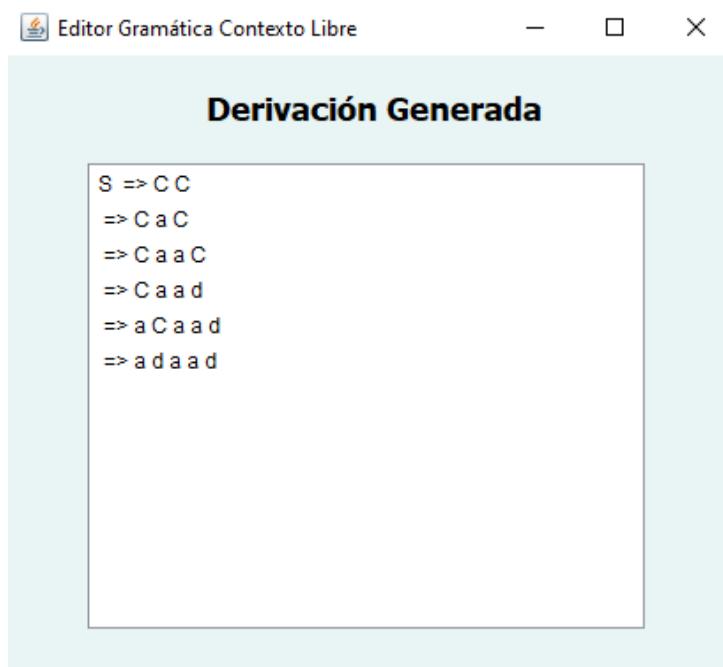


Figura 7.45: Derivación

7.4.3. Simulación del análisis sintáctico ascendente LALR

En esta sección se van a mostrar los pasos para la simulación del método LALR de la siguiente gramática:

$$\begin{aligned} P = & \{ \\ (1) & S \rightarrow L = R \\ (2) & S \rightarrow R \\ (3) & L \rightarrow *R \\ (4) & L \rightarrow id \\ (5) & R \rightarrow L \\ \} \end{aligned} \tag{7.4}$$

7.4.3.1. Paso 1.- método de simulación ascendente

En este paso se selecciona el método del análisis sintáctico ascendente LALR (Figura 7.46).

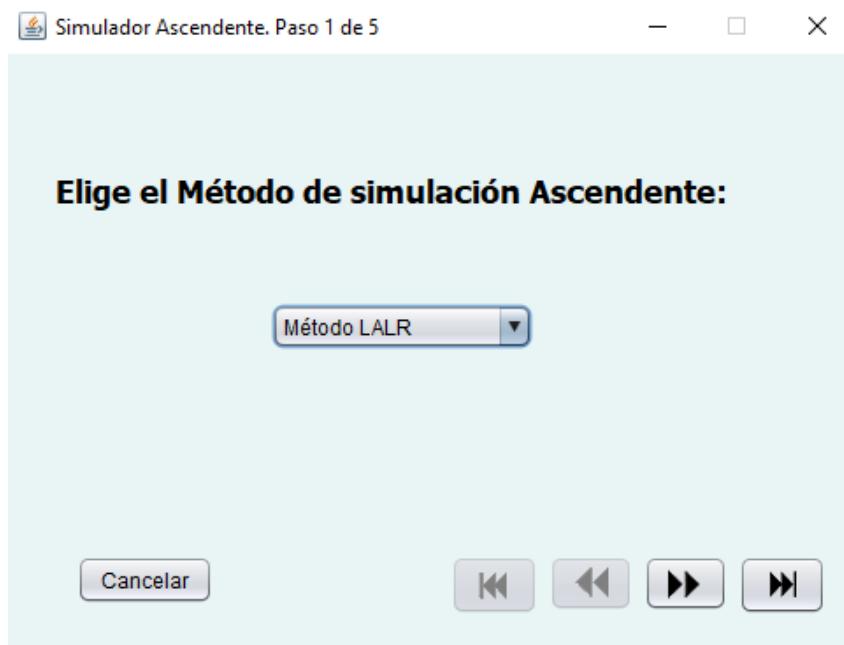


Figura 7.46: Selección del método LALR.

7.4.3.2. Paso 2.- Conjunto Primero y Siguiente

En el paso 2 se muestran los conjuntos *primero* y *siguiente* de la gramática (Figura 7.47).

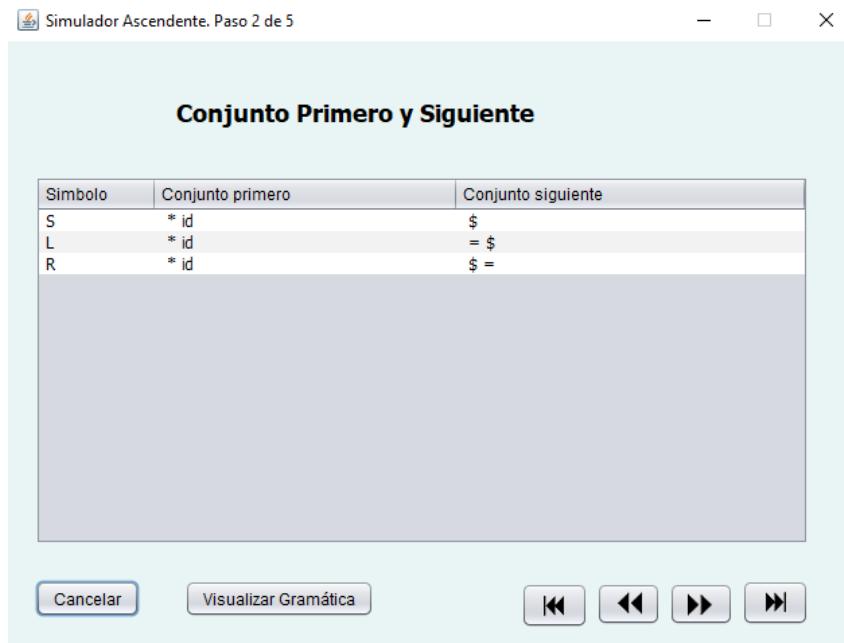


Figura 7.47: Conjunto Primero y Siguiente

7.4.3.3. Paso 3.- Colección canónica

En este paso se muestra la colección canónica del método LALR (Figura 7.48).

7.4.3.4. Paso 4.- Tabla LR

Se genera la tabla LR de la gramática (Figura 7.49).

7.4.3.5. Paso 5.- Funciones de error

La declaración de las funciones de error de este método es igual que en el método anterior. En el caso de declarar alguna función de error, se puede completar la tabla LR con las funciones de error de forma similar a la descrita para el método SLR.

7.4.3.6. Panel de la simulación Ascendente LALR

Una vez pulsado el botón *finalizar* del asistente de simulación ascendente, se cargarán en el panel del simulador los datos calculados. Estos datos se pueden ver en la figura 7.50.

Desde esta pantalla se puede generar un informe de la simulación ascendente o simular el análisis ascendente de una cadena de entrada.

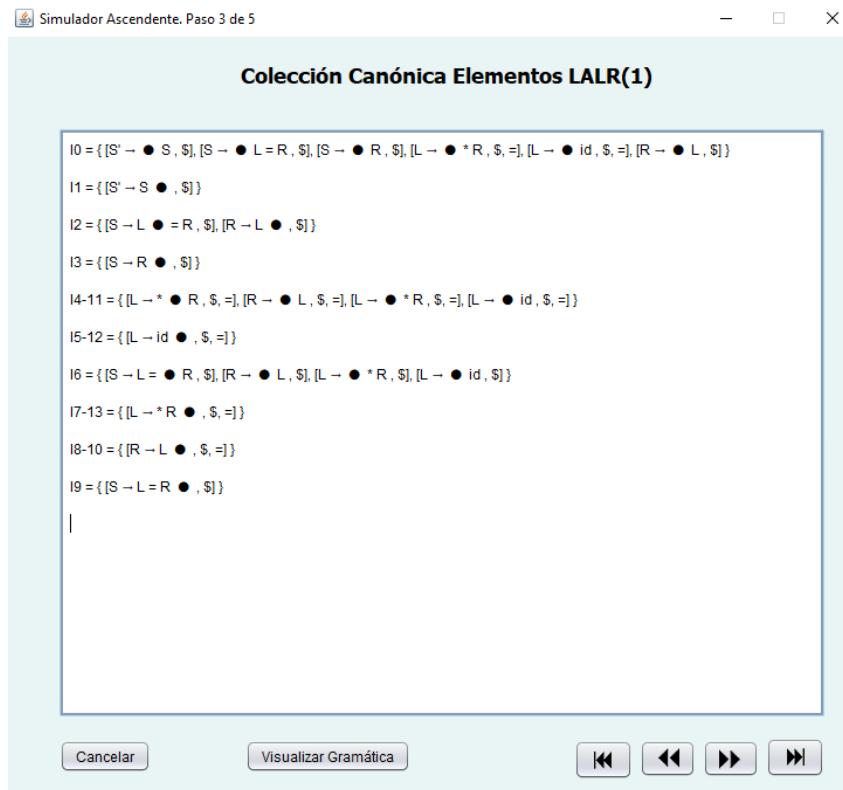


Figura 7.48: Colección canónica de elementos LALR(1)

The screenshot shows the 'Simulador Ascendente' software interface at step 4 of 5. The title bar reads 'Simulador Ascendente. Paso 4 de 5'. The main window is titled 'Tabla LR'.

Parte Acción:

Estados Ant...	Estados Nu...	=	*	id	\$
0	0		d4-11	d5-12	
1	1				Aceptar
2	2	d6			r5
3	3				r2
4-11	4		d4-11	d5-12	
5-12	5	r4			r4
6	6		d4-11	d5-12	
7-13	7	r3			r3
8-10	8	r5			r5
9	9				r1

Parte Ir_a:

S	L	R
1	2	3
	8-10	7-13
	8-10	9

At the bottom of both sections are 'Cancelar', 'Visualizar Gramática', and navigation arrows (back, forward, first, last).

Figura 7.49: Cálculo de la tabla LR

7.4. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

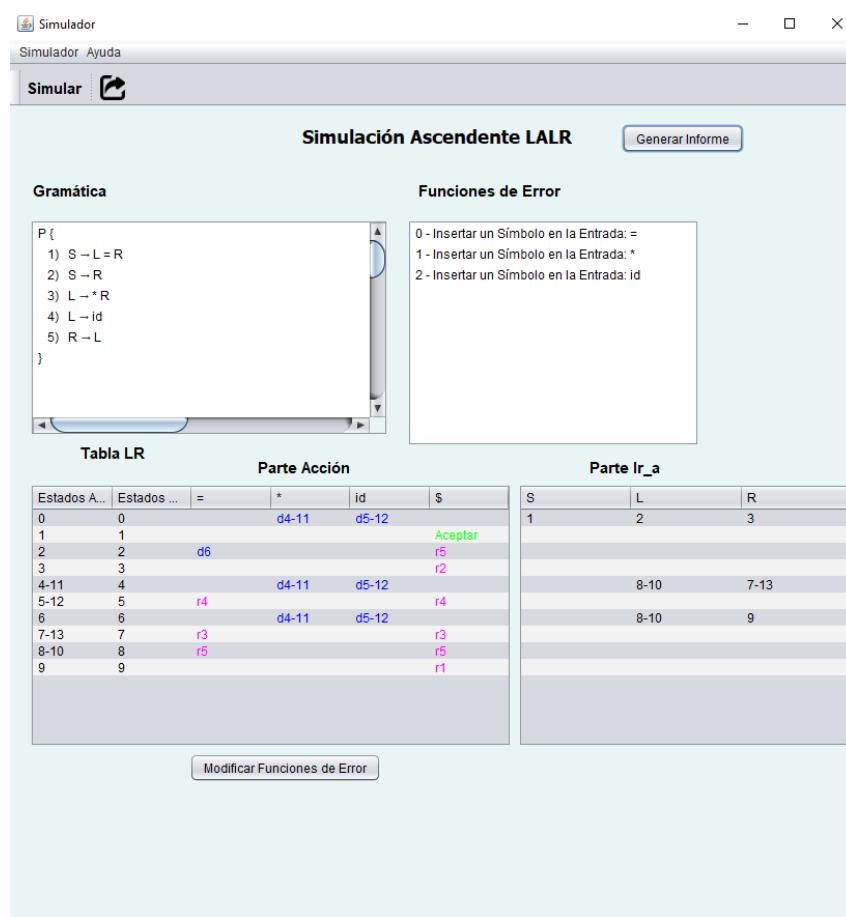


Figura 7.50: Simulador ascendente LALR

7.4.3.7. Simulación del análisis LALR de una cadena de entrada

Desde el panel del simulador ascendente, se puede simular el análisis LALR de una cadena de entrada pulsando el botón *Simular* de la barra de herramientas o desde el menú *Simulador*. Al hacer esto, se abrirá un nuevo panel para simular el análisis de una cadena de entrada. En la Figura 7.51 se puede ver una simulación correcta.

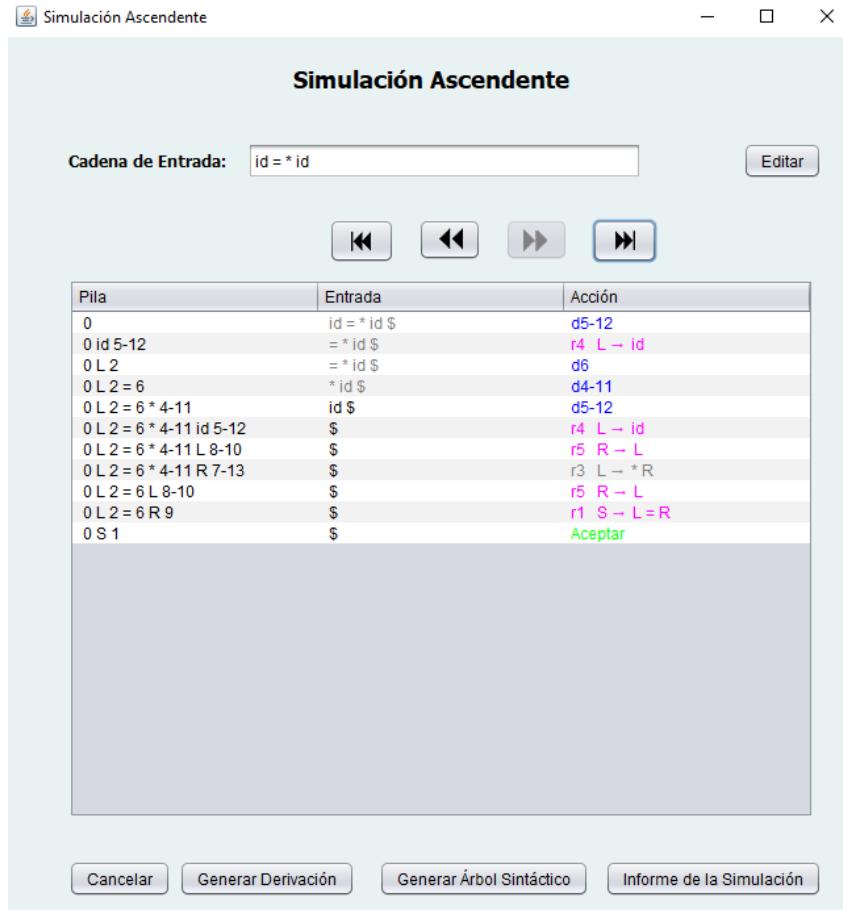


Figura 7.51: Simulación del análisis sintáctico ascendente LALR

Por último, también es posible generar el árbol sintáctico y la derivación específica de la simulación actual si el método es LALR (Figuras 7.52 y 7.53).

7.4. SIMULACIÓN DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO ASCENDENTE

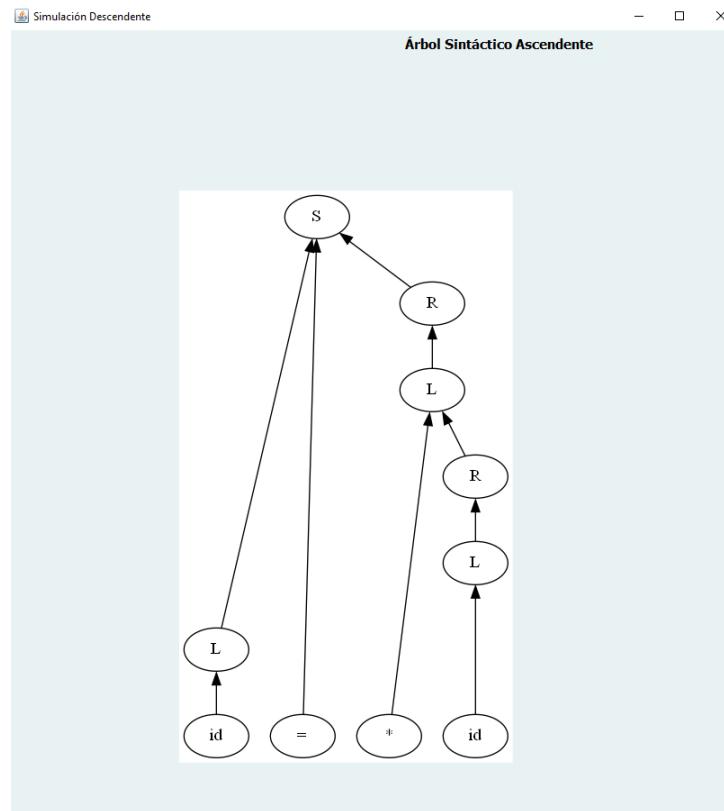


Figura 7.52: Árbol Sintáctico

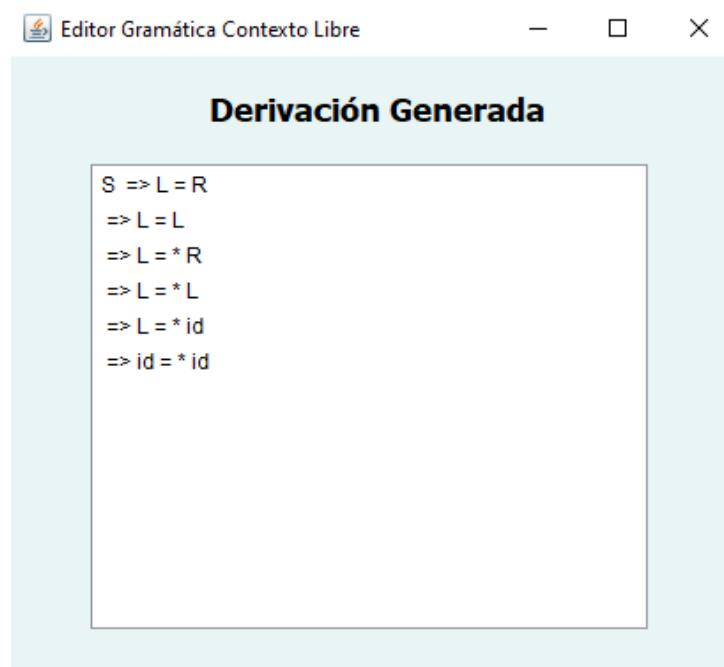


Figura 7.53: Derivación

Bibliografía

- [1] Aho, A. V., Lam, M. S., Sethi, R. y Ullman, J. D. *Compiladores: Principios, Técnicas y Herramientas. Segunda edición.* México: Pearson Educación, 2008.
- [2] Graphviz. *Graphviz*. [En Línea. Última consulta: 21-3-2022]. URL: <https://graphviz.org/about/>.
- [3] Oracle. *¿Cuáles son los requisitos del sistema para Java?* [En Línea. Última consulta: 29-5-2023]. URL: <https://www.java.com/es/download/help/sysreq.html>.