



Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Computación

Compiladores e Intérpretes, IC5701

Etapas dos: Analizador Sintáctico (Parser)

Estudiantes:

Samir Cabrera Tabash, 2022161229

Luis Urbina Salazar, 2023156802

Primer semestre del año 2025

Índice general

Índice general	1
1. Gramatica del Lenguaje	5
1.1. Estructura Básica del Programa - Gramática BNF	5
1.2. Sistemas de Asignación - Gramática BNF	10
1.3. Tipos de Datos - Gramática BNF	14
1.4. Literales - Gramática BNF	21
1.5. Sistemas de Acceso - Gramática BNF	30
1.6. Operadores - Gramática BNF	36
1.7. Estructuras de Control - Gramática BNF	42
1.8. Funciones y Procedimientos - Gramática BNF	49
1.9. Elementos Auxiliares - Gramática BNF	54
2. Algoritmos de Conversión	60
2.1. Introducción	60
2.2. Tipos de Datos Básicos	60
2.3. Matriz de Conversiones	61
2.4. Conversiones desde Stack	61
2.5. Conversiones desde Ghast	64
2.6. Conversiones desde Torch	66
2.7. Conversiones desde Rune	68
2.8. Conversiones desde Spider	70
2.9. Conversiones desde Creativo	73
3. Listado de Errores Léxicos	76
3.1. Introducción	76
3.2. Tabla de Errores Léxicos	76
3.3. Recuperación de Errores Críticos	78
3.4. Recuperación de Error para Evitar Errores en Cascada	79

4. Documentacion del Automata	81
4.1. Introducción	81
4.2. Consideraciones Técnicas	81
4.3. Diagrama Principal (Main)	81
4.3.1. Descripción	81
4.3.2. Características	82
4.3.3. Lógica de Enrutamiento	82
4.4. Reconocedor de Números	84
4.4.1. Descripción	84
4.4.2. Tipos Numéricos	85
4.5. Reconocedor de Strings y Caracteres	86
4.5.1. Descripción	86
4.5.2. Características	86
4.6. Reconocedor de Operadores y Símbolos	87
4.6.1. Descripción	87
4.6.2. Categorías de Operadores	87
4.7. Reconocedor de Comentarios	89
4.7.1. Descripción	89
4.7.2. Estados	89
4.8. Reconocedor de Literales Especiales	90
4.8.1. Descripción	90
4.8.2. Tipos de Literales	90
4.9. Reconocedor de Identificadores	93
4.9.1. Descripción	93
4.9.2. Reglas de Identificadores	93
4.10. Reconocedor de Palabras Reservadas	94
4.10.1. Propósito	94
4.10.2. Características Principales	95
4.10.3. Palabras Implementadas	95
4.10.4. Comportamiento	95
4.10.5. Restricciones	95
4.10.6. Diagrama	96
5. Documentacion del Scanner	110
5.1. Conceptos básicos del Scanner	110
5.1.1. Estructura General	110
5.1.2. Funcionamiento del Scanner	111
5.1.3. Recuperación de Errores	112
5.1.4. Reconocimiento de Comentarios	112
5.1.5. Generación de Resultados	112
5.1.6. Cumplimiento de las Reglas del Proyecto	113

5.2.	Core del Scanner	113
5.2.1.	Clase Scanner	113
5.2.2.	Clase ErrorHandler	114
5.2.3.	Métodos Principales del Scanner	114
5.2.4.	Métodos Auxiliares	114
5.2.5.	Funcionamiento del Análisis Léxico	115
5.2.6.	Clase IntegratedAutomaton	115
5.2.7.	Recuperación de Errores	116
5.2.8.	Importancia del Scanner	116
5.3.	Explicación del Autómata	116
5.3.1.	Estructura Base del Autómata Integrado	116
5.3.2.	Procesamiento por Tipo de Token	117
5.3.3.	Procesamiento de Comentarios	117
5.3.4.	Procesamiento de Strings y Caracteres	118
5.3.5.	Procesamiento de Números	118
5.3.6.	Procesamiento de Identificadores	118
5.3.7.	Procesamiento de Operadores y Símbolos	119
5.3.8.	Procesamiento de Delimitadores de Bloque	119
5.3.9.	Flujo de Procesamiento	119
5.3.10.	Manejo de Errores	120
5.4.	Explicación Tokenizador	120
5.4.1.	Clase Token Mejorada	120
5.4.2.	Categorías de Tokens	121
5.4.3.	Palabras Reservadas	123
5.4.4.	Manejo de Operadores	123
5.5.	Explicación de Brickwall	124
5.5.1.	Descripción general	124
5.5.2.	Parámetros de entrada	124
5.5.3.	Estructura de salida	125
5.5.4.	Elementos visuales	125
5.5.5.	Estadísticas generadas	126
5.5.6.	Implementación	126
5.5.7.	Uso típico	126
5.6.	Ejecución del Scanner	127
5.6.1.	Explicación de Scripts	127
5.6.2.	Ejecución del Scanner	128
6.	Documentacion del Parser	133
6.1.	Documentacion inicial	133
6.2.	Gramática del Parser	133
6.2.1.	Resultados de GikGram	143

6.2.2.	Clase Parser	144
6.2.3.	Funciones auxiliares	145
6.2.4.	Características relevantes	146
6.2.5.	SpecialTokens	146
6.2.6.	TokenMap	147
6.2.7.	GLadosDerechos	147
6.2.8.	GNombresTerminales	147
6.2.9.	Gramatica	147
6.2.10.	Tabla Follows	148
6.2.11.	Tabla Parsing	148
6.3.	Resultados	148

Capítulo 1

Gramatica del Lenguaje

1.1. Estructura Básica del Programa - Gramática BNF

La gramática BNF (Backus-Naur Form) para los elementos básicos que constituyen la estructura de un programa en Notch Engine se define a continuación.

Estructura del título del programa

El título del programa define el nombre del nuevo mundo que se crea en Notch Engine.

```
<programa> ::= <título-programa> <secciones> <punto-entrada> "worldSave"  
<título-programa> ::= "WorldName" <identificador> ":"
```

Secciones del programa

Un programa en Notch Engine puede contener varias secciones opcionales que deben aparecer en un orden específico.

```
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables>  
               <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>  
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables>  
               <seccion-prototipos>  
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables>  
               <seccion-rutinas>  
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-prototipos>  
               <seccion-rutinas>
```

```

<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
               <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
               <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-variables> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-variables> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-variables> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes>
<secciones> ::= <seccion-tipos>
<secciones> ::= <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-rutinas>
<secciones> ::=

```

Sección constantes (Bedrock)

La sección de constantes, identificada por la palabra clave **Bedrock**, define valores inmutables que no pueden ser alterados durante la ejecución del programa.

```

<seccion-constantes> ::= "Bedrock" <lista-constantes>
<seccion-constantes> ::= "Bedrock"

<lista-constantes> ::= <declaracion-constante> <lista-constantes>
<lista-constantes> ::= <declaracion-constante>

```

Sección de tipos (ResourcePack)

La sección de tipos, identificada por la palabra clave **ResourcePack**, define los tipos de datos y conversiones que pueden ser utilizados en el programa.

```
<seccion-tipos> ::= "ResourcePack" <lista-tipos>  
<seccion-tipos> ::= "ResourcePack"
```

```
<lista-tipos> ::= <declaracion-tipo> <lista-tipos>  
<lista-tipos> ::= <declaracion-tipo>
```

Sección de variables (Inventory)

La sección de variables, identificada por la palabra clave **Inventory**, define y opcionalmente inicializa las variables que se utilizarán en el programa.

```
<seccion-variables> ::= "Inventory" <lista-variables>  
<seccion-variables> ::= "Inventory"
```

```
<lista-variables> ::= <declaracion-variable> <lista-variables>  
<lista-variables> ::= <declaracion-variable>
```

Sección de prototipos (Recipe)

La sección de prototipos, identificada por la palabra clave **Recipe**, define las declaraciones anticipadas de funciones y procedimientos que se utilizarán en el programa.

```
<seccion-prototipos> ::= "Recipe" <lista-prototipos>  
<seccion-prototipos> ::= "Recipe"
```

```
<lista-prototipos> ::= <prototipo> <lista-prototipos>  
<lista-prototipos> ::= <prototipo>
```

```
<prototipo> ::= <prototipo-funcion>  
<prototipo> ::= <prototipo-procedimiento>
```

```
<prototipo-funcion> ::= "Spell" <identificador> "(" <lista-parametros> ")"  
                        "->" <tipo> ";"  
<prototipo-procedimiento> ::= "Ritual" <identificador>  
                        "(" <lista-parametros> ")" ";"
```


Sección de rutinas (CraftingTable)

La sección de rutinas, identificada por la palabra clave `CraftingTable`, contiene las implementaciones completas de funciones y procedimientos.

```
<seccion-rutinas> ::= "CraftingTable" <lista-rutinas>
<seccion-rutinas> ::= "CraftingTable"

<lista-rutinas> ::= <rutina> <lista-rutinas>
<lista-rutinas> ::= <rutina>

<rutina> ::= <funcion>
<rutina> ::= <procedimiento>

<funcion> ::= "Spell" <identificador> "(" <lista-parametros> ")"
           "->" <tipo> <bloque>
<procedimiento> ::= "Ritual" <identificador> "(" <lista-parametros> ")"
                  <bloque>
```

Punto de entrada del programa (SpawnPoint)

El punto de entrada, identificado por la palabra clave `SpawnPoint`, define donde comienza la ejecución del programa.

```
<punto-entrada> ::= "SpawnPoint" <bloque>
<bloque> ::= "PolloCrudo" <lista-instrucciones> "PolloAsado"
<bloque> ::= "PolloCrudo" "PolloAsado"

<lista-instrucciones> ::= <instruccion> <lista-instrucciones>
<lista-instrucciones> ::= <instruccion>
```

Ejemplo completo de estructura básica

A continuación se muestra un ejemplo de la estructura básica de un programa en Notch Engine usando la gramática BNF definida:

```
WorldName MiMundo:
```

```
Bedrock
```

```
Obsidian Stack MAX_NIVEL 100;
Obsidian Spider NOMBRE "Notch Engine";
```

ResourcePack

```
Anvil Stack -> Spider;  
Anvil Ghast -> Stack;
```

Inventory

```
Stack nivel = 1;  
Spider mensaje = "Bienvenido";
```

Recipe

```
Spell calcularDanio(Stack :: nivel, arma; Ghast ref modificador) -> Stack;  
Ritual mostrarEstado(Spider :: nombre; Stack nivel, salud);
```

CraftingTable

```
Spell calcularDanio(Stack :: nivel, arma; Ghast ref modificador) -> Stack  
PolloCrudo  
    Stack danioBase = nivel * 2 + 5;  
    respawn danioBase;  
PolloAsado
```

```
Ritual mostrarEstado(Spider :: nombre; Stack nivel, salud)
```

```
PolloCrudo  
    dropperSpider("Nombre: " + nombre);  
    dropperStack(nivel);  
    dropperStack(salud);  
PolloAsado
```

SpawnPoint

```
Stack miNivel = hopperStack();  
Stack miDanio = calcularDanio(miNivel, 1, 1.5);  
dropperStack(miDanio);
```

worldSave

1.2. Sistemas de Asignación - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para los sistemas de asignación en Notch Engine, incluyendo la asignación de constantes, tipos y variables.

Sistema de asignación de constantes (Obsidian)

En Notch Engine, las constantes se asignan utilizando la palabra clave **Obsidian**, evocando uno de los materiales más duros de Minecraft. Una vez definidas, estas constantes no pueden ser modificadas durante la ejecución del programa.

```
<declaracion-constante> ::= "Obsidian" <tipo> <identificador>
                             <expresion-constante> ";"

<expresion-constante> ::= <literal>
<expresion-constante> ::= <identificador>
<expresion-constante> ::= <expresion-constante-aritmetica>
<expresion-constante> ::= <expresion-constante-logica>
<expresion-constante> ::= <expresion-constante-string>

<expresion-constante-aritmetica> ::= <expresion-constante> "+"
                                     <expresion-constante>
<expresion-constante-aritmetica> ::= <expresion-constante> "-"
                                     <expresion-constante>
<expresion-constante-aritmetica> ::= <expresion-constante> "*"
                                     <expresion-constante>
<expresion-constante-aritmetica> ::= <expresion-constante> "/"
                                     <expresion-constante>
<expresion-constante-aritmetica> ::= <expresion-constante> "%"
                                     <expresion-constante>
<expresion-constante-aritmetica> ::= "(" <expresion-constante-aritmetica> ")"

<expresion-constante-logica> ::= <expresion-constante> "and"
                                   <expresion-constante>
<expresion-constante-logica> ::= <expresion-constante> "or"
                                   <expresion-constante>
<expresion-constante-logica> ::= "not" <expresion-constante>
<expresion-constante-logica> ::= <expresion-constante> "xor"
                                   <expresion-constante>
<expresion-constante-logica> ::= "(" <expresion-constante-logica> ")"
```

```
<expresion-constante-string> ::= <expresion-constante> "bind"  
                                <expresion-constante>
```

Ejemplos:

```
Obsidian Stack MAX_NIVEL 100;  
Obsidian Spider MENSAJE "Bienvenido a" bind "Notch Engine";  
Obsidian Torch DEBUG_MODE On;  
Obsidian Stack CANTIDAD_INICIAL 5 * 2;
```

Sistema de asignación de tipos (Anvil)

La asignación de tipos en Notch Engine se realiza mediante la palabra clave **Anvil**, simbolizando cómo un yunque (anvil) en Minecraft modifica y combina ítems. Esto permite definir reglas de conversión entre diferentes tipos de datos.

```
<declaracion-tipo> ::= "Anvil" <tipo-origen> "->" <tipo-destino> ";"  
<declaracion-tipo> ::= "Anvil" <tipo-origen> "->" <tipo-destino>  
                        <modo-conversion> ";"
```

```
<tipo-origen> ::= <tipo>  
<tipo-destino> ::= <tipo>
```

```
<modo-conversion> ::= "truncate"  
<modo-conversion> ::= "round"  
<modo-conversion> ::= "safe"
```

```
<tipo> ::= "Stack"  
<tipo> ::= "Rune"  
<tipo> ::= "Spider"  
<tipo> ::= "Torch"  
<tipo> ::= "Chest"  
<tipo> ::= "Book"  
<tipo> ::= "Ghast"  
<tipo> ::= "Shelf"  
<tipo> ::= "Entity"  
<tipo> ::= <identificador>
```

Ejemplos:

```
Anvil Ghast -> Stack truncate;
Anvil Stack -> Spider;
Anvil Rune -> Stack safe;
```

Sistema de declaración de variables

La declaración de variables en Notch Engine utiliza el tipo de dato seguido por un identificador y, opcionalmente, un valor inicial. También permite la declaración múltiple de variables del mismo tipo.

```
<declaracion-variable> ::= <tipo> <identificador> "=" <expresion> ";"
<declaracion-variable> ::= <tipo> <identificador> ";"
<declaracion-variable> ::= <tipo> <lista-identificadores> ";"

<lista-identificadores> ::= <identificador> "," <lista-identificadores>
<lista-identificadores> ::= <identificador>

<tipo-complejo> ::= "Shelf" "[" <expresion-entera> "]" <tipo>
<tipo-complejo> ::= "Entity" <identificador> <lista-campos>
<tipo-complejo> ::= "Entity" <identificador>

<lista-campos> ::= <declaracion-campo> <lista-campos>
<lista-campos> ::= <declaracion-campo>

<declaracion-campo> ::= <tipo> <identificador> ";"
```

Ejemplos:

```
Stack nivel = 1;
Spider nombre = "Steve";
Torch activo;
Ghast salud = 20.5, energia = 100.0;
Shelf[10] inventario;
```

```
Entity Jugador {
    Spider nombre;
    Stack nivel;
    Ghast salud;
};
```

```
Entity Jugador steve;
```

Ejemplos completos de sistemas de asignación

A continuación se presentan ejemplos completos que demuestran el uso de los sistemas de asignación en Notch Engine:

WorldName SistemasDeAsignacion:

Bedrock

```
* Declaración de constantes usando Obsidian *$
Obsidian Stack MAX_NIVEL 100;
Obsidian Stack MIN_NIVEL 1;
Obsidian Spider TITULO "Notch Engine";
Obsidian Spider VERSION "1.0";
Obsidian Spider MENSAJE TITULO bind " v" bind VERSION;
Obsidian Torch DEBUG_MODE Off;
Obsidian Ghast PI 3.14159;
```

ResourcePack

```
* Reglas de conversión de tipos usando Anvil *$
Anvil Ghast -> Stack truncate;
Anvil Stack -> Ghast;
Anvil Stack -> Spider;
Anvil Rune -> Stack safe;
Anvil Spider -> Rune;
```

Inventory

```
* Declaración de variables simples *$
Stack nivel = 1;
Spider nombre = "Steve";
Torch activo = On;

* Declaración múltiple de variables *$
Stack x = 10, y = 20, z = 30;

* Declaración de arreglo *$
Shelf[5] items;

* Declaración de estructura *$
Entity Jugador
PolloCrudo
```

```

    Spider nombre;
    Stack nivel;
    Ghast salud;
    Torch activo;
    PolloAsado;

    Entity Jugador steve;

```

```

SpawnPoint
    $* Código principal aquí *$
    dropperSpider(MENSAJE);

```

```

worldSave

```

1.3. Tipos de Datos - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para los diferentes tipos de datos disponibles en Notch Engine, desde tipos atómicos básicos hasta estructuras de datos complejas.

Tipo de dato entero (Stack)

El tipo de dato entero se representa mediante la palabra clave **Stack**, evocando cómo los objetos se pueden apilar en Minecraft. Los enteros almacenan valores numéricos completos, sin parte decimal.

```

<tipo-entero> ::= "Stack"
<expresion-entera> ::= <literal-entero>
<expresion-entera> ::= <identificador>
<expresion-entera> ::= <expresion-aritmetica-enteros>
<expresion-entera> ::= "(" <expresion-entera> ")"

<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "+" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "-" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "*" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "/" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "%" <expresion-entera>

```

Tipo de dato caracter (Rune)

El tipo de dato carácter se representa mediante la palabra clave **Rune**, haciendo referencia a las runas utilizadas en los encantamientos de Minecraft. Un carácter almacena un único símbolo.

```
<tipo-caracter> ::= "Rune"
<expresion-caracter> ::= <literal-caracter>
<expresion-caracter> ::= <identificador>
<expresion-caracter> ::= <operacion-caracter>
<expresion-caracter> ::= "(" <expresion-caracter> ")"

<operacion-caracter> ::= "etchUp" "(" <expresion-caracter> ")"
<operacion-caracter> ::= "etchDown" "(" <expresion-caracter> ")"
```

Tipo de dato string (Spider)

El tipo de dato cadena de texto se representa mediante la palabra clave **Spider**, haciendo referencia a cómo las arañas en Minecraft dejan hilos (strings) cuando mueren. Las cadenas almacenan secuencias de caracteres.

```
<tipo-string> ::= "Spider"
<expresion-string> ::= <literal-string>
<expresion-string> ::= <identificador>
<expresion-string> ::= <operacion-string>
<expresion-string> ::= "(" <expresion-string> ")"

<operacion-string> ::= "bind" "(" <expresion-string> ","
                        <expresion-string> ")"
<operacion-string> ::= "#" "(" <expresion-string> ")"
<operacion-string> ::= "from" <expresion-string> "##"
                        <expresion-entera> "##" <expresion-entera>
<operacion-string> ::= "except" <expresion-string> "##" <expresion-entera>
                        "##" <expresion-entera>
<operacion-string> ::= "seek" "(" <expresion-string> ","
                        <expresion-string> ")"
```

Tipo de dato booleano (Torch)

El tipo de dato booleano se representa mediante la palabra clave **Torch**, simbolizando cómo una antorcha en Minecraft puede estar encendida o apagada. Los booleanos representan valores de verdad: verdadero (**On**) o falso (**Off**).


```

<tipo-booleano> ::= "Torch"
<expresion-booleana> ::= <literal-booleano>
<expresion-booleana> ::= <identificador>
<expresion-booleana> ::= <operacion-logica>
<expresion-booleana> ::= <operacion-comparacion>
<expresion-booleana> ::= <operacion-caracter-bool>
<expresion-booleana> ::= "(" <expresion-booleana> ")"

<operacion-logica> ::= <expresion-booleana> "and" <expresion-booleana>
<operacion-logica> ::= <expresion-booleana> "or" <expresion-booleana>
<operacion-logica> ::= "not" <expresion-booleana>
<operacion-logica> ::= <expresion-booleana> "xor" <expresion-booleana>

<operacion-caracter-bool> ::= "isEngraved" "(" <expresion-caracter> ")"
<operacion-caracter-bool> ::= "isInscribed" "(" <expresion-caracter> ")"

```

Tipo de dato conjunto (Chest)

El tipo de dato conjunto se representa mediante la palabra clave **Chest**, evocando cómo un cofre en Minecraft almacena múltiples objetos únicos. Los conjuntos agrupan elementos sin repetición y sin un orden específico.

```

<tipo-conjunto> ::= "Chest"
<expresion-conjunto> ::= <literal-conjunto>
<expresion-conjunto> ::= <identificador>
<expresion-conjunto> ::= <operacion-conjunto>
<expresion-conjunto> ::= "(" <expresion-conjunto> ")"

<operacion-conjunto> ::= "add" "(" <expresion-conjunto> ","
                        <expresion> ")"
<operacion-conjunto> ::= "drop" "(" <expresion-conjunto>
                        "," <expresion> ")"
<operacion-conjunto> ::= "items" "(" <expresion-conjunto> ","
                        <expresion-conjunto> ")"
<operacion-conjunto> ::= "feed" "(" <expresion-conjunto> ","
                        <expresion-conjunto> ")"
<operacion-conjunto> ::= "map" "(" <expresion-conjunto> ","
                        <expresion> ")"
<operacion-conjunto> ::= "biom" "(" <expresion-conjunto> ")"
<operacion-conjunto> ::= "kill" "(" <expresion-conjunto> ")"

```

Tipo de dato archivo de texto (Book)

El tipo de dato archivo de texto se representa mediante la palabra clave **Book**, simbolizando un libro en Minecraft. Los archivos permiten almacenar y recuperar información persistente entre ejecuciones del programa.

```
<tipo-archivo> ::= "Book"
<expresion-archivo> ::= <literal-archivo>
<expresion-archivo> ::= <identificador>
<expresion-archivo> ::= <operacion-archivo>
<expresion-archivo> ::= "(" <expresion-archivo> ")"

<operacion-archivo> ::= "unlock" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "lock" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "craft" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "gather" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "forge" "(" <expresion-archivo> ","
    <expresion-string> ")"
<operacion-archivo> ::= "tag" "(" <expresion-archivo> ","
    <expresion-archivo> ")"
```

Tipo de datos números flotantes (Ghast)

El tipo de dato para números con punto flotante se representa mediante la palabra clave **Ghast**, evocando cómo los Ghast en Minecraft flotan en el aire. Los números flotantes almacenan valores numéricos con parte decimal.

```
<tipo-flotante> ::= "Ghast"
<expresion-flotante> ::= <literal-flotante>
<expresion-flotante> ::= <identificador>
<expresion-flotante> ::= <expresion-aritmetica-flotante>
<expresion-flotante> ::= "(" <expresion-flotante> ")"

<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":" "+"
    <expresion-flotante>
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":" "-"
    <expresion-flotante>
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":" "*"
    <expresion-flotante>
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":" "/"
    <expresion-flotante>
```

```
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":"  
                                     <expresion-flotante>
```

Tipo de dato arreglos (Shelf)

El tipo de dato arreglo se representa mediante la palabra clave **Shelf**, evocando una estantería en Minecraft donde cada libro (dato) ocupa un lugar específico. Los arreglos almacenan colecciones ordenadas de elementos del mismo tipo, accesibles por índice.

```
<tipo-arreglo> ::= "Shelf" "[" <expresion-entera> "]" <tipo>  
<expresion-arreglo> ::= <literal-arreglo>  
<expresion-arreglo> ::= <identificador>  
<expresion-arreglo> ::= <expresion-acceso-arreglo>  
<expresion-arreglo> ::= "(" <expresion-arreglo> ")"  
  
<expresion-acceso-arreglo> ::= <identificador> "[" <expresion-entera> "]"
```

Tipo de dato registros (Entity)

El tipo de dato registro se representa mediante la palabra clave **Entity**, evocando cómo una entidad en Minecraft encapsula múltiples atributos y comportamientos. Los registros agrupan campos de diferentes tipos bajo un mismo nombre.

```
<tipo-registro> ::= "Entity" <identificador>  
<tipo-registro-def> ::= "Entity" <identificador> <lista-campos>  
  
<lista-campos> ::= <campo> <lista-campos>  
<lista-campos> ::= <campo>  
  
<campo> ::= <tipo> <identificador> ";"  
  
<expresion-registro> ::= <literal-registro>  
<expresion-registro> ::= <identificador>  
<expresion-registro> ::= <expresion-acceso-registro>  
<expresion-registro> ::= "(" <expresion-registro> ")"  
  
<expresion-acceso-registro> ::= <identificador> "@" <identificador>
```

Ejemplos completos de tipos de datos

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de los diferentes tipos de datos en Notch Engine:

WorldName TiposDatos:

Inventory

```
$* Tipos básicos *$  
Stack contador = 0;  
Rune inicial = 'A';  
Spider nombre = "Steve";  
Torch activo = 0n;  
Chest vocales = { 'a', 'e', 'i', 'o', 'u' :};  
Book registro = {/ "log.txt", 'E' /};  
Ghast temperatura = 36.5;
```

```
$* Tipos compuestos *$  
Shelf[10] inventario;
```

Entity Jugador

PolloCrudo

```
    Spider nombre;  
    Stack nivel;  
    Ghast salud;  
    Torch activo;
```

PolloAsado;

Entity Jugador steve;

SpawnPoint

PolloCrudo

```
$* Operaciones con enteros *$  
Stack a = 5 + 3;  
Stack b = a * 2;  
Stack c = b // 3;
```

```
$* Operaciones con caracteres *$  
Rune letra = 'a';  
Rune mayuscula = etchUp(letra);  
Torch esLetra = isEngraved(letra);
```

```

$* Operaciones con strings *$
Spider saludo = "Hola";
Spider mensaje = bind(saludo, " Mundo");
Stack longitud = #(mensaje);
Spider subcadena = from mensaje ## 0 ## 4;

$* Operaciones con booleanos *$
Torch condicion1 = On;
Torch condicion2 = Off;
Torch resultado = condicion1 and condicion2;

$* Operaciones con conjuntos *$
Chest conjunto1 = {: 1, 2, 3 :};
add(conjunto1, 4);
Chest conjunto2 = {: 3, 4, 5 :};
Chest union = items(conjunto1, conjunto2);

$* Operaciones con archivos *$
unlock(registro);
forge(registro, "Entrada de log");
lock(registro);

$* Operaciones con flotantes *$
Ghast pi = 3.14159;
Ghast doble = pi :* 2.0;

$* Operaciones con arreglos *$
inventario[0] = 5;
Stack valor = inventario[0];

$* Operaciones con registros *$
steve@nombre = "Steve";
steve@nivel = 1;
steve@salud = 20.0;
steve@activo = On;

Spider nombreJugador = steve@nombre;
PolloAsado

```

worldSave

1.4. Literales - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para los diferentes tipos de valores literales en Notch Engine. Los literales son representaciones directas de datos en el código fuente del programa.

Literales booleanas (On/Off)

Las literales booleanas representan valores de verdad: verdadero (**On**) o falso (**Off**), evocando el estado de una palanca o interruptor en Minecraft.

```
<literal-booleano> ::= "On"  
<literal-booleano> ::= "Off"
```

Ejemplos:

```
Torch activo = On;  
Torch inactivo = Off;
```

Literales de conjuntos ({: ... :})

Las literales de conjuntos representan colecciones de elementos únicos sin un orden específico. Se delimitan con los símbolos **{:** y **:}**.

```
<literal-conjunto> ::= "{:" <lista-elementos> ":}"  
<literal-conjunto> ::= "{:" ":}"  
  
<lista-elementos> ::= <expresion> "," <lista-elementos>  
<lista-elementos> ::= <expresion>
```

Ejemplos:

```
Chest numeros = {: 1, 2, 3, 4, 5 :};  
Chest letras = {: 'a', 'e', 'i', 'o', 'u' :};  
Chest vacio = {: :};
```

Literales de archivos ({/ ... /})

Las literales de archivos especifican un nombre de archivo y un modo de acceso. El modo puede ser 'L' para lectura, 'E' para escritura, o 'A' para actualización.

```
<literal-archivo> ::= "{/" <literal-string> "," <literal-caracter> "/"
```

```
<modo-archivo> ::= "'L'"
```

```
<modo-archivo> ::= "'E'"
```

```
<modo-archivo> ::= "'A'"
```

Ejemplos:

```
Book archivo = {/ "datos.txt", 'L' /};  
Book registro = {/ "log.txt", 'E' /};  
Book configuracion = {/ "config.ini", 'A' /};
```

Literales de números flotantes (-3.14)

Las literales de números flotantes representan valores numéricos con parte decimal.

```
<literal-flotante> ::= <numero-entero> "." <numero-entero>
```

```
<literal-flotante> ::= <numero-entero> "."
```

```
<literal-flotante> ::= "." <numero-entero>
```

```
<literal-flotante> ::= "-" <literal-flotante>
```

Ejemplos:

```
Ghast pi = 3.14159;  
Ghast temperatura = 36.6;  
Ghast negativo = -2.5;  
Ghast decimal = .5;
```

Literales de enteros (5, -5)

Las literales de enteros representan valores numéricos completos, sin parte decimal.

```
<literal-entero> ::= <numero-entero>
```

```
<literal-entero> ::= "-" <numero-entero>
```

```

<numero-entero> ::= <digito> <resto-numero>
<numero-entero> ::= <digito>

<resto-numero> ::= <digito> <resto-numero>
<resto-numero> ::= <digito>

<digito> ::= "0"
<digito> ::= "1"
<digito> ::= "2"
<digito> ::= "3"
<digito> ::= "4"
<digito> ::= "5"
<digito> ::= "6"
<digito> ::= "7"
<digito> ::= "8"
<digito> ::= "9"

```

Ejemplos:

```

Stack positivo = 42;
Stack negativo = -7;
Stack cero = 0;

```

Literales de caracteres ('K')

Las literales de caracteres representan un único símbolo, encerrado entre comillas simples.

```

<literal-caracter> ::= "'" <caracter> "'"

<caracter> ::= <letra>
<caracter> ::= <digito>
<caracter> ::= <simbolo>
<caracter> ::= <escape-secuencia>

<escape-secuencia> ::= "\n"
<escape-secuencia> ::= "\t"
<escape-secuencia> ::= "\r"
<escape-secuencia> ::= "\\"
<escape-secuencia> ::= "\'"
<escape-secuencia> ::= "\"

```



```
<letra> ::= "a"  
<letra> ::= "b"  
<letra> ::= "c"  
<letra> ::= "d"  
<letra> ::= "e"  
<letra> ::= "f"  
<letra> ::= "g"  
<letra> ::= "h"  
<letra> ::= "i"  
<letra> ::= "j"  
<letra> ::= "k"  
<letra> ::= "l"  
<letra> ::= "m"  
<letra> ::= "n"  
<letra> ::= "o"  
<letra> ::= "p"  
<letra> ::= "q"  
<letra> ::= "r"  
<letra> ::= "s"  
<letra> ::= "t"  
<letra> ::= "u"  
<letra> ::= "v"  
<letra> ::= "w"  
<letra> ::= "x"  
<letra> ::= "y"  
<letra> ::= "z"  
<letra> ::= "A"  
<letra> ::= "B"  
<letra> ::= "C"  
<letra> ::= "D"  
<letra> ::= "E"  
<letra> ::= "F"  
<letra> ::= "G"  
<letra> ::= "H"  
<letra> ::= "I"  
<letra> ::= "J"  
<letra> ::= "K"  
<letra> ::= "L"  
<letra> ::= "M"  
<letra> ::= "N"  
<letra> ::= "O"
```

```

<letra> ::= "P"
<letra> ::= "Q"
<letra> ::= "R"
<letra> ::= "S"
<letra> ::= "T"
<letra> ::= "U"
<letra> ::= "V"
<letra> ::= "W"
<letra> ::= "X"
<letra> ::= "Y"
<letra> ::= "Z"

```

```

<simbolo> ::= "!"
<simbolo> ::= "@"
<simbolo> ::= "#"
<simbolo> ::= "$"
<simbolo> ::= "%"
<simbolo> ::= "^"
<simbolo> ::= "&"
<simbolo> ::= "*"
<simbolo> ::= "("
<simbolo> ::= ")"
<simbolo> ::= "-"
<simbolo> ::= "_"
<simbolo> ::= "="
<simbolo> ::= "+"
<simbolo> ::= "["
<simbolo> ::= "]"
<simbolo> ::= "{"
<simbolo> ::= "}"
<simbolo> ::= ";"
<simbolo> ::= ":"
<simbolo> ::= "'"
<simbolo> ::= "\"
<simbolo> ::= "\\"
<simbolo> ::= "|"
<simbolo> ::= "/"
<simbolo> ::= "?"
<simbolo> ::= "."
<simbolo> ::= ","
<simbolo> ::= "<"

```

```

<simbolo> ::= ">"
<simbolo> ::= "~"
<simbolo> ::= "'"

```

Ejemplos:

```

Rune letra = 'A';
Rune digito = '5';
Rune simbolo = '@';
Rune nuevaLinea = '\n';

```

Literales de strings ("string")

Las literales de strings representan secuencias de caracteres, encerradas entre comillas dobles.

```

<literal-string> ::= "\"" <secuencia-caracteres> "\""
<literal-string> ::= "\"\""
<secuencia-caracteres> ::= <caracter> <secuencia-caracteres>
<secuencia-caracteres> ::= <caracter>

```

Ejemplos:

```

Spider nombre = "Steve";
Spider mensaje = "Bienvenido a Notch Engine";
Spider vacio = "";
Spider conEscape = "Línea 1\nLínea 2";

```

Literales de arreglos ([1, 2, 3, 4, 5])

Las literales de arreglos representan colecciones ordenadas de elementos del mismo tipo, encerradas entre corchetes.

```

<literal-arreglo> ::= "[" <lista-elementos> "]"
<literal-arreglo> ::= "[" "]"
<lista-elementos> ::= <expresion> "," <lista-elementos>
<lista-elementos> ::= <expresion>

```

Ejemplos:

```

Shelf[5] numeros = [1, 2, 3, 4, 5];
Shelf[3] nombres = ["Steve", "Alex", "Herobrine"];
Shelf[0] vacio = [];

```

Literales de registros ({<id>: <value>, <id>: <value>, ...})

Las literales de registros representan estructuras que agrupan campos de diferentes tipos, con cada campo identificado por un nombre.

```
<literal-registro> ::= <lista-campos-valor>
```

```
<literal-registro> ::= "{" "}"
```

```
<lista-campos-valor> ::= <campo-valor> "," <lista-campos-valor>
```

```
<lista-campos-valor> ::= <campo-valor>
```

```
<campo-valor> ::= <identificador> ":" <expresion>
```

Ejemplos:

```
Entity Jugador steve = {  
    nombre: "Steve",  
    nivel: 1,  
    salud: 20.0,  
    activo: 0n  
};
```

```
Entity Posicion punto = {x: 10, y: 20, z: 30};
```

```
Entity Config configuracion = {};
```

Identificadores válidos

Un identificador es un nombre que se utiliza para referirse a variables, constantes, tipos, funciones, etc.

```
<identificador> ::= <letra> <resto-identificador>
```

```
<identificador> ::= <letra>
```

```
<resto-identificador> ::= <letra> <resto-identificador>
```

```
<resto-identificador> ::= <digito> <resto-identificador>
```

```
<resto-identificador> ::= "_" <resto-identificador>
```

```
<resto-identificador> ::= <letra>
```

```
<resto-identificador> ::= <digito>
```

```
<resto-identificador> ::= "_"
```

Ejemplos de identificadores válidos:

```
contador
nombreJugador
x
posicion_3d
_temporal
CONSTANTE
```

Ejemplos completos de literales

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de los diferentes tipos de literales en Notch Engine:

WorldName Literales:

Inventory

```
$* Literales booleanas *$
Torch verdadero = On;
Torch falso = Off;

$* Literales de conjuntos *$
Chest numeros = {: 1, 2, 3, 4, 5 :};
Chest vocales = {: 'a', 'e', 'i', 'o', 'u' :};
Chest vacio = {: :};

$* Literales de archivos *$
Book archivoLectura = {/ "datos.txt", 'L' /};
Book archivoEscritura = {/ "salida.txt", 'E' /};
Book archivoActualizar = {/ "config.ini", 'A' /};

$* Literales de números flotantes *$
Ghast pi = 3.14159;
Ghast e = 2.71828;
Ghast negativo = -1.5;
Ghast decimal = .5;

$* Literales de enteros *$
Stack positivo = 42;
Stack negativo = -7;
Stack cero = 0;

$* Literales de caracteres *$
```

```

Rune letraMayuscula = 'A';
Rune letraMinuscula = 'z';
Rune digito = '7';
Rune simbolo = '#';
Rune nuevaLinea = '\n';

$* Literales de strings *$
Spider nombre = "Steve";
Spider mensaje = "Bienvenido a Notch Engine";
Spider lineas = "Línea 1\nLínea 2";
Spider vacio = "";

$* Literales de arreglos *$
Shelf[5] enteros = [1, 2, 3, 4, 5];
Shelf[3] cadenas = ["uno", "dos", "tres"];
Shelf[0] vacio = [];

$* Literales de registros *$
Entity Jugador PolloCrudo
    Spider nombre;
    Stack nivel;
    Ghast salud;
    Torch activo;
PolloAsado;

Entity Jugador steve
PolloCrudo
    nombre: "Steve",
    nivel: 1,
    salud: 20.0,
    activo: On
PolloAsado;

Entity Posicion punto = {x: 10, y: 20, z: 30};

```

```

SpawnPoint
    PolloCrudo
    dropperSpider("Ejemplos de literales en Notch Engine");
    PolloAsado

```

worldSave

1.5. Sistemas de Acceso - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para los diferentes sistemas de acceso a datos en Notch Engine, incluyendo acceso a arreglos, strings, registros y los operadores de asignación.

Sistema de acceso arreglos ([2][3][4])

El sistema de acceso a arreglos permite obtener o modificar elementos individuales dentro de un arreglo especificando su posición mediante índices entre corchetes. Notch Engine utiliza la notación de índices múltiples consecutivos, similar a lenguajes como C y C++.

```
<acceso-arreglo> ::= <identificador> "[" <expresion-entera> "]"  
<acceso-arreglo> ::= <acceso-arreglo> "[" <expresion-entera> "]"
```

```
<expresion-acceso-arreglo> ::= <acceso-arreglo>
```

Ejemplos:

```
$* Acceso a un arreglo unidimensional *$  
Shelf[10] numeros;  
numeros[0] = 5;  
Stack valor = numeros[1];
```

```
$* Acceso a un arreglo bidimensional *$  
Shelf[3] Shelf[3] matriz;  
matriz[0][0] = 1;  
Stack elemento = matriz[1][2];
```

```
$* Acceso a un arreglo tridimensional *$  
Shelf[2] Shelf[2] Shelf[2] cubo;  
cubo[0][1][1] = 7;  
Stack valor3D = cubo[1][0][1];
```

Sistema de acceso strings (string[1])

El sistema de acceso a strings permite obtener caracteres individuales dentro de una cadena especificando su posición mediante un índice entre corchetes, similar a como se accede a los elementos de un arreglo.

`<acceso-string> ::= <identificador> "[" <expresion-entera> "]"`

`<expresion-acceso-string> ::= <acceso-string>`

Ejemplos:

```
Spider nombre = "Steve";
```

```
Rune primeraLetra = nombre[0];  $* Obtiene 'S' *$
```

```
Rune tercerLetra = nombre[2];   $* Obtiene 'e' *$
```

\$* También se puede usar para modificar caracteres *\$

```
Spider palabra = "casa";
```

```
palabra[0] = 'm';                $* Ahora palabra es "masa" *$
```

Sistema de acceso registros (@ - e.g.: registro@campo)

El sistema de acceso a registros permite obtener o modificar campos individuales dentro de un registro utilizando el operador arroba (@) entre el nombre del registro y el nombre del campo.

`<acceso-registro> ::= <identificador> "@" <identificador>`

`<expresion-acceso-registro> ::= <acceso-registro>`

Ejemplos:

```
Entity Jugador
```

```
PolloCrudo
```

```
    Spider nombre;
```

```
    Stack nivel;
```

```
    Ghast salud;
```

```
    Torch activo;
```

```
PolloAsado;
```

```
Entity Jugador steve;
```

\$* Asignación a campos del registro *\$

```
steve@nombre = "Steve";
```

```
steve@nivel = 1;
```

```
steve@salud = 20.0;
```

```
steve@activo = 0n;
```



```
$* Acceso a campos del registro *$
Spider nombreJugador = steve@nombre;
Stack nivelJugador = steve@nivel;
```

Asignación y Familia (= - i.e: =, +=, -=, *=, /=, %=)

Notch Engine proporciona una familia de operadores de asignación que permiten no solo asignar valores a variables sino también realizar operaciones combinadas de asignación y aritmética. Estos operadores son similares a los que se encuentran en lenguajes como C y C++.

```
<asignacion> ::= <lvalue> "=" <expresion>
<asignacion> ::= <lvalue> "+=" <expresion>
<asignacion> ::= <lvalue> "-=" <expresion>
<asignacion> ::= <lvalue> "*=" <expresion>
<asignacion> ::= <lvalue> "/=" <expresion>
<asignacion> ::= <lvalue> "%=" <expresion>
```

```
<lvalue> ::= <identificador>
<lvalue> ::= <acceso-arreglo>
<lvalue> ::= <acceso-string>
<lvalue> ::= <acceso-registro>
```

Ejemplos:

```
$* Asignación simple *$
Stack contador = 0;
```

```
$* Asignaciones combinadas para enteros *$
contador += 5;      $* Equivalente a: contador = contador + 5 *$
contador -= 2;      $* Equivalente a: contador = contador - 2 *$
contador *= 3;       $* Equivalente a: contador = contador * 3 *$
contador /= 2;       $* Equivalente a: contador = contador // 2 *$
contador %= 4;       $* Equivalente a: contador = contador % 4 *$
```

```
$* Asignaciones con acceso a arreglos *$
Shelf[5] numeros;
numeros[0] = 10;
numeros[1] += 5;
```

```
$* Asignaciones con acceso a strings *$
Spider texto = "abcde";
```

```
texto[0] = 'A';      $* Modifica el primer carácter *$
```

```
$* Asignaciones con acceso a registros *$  
Entity Jugador steve;  
steve@nivel = 1;  
steve@nivel += 1;    $* Incrementa el nivel *$
```

Expresiones combinadas de acceso

Notch Engine permite combinar diferentes formas de acceso para trabajar con estructuras de datos complejas, como arreglos de registros o registros que contienen arreglos.

```
<expresion-combinada> ::= <acceso-registro> "[" <expresion-entera> "]"  
<expresion-combinada> ::= <acceso-arreglo> "@" <identificador>
```

Ejemplos:

```
$* Arreglo de registros *$  
Entity Jugador  
PolloCrudo  
    Spider nombre;  
    Stack nivel;  
PolloAsado;
```

```
Shelf[3] Entity Jugador equipo;
```

```
$* Acceso a un campo de un registro dentro de un arreglo *$  
equipo[0]@nombre = "Steve";  
equipo[1]@nombre = "Alex";  
Spider segundoJugador = equipo[1]@nombre;
```

```
$* Registro que contiene un arreglo *$  
Entity Inventario  
PolloCrudo  
    Shelf[10] Stack items;  
    Stack capacidad;  
PolloAsado;
```

```
Entity Inventario mochila;
```

```
$* Acceso a un elemento de un arreglo dentro de un registro *$
```

```

mochila@items[0] = 5;
mochila@items[1] = 10;
Stack primerItem = mochila@items[0];

```

Ejemplos completos de sistemas de acceso

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de los diferentes sistemas de acceso en un programa Notch Engine:

WorldName SistemasAcceso:

Inventory

```

$* Declaración de tipos y variables para los ejemplos *$
Shelf[5] numeros;
Spider texto = "Notch Engine";

```

Entity Punto

```

PolloCrudo
    Stack x;
    Stack y;
    Stack z;
PolloAsado;

```

Entity Punto origen;

Entity Jugador

```

PolloCrudo
    Spider nombre;
    Stack nivel;
    Shelf[3] Stack inventario;
PolloAsado;

```

Shelf[2] Entity Jugador jugadores;

SpawnPoint

PolloCrudo

```

$* Acceso a arreglos *$
numeros[0] = 10;
numeros[1] = 20;
numeros[2] = 30;

```

```

Stack suma = numeros[0] + numeros[1];

$* Acceso a strings *$
Rune primeraLetra = texto[0];
texto[5] = 'E'; $* Modifica el 6to carácter *$

$* Acceso a registros *$
origen@x = 0;
origen@y = 0;
origen@z = 0;

$* Operadores de asignación compuesta *$
numeros[0] += 5; $* Ahora es 15 *$
numeros[1] -= 5; $* Ahora es 15 *$
numeros[2] *= 2; $* Ahora es 60 *$

origen@x += 10; $* Ahora es 10 *$

$* Acceso combinado (arreglo de registros) *$
jugadores[0]@nombre = "Steve";
jugadores[0]@nivel = 1;
jugadores[0]@inventario[0] = 5;
jugadores[0]@inventario[1] = 10;

jugadores[1]@nombre = "Alex";
jugadores[1]@nivel = 2;

$* Uso de los valores accedidos *$
dropperSpider("Jugador 1: " bind jugadores[0]@nombre);
dropperStack(jugadores[0]@nivel);

dropperSpider("Jugador 2: " bind jugadores[1]@nombre);
dropperStack(jugadores[1]@nivel);
PolloAsado

worldSave

```

1.6. Operadores - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para los diferentes operadores disponibles en Notch Engine, incluyendo operadores aritméticos, de incremento, lógicos, de cadenas, conjuntos, archivos, números flotantes y comparación.

Operaciones aritméticas básicas de enteros (+, -, *, //, %)

Las operaciones aritméticas básicas para enteros en Notch Engine incluyen suma, resta, multiplicación, división entera y módulo (resto). La división entera se representa con dos barras diagonales (//) para distinguirla de la división flotante.

```
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "+" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "-" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "*" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "/" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= <expresion-entera> "%" <expresion-entera>
<expresion-aritmetica-enteros> ::= "(" <expresion-aritmetica-enteros> ")"
<expresion-aritmetica-enteros> ::= "-" <expresion-entera>

<expresion-entera> ::= <literal-entero>
<expresion-entera> ::= <identificador>
<expresion-entera> ::= <expresion-aritmetica-enteros>
<expresion-entera> ::= <acceso-arreglo>
<expresion-entera> ::= <acceso-registro>
<expresion-entera> ::= <llamada-funcion>
```

Incremento y Decremento (soulsand, magma)

Las operaciones de incremento y decremento en Notch Engine se representan mediante las palabras clave **soulsand** (incremento) y **magma** (decremento), haciendo referencia a cómo estos bloques en Minecraft hacen subir o bajar al jugador cuando se combinan con agua.

```
<expresion-incremento> ::= "soulsand" <identificador>
<expresion-incremento> ::= "magma" <identificador>
<expresion-incremento> ::= "soulsand" <acceso-arreglo>
<expresion-incremento> ::= "magma" <acceso-arreglo>
<expresion-incremento> ::= "soulsand" <acceso-registro>
<expresion-incremento> ::= "magma" <acceso-registro>
```

Operaciones básicas sobre caracteres (isEngraved, isInscribed, etchUp, etchDown)

Notch Engine proporciona operaciones específicas para manipular caracteres, incluyendo verificación de tipo y transformación de caso.

```
<operacion-caracter> ::= "isEngraved" "(" <expresion-caracter> ")"  
<operacion-caracter> ::= "isInscribed" "(" <expresion-caracter> ")"  
<operacion-caracter> ::= "etchUp" "(" <expresion-caracter> ")"  
<operacion-caracter> ::= "etchDown" "(" <expresion-caracter> ")"
```

Operaciones lógicas solicitadas (and, or, not, xor)

Las operaciones lógicas en Notch Engine utilizan palabras en lugar de símbolos, lo que aumenta la legibilidad del código.

```
<expresion-logica> ::= <expresion-booleana> "and" <expresion-booleana>  
<expresion-logica> ::= <expresion-booleana> "or" <expresion-booleana>  
<expresion-logica> ::= "not" <expresion-booleana>  
<expresion-logica> ::= <expresion-booleana> "xor" <expresion-booleana>  
<expresion-logica> ::= "(" <expresion-logica> ")"  
  
<expresion-booleana> ::= <literal-booleano>  
<expresion-booleana> ::= <identificador>  
<expresion-booleana> ::= <expresion-logica>  
<expresion-booleana> ::= <expresion-comparacion>  
<expresion-booleana> ::= <operacion-caracter-bool>  
<expresion-booleana> ::= <acceso-arreglo>  
<expresion-booleana> ::= <acceso-registro>  
<expresion-booleana> ::= <llamada-funcion>
```

Operaciones de Strings solicitadas (bind, #, from ##, except ##, seek)

Notch Engine proporciona operaciones específicas para manipular cadenas de texto, incluyendo concatenación, medición de longitud, extracción de subcadenas y búsqueda.

```
<operacion-string> ::= "bind" "(" <expresion-string> ","  
                        <expresion-string> ")"  
<operacion-string> ::= "#" "(" <expresion-string> ")"  
<operacion-string> ::= "from" <expresion-string> "##" <expresion-entera>
```

```

        "##" <expresion-entera>
<operacion-string> ::= "except" <expresion-string> "##" <expresion-entera>
        "##" <expresion-entera>
<operacion-string> ::= "seek" "(" <expresion-string> ","
        <expresion-string> ")"

```

Operaciones de conjuntos solicitadas (add, drop, items, feed, map, biom, kill)

Notch Engine proporciona operaciones específicas para manipular conjuntos, incluyendo adición, eliminación, unión, intersección, pertenencia y vaciado.

```

<operacion-conjunto> ::= "add" "(" <expresion-conjunto> ","
        <expresion> ")"
<operacion-conjunto> ::= "drop" "(" <expresion-conjunto> ","
        <expresion> ")"
<operacion-conjunto> ::= "items" "(" <expresion-conjunto> ","
        <expresion-conjunto> ")"
<operacion-conjunto> ::= "feed" "(" <expresion-conjunto> ","
        <expresion-conjunto> ")"
<operacion-conjunto> ::= "map" "(" <expresion-conjunto> ","
        <expresion> ")"
<operacion-conjunto> ::= "biom" "(" <expresion-conjunto> ")"
<operacion-conjunto> ::= "kill" "(" <expresion-conjunto> ")"

```

Operaciones de archivos solicitadas (unlock, lock, craft, gather, forge, tag)

Notch Engine proporciona operaciones específicas para manipular archivos, incluyendo apertura, cierre, creación, lectura, escritura y concatenación.

```

<operacion-archivo> ::= "unlock" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "lock" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "craft" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "gather" "(" <expresion-archivo> ")"
<operacion-archivo> ::= "forge" "(" <expresion-archivo> ","
        <expresion-string> ")"
<operacion-archivo> ::= "tag" "(" <expresion-archivo> ","
        <expresion-archivo> ")"

```

Operaciones de números flotantes (:+, :-, :*, :%, ://)

Las operaciones aritméticas para números flotantes en Notch Engine utilizan los mismos símbolos que las operaciones para enteros, pero precedidos por dos puntos (:) para diferenciarlas.

```
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":+"  
                                <expresion-flotante>  
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":-"  
                                <expresion-flotante>  
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":*"  
                                <expresion-flotante>  
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> "://"  
                                <expresion-flotante>  
<expresion-aritmetica-flotante> ::= <expresion-flotante> ":%"  
                                <expresion-flotante>  
<expresion-aritmetica-flotante> ::= "(" <expresion-aritmetica-flotante> ")"  
<expresion-aritmetica-flotante> ::= "-" <expresion-flotante>  
  
<expresion-flotante> ::= <literal-flotante>  
<expresion-flotante> ::= <identificador>  
<expresion-flotante> ::= <expresion-aritmetica-flotante>  
<expresion-flotante> ::= <acceso-arreglo>  
<expresion-flotante> ::= <acceso-registro>  
<expresion-flotante> ::= <llamada-funcion>
```

Operaciones de comparación solicitadas (<, >, <=, >=, is, isNot)

Las operaciones de comparación en Notch Engine permiten evaluar relaciones entre valores y producir resultados booleanos.

```
<expresion-comparacion> ::= <expresion> "<" <expresion>  
<expresion-comparacion> ::= <expresion> ">" <expresion>  
<expresion-comparacion> ::= <expresion> "<=" <expresion>  
<expresion-comparacion> ::= <expresion> ">=" <expresion>  
<expresion-comparacion> ::= <expresion> "is" <expresion>  
<expresion-comparacion> ::= <expresion> "isNot" <expresion>  
<expresion-comparacion> ::= "(" <expresion-comparacion> ")"
```

Ejemplos completos de operadores

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de los diferentes operadores en un programa Notch Engine:

WorldName Operadores:

Inventory

```
$* Variables para los ejemplos *$
Stack a = 10;
Stack b = 5;
Stack c;
Ghast x = 3.5;
Ghast y = 1.5;
Ghast z;
Spider cadena1 = "Notch";
Spider cadena2 = "Engine";
Rune letra = 'a';
Torch condicion1 = On;
Torch condicion2 = Off;
Chest conjunto1 = {: 1, 2, 3 :};
Chest conjunto2 = {: 3, 4, 5 :};
Book archivo = {/ "datos.txt", 'E' /};
```

SpawnPoint

PolloCrudo

```
$* Operaciones aritméticas básicas de enteros *$
c = a + b;          $* c = 15 *$
c = a - b;          $* c = 5 *$
c = a * b;          $* c = 50 *$
c = a // b;         $* c = 2 *$
c = a % b;          $* c = 0 *$
```

```
$* Incremento y decremento *$
soulsand a;         $* a = 11 *$
magma b;            $* b = 4 *$
```

```
$* Operaciones básicas sobre caracteres *$
Torch esLetra = isEngraved(letra); $* On *$
Torch esDigito = isInscribed(letra); $* Off *$
Rune mayuscula = etchUp(letra);     $* 'A' *$
Rune minuscula = etchDown('B');     $* 'b' *$
```

```
$* Operaciones lógicas *$
Torch resultado1 = condicion1 and condicion2; $* Off *$
```

```

Torch resultado2 = condicion1 or condicion2;    $* On *$
Torch resultado3 = not condicion1;              $* Off *$
Torch resultado4 = condicion1 xor condicion2;    $* On *$

$* Operaciones de strings *$
Spider completo = bind(cadena1, " " bind cadena2); $* "Notch Engine" *$
Stack longitud = #(completo);                   $* 12 *$
Spider subcadena = from completo ## 0 ## 5;      $* "Notch" *$
Spider sinNombre = except completo ## 0 ## 6;    $* "Engine" *$
Stack posicion = seek(completo, "Engine");       $* 6 *$

$* Operaciones de conjuntos *$
add(conjunto1, 4);                             $* conjunto1 =
                                                {: 1, 2, 3, 4 :} *$
drop(conjunto2, 3);                            $* conjunto2 = {: 4, 5 :} *$
Chest union = items(conjunto1, conjunto2);      $* {: 1, 2, 3, 4, 5 :} *$
Chest interseccion = feed(conjunto1, conjunto2); $* {: 4 :} *$
Torch pertenece = map(conjunto1, 2);            $* On *$
Torch estaVacio = biom(conjunto1);              $* Off *$
kill(conjunto1);                               $* conjunto1 = {: :} *$

$* Operaciones de archivos *$
unlock(archivo);
forge(archivo, "Datos de prueba");
lock(archivo);

$* Operaciones de números flotantes *$
z = x :+ y;      $* z = 5.0 *$
z = x :- y;      $* z = 2.0 *$
z = x :* y;      $* z = 5.25 *$
z = x :// y;     $* z = 2.33... *$
z = x :% y;      $* z = 0.5 *$

$* Operaciones de comparación *$
Torch comp1 = a < b;      $* Off *$
Torch comp2 = a > b;      $* On *$
Torch comp3 = a <= b;     $* Off *$
Torch comp4 = a >= b;     $* On *$
Torch comp5 = a is b;     $* Off *$
Torch comp6 = a isNot b;  $* On *$
PolloAsado

```

worldSave

1.7. Estructuras de Control - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para las estructuras de control disponibles en Notch Engine, incluyendo bloques, ciclos, condicionales y control de flujo.

Manejo de Bloques de más de una instrucción (PolloCrudo PolloAsado)

En Notch Engine, los bloques de instrucciones se delimitan con las palabras clave `PolloCrudo` y `PolloAsado`. Estos bloques permiten agrupar múltiples instrucciones para que sean tratadas como una sola unidad.

```
<bloque> ::= "PolloCrudo" <lista-instrucciones> "PolloAsado"
<bloque> ::= "PolloCrudo" "PolloAsado"

<lista-instrucciones> ::= <instruccion> <lista-instrucciones>
<lista-instrucciones> ::= <instruccion>

<instruccion> ::= <instruccion-simple> ";"
<instruccion> ::= <instruccion-control>

<instruccion-simple> ::= <asignacion>
<instruccion-simple> ::= <expresion-incremento>
<instruccion-simple> ::= <llamada-procedimiento>
<instruccion-simple> ::= <operacion-conjunto>
<instruccion-simple> ::= <operacion-archivo>
<instruccion-simple> ::= <instruccion-entrada>
<instruccion-simple> ::= <instruccion-salida>
```

Instrucción while (repeater <cond> craft <instrucción>)

La instrucción `while` en Notch Engine se representa mediante la palabra clave `repeater`, que evoca la idea de un repetidor de redstone en Minecraft enviando señales constantemente mientras recibe energía. Esta estructura repite un bloque de código mientras una condición sea verdadera.

```
<instruccion-while> ::= "repeater" <expresion-booleana> "craft"
```

```

        <bloque>
<instruccion-while> ::= "repeater" <expresion-booleana> "craft"
        <instruccion-simple> ";"

```

Instrucción if-then-else (target <cond> craft hit <inst> miss <inst>)

La instrucción **if-then-else** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **target**, evocando la idea del bloque objetivo en Minecraft que evalúa si se dio en el centro o no. Esta estructura ejecuta un bloque de código si la condición es verdadera y opcionalmente otro bloque si es falsa.

```

<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "hit" <bloque>
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "hit" <bloque> "miss" <bloque>
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "miss" <bloque>
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "hit" <instruccion-simple> ";"
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "hit" <instruccion-simple> ";" "miss" <bloque>
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "hit" <bloque> "miss" <instruccion-simple> ";"
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "hit" <instruccion-simple> ";" "miss"
        <instruccion-simple> ";"
<instruccion-if> ::= "target" <expresion-booleana> "craft"
        "miss" <instruccion-simple> ";"

```

Instrucción switch (jukebox <condition> craft, disc <case> :, silence)

La instrucción **switch** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **jukebox**, evocando la idea de una caja de discos en Minecraft que puede reproducir diferentes canciones. Esta estructura permite seleccionar entre múltiples bloques de código según el valor de una expresión.

```

<instruccion-switch> ::= "jukebox" <expresion> "craft" <lista-casos>
<instruccion-switch> ::= "jukebox" <expresion> "craft"

<lista-casos> ::= <caso> <lista-casos>
<lista-casos> ::= <caso>

```

```

<caso> ::= "disc" <expresion> ":" <bloque>
<caso> ::= "silence" ":" <bloque>

```

Instrucción Repeat-until (spawnner <instrucciones> exhausted <cond>)

La instrucción **do-while** en Notch Engine se representa mediante las palabras clave **spawnner** y **exhausted**, evocando la idea de un generador de monstruos en Minecraft que continúa generando criaturas hasta que se cumple una condición. Esta estructura ejecuta un bloque de código repetidamente hasta que una condición sea verdadera.

```

<instruccion-do-while> ::= "spawnner" <bloque> "exhausted"
                           <expresion-booleana> ";"
<instruccion-do-while> ::= "spawnner" <instruccion-simple> ";"
                           "exhausted" <expresion-booleana> ";"

```

Instrucción For (walk VAR set <exp> to <exp> step <exp> craft <instrucción>)

La instrucción **for** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **walk**, evocando la idea de recorrer o caminar por un camino. Esta estructura permite iterar un bloque de código un número determinado de veces, con un contador que se incrementa (o decrementa) en cada iteración.

```

<instruccion-for> ::= "walk" <identificador> "set" <expresion> "to"
                      <expresion> "craft" <bloque>
<instruccion-for> ::= "walk" <identificador> "set" <expresion> "to"
                      <expresion> "step" <expresion> "craft" <bloque>
<instruccion-for> ::= "walk" <identificador> "set" <expresion> "to"
                      <expresion> "craft" <instruccion-simple> ";"
<instruccion-for> ::= "walk" <identificador> "set" <expresion> "to"
                      <expresion> "step" <expresion> "craft"
                      <instruccion-simple> ";"

```

Instrucción With (withen <Referencia a Record> craft <instrucción>)

La instrucción **with** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **withen**, haciendo un juego de palabras con "with" refiriéndose al enemigo Wither de Minecraft. Esta estructura permite trabajar con los campos de un registro sin tener que usar el operador de acceso repetidamente.

```

<instruccion-with> ::= "wither" <identificador> "craft" <bloque>
<instruccion-with> ::= "wither" <identificador> "craft"
                        <instruccion-simple> ";"

```

Instrucción break (creeper)

La instrucción **break** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **creeper**, evocando cómo los creepers en Minecraft interrumpen abruptamente lo que el jugador está haciendo. Esta instrucción permite salir prematuramente de un bucle.

```

<instruccion-break> ::= "creeper" ";"

```

Instrucción continue (enderPearl)

La instrucción **continue** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **enderPearl**, evocando cómo las Ender Pearls en Minecraft permiten teletransportarse, similar a cómo la instrucción **continue** "salta" por encima del resto del código del bucle. Esta instrucción permite saltar a la siguiente iteración de un bucle.

```

<instruccion-continue> ::= "enderPearl" ";"

```

Instrucción Halt (ragequit)

La instrucción **halt** en Notch Engine se representa mediante la palabra clave **ragequit**, evocando la idea de abandonar abruptamente el juego por frustración o enojo. Esta instrucción termina inmediatamente la ejecución del programa.

```

<instruccion-halt> ::= "ragequit" ";"
<instruccion-halt> ::= "ragequit" "(" <expresion-entera> ")" ";"

```

Ejemplos completos de estructuras de control

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de las diferentes estructuras de control en un programa Notch Engine:

```

WorldName EstructurasControl:

```

```

SpawnPoint

```

```

PolloCrudo

```

```

    $* Bloque simple *$

```

```

PolloCrudo
    Stack contador = 0;
    Stack suma = 0;
    soulsand contador;
PolloAsado

$* Instrucción while (repeater) *$
contador = 1;
repeater contador <= 5 craft
    PolloCrudo
        dropperSpider("Iteración: " bind contador);
        suma += contador;
        soulsand contador;
    PolloAsado

dropperSpider("Suma total: " bind suma);

$* Instrucción if-then-else (target) *$
Stack edad = 18;

target edad >= 18 craft hit
    PolloCrudo
        dropperSpider("Mayor de edad");
    PolloAsado
miss
    PolloCrudo
        dropperSpider("Menor de edad");
    PolloAsado

$* Instrucción switch (jukebox) *$
Stack opcion = 2;

jukebox opcion craft
    disc 1:
        PolloCrudo
            dropperSpider("Opción 1 seleccionada");
        PolloAsado

    disc 2:
        PolloCrudo
            dropperSpider("Opción 2 seleccionada");

```

```

    PolloAsado

    silence:
    PolloCrudo
        dropperSpider("Opción no reconocida");
    PolloAsado

$* Instrucción do-while (spawner-exhausted) *$
Stack intentos = 0;
Torch exito = Off;

spawner
    PolloCrudo
        soulsand intentos;
        dropperSpider("Intento número: " bind intentos);

        target intentos is 3 craft hit
            PolloCrudo
                exito = On;
            PolloAsado
    PolloAsado
exhausted
    exito;

$* Instrucción for (walk) *$
Stack total = 0;

walk i set 1 to 10 craft
PolloCrudo
    target i % 2 is 0 craft hit
        PolloCrudo
            total += i;
        PolloAsado
PolloAsado

dropperSpider("Suma de pares: " bind total);

$* Instrucción with (wither) *$
Entity Punto
PolloCrudo

```



```

    Stack x;
    Stack y;
    Stack z;
PolloAsado;

Entity Punto origen;

with origin craft
    PolloCrudo
        x = 0;
        y = 0;
        z = 0;
        dropperSpider("Punto en origen: (" bind x bind ",
            " bind y bind ", " bind z bind ")");
    PolloAsado

*$ Instrucciones break y continue *$
Stack i = 0;

repeater i < 10 craft
    PolloCrudo
        soulsand i;

        target i is 5 craft hit
            PolloCrudo
                dropperSpider("Saltando iteración 5");
                enderPearl;
            PolloAsado

        target i is 8 craft hit
            PolloCrudo
                dropperSpider("Terminando bucle en iteración 8");
                creeper;
            PolloAsado

        dropperSpider("Procesando: " bind i);
    PolloAsado

*$ Instrucción halt (ragequit) *$
target sum(1, 2) isNot 3 craft hit
    PolloCrudo

```

```

        dropperSpider("Error crítico: ¡Las matemáticas no funcionan!");
        ragequit;
    PolloAsado

    dropperSpider("Programa completado con éxito");
PolloAsado

worldSave

```

1.8. Funciones y Procedimientos - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para las funciones y procedimientos en Notch Engine, incluyendo su declaración, parámetros y retorno de valores.

Encabezado de funciones (Spell <id>(<parameters>) – > <tipo>)

Las funciones en Notch Engine se declaran mediante la palabra clave **Spell**, evocando la idea de un hechizo o encantamiento en Minecraft. Una función procesa parámetros de entrada y devuelve un valor del tipo especificado.

```

<funcion> ::= "Spell" <identificador> "(" <lista-parametros> ")"
           "->" <tipo> <bloque>
<funcion> ::= "Spell" <identificador> "(" " )" "->" <tipo> <bloque>

<llamada-funcion> ::= <identificador> "(" <lista-argumentos> ")"
<llamada-funcion> ::= <identificador> "(" " )"

<lista-argumentos> ::= <expresion> "," <lista-argumentos>
<lista-argumentos> ::= <expresion>

```

Encabezado de procedimientos (Ritual <id>(<parameters>))

Los procedimientos en Notch Engine se declaran mediante la palabra clave **Ritual**, evocando la idea de una ceremonia o ritual en Minecraft. A diferencia de las funciones, los procedimientos no devuelven un valor explícito; se utilizan principalmente por sus efectos secundarios.

```

<procedimiento> ::= "Ritual" <identificador> "(" <lista-parametros> ")"
                  <bloque>

```

```

<procedimiento> ::= "Ritual" <identificador> "(" ")" <bloque>

<llamada-procedimiento> ::= "ender_pearl" <identificador> "("
    <lista-argumentos> ")" ";"
<llamada-procedimiento> ::= "ender_pearl" <identificador> "(" ")" ";"

```

**Manejo de parámetros formales ((<type> :: <name>, <name>;
<type> ref <name>; ...))**

Notch Engine utiliza una sintaxis especial para declarar parámetros en funciones y procedimientos. Los parámetros se agrupan por tipo, separados por comas si son del mismo tipo y por punto y coma si son de diferentes tipos. La palabra clave `ref` indica que un parámetro se pasa por referencia.

```

<lista-parametros> ::= <grupo-parametros> ";" <lista-parametros>
<lista-parametros> ::= <grupo-parametros>

<grupo-parametros> ::= <tipo> "::" <lista-nombres-parametros>
<grupo-parametros> ::= <tipo> "ref" <identificador>

<lista-nombres-parametros> ::= <identificador> ","
    <lista-nombres-parametros>
<lista-nombres-parametros> ::= <identificador>

```

Manejo de parámetros reales ((5,A,4,B))

Los parámetros reales son las expresiones o valores que se pasan a una función o procedimiento cuando se realiza una llamada. En Notch Engine, se pasan entre paréntesis y separados por comas.

```

<llamada-funcion> ::= <identificador> "(" <lista-argumentos> ")"
<llamada-funcion> ::= <identificador> "(" ")"

<llamada-procedimiento> ::= "ender_pearl" <identificador> "("
    <lista-argumentos> ")" ";"
<llamada-procedimiento> ::= "ender_pearl" <identificador> "(" ")" ";"

<lista-argumentos> ::= <expresion> "," <lista-argumentos>
<lista-argumentos> ::= <expresion>

```

Instrucción return (respawn)

La instrucción `return` en Notch Engine se representa mediante la palabra clave `respawn`, evocando la mecánica de reaparecer.^{en} Minecraft. Esta instrucción permite devolver un valor desde una función o finalizar la ejecución de un procedimiento antes de tiempo.

```
<instruccion-return> ::= "respawn" <expresion> ";"  
<instruccion-return> ::= "respawn" ";"
```

Ejemplos completos de funciones y procedimientos

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de funciones y procedimientos en un programa Notch Engine:

WorldName FuncionesProcedimientos:

CraftingTable

```
$* Función simple sin parámetros *$
```

```
Spell obtenerVersion() -> Spider
```

```
PolloCrudo
```

```
    respawn "Notch Engine v1.0";
```

```
PolloAsado
```

```
$* Función con parámetros *$
```

```
Spell calcularArea(Stack :: base, altura) -> Stack
```

```
PolloCrudo
```

```
    Stack area = base * altura // 2;
```

```
    respawn area;
```

```
PolloAsado
```

```
$* Función con parámetros de diferentes tipos *$
```

```
Spell verificarEdad(Stack :: edad; Spider nombre) -> Torch
```

```
PolloCrudo
```

```
    target edad >= 18 craft hit PolloCrudo
```

```
        dropperSpider(nombre bind " es mayor de edad");
```

```
        respawn On;
```

```
    PolloAsado miss PolloCrudo
```

```
        dropperSpider(nombre bind " es menor de edad");
```

```
        respawn Off;
```

```
    PolloAsado
```

```
PolloAsado
```

```

*$ Función con parámetro por referencia *$
Spell incrementar(Stack ref contador) -> Stack
PolloCrudo
    soulsand contador;
    respawn contador;
PolloAsado

*$ Procedimiento simple sin parámetros *$
Ritual mostrarMensajeBienvenida()
PolloCrudo
    dropperSpider("Bienvenido a Notch Engine");
    dropperSpider("=====");
PolloAsado

*$ Procedimiento con parámetros *$
Ritual mostrarInformacion(Spider :: nombre; Stack nivel, salud)
PolloCrudo
    dropperSpider("Información del jugador:");
    dropperSpider("Nombre: " bind nombre);
    dropperSpider("Nivel: " bind nivel);
    dropperSpider("Salud: " bind salud);
PolloAsado

*$ Procedimiento con retorno anticipado *$
Ritual procesarDatos(Stack :: valor)
PolloCrudo
    target valor <= 0 craft hit PolloCrudo
    dropperSpider("Error: El valor debe ser positivo");
    respawn;  $* Retorno anticipado sin valor *$
PolloAsado

    dropperSpider("Procesando valor: " bind valor);
    $* Resto del procesamiento... *$
PolloAsado

*$ Función recursiva *$
Spell factorial(Stack :: n) -> Stack
PolloCrudo
    target n <= 1 craft hit PolloCrudo
    respawn 1;

```

```

    PolloAsado

    Stack resultado = n * factorial(n - 1);
    respawn resultado;
PolloAsado

SpawnPoint
PolloCrudo
    $* Llamadas a funciones *$
    Spider version = obtenerVersion();
    dropperSpider("Versión: " bind version);

    Stack area = calcularArea(5, 8);
    dropperSpider("Área del triángulo: " bind area);

    Torch esMayor = verificarEdad(20, "Juan");

    $* Llamada a función con parámetro por referencia *$
    Stack contador = 5;
    Stack nuevoValor = incrementar(contador);
    dropperSpider("Contador: " bind contador);
    dropperSpider("Valor retornado: " bind nuevoValor);

    $* Llamadas a procedimientos *$
    ender_pearl mostrarMensajeBienvenida();

    ender_pearl mostrarInformacion("Alex", 10, 18);

    ender_pearl procesarDatos(0); $* Este mostrará error y terminará *$
    ender_pearl procesarDatos(5); $* Este procesará normalmente *$

    $* Llamada a función recursiva *$
    Stack resultado = factorial(5);
    dropperSpider("Factorial de 5: " bind resultado);
PolloAsado

worldSave

```

1.9. Elementos Auxiliares - Gramática BNF

Esta sección define la gramática BNF para los elementos auxiliares en Notch Engine, incluyendo operaciones especiales, entrada/salida estándar, y elementos sintácticos fundamentales.

Operación de size of (chunk <exp> o <tipo>)

La operación **chunk** en Notch Engine permite determinar el tamaño en bytes de una variable o tipo de dato. Esta operación recibe una expresión o un tipo y devuelve un valor entero.

```
<operacion-tamano> ::= "chunk" <expresion>  
<operacion-tamano> ::= "chunk" <tipo>
```

Sistema de coerción de tipos (<exp> >> <tipo>)

El sistema de coerción de tipos en Notch Engine, representado por el operador >>, permite interpretar el resultado de una expresión como si fuera de otro tipo sin convertirlo completamente.

```
<cohercion-tipo> ::= <expresion> ">>" <tipo>
```

Manejo de la entrada estándar (x = hopper<TipoBásico>())

El manejo de la entrada estándar en Notch Engine se realiza mediante funciones predefinidas que comienzan con la palabra **hopper**, seguida del tipo de dato que se espera leer.

```
<entrada-estandar> ::= "hopperStack" "(" ")"  
<entrada-estandar> ::= "hopperRune" "(" ")"  
<entrada-estandar> ::= "hopperSpider" "(" ")"  
<entrada-estandar> ::= "hopperTorch" "(" ")"  
<entrada-estandar> ::= "hopperChest" "(" ")"  
<entrada-estandar> ::= "hopperGhast" "(" ")"
```

```
<instruccion-entrada> ::= <identificador> "=" <entrada-estandar> ";"
```

Manejo de la salida estándar (dropper<tipoBásico>(dato))

El manejo de la salida estándar en Notch Engine se realiza mediante funciones predefinidas que comienzan con la palabra **dropper**, seguida del tipo de dato que se desea mostrar.

```

<salida-estandar> ::= "dropperStack" "(" <expresion> ")"
<salida-estandar> ::= "dropperRune" "(" <expresion> ")"
<salida-estandar> ::= "dropperSpider" "(" <expresion> ")"
<salida-estandar> ::= "dropperTorch" "(" <expresion> ")"
<salida-estandar> ::= "dropperChest" "(" <expresion> ")"
<salida-estandar> ::= "dropperGhast" "(" <expresion> ")"

```

```

<instruccion-salida> ::= <salida-estandar> ";"

```

Terminador o separador de instrucciones - Instrucción nula (;)

El punto y coma (;) se utiliza en Notch Engine como terminador de instrucciones simples. También puede aparecer solo para representar una instrucción nula o vacía.

```

<instruccion-simple> ::= <asignacion> ";"
<instruccion-simple> ::= <expresion-incremento> ";"
<instruccion-simple> ::= <llamada-procedimiento> ";"
<instruccion-simple> ::= <operacion-conjunto> ";"
<instruccion-simple> ::= <operacion-archivo> ";"
<instruccion-simple> ::= <instruccion-entrada> ";"
<instruccion-simple> ::= <instruccion-salida> ";"
<instruccion-simple> ::= ";"

```

Todo programa se debe cerrar con un (worldSave)

Cada programa en Notch Engine debe terminar con la palabra clave worldSave, que simboliza la acción de guardar el mundo en Minecraft.

```

<programa> ::= <titulo-programa> <secciones> <punto-entrada> "worldSave"

```

Expresiones generales

Las expresiones en Notch Engine pueden ser desde simples literales o identificadores hasta combinaciones complejas de operadores y llamadas a funciones.

```

<expresion> ::= <literal>
<expresion> ::= <identificador>
<expresion> ::= <expresion-aritmetica-enteros>
<expresion> ::= <expresion-aritmetica-flotante>
<expresion> ::= <expresion-logica>

```



```

<expresion> ::= <expresion-comparacion>
<expresion> ::= <operacion-caracter>
<expresion> ::= <operacion-string>
<expresion> ::= <operacion-conjunto>
<expresion> ::= <operacion-archivo>
<expresion> ::= <operacion-tamano>
<expresion> ::= <cohercion-tipo>
<expresion> ::= <acceso-arreglo>
<expresion> ::= <acceso-string>
<expresion> ::= <acceso-registro>
<expresion> ::= <llamada-funcion>
<expresion> ::= "(" <expresion> ")"

```

Estructura general del programa

La estructura general de un programa en Notch Engine sigue un formato específico, comenzando con un título, seguido por secciones opcionales y un punto de entrada obligatorio.

```

<programa> ::= <titulo-programa> <secciones> <punto-entrada> "worldSave"

```

```

<titulo-programa> ::= "WorldName" <identificador> ":"

```

```

<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos> <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-tipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-variables>

```

```

<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-constantes> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-tipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-variables> <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-variables> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-prototipos> <seccion-rutinas>
<secciones> ::= <seccion-constantes>
<secciones> ::= <seccion-tipos>
<secciones> ::= <seccion-variables>
<secciones> ::= <seccion-prototipos>
<secciones> ::= <seccion-rutinas>
<secciones> ::=

```

```

<punto-entrada> ::= "SpawnPoint" <bloque>

```

Ejemplos completos de elementos auxiliares

A continuación se presentan ejemplos que demuestran el uso de los diferentes elementos auxiliares en un programa Notch Engine:

WorldName ElementosAuxiliares:

Bedrock

```

Obsidian Stack MAX_BUFFER_SIZE 1024;
Obsidian Spider VERSION "1.0";

```

Inventory

```

$* Variables para los ejemplos *$
Stack contador;
Spider texto = "Notch Engine";
Shelf[5] numeros;

```

Entity Punto

PolloCrudo

```

Stack x;

```

```

Stack y;

```

PolloAsado;

Entity Punto origen;

SpawnPoint

```
$* Operación de tamaño (chunk) *$  
Stack tamanoStack = chunk Stack;  
Stack tamanoSpider = chunk Spider;  
Stack tamanoArreglo = chunk numeros;
```

```
dropperSpider("Tamaño de un Stack en bytes: " bind tamanoStack);  
dropperSpider("Tamaño de un Spider en bytes: " bind tamanoSpider);  
dropperSpider("Tamaño del arreglo en bytes: " bind tamanoArreglo);
```

```
$* Sistema de coerción de tipos (>>) *$  
Ghast decimal = 3.75;  
Stack entero = decimal >> Stack; $* entero = 3 (truncado) *$
```

```
dropperSpider("Valor original: " bind decimal);  
dropperSpider("Valor coercionado: " bind entero);
```

```
$* Manejo de la entrada estándar (hopper) *$  
dropperSpider("Ingrese un número entero:");  
contador = hopperStack();
```

```
dropperSpider("Ingrese su nombre:");  
Spider nombre = hopperSpider();
```

```
$* Manejo de la salida estándar (dropper) *$  
dropperSpider("Hola, " bind nombre bind "!");  
dropperStack(contador);  
dropperGhast(3.14159);  
dropperTorch(0n);
```

```
$* Terminador o separador de instrucciones - Instrucción nula (;) *$  
contador = 0;  
soulsand contador;  
; $* Instrucción nula *$  
soulsand contador;
```

```
$* Bloques de código con comentarios *$  
PolloCrudo
```

```
$* Este es un comentario de bloque
    que puede abarcar múltiples líneas
    y es ignorado por el compilador *$

contador = 5;  $$ Este es un comentario de línea

target contador > 0 craft hit PolloCrudo
    dropperSpider("Contador es positivo");
    $$ Otro comentario de línea
PolloAsado
PolloAsado
```

worldSave

Capítulo 2

Algoritmos de Conversión

2.1. Introducción

Esta sección documenta los algoritmos utilizados para convertir valores entre los diferentes tipos de datos del lenguaje. Para cada tipo de dato origen, se detalla el proceso de conversión hacia todos los demás tipos posibles, incluyendo reglas de manejo de casos especiales, restricciones y ejemplos.

2.2. Tipos de Datos Básicos

El lenguaje soporta los siguientes tipos de datos básicos:

- **Stack:** Representa números enteros (ej: 42, -15).
- **Ghast:** Representa números con punto decimal (ej: 3.14, -0.5).
- **Rune:** Representa un único carácter (ej: 'a', '7', '\$').
- **Spider:** Representa una secuencia de caracteres (ej: "Hola mundo").
- **Torch:** Representa valores de verdad (On, Off).
- **Creativo:** Representa un valor de probabilidad entre 0 y 1.

De \ A	Stack	Ghast	Rune	Spider	Torch	Creativo
Stack	-					
Ghast		-				
Rune			-			
Spider				-		
Torch					-	
Creativo						-

Cuadro 2.1: Matriz de conversiones posibles entre tipos

2.3. Matriz de Conversiones

2.4. Conversiones desde Stack

Stack a Ghast

La conversión de un valor entero a flotante mantiene el valor numérico exacto y agrega una representación decimal. Esta conversión es directa y sin pérdida de precisión: el valor entero se convierte en la parte entera del número flotante, y se agrega un punto decimal seguido de ceros. **Proceso:**

1. Tomar el valor entero original sin modificación como la parte entera del flotante.
2. Establecer la parte decimal como cero.
3. Combinar ambas partes con un punto decimal.

Ejemplos:

- $42 \rightarrow 42,0$
- $-15 \rightarrow -15,0$
- $0 \rightarrow 0,0$

Stack a Rune

Esta conversión extrae el primer dígito significativo del valor entero y lo convierte en su representación como carácter. Para números de varios dígitos, solo se considera el dígito más significativo (el de la izquierda). **Proceso:**

1. Si el número es negativo, se trabaja con su valor absoluto.
2. Si el número tiene más de un dígito, se divide repetidamente por 10 hasta obtener un solo dígito.
3. El dígito resultante se convierte a su representación como carácter.

Ejemplos:

- $42 \rightarrow '4'$ (el primer dígito es 4)
- $-15 \rightarrow '1'$ (ignorando el signo negativo, el primer dígito es 1)
- $7 \rightarrow '7'$ (un solo dígito)

Casos especiales: El cero se convierte al carácter '0'.

Stack a Spider

La conversión a string transforma el valor entero en su representación textual, manteniendo el signo si es negativo. Esta conversión preserva el valor exacto del número. **Proceso:**

1. Si el número es negativo, se incluye el signo menos al inicio de la cadena.
2. Se extraen los dígitos del número uno por uno, del menos significativo al más significativo (de derecha a izquierda).
3. Se invierten los dígitos para formar la representación correcta.
4. Para el caso especial del cero, se retorna la cadena "0".

Ejemplos:

- $42 \rightarrow "42"$
- $-15 \rightarrow "15"$
- $0 \rightarrow "0"$

Stack a Torch

La conversión de entero a booleano sigue la convención de que cero representa falso y cualquier otro valor representa verdadero. **Proceso:**

1. Si el valor entero es exactamente 0, se convierte a Off.
2. Para cualquier otro valor (positivo o negativo), se convierte a On.

Ejemplos:

- $0 \rightarrow \text{Off}$
- $42 \rightarrow \text{On}$
- $-15 \rightarrow \text{On}$

Stack a Creativo

La conversión a nuestro tipo creativo (probabilidad) extrae el primer dígito significativo del entero y lo utiliza para crear un valor de probabilidad entre 0 y 1, con formato 0.X. **Proceso:**

1. Si el número es negativo, se trabaja con su valor absoluto.
2. Se extrae el primer dígito significativo mediante divisiones sucesivas por 10.
3. Se forma un valor de probabilidad con formato 0.X donde X es el dígito extraído.

Ejemplos:

- $42 \rightarrow 0,4$ (el primer dígito es 4)
- $-15 \rightarrow 0,1$ (ignorando el signo negativo, el primer dígito es 1)
- $7 \rightarrow 0,7$ (un solo dígito)
- $0 \rightarrow 0,0$ (caso especial para el cero)

2.5. Conversiones desde Ghast

Ghast a Stack

La conversión de un valor flotante a entero descarta la parte decimal, conservando únicamente la parte entera. Este proceso se conoce como truncamiento (no redondeo).

Proceso:

1. Se identifica la parte entera del número flotante (los dígitos antes del punto decimal).
2. Se descarta completamente la parte decimal (los dígitos después del punto).
3. Se mantiene el signo del número original.

Ejemplos:

- $3,14 \rightarrow 3$ (se descarta .14)
- $-2,7 \rightarrow -2$ (se descarta .7, manteniendo el signo negativo)
- $0,9 \rightarrow 0$ (aunque cercano a 1, se trunca a 0)

Casos especiales: Esta conversión puede resultar en pérdida de información cuando la parte decimal es distinta de cero.

Ghast a Rune

Esta conversión extrae el primer dígito significativo de la parte entera del número flotante y lo representa como un carácter.

Proceso:

1. Se obtiene el valor absoluto de la parte entera del número flotante.
2. Si la parte entera tiene más de un dígito, se divide repetidamente por 10 hasta obtener un solo dígito.
3. El dígito resultante se convierte a su representación como carácter.

Ejemplos:

- $3,14 \rightarrow '3'$ (el primer dígito de la parte entera es 3)
- $-2,7 \rightarrow '2'$ (ignorando el signo negativo, el primer dígito es 2)
- $0,9 \rightarrow '0'$ (la parte entera es 0)

Ghast a Spider

La conversión a string transforma el valor flotante en su representación textual, incluyendo el punto decimal y manteniendo el signo si es negativo.

Proceso:

1. Si el número es negativo, se incluye el signo menos al inicio de la cadena.
2. Se convierte la parte entera a su representación textual.
3. Se añade el punto decimal.
4. Se convierte la parte decimal a su representación textual, conservando los ceros a la derecha cuando sea necesario.

Ejemplos:

- $3,14 \rightarrow "3.14"$
- $-2,7 \rightarrow 2.70$ (se presentan dos decimales)
- $0,9 \rightarrow "0.90"$ (se presentan dos decimales)

Casos especiales: Esta implementación fija el número de decimales a mostrar en dos, independientemente de la precisión original del número.

Ghast a Torch

La conversión de flotante a booleano sigue la convención de que cero representa falso y cualquier otro valor representa verdadero.

Proceso:

1. Si el valor flotante es exactamente 0.0 (tanto la parte entera como decimal son cero), se convierte a Off.
2. Para cualquier otro valor (positivo, negativo, o con parte decimal), se convierte a On.

Ejemplos:

- $0,0 \rightarrow \text{Off}$
- $3,14 \rightarrow \text{On}$
- $-2,7 \rightarrow \text{On}$
- $0,001 \rightarrow \text{On}$ (aunque próximo a cero, no es exactamente cero)

Ghast a Creativo

La conversión a nuestro tipo creativo (probabilidad) extrae el primer dígito significativo del número y lo utiliza para crear un valor de probabilidad entre 0 y 1.

Proceso:

1. Se obtiene el valor absoluto del número flotante.
2. Si la parte entera es distinta de cero, se extrae su primer dígito significativo.
3. Si la parte entera es cero, se extrae el primer dígito significativo de la parte decimal.
4. Se forma un valor de probabilidad con formato 0.X donde X es el dígito extraído.

Ejemplos:

- $3,14 \rightarrow 0,3$ (el primer dígito de la parte entera es 3)
- $-2,7 \rightarrow 0,2$ (ignorando el signo negativo, el primer dígito es 2)
- $0,95 \rightarrow 0,9$ (la parte entera es 0, el primer dígito decimal es 9)

2.6. Conversiones desde Torch

Torch a Stack

La conversión de un valor booleano a entero sigue la convención estándar donde On se representa como 1 y Off como 0. **Proceso:**

1. Si el valor booleano es On, se convierte al entero 1.
2. Si el valor booleano es Off, se convierte al entero 0.

Ejemplos:

- $\text{On} \rightarrow 1$
- $\text{Off} \rightarrow 0$

Torch a Ghast

La conversión de un valor booleano a flotante sigue la misma convención que a entero, pero representando los valores como 1.0 y 0.0. **Proceso:**

1. Si el valor booleano es On, se convierte al flotante 1.0.
2. Si el valor booleano es Off, se convierte al flotante 0.0.

Ejemplos:

- On \rightarrow 1,0
- Off \rightarrow 0,0

Torch a Rune

La conversión a carácter representa los valores booleanos como los caracteres '1' para verdadero y '0' para falso. **Proceso:**

1. Si el valor booleano es On, se convierte al carácter '1'.
2. Si el valor booleano es Off, se convierte al carácter '0'.

Ejemplos:

- On \rightarrow '1'
- Off \rightarrow '0'

Torch a Spider

La conversión a string representa los valores booleanos como las cadenas de texto *On* y *Off*. **Proceso:**

1. Si el valor booleano es On, se convierte a la cadena "On".
2. Si el valor booleano es Off, se convierte a la cadena "Off".

Ejemplos:

- On \rightarrow "On"
- Off \rightarrow "Off"

Casos especiales: Las cadenas respetan el formato original de los literales booleanos del lenguaje.

Torch a Creativo

La conversión a nuestro tipo creativo (probabilidad) representa On como la probabilidad máxima y Off como la probabilidad mínima. **Proceso:**

1. Si el valor booleano es On, se convierte a la probabilidad 1.0 (100 %).
2. Si el valor booleano es Off, se convierte a la probabilidad 0.0 (0 %).

Ejemplos:

- On \rightarrow 1,0 (representando alta probabilidad)
- Off \rightarrow 0,0 (representando probabilidad nula)

b

2.7. Conversiones desde Rune

Rune a Stack

La conversión de un carácter a entero retorna el código ASCII del carácter, representándolo como un valor numérico. **Proceso:**

1. Se identifica el código ASCII asociado al carácter.
2. Este valor numérico se retorna como entero.

Ejemplos:

- 'A' \rightarrow 65 (código ASCII de la letra A mayúscula)
- '5' \rightarrow 53 (código ASCII del dígito 5, no el valor 5)
- '\$' \rightarrow 36 (código ASCII del símbolo de dólar)

Casos especiales: Para los caracteres que representan dígitos numéricos ('0' a '9'), debe notarse que se retorna su código ASCII (48 a 57) y no el valor del dígito que representan.

Rune a Ghast

La conversión de un carácter a flotante retorna el código ASCII del carácter como un número con punto decimal, donde la parte decimal es cero.

Proceso:

1. Se obtiene el código ASCII del carácter.
2. Se convierte este valor a flotante añadiendo un punto decimal y cero como parte decimal.

Ejemplos:

- 'A' \rightarrow 65,0
- '5' \rightarrow 53,0
- '\$' \rightarrow 36,0

Rune a Torch

La conversión a booleano sigue la convención de que solo el carácter nulo (con código ASCII 0) representa falso, mientras que cualquier otro carácter representa verdadero. **Proceso:**

1. Si el carácter tiene un código ASCII de 0 (carácter nulo), se convierte a Off.
2. Para cualquier otro carácter, se convierte a On.

Ejemplos:

- 'A' \rightarrow On
- " \rightarrow Off (carácter nulo)
- '0' \rightarrow On (el carácter '0' tiene código ASCII 48, no 0)

Casos especiales: Es importante distinguir entre el carácter nulo " (con código ASCII 0) y el carácter '0' (con código ASCII 48). Solo el carácter nulo se convierte a Off.

Rune a Spider

La conversión a string crea una cadena de texto de longitud 1 que contiene únicamente el carácter convertido. **Proceso:**

1. Se crea una cadena de texto vacía.
2. Se añade el carácter a la cadena.
3. Se retorna la cadena resultante de longitud 1.

Ejemplos:

- $'A' \rightarrow "A"$
- $'5' \rightarrow "5"$
- $'\$' \rightarrow "\$"$

Rune a Creativo

La conversión a nuestro tipo creativo (probabilidad) asigna un valor binario basado en si el carácter es nulo o no. **Proceso:**

1. Si el carácter es nulo (código ASCII 0), se convierte a la probabilidad 0.0.
2. Para cualquier otro carácter, se convierte a la probabilidad 1.0.

Ejemplos:

- $'A' \rightarrow 1,0$
- $' ' \rightarrow 0,0$
- $'0' \rightarrow 1,0$

2.8. Conversiones desde Spider

Spider a Stack

La conversión de una cadena de texto a entero suma los valores ASCII de todos los caracteres en la cadena. **Proceso:**

1. Se inicializa un contador a cero.
2. Se recorren todos los caracteres de la cadena de texto.

3. Para cada carácter, se suma su valor ASCII al contador.
4. El resultado final es la suma total de los valores ASCII.

Ejemplos:

- "55" \rightarrow 106
- "ABC" \rightarrow 198
- "3,14" \rightarrow 198

Casos especiales: Si la cadena está vacía, se retorna 0.

Spider a Ghast

La conversión a flotante utiliza la suma ASCII de la cadena como parte entera y añade .00 como parte decimal. **Proceso:**

1. Se calcula la suma ASCII total igual que en la conversión a entero.
2. Se usa este valor como parte entera del flotante.
3. Se añade ",00" como parte decimal fija.

Ejemplos:

- "55" \rightarrow 106,00
- "ABC" \rightarrow 198,00
- "3.14" \rightarrow 198,00

Casos especiales: Si la cadena está vacía, se retorna 0.00.

Spider a Torch

La conversión a booleano compara la cadena (insensible a mayúsculas/minúsculas) con valores predefinidos. **Proceso:**

1. Se compara la cadena con "On" (cualquier combinación de mayúsculas/minúsculas) o "1".
2. Si coincide con alguno de estos valores, se convierte a On.
3. Se compara la cadena con "Off" (cualquier combinación de mayúsculas/minúsculas) o "0".

4. Si coincide con alguno de estos valores, se convierte a Off.
5. Para cualquier otra cadena, se retorna Off por defecto.

Ejemplos:

- "On" → On
- "ON" → On (insensible a mayúsculas/minúsculas)
- "on" → On (insensible a mayúsculas/minúsculas)
- "1" → On
- "Off" → Off
- "0" → Off
- "Hola" → Off (no es uno de los valores reconocidos)

Casos especiales: La comparación es insensible a mayúsculas y minúsculas.

Spider a Rune

La conversión a carácter extrae el primer carácter de la cadena. **Proceso:**

1. Se toma el primer carácter de la cadena.
2. Si la cadena está vacía, se utiliza un espacio como carácter por defecto.

Ejemplos:

- "Hola" → 'H'
- "123" → '1'
- → ' ' (espacio)

Spider a Creativo

La conversión a nuestro tipo creativo (probabilidad) utiliza la suma de los códigos ASCII de todos los caracteres para generar un valor entre 0 y 1.

Proceso:

1. Se calcula la suma de los códigos ASCII de todos los caracteres en la cadena.

2. Se extrae el primer dígito significativo de esta suma.
3. Se forma un valor de probabilidad con formato 0.X donde X es el dígito extraído.

Ejemplos:

- "Hola \rightarrow 0,3 (si la suma ASCII fuera 388, el primer dígito es 3)
- "42 \rightarrow 0,1 (si la suma ASCII fuera 102, el primer dígito es 1)
- \rightarrow 0,0 (cadena vacía, suma ASCII = 0)

2.9. Conversiones desde Creativo

Creativo a Stack

La conversión de nuestro tipo creativo (probabilidad) a entero extrae la parte decimal y la representa como un número entero. **Proceso:**

1. Se extrae la parte decimal del valor de probabilidad.
2. Se convierte esta parte decimal a un valor entero (por ejemplo, 0.7 se convierte en 7).

Ejemplos:

- 0,7 \rightarrow 7 (la parte decimal es 7)
- 0,0 \rightarrow 0 (la parte decimal es 0)
- 0,314 \rightarrow 314 (la parte decimal completa)

Casos especiales: La parte entera (siempre 0) se ignora en esta conversión.

Creativo a Ghast

La conversión a flotante utiliza directamente el valor de probabilidad como valor flotante. **Proceso:**

1. El valor de probabilidad ya es un número flotante, así que se retorna sin modificación.

Ejemplos:

- 0,7 \rightarrow 0,7
- 0,0 \rightarrow 0,0
- 0,314 \rightarrow 0,314

Casos especiales: Esta conversión es directa y no presenta casos especiales.

Creativo a Torch

La conversión a booleano interpreta el valor de probabilidad comparándolo con un umbral de 0.5. **Proceso:**

1. Si el valor de probabilidad es mayor o igual a 0.5, se convierte a On.
2. Si el valor de probabilidad es menor que 0.5, se convierte a Off.

Ejemplos:

- $0,7 \rightarrow \text{On}$
- $0,5 \rightarrow \text{On}$
- $0,3 \rightarrow \text{Off}$
- $0,0 \rightarrow \text{Off}$

Casos especiales: El valor exacto de 0.5 se considera On.

Creativo a Rune

La conversión a carácter extrae el primer dígito decimal de la probabilidad y lo convierte en su representación como carácter. **Proceso:**

1. Se extrae el primer dígito decimal del valor de probabilidad.
2. Este dígito se convierte a su representación como carácter.

Ejemplos:

- $0,7 \rightarrow '7'$ (el primer dígito decimal es 7)
- $0,0 \rightarrow '0'$ (el primer dígito decimal es 0)
- $0,3 \rightarrow '3'$ (el primer dígito decimal es 3)

Creativo a Spider

La conversión a string convierte el valor de probabilidad en su representación textual. **Proceso:**

1. Se convierte el valor numérico completo (parte entera y parte decimal) a su representación como cadena de texto.

Ejemplos:

- $0,7 \rightarrow "0,7"$
- $0,0 \rightarrow "0,0"$
- $0,314 \rightarrow "0,314"$

Capítulo 3

Listado de Errores Léxicos

3.1. Introducción

Esta sección presenta un listado numerado de los posibles errores léxicos que el analizador léxico (scanner) de Notch Engine puede detectar durante el procesamiento del código fuente. Cada error está identificado con un código único que facilita su referencia en mensajes de error y documentación. Los errores están organizados por categorías según los elementos del lenguaje.

3.2. Tabla de Errores Léxicos

Errores de caracteres generales

- E1** Carácter no reconocido: El carácter no pertenece al alfabeto del lenguaje. Ejemplo: Caracteres especiales no definidos en Notch Engine.
- E2** Carácter Unicode no soportado: Se utilizó un carácter fuera del conjunto ASCII soportado. Ejemplo: Caracteres de otros idiomas o símbolos especiales no incluidos.

Errores de strings y caracteres (Rune y Spider)

- E3** String sin cerrar: Un literal de string no tiene la comilla doble de cierre. Ejemplo: Creeper en el mundo
- E4** Carácter sin cerrar: Un literal de carácter (Rune) no tiene la comilla simple de cierre. Ejemplo: 'A
- E5** Literal de carácter vacío: Se definió un literal de carácter sin contenido. Ejemplo: ”

E6 Secuencia de escape inválida: Se utilizó una secuencia de escape no reconocida. Ejemplo: "\z"

E7 Múltiples caracteres en literal de carácter: Se colocó más de un carácter en un Rune. Ejemplo: 'abc'

Errores de comentarios

E8 Comentario de bloque sin cerrar: Un comentario de bloque no tiene el terminador `*.Ejemplo: $* Comentario sin cerrar`

Errores de números (Stack y Ghast)

E8 Múltiples puntos decimales: Un literal Ghast contiene más de un punto decimal. Ejemplo: 3.14.15

E9 Número mal formado: Un literal numérico tiene una estructura incorrecta. Ejemplo: 3.

E10 Operador flotante incompleto: Un operador para flotantes está mal formado. Ejemplo: :+

Errores específicos de Notch Engine

E11 Literal de conjunto mal formado: Un literal de conjunto (Chest) no tiene el formato correcto. Ejemplo: { : 1, 2,, 3 : }

E12 Literal de archivo mal formado: Un literal de archivo (Book) tiene un formato incorrecto. Ejemplo: { / "archivo.txt" , 'X' / }

E13 Literal de registro mal formado: Un literal de registro (Entity) tiene un formato incorrecto. Ejemplo: { campo1: , campo2: 5 }

E14 Literal de arreglo mal formado: Un literal de arreglo (Shelf) tiene un formato incorrecto. Ejemplo: [1, 2, ,3]

Errores de identificadores

E15 Identificador mal formado: Un identificador tiene una estructura incorrecta. Ejemplo: comienza con mayúscula o número.

E16 Identificador demasiado largo: Excede la longitud máxima permitida. Ejemplo: Más de 64 caracteres.

Errores de delimitadores

- E17** Delimitador PolloCrudo sin cerrar: Falta el correspondiente PolloAsado.
- E18** PolloAsado sin apertura: Se encontró un PolloAsado sin su correspondiente PolloCrudo.
- E19** Delimitadores de estructuras de control incompletos: Falta parte de la estructura como `craft`, `hit`, `miss`.

Errores de palabras reservadas

- E20** Palabra reservada mal escrita: Error de escritura. Ejemplo: `Recype` en lugar de `Recipe`.
- E21** Palabra reservada en contexto incorrecto: Palabra usada en un contexto inválido. Ejemplo: `WorldName` dentro de una función.

Errores de operadores

- E22** Operador de coerción incompleto: El operador `sin` tipo de destino.
Operador de acceso incompleto: Operador `@` sin campo o `[]` sin índice.

Errores de buffer y archivo

- E22** Error de lectura de archivo: Problema al leer el archivo de entrada.
- E23** Fin de archivo inesperado: Final del archivo en medio de un token.
- E24** Buffer overflow: Se excedió el tamaño del buffer para un token.

3.3. Recuperación de Errores Críticos

Siguiendo los requisitos del proyecto, el scanner de Notch Engine nunca detiene su ejecución completamente ante un error. Incluso ante condiciones críticas, se implementan estrategias de recuperación para continuar el análisis y reportar la mayor cantidad posible de errores.

Para errores particularmente severos, se implementa una recuperación avanzada en los siguientes casos:

1. Se detectan más de 5 errores en una misma línea.

2. Se acumulan más de 10 errores en 20 tokens consecutivos.
3. Se produce un error de buffer overflow.
4. Se detecta un error de lectura de archivo.

Ante estas condiciones, el analizador:

- Descarta tokens problemáticos hasta encontrar un delimitador confiable (por ejemplo, punto y coma, fin de línea, o delimitadores como `PolloAsado`).
- Registra todos los errores encontrados y emite un mensaje de advertencia especial.
- Restablece el estado interno del analizador para reanudar el procesamiento.
- Continúa el análisis desde el punto de recuperación identificado, generando una advertencia de posible omisión de errores en la sección afectada.

3.4. Recuperación de Error para Evitar Errores en Cascada

Para evitar la propagación de errores (errores en cascada), se han implementado técnicas específicas en diferentes partes del scanner:

- **Al procesar identificadores y literales:** Se consume la secuencia de caracteres hasta encontrar un delimitador o espacio en blanco, de manera que un error en un identificador no afecte a los tokens posteriores.
- **En el manejo de strings y comentarios:** Se asume un cierre automático (al final de la línea o del archivo) en caso de no encontrar el delimitador de cierre, lo que evita que el error se propague a lo largo del documento.
- **Para números y operadores mal formados:** Se consume la secuencia conflictiva hasta identificar un patrón válido, evitando que un error numérico arrastre errores en la interpretación de operadores adyacentes.

- **En delimitadores de bloques:** Se aplica una detección de cierre automático, lo que permite que si falta el delimitador de cierre, el analizador asuma el final de la estructura y continúe con el análisis sin detenerse.

Estas estrategias aseguran que, aun en presencia de errores severos, el compilador sea capaz de detectar y reportar la mayor cantidad posible de errores en una sola ejecución, mejorando la experiencia del desarrollador.

Capítulo 4

Documentacion del Automata

4.1. Introducción

En este documento se presenta la documentación técnica del autómata diseñado para el lenguaje de programación "Notch Engine". El autómata fue desarrollado utilizando Mermaid.js (<https://www.mermaidchart.com/>), una herramienta que permite la creación de diagramas de manera sencilla y visualmente atractiva.

4.2. Consideraciones Técnicas

- **Restricción de Mermaid:** El compilador de Mermaid no admite el símbolo ":" en los nodos, por lo que en los diagramas este símbolo se representa como "dos puntos".
- **Modularización:** El autómata completo se dividió en submódulos especializados para mejorar la legibilidad y mantenimiento.
- **Flujo de procesamiento:** Cada submódulo procesa un tipo específico de token del lenguaje.

4.3. Diagrama Principal (Main)

4.3.1. Descripción

El módulo principal actúa como punto de entrada del autómata y como distribuidor hacia los submódulos especializados. Su función es analizar el primer carácter de cada token y redirigirlo al módulo correspondiente para su procesamiento completo.

4.3.2. Características

- Estado inicial único para todo el sistema
- No procesa tokens completos, solo realiza el enrutamiento
- Maneja la transición entre diferentes tipos de tokens
- Detecta caracteres no válidos y los dirige al manejador de errores

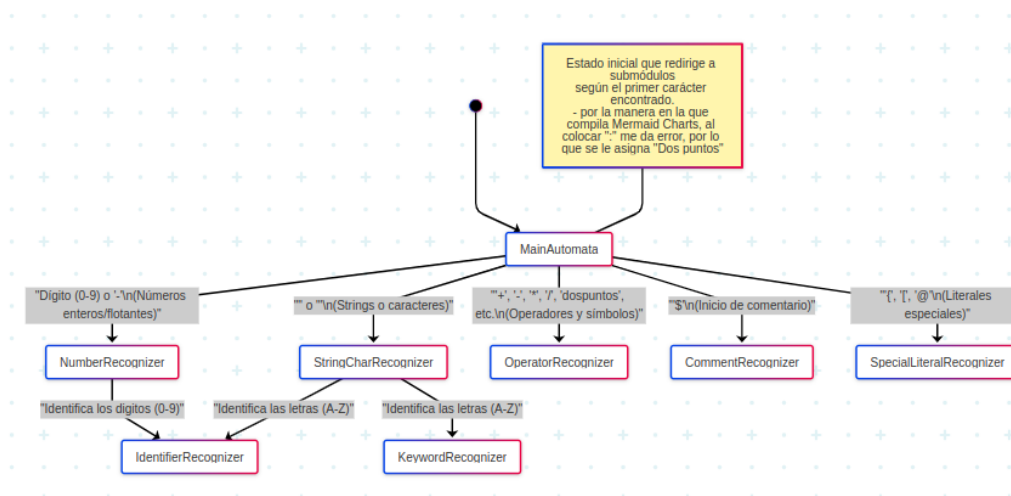


Figura 4.1: Automata del módulo principal del autómata

4.3.3. Lógica de Enrutamiento

El módulo principal del autómata funciona como un sistema de clasificación inicial que determina qué submódulo especializado procesará cada token basándose en su primer carácter. Esta lógica de enrutamiento es fundamental para el análisis léxico eficiente del código fuente. A continuación se detalla el proceso completo:

Mecanismo de Distribución

Cuando el autómata recibe un flujo de caracteres:

1. Examina el primer carácter no espaciado
2. Clasifica el carácter según categorías predefinidas
3. Redirige el procesamiento al submódulo correspondiente

4. Espera a que el submódulo complete el reconocimiento
5. Reinicia el proceso para el siguiente token

Tabla de Enrutamiento Detallada

Carácter Inicial	Módulo Destino	Ejemplos
Dígito (0-9) o '-'	NumberRecognizer	123, -3.14, 0xFF
Comilla doble (") o simple (')	StringCharRecognizer	"Hola", 'a', \n
Símbolo de dólar (\$)	CommentRecognizer	\$\$ comentario, \$* bloque *\$
Letra mayúscula (A-Z)	KeywordRecognizer	Bedrock, Entity, Torch
Letra minúscula (a-z)	IdentifierRecognizer	miVariable, contador1, x
Símbolos operadores	OperatorRecognizer	+, +=, :+, soulsand
Llaves, corchetes	SpecialLiteralRecognizer	{:1,2,3:}, [1,2,3], {/file.txt/}

Cuadro 4.1: Tabla completa de enrutamiento con ejemplos

Reglas Específicas por Módulo

- **Number Recognizer:**
 - Procesa literales numéricos enteros y flotantes
 - Ejemplos válidos: 42, -3.14
 - Ejemplos inválidos: 123abc, ..5
- **String/Char Recognizer:**
 - Maneja strings (delimitados por ") y caracteres (delimitados por ')
 - Admite secuencias de escape: \n, \t, \"
 - Ejemplo válido: Ruta\nC:\texto"
 - Error: 'string' (comillas simples para caracteres individuales)
- **Operator Recognizer:**
 - Reconoce operadores matemáticos, lógicos y especiales
 - Maneja versiones simples y compuestas: + vs +=
 - Operadores especiales: soulsand (++), magma (-)
 - Ejemplo: x :+ y (suma flotante)
- **Comment Recognizer:**

- Detecta comentarios de línea (`$$`) y de bloque (`$* *$`)
- Ignora completamente el contenido de los comentarios
- Ejemplo: `$$ Esto es un comentario`
- **Special Literal Recognizer:**
 - Procesa estructuras complejas como conjuntos, arreglos y registros
 - Ejemplo conjunto: `{'a', 'b', 1, 2}`
 - Ejemplo archivo: `{"data.txt", 'r' /}`
- **Identifier Recognizer:**
 - Maneja nombres definidos por el usuario (variables, funciones)
 - Reglas: comenzar con letra, puede contener dígitos, no palabras clave
 - Ejemplo válido: `contador1`
 - Error: `1variable` (no puede comenzar con dígito)
- **Keyword Recognizer:**
 - Identifica palabras reservadas exactas del lenguaje
 - Distingue mayúsculas/minúsculas según especificación
 - Ejemplo: `CraftingTable`, `worldSave`
 - Error: `craftingtable` (no coincide exactamente)

Este sistema de enrutamiento garantiza que cada token sea procesado por el submódulo más adecuado, optimizando el análisis léxico y facilitando la detección temprana de errores.

4.4. Reconocedor de Números

4.4.1. Descripción

Identifica y valida los literales numéricos del lenguaje, incluyendo enteros y flotantes.

4.4.2. Tipos Numéricos

- **Enteros (Stack):** Ej. 123, -5
- **Flotantes (Ghast):** Ej. 3.14, -0.5
- **Notación:** Admite números positivos y negativos

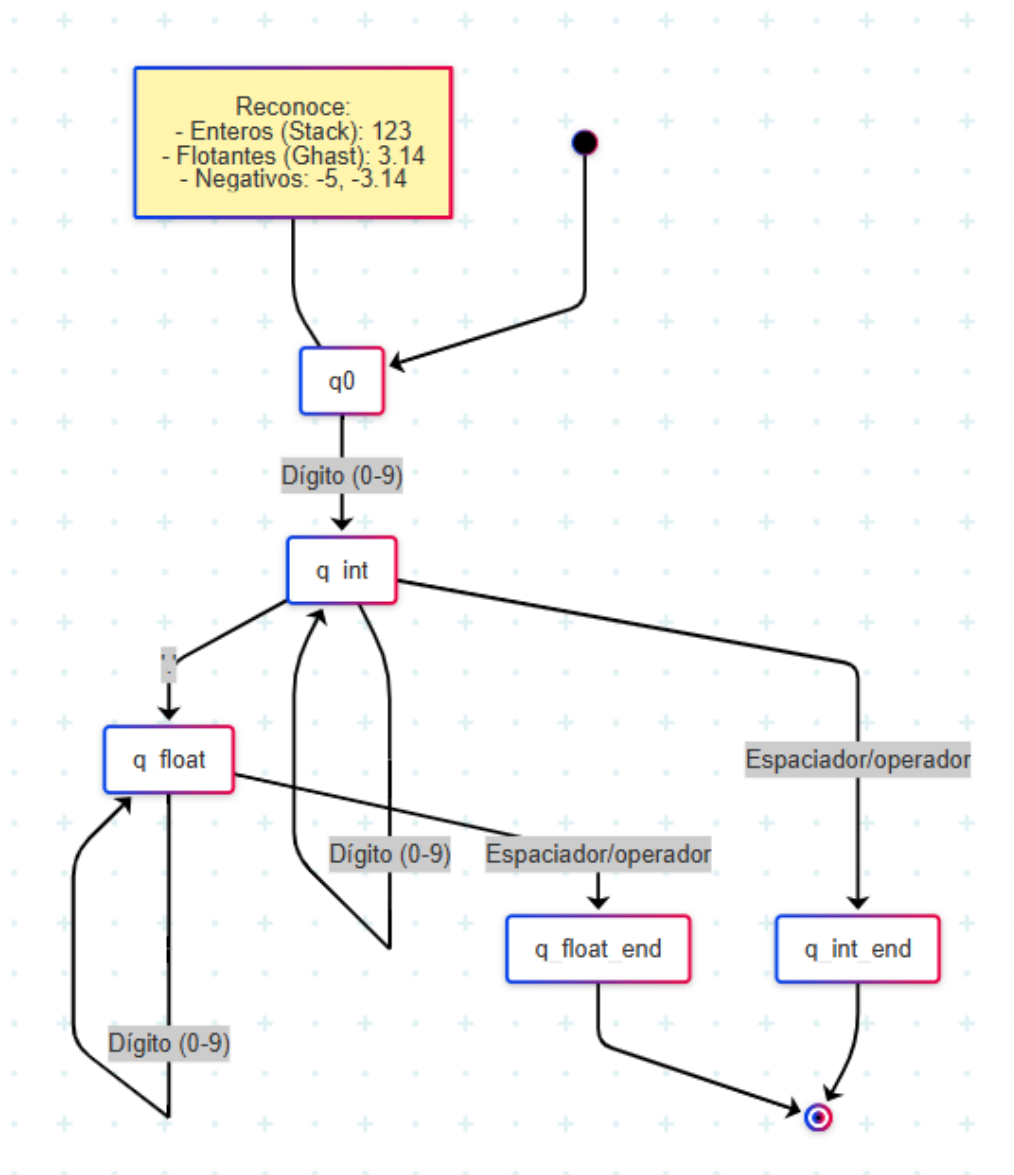


Figura 4.2: Diagrama del reconocedor de números

4.5. Reconocedor de Strings y Caracteres

4.5.1. Descripción

Procesa los literales de texto del lenguaje, incluyendo strings (Spider) y caracteres individuales (Rune).

4.5.2. Características

- **Strings:** Delimitados por comillas dobles ("...")
- **Caracteres:** Delimitados por comillas simples ('...')
- Admite secuencias de escape (ej. `\n`, `\t`)
- Validación de cierre de delimitadores

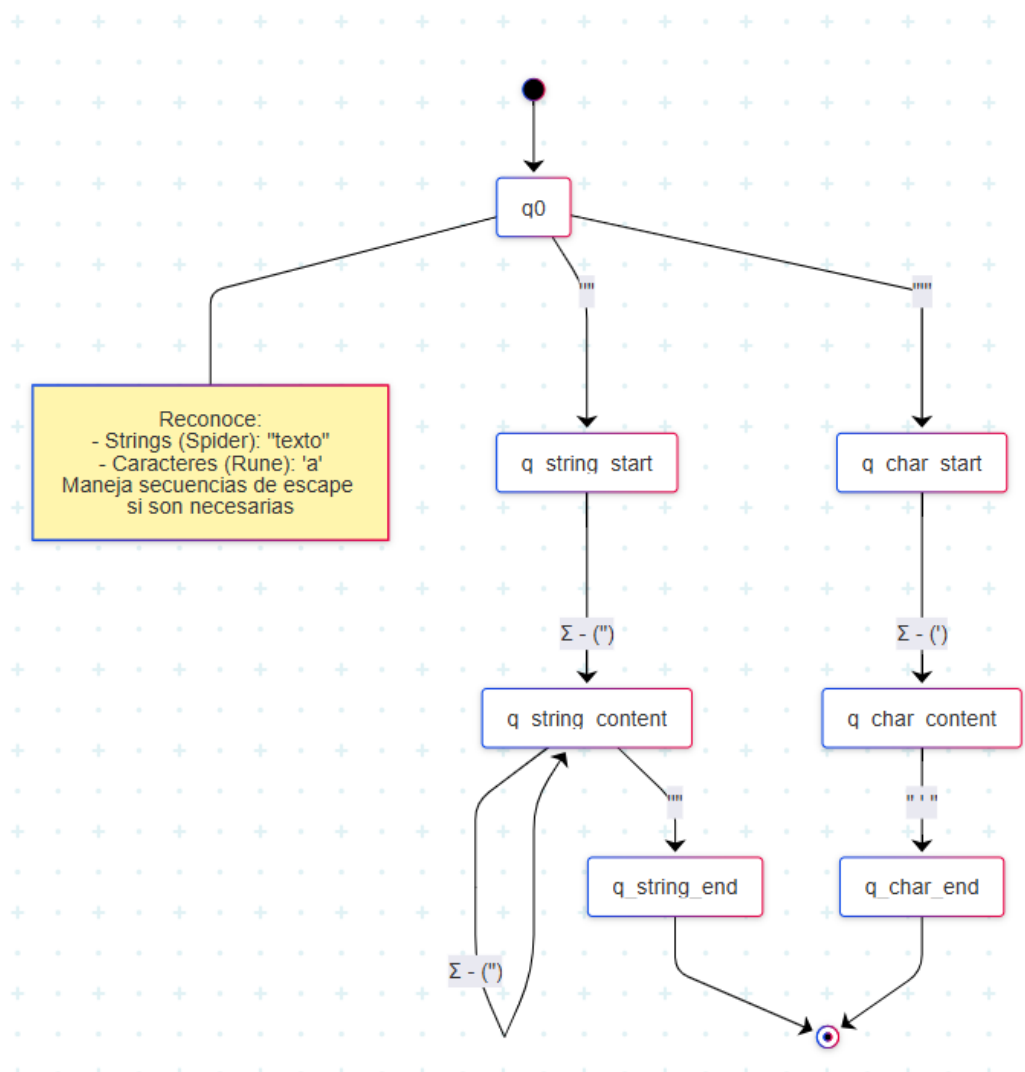


Figura 4.3: Diagrama del reconocedor de strings y caracteres

4.6. Reconocedor de Operadores y Símbolos

4.6.1. Descripción

Procesa los operadores del lenguaje, incluyendo los operadores tradicionales y los especiales de Notch Engine.

4.6.2. Categorías de Operadores

- **Aritméticos:** +, -, *, //, %, :+, :-, :*, ://, :%

- **Lógicos:** and, or, not, xor
- **Comparación:** <, >, <=, >=, *is*, *isNot*
- **Especiales:** soulsand (++) , magma (-)

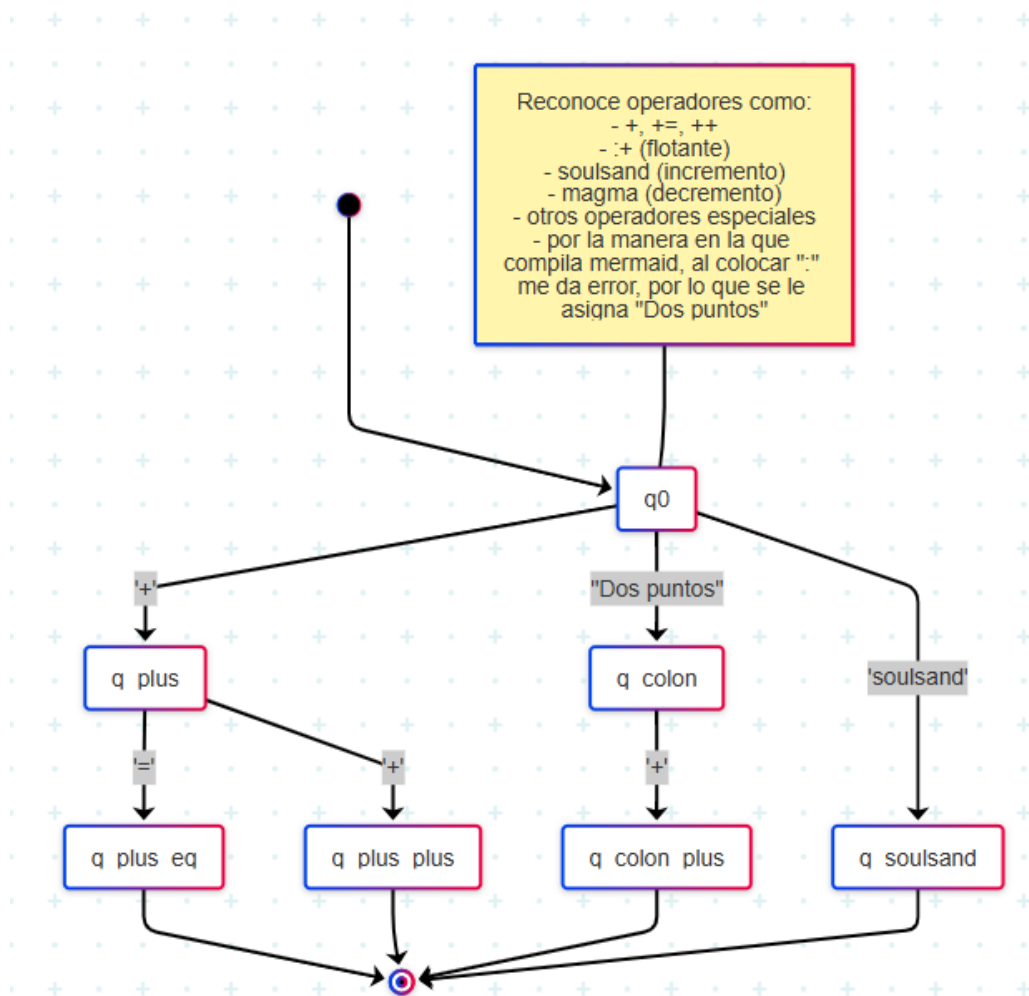


Figura 4.4: Diagrama del reconocedor de operadores y símbolos

4.7. Reconocedor de Comentarios

4.7.1. Descripción

Este submódulo se encarga de identificar y procesar los comentarios del lenguaje, que pueden ser de dos tipos: de línea (`$$`) y de bloque (`$* ... *$`).

4.7.2. Estados

- `q0`: Estado inicial
- `q_comment_line_start`: Detectado primer `$`
- `q_comment_line`: Contenido del comentario de línea
- `q_comment_block_start`: Detectado `$*`
- `q_comment_block`: Contenido del comentario de bloque
- `q_comment_block_aster`: Detectado `*` dentro de bloque
- `q_comment_block_end`: Comentario de bloque cerrado

- **Arreglos:** Formato [elemento1, elemento2]
- **Registros:** Formato campo: valor

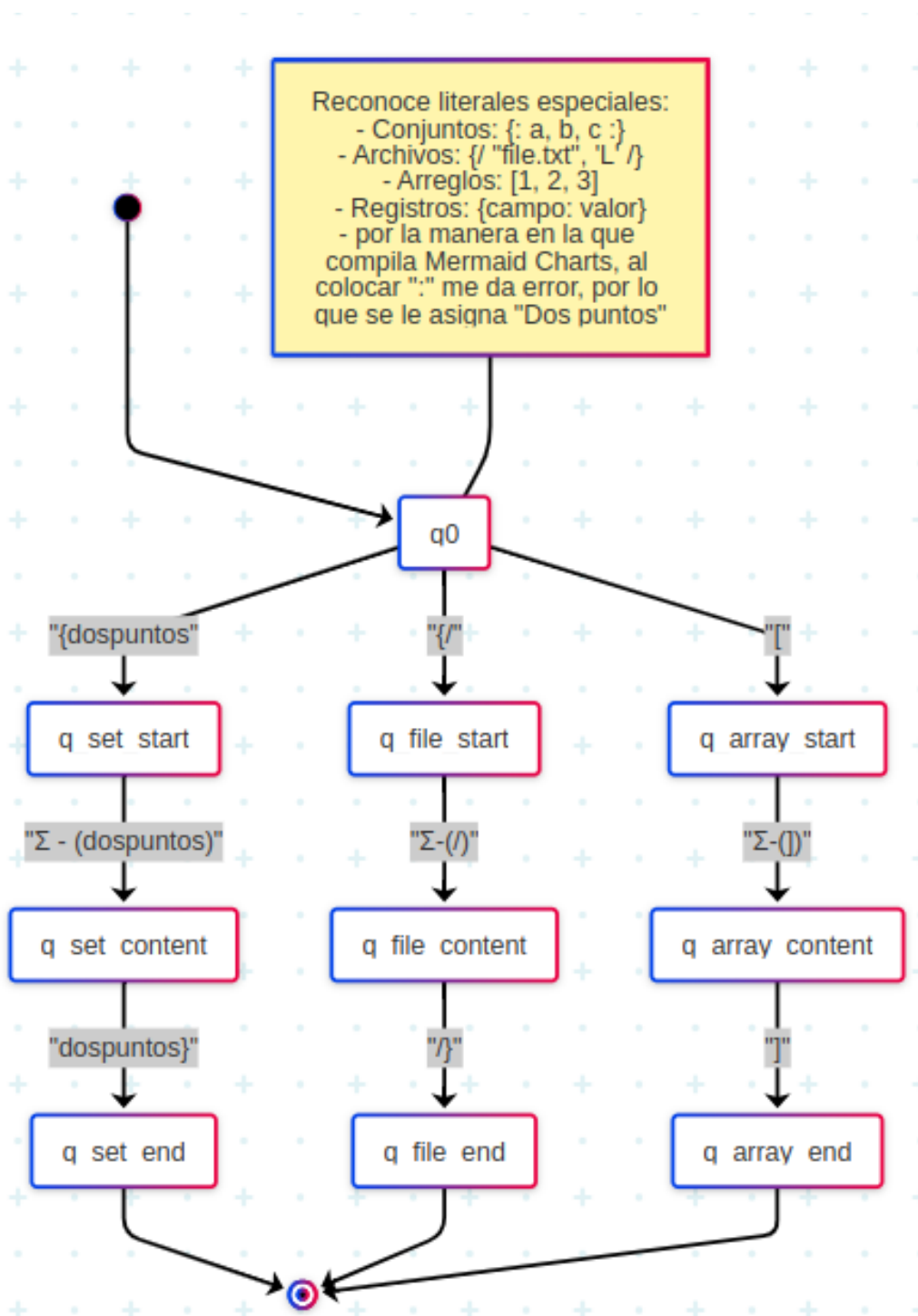


Figura 4.6: Diagrama del reconocedor de literales especiales

4.9. Reconocedor de Identificadores

4.9.1. Descripción

Procesa los nombres de variables, funciones y otros identificadores definidos por el usuario, asegurando que cumplan con las reglas del lenguaje.

4.9.2. Reglas de Identificadores

- Deben comenzar con letra minúscula
- Pueden contener letras y dígitos
- No pueden coincidir con palabras reservadas
- Longitud máxima determinada por implementación

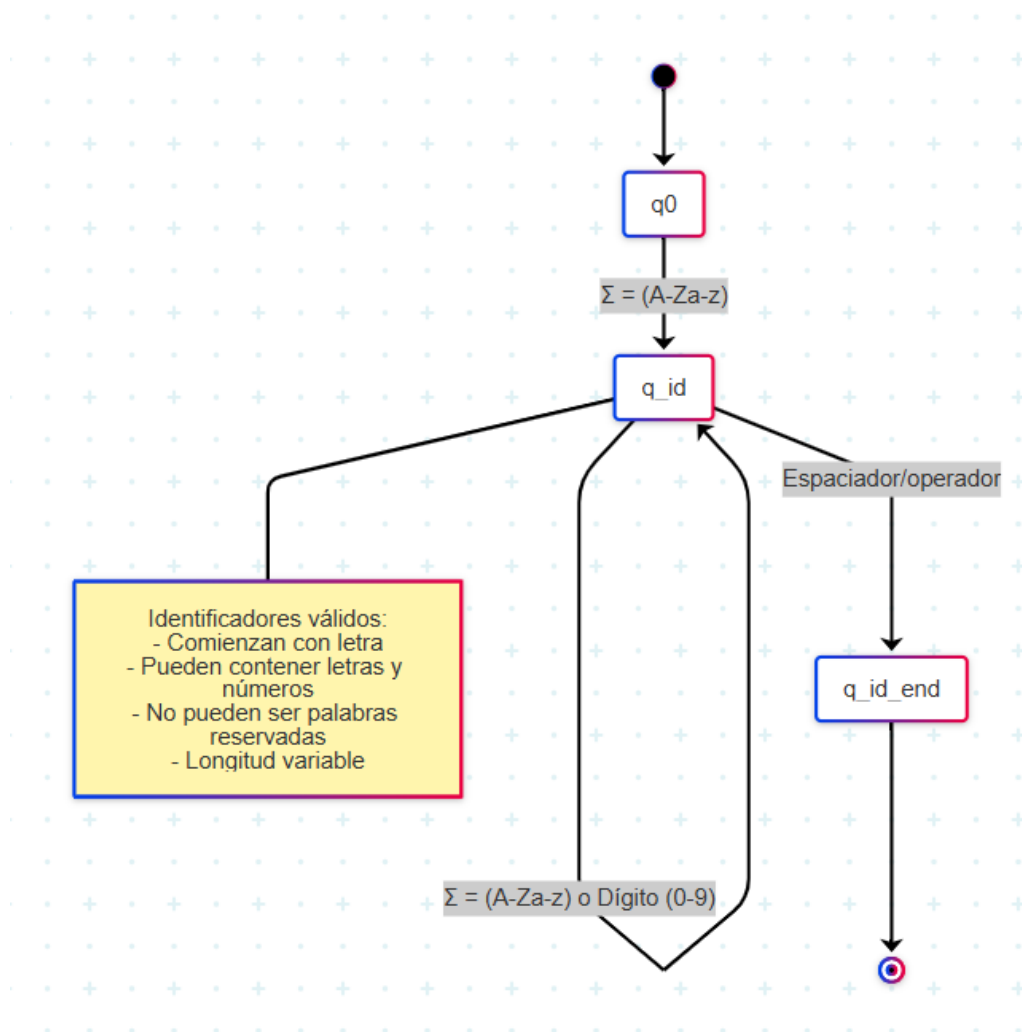


Figura 4.7: Diagrama del reconocedor de identificadores

4.10. Reconocedor de Palabras Reservadas

4.10.1. Propósito

El módulo de palabras reservadas identifica las palabras clave predefinidas del lenguaje "Notch Engine", diferenciándolas de identificadores regulares. Este componente es esencial para:

- Detectar términos con significado sintáctico especial
- Prevenir el uso de palabras clave como identificadores

- Habilitar el análisis gramatical preciso

4.10.2. Características Principales

- **Sensibilidad a mayúsculas:** Reconoce exactamente la capitalización definida (ej. `Bedrock` vs `bedrock`)
- **Validación completa:** Solo acepta palabras completas, no prefijos
- **Manejo de errores:** Detecta secuencias inválidas que parezcan palabras clave
- **Eficiencia:** Procesamiento en tiempo lineal $O(n)$

4.10.3. Palabras Implementadas

El sistema actual reconoce las siguientes palabras clave (como ejemplo demostrativo):

- `add` (operador)
- `and` (operador lógico)
- `Anvil` (declaración de tipos)
- `Bedrock` (sección de constantes)
- `biom` (operación de conjuntos)

4.10.4. Comportamiento

- **Transiciones válidas:** Sigue secuencias de caracteres que formen palabras reservadas
- **Estado de error:** Cualquier desviación de las secuencias esperadas
- **Aceptación:** Requiere delimitador después de la palabra completa (espacio, operador, etc.)

4.10.5. Restricciones

- No permite dígitos en palabras reservadas
- Rechaza sufijos o prefijos no válidos
- Distingue entre palabras clave y identificadores similares

4.10.6. Diagrama

A continuacion se muestra todo el automata en grupos de 5, esto para no sobrecargar cada imagen.

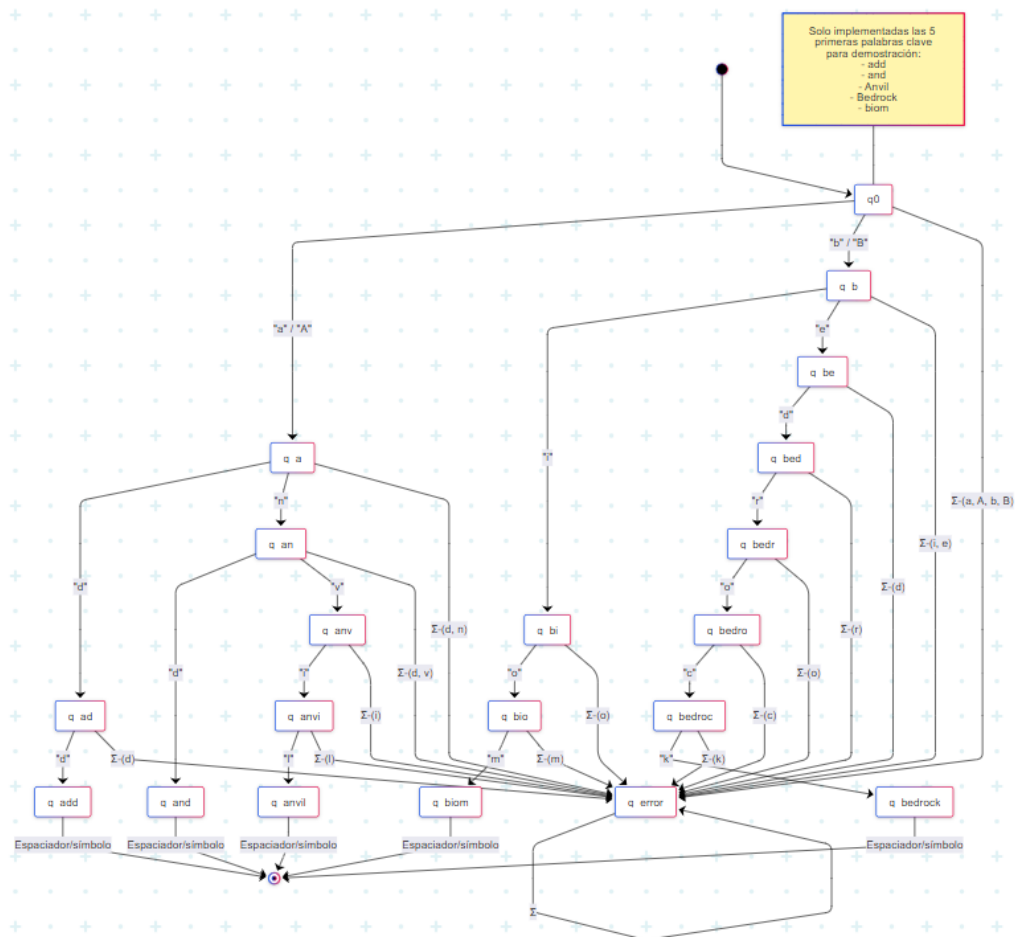


Figura 4.8: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de add-biom

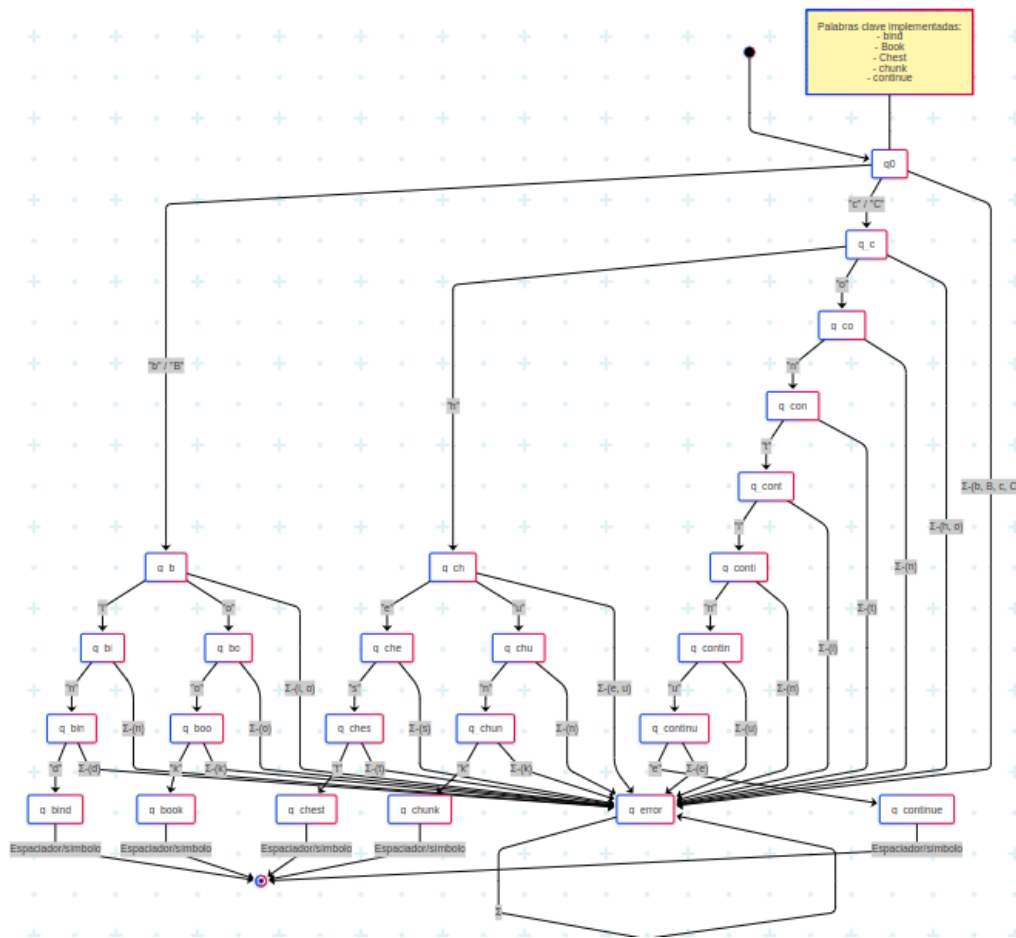


Figura 4.9: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de bind-continue

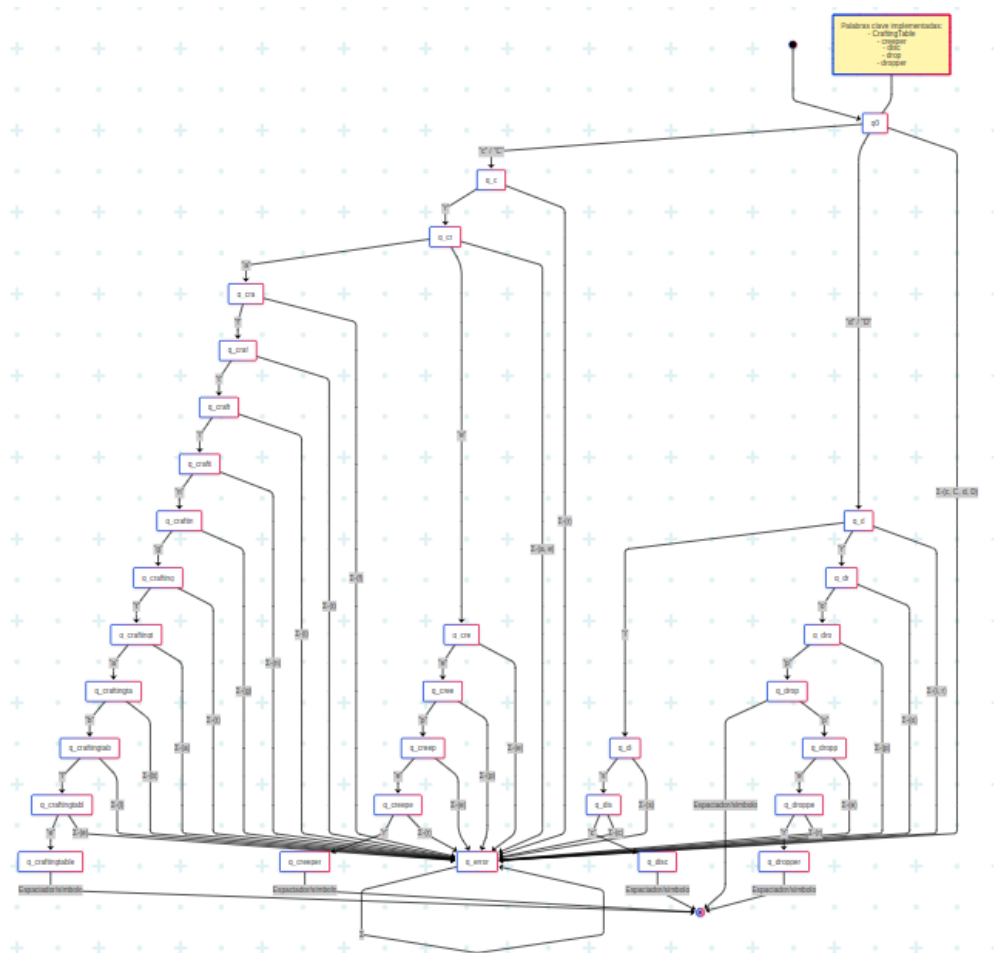


Figura 4.10: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de craftingTable-dropper

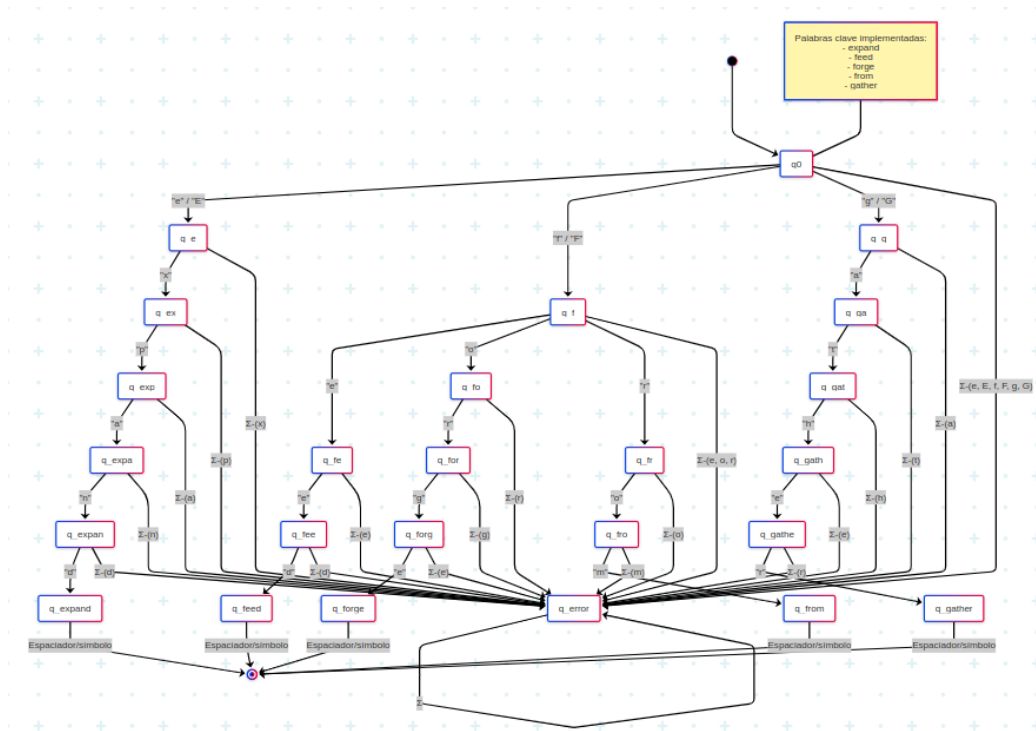


Figura 4.12: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de expand-gather

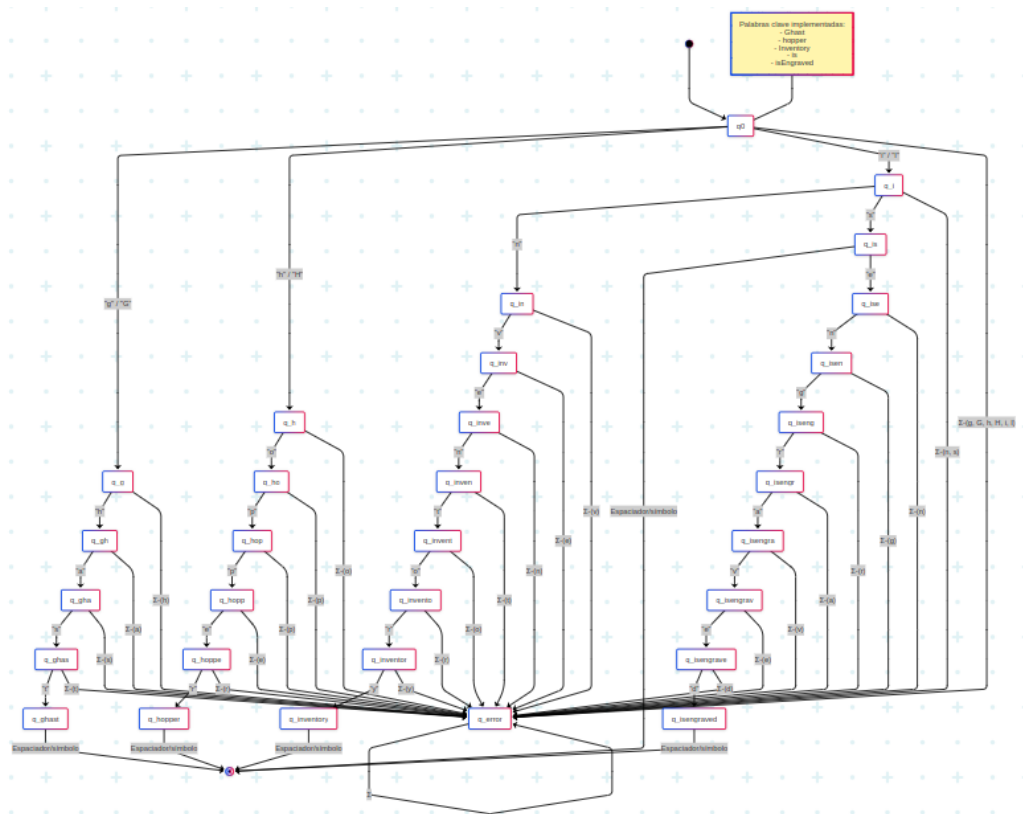


Figura 4.13: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de ghash-isEngraved

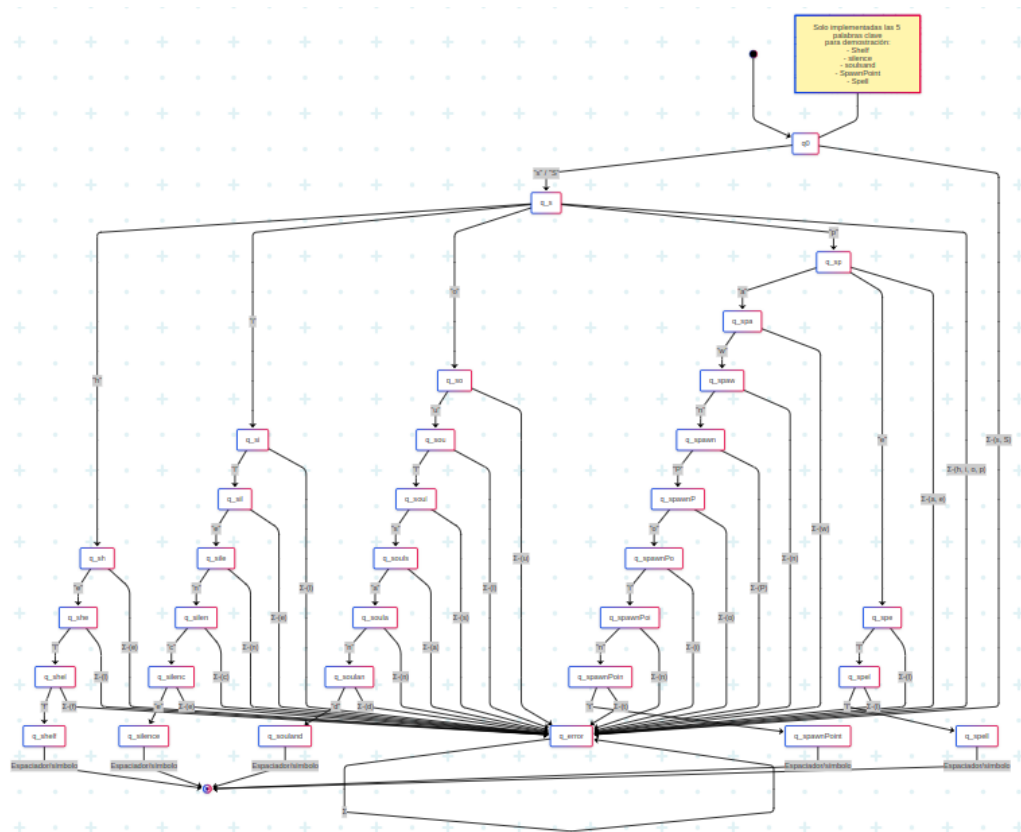


Figura 4.18: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de shelf-spell

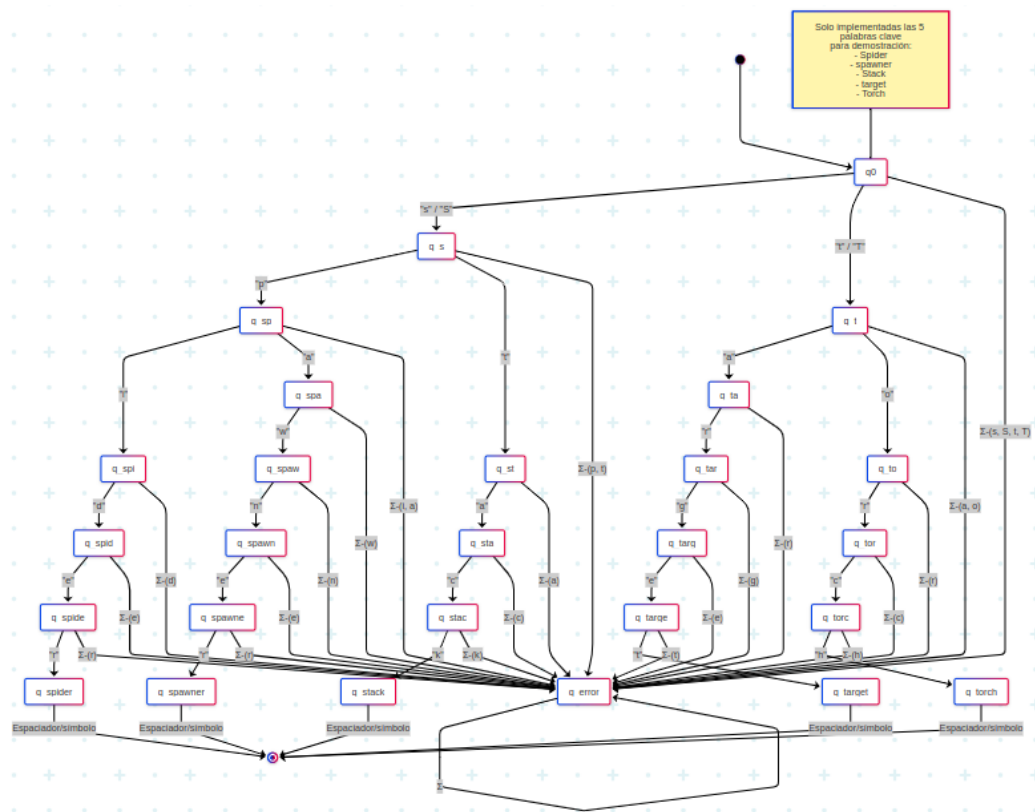


Figura 4.19: Diagrama del reconocedor de palabras reservadas de spider-torch

Capítulo 5

Documentacion del Scanner

5.1. Conceptos básicos del Scanner

El analizador léxico desarrollado para el lenguaje **Notch Engine** tiene como objetivo principal transformar el texto fuente de un programa en una secuencia de *tokens*, los cuales son enviados posteriormente al analizador sintáctico.

Este scanner fue implementado de manera modular, organizando los componentes principales en diferentes archivos y clases.

5.1.1. Estructura General

El scanner se compone de:

- **Core del Scanner:** (`core.py`) Contiene la clase **Scanner** que administra el proceso de lectura de caracteres, el control de estados, y la coordinación con los autómatas especializados.
- **Definición de Tokens:** (`tokens.py`) Define la clase **Token** y los tipos de tokens que el lenguaje reconoce, incluyendo palabras reservadas, literales, operadores y delimitadores.
- **Manejo de Errores:** (`error_handling.py`) Implementa un sistema robusto de captura y recuperación de errores léxicos, para asegurar que el análisis no se detenga ante errores detectados.
- **Autómatas Especializados:** Cada tipo de elemento del lenguaje (identificadores, números, cadenas, operadores y comentarios) tiene su propio autómata para reconocer patrones válidos en el flujo de entrada.

- **Herramientas de Conteo de Comentarios:** (`cantidadComentarios.py`) Funciones auxiliares para contabilizar comentarios de línea y bloque en los archivos de entrada.
- **Generador de Resultados:** (`generarMuroLadrillos.py`) Se encarga de generar un archivo HTML visualizando los tokens y las estadísticas del análisis.

5.1.2. Funcionamiento del Scanner

El scanner funciona siguiendo los siguientes pasos principales:

1. Inicialización:

- Se abre el archivo fuente.
- Se carga su contenido en memoria.
- Se preparan los autómatas para distintos tipos de tokens.
- Se inicializa el primer token para comenzar el proceso.

2. Tokenización:

- El método `deme_token()` es llamado repetidamente.
- Se prueba el carácter actual con cada autómata hasta encontrar una coincidencia.
- Si un autómata reconoce un lexema válido, se crea un nuevo **Token** con la información correspondiente.
- En caso de encontrar un carácter inválido, se registra un error de tipo léxico.

3. Manejo de Secuencias Especiales:

- El scanner realiza validaciones adicionales para detectar errores de sintaxis tempranos como falta de punto y coma al final de instrucciones o mal uso de llaves.
- Se implementa verificación automática de bloques y control de contexto (por ejemplo, bloques delimitados por `PolloCrudo` y `PolloAsado`).

4. Finalización:

- Antes de cerrar el archivo, se verifica que todas las secuencias de tokens hayan sido completadas correctamente.
- Se realiza el cierre seguro del archivo fuente.

5.1.3. Recuperación de Errores

El scanner implementa un mecanismo de recuperación de errores léxicos basado en la captura inmediata y la continuación del proceso de tokenización, evitando el pánico o la detención total del análisis.

Al detectar un error:

- Se registra el error mediante el `ErrorHandler`.
- Se genera un token de tipo `ERROR` que encapsula la información del problema.
- El scanner avanza al siguiente carácter para intentar recuperar el flujo de tokens válidos.

Esto permite detectar múltiples errores en una sola ejecución, mejorando la robustez y utilidad del analizador.

5.1.4. Reconocimiento de Comentarios

Se manejan dos tipos de comentarios de acuerdo al lenguaje Notch Engine:

- **Comentario de línea (\$\$):** Se reconocen hasta el fin de la línea actual.
- **Comentario de bloque (\$* *\$):** Se reconocen múltiples líneas, terminando cuando se encuentra el delimitador de cierre *\$.

Los comentarios son ignorados durante el análisis léxico, pero su conteo es reportado en las estadísticas finales.

5.1.5. Generación de Resultados

Después de finalizar el análisis:

- Se genera un archivo HTML donde cada token válido es representado como un ladrillo de colores.
- Se incluyen estadísticas como:
 - Cantidad de palabras reservadas
 - Cantidad de identificadores
 - Cantidad de literales numéricos y de texto
 - Cantidad de operadores
 - Número de errores léxicos encontrados
 - Número de líneas, caracteres y comentarios procesados

5.1.6. Cumplimiento de las Reglas del Proyecto

Este scanner fue desarrollado cumpliendo estrictamente las especificaciones requeridas:

- No se permite el uso de llaves para secciones (`Bedrock`, `Inventory`, etc.).
- Toda instrucción simple debe terminar en punto y coma (;).
- Implementación obligatoria de recuperación de errores.
- Reconocimiento de todos los tokens definidos para el lenguaje.
- Generación automática de un reporte visual del análisis.

5.2. Core del Scanner

El archivo `core.py` implementa el núcleo del analizador léxico, mediante la clase `Scanner`. Esta clase es la responsable de coordinar el proceso de lectura de caracteres, análisis léxico, creación de tokens y detección de errores, siguiendo las reglas establecidas por el lenguaje MC.

5.2.1. Clase Scanner

La clase `Scanner` organiza su funcionamiento mediante los siguientes atributos principales:

- **nombre_archivo:** Ruta al archivo fuente que se analiza.
- **contenido:** Contenido completo del archivo leído en memoria.
- **posicion, linea, columna:** Controlan la ubicación actual en el texto para un rastreo exacto de tokens y errores.
- **automata:** Instancia única de `IntegratedAutomaton` que centraliza toda la funcionalidad de análisis léxico.
- **token_actual, token_siguiente:** Referencias al token en procesamiento y al siguiente token para implementar un mecanismo simple de *lookahead*.
- **manejador_errores:** Instancia de `ErrorHandler` para registrar errores léxicos encontrados.

5.2.2. Clase ErrorHandler

Implementa un sistema simple para el manejo y registro de errores:

- **errores:** Lista que almacena todos los errores encontrados durante el análisis.
- **registrar_error():** Método que documenta los errores con tipo, mensaje, línea y columna.
- **hay_errores():** Método que verifica la existencia de errores registrados.

5.2.3. Métodos Principales del Scanner

- **inicializar_scanner():**
 - Abre y carga el archivo de entrada.
 - Inicializa el autómata integrado.
 - Lee el primer token para iniciar el análisis.
- **deme_token():**
 - Devuelve el token actual y avanza al siguiente.
 - Implementa un mecanismo simple de avance en la secuencia de tokens.
- **tome_token():**
 - Permite obtener el token actual sin avanzar, útil para mecanismos de *lookahead* en análisis sintáctico.
- **finalizar_scanner():**
 - Cierra el archivo fuente de manera segura.

5.2.4. Métodos Auxiliares

- **_cargar_primer_token():**
 - Inicializa la secuencia de análisis cargando el primer token.
- **_siguiente_token():**
 - Método central que coordina el proceso de análisis léxico.

- Obtiene el siguiente token del contenido a partir de la posición actual.
 - Ignora espacios en blanco y utiliza el autómata integrado para el análisis.
 - Maneja errores léxicos generando tokens de tipo **ERROR**.
- `_ignorar_espacios()`:
 - Avanza la posición actual ignorando espacios en blanco.
 - Actualiza contadores de línea y columna según corresponda.

5.2.5. Funcionamiento del Análisis Léxico

El proceso para obtener cada token sigue estos pasos:

1. Se ignoran los espacios y saltos de línea.
2. Se invoca al autómata integrado con la posición actual en el texto.
3. El autómata integrado analiza el texto y determina:
 - Tipo de token reconocido
 - Lexema correspondiente
 - Valor semántico asociado (si aplica)
 - Posición final tras consumir el token
4. Si el autómata reconoce un lexema válido, se genera el **Token** correspondiente.
5. Si el autómata no puede reconocer el símbolo, se registra un error léxico.

5.2.6. Clase `IntegratedAutomaton`

Aunque no se muestra en el código proporcionado, el scanner utiliza un autómata integrado que centraliza la funcionalidad de análisis léxico:

- Combina la funcionalidad de detección de todos los tipos de tokens.
- Devuelve un resultado estructurado con información sobre el token identificado.
- Incluye datos como éxito del análisis, tipo de token, lexema, valor asociado y posición final.

5.2.7. Recuperación de Errores

En vez de detener el análisis en el primer error encontrado, el **Scanner**:

- Genera un **Token** de tipo **ERROR** encapsulando el carácter no reconocido.
- Continúa el proceso para analizar el resto del archivo, permitiendo encontrar múltiples errores en una misma ejecución.
- Registra el error mediante el **ErrorHandler** para generar reportes posteriores.

5.2.8. Importancia del Scanner

El **Scanner** constituye una de las piezas fundamentales del compilador, ya que:

- Permite identificar los componentes léxicos válidos del lenguaje.
- Detecta y reporta errores de manera temprana.
- Sirve como base para los siguientes módulos de análisis sintáctico y semántico.
- Proporciona un mecanismo simple de *lookahead* que facilita el análisis sintáctico.

5.3. Explicación del Autómata

El scanner utiliza un autómata integrado para reconocer los distintos patrones léxicos definidos por el lenguaje Notch Engine. A diferencia de la versión anterior que utilizaba múltiples autómatas separados, la nueva implementación encapsula todas las funcionalidades en una única clase **IntegratedAutomaton**.

5.3.1. Estructura Base del Autómata Integrado

El nuevo autómata se compone de:

- **Clase AutomatonResult**: Encapsula el resultado del procesamiento de cada token, incluyendo:
 - **exito**: Indica si el procesamiento fue exitoso.
 - **tipo**: El tipo de token reconocido.

- **lexema:** La cadena de caracteres que forma el token.
 - **valor:** El valor semántico extraído del lexema.
 - **final_pos, final_linea, final_columna:** Posición final después de procesar el token.
- **Clase IntegratedAutomaton:** Implementa la lógica unificada de reconocimiento para todos los tipos de tokens.

El autómata integrado implementa el método principal:

- **procesar(contenido, posicion, linea, columna):** Método que determina qué tipo de token comienza en la posición actual y delega en métodos auxiliares para su procesamiento completo.

5.3.2. Procesamiento por Tipo de Token

El autómata integrado contiene métodos especializados para cada familia de tokens:

- **_procesar_comentario():** Maneja comentarios de línea (**\$\$**) y de bloque (**\$* ... *\$**).
- **_procesar_string():** Procesa strings (encerrados en **"**) y caracteres (encerrados en **'**).
- **_procesar_numero():** Reconoce números enteros y decimales.
- **_procesar_identificador():** Procesa identificadores y palabras reservadas.
- **_procesar_operador():** Maneja operadores y símbolos especiales.

5.3.3. Procesamiento de Comentarios

El método **_procesar_comentario** maneja:

- **Comentarios de línea:** Inician con **\$\$** y terminan al final de la línea.
- **Comentarios de bloque:** Inician con **\$*** y terminan con ***\$**.

Incorpora manejo especial para:

- Conteo correcto de saltos de línea dentro de los comentarios.
- Cálculo preciso de posición final y columna después del comentario.
- Detección de comentarios de bloque no cerrados, tratándolos como error.

5.3.4. Procesamiento de Strings y Caracteres

El método `_procesar_string` maneja:

- **Strings (CADENA):** Texto encerrado entre comillas dobles (`"`).
- **Caracteres (CHARACTER):** Texto encerrado entre comillas simples (`'`).

Incluye soporte para:

- Secuencias de escape utilizando `\`.
- Seguimiento de líneas y columnas cuando hay saltos de línea dentro de strings.
- Detección de strings o caracteres no cerrados, tratándolos como error.

5.3.5. Procesamiento de Números

El método `_procesar_numero` reconoce:

- **NUMERO_ENTERO:** Secuencias de dígitos sin punto decimal.
- **NUMERO_DECIMAL:** Secuencias numéricas que contienen un punto decimal.

El valor semántico es procesado:

- Como `int` si es un entero.
- Como `float` si es un número decimal.

Implementa validaciones para asegurar que los puntos decimales estén seguidos por dígitos.

5.3.6. Procesamiento de Identificadores

El método `_procesar_identificador` reconoce:

- **IDENTIFICADOR:** Comienzan con una letra o guion bajo (`_`), seguidos de letras, dígitos o guiones bajos.
- **Palabras reservadas:** Si un identificador coincide con una palabra reservada conocida en `PALABRAS_RESERVADAS`, se clasifica con el tipo correspondiente.

El método consulta un diccionario externo de palabras reservadas importado desde el módulo de tokens.

5.3.7. Procesamiento de Operadores y Símbolos

El método `_procesar_operador` reconoce varios tipos de operadores:

- **Operadores aritméticos:** `+`, `-`, `*`, `/`, `%`.
- **Operadores de comparación:** `>`, `<`, `>=`, `<=`, `==`, `!=`.
- **Delimitadores:** `(`, `)`, `[`, `]`.
- **Símbolos especiales:** `;`, `,`, `.`, `:`, `#`, `@`, `->`, `::`.
- **Operadores especiales:** `:+`, `:-`, `:*`, `://`, `:%` (operaciones flotantes).
- **Operadores de incremento/decremento:** `++`, `--`.

Prioriza el reconocimiento de operadores compuestos (de dos caracteres) antes de verificar operadores simples (de un carácter).

5.3.8. Procesamiento de Delimitadores de Bloque

El autómata incluye soporte específico para los delimitadores de bloque:

- **POLLO_CRUDO:** Representa el símbolo `{` (llave de apertura).
- **POLLO_ASADO:** Representa el símbolo `}` (llave de cierre).

Estos tokens reciben un tratamiento especial en el método principal `procesar`.

5.3.9. Flujo de Procesamiento

El flujo general de procesamiento del autómata integrado es:

1. El scanner invoca el método `procesar` con la posición actual.
2. El autómata determina el tipo potencial de token basado en el primer carácter.
3. Delega el procesamiento detallado al método especializado correspondiente.
4. Retorna un objeto `AutomatonResult` con toda la información del token reconocido.

Este diseño permite un procesamiento eficiente y modular del flujo de entrada.

5.3.10. Manejo de Errores

El autómata integrado proporciona manejo de errores para:

- **Caracteres no reconocidos:** Caracterizado con el tipo `ERROR`.
- **Strings o caracteres sin cerrar:** Detectados en `_procesar_string`.
- **Comentarios de bloque no cerrados:** Identificados en `_procesar_comentario`.
- **Formatos incorrectos de números:** Controlados en `_procesar_numero`.
- **Símbolos \$ sin seguir patrón válido:** Manejados como error en `_procesar_comentario`.

La detección de errores permite al scanner continuar el procesamiento del archivo, minimizando el impacto de un token mal formado.

5.4. Explicación Tokenizador

El tokenizador es el componente del **Scanner** encargado de transformar secuencias de caracteres reconocidas por los autómatas en instancias de la clase **Token**. Cada token contiene la información necesaria para la fase sintáctica: su tipo, su lexema (texto reconocido), su posición en el archivo fuente (línea y columna), su valor semántico opcional y su categoría. El proceso de tokenización es esencial porque permite estructurar el flujo de entrada en unidades significativas que facilitan el análisis posterior. La implementación mejorada ahora incluye categorización de tokens que ayuda a organizar y documentar mejor el lenguaje.

5.4.1. Clase Token Mejorada

La nueva implementación de la clase **Token** incluye ahora los siguientes atributos:

- **type:** Tipo específico del token (por ejemplo, `WORLD_NAME`, `PLUS`, etc.)
- **lexema:** El texto reconocido del código fuente
- **linea:** Número de línea donde fue encontrado
- **columna:** Posición de columna donde inicia el token

- **valor:** Valor semántico opcional (por ejemplo, valor numérico para enteros)
- **categoría:** Categoría a la que pertenece el token, según la enumeración `TokenCategory`

5.4.2. Categorías de Tokens

Los tokens reconocidos por el scanner se clasifican en las siguientes categorías principales, definidas mediante la enumeración `TokenCategory`:

- **Estructura del Programa:** Tokens que definen la estructura general del programa (`PROGRAM_STRUCTURE`)
 - `WORLD_NAME`, `BEDROCK`, `RESOURCE_PACK`, `SPAWN_POINT`, `WORLD_SAVE`, etc.

Tipos de datos: Palabras reservadas para tipos (`DATA_TYPES`)

- `STACK`, `RUNE`, `SPIDER`, `TORCH`, `CHEST`, `BOOK`, `GHAST`, `SHELF`, `ENTITY`, `REF`

Literales booleanas: Valores booleanos (`BOOLEAN_LITERALS`)

- `ON`, `OFF`

Delimitadores de bloques: Símbolos que delimitan bloques de código (`BLOCK_DELIMITERS`)

- `POLLO_CRUDO` (`{}`) y `POLLO_ASADO` (`}`)

Control de flujo: Estructuras de control (`FLOW_CONTROL`)

- `REPEATER`, `CRAFT`, `TARGET`, `HIT`, `MISS`

Funciones y procedimientos: Estructuras para definir funciones (`FUNCTIONS`)

- `SPELL`, `RITUAL`, `RESPAWN`

Operadores lógicos: (`LOGIC_OPERATORS`)

- `AND`, `OR`, `NOT`, `XOR`

Operadores de caracteres: Para manipulación de caracteres (`CHAR_OPERATORS`)

- `IS_ENGRAVED`, `IS_INSCRIBED`, `ETCH_UP`, `ETCH_DOWN`

Operadores de strings: Para manipulación de cadenas (`STRING_OPERATORS`)

- BIND, HASH, FROM, EXCEPT, SEEK

Operadores de conjuntos: Para manipulación de conjuntos (SET_OPERATORS)

- ADD, DROP, FEED, MAP

Operadores de archivos: Para manejo de archivos (FILE_OPERATORS)

Comparación de Operadores: (COMPARISON_OPERATORS)

- IS, IS_NOT, operadores matemáticos de comparación como >, <, >=, <=

Funciones de entrada/salida: (IO_FUNCTIONS)

Otros operadores: Operadores diversos (OTHER_OPERATORS)

- BIOM, KILL, UNLOCK, LOCK, MAKE, GATHER, FORGE, EXPAND

Operadores generales: Categoría general para operadores (OPERATORS)

- Operadores aritméticos básicos: +, −, *, //, %
- Operadores flotantes: : +, : −, : *, : //, : %

Identificadores: Nombres de variables y otros identificadores (IDENTIFIERS)

Literales: Valores constantes (LITERALS)

- Números enteros (NUMERO_ENTERO)
- Números decimales (NUMERO_DECIMAL)
- Cadenas (CADENA) reconocidas entre comillas dobles
- Caracteres (CHARACTER) reconocidos entre comillas simples

Especiales: Tokens que no encajan en otras categorías (SPECIAL)

- Incluye tokens de error (ERROR)
- Comentarios (COMENTARIO)

5.4.3. Palabras Reservadas

El lenguaje MC contiene un amplio conjunto de palabras reservadas organizadas por dominio semántico, incluyendo:

- **Términos de estructura:** `worldname`, `bedrock`, `resourcepack`, `inventory`, `recipe`, etc.
- **Tipos de datos:** `stack`, `rune`, `spider`, `torch`, `chest`, etc.
- **Estructuras de control:** `repeater`, `craft`, `target`, `hit`, `miss`, etc.
- **Operadores lógicos:** `and`, `or`, `not`, `xor`
- **Manipuladores:** `bind`, `hash`, `from`, `seek`, `add`, `drop`, etc.
- **Operadores especiales:** Como los delimitadores `(POLLOCRUDO)y(`

5.4.4. Manejo de Operadores

El manejo de operadores dentro del scanner es realizado principalmente por el `OperatorAutomaton`. Este autómata está diseñado para reconocer:

- **Operadores aritméticos básicos:** `+`, `-`, `//`
- **Operadores flotantes:** `:` `+`, `:` `-`, `:` `:` `//`
- **Operadores de comparación:** `>`, `<`, `>=`, `<=`, además de `is` e `isnot`.
- **Operadores lógicos:** Reconocidos como palabras reservadas: `and`, `or`, `not`, `xor`.
- **Operadores especiales:**
 - `>>` para la coerción de tipos.
 - `bind`, `from`, `seek`, etc., para operaciones específicas de cadenas y archivos.
- **Delimitadores:** Símbolos como paréntesis, corchetes, llaves (representados como `POLLOCRUDOy`

Estrategias de Reconocimiento de Operadores

- El autómata identifica operadores de un solo carácter inmediatamente (+, −, etc.).
- Si detecta símbolos compuestos (//, >=, <=, : +), continúa leyendo los siguientes caracteres para formar el operador completo.
- El scanner tiene tolerancia a errores en operadores incompletos, registrándolos mediante el **ErrorHandler** si un operador esperado no se completa correctamente.

Casos Especiales

- **División de enteros:** La doble barra // debe ser reconocida como un único token (`DIVISION_ENTERA`). **Operadores flotantes:** Son operadores especiales que...
- **Operadores de coerción:** El operador >> es utilizado para reinterpretar tipos y debe ser tratado como un operador único y válido.

La correcta identificación de los operadores garantiza la construcción adecuada de las expresiones y el control de flujo durante el análisis sintáctico posterior. La categorización adicional de los tokens facilita tanto el mantenimiento del compilador como la documentación del lenguaje.

5.5. Explicación de Brickwall

5.5.1. Descripción general

La función `generarLadrillos` es una herramienta de visualización que transforma los resultados de un análisis léxico en una representación gráfica HTML. Su principal propósito es generar un "muro de ladrillos" donde cada ladrillo representa un lexema analizado, facilitando así la interpretación visual de la estructura del código fuente.

5.5.2. Parámetros de entrada

La función recibe los siguientes parámetros:

- **contenido** (lista): Colección de strings con los lexemas identificados que se mostrarán como ladrillos individuales.

- **estadisticaToken** (diccionario): Contabilización de tokens agrupados por familias.
- **lineasPrograma** (entero): Número total de líneas del código analizado.
- **numeroCaracteresEntrada** (entero): Cantidad de caracteres en el archivo de entrada.
- **numeroComentariosLinea** (entero): Total de comentarios de una sola línea detectados.
- **numeroComentariosBloque** (entero): Total de comentarios multilínea detectados.
- **cantidadErrores** (entero): Número de errores léxicos encontrados durante el análisis.

5.5.3. Estructura de salida

La función genera un archivo HTML llamado `analisis_lexico.html` con tres secciones principales:

1. **Muro de ladrillos:** Representación visual de los lexemas como bloques de colores.
2. **Estadísticas de tokens:** Listado cuantitativo de los tokens por familia.
3. **Otras estadísticas:** Métricas generales del código analizado.

5.5.4. Elementos visuales

- **Ladrillos:** Cada lexema se presenta como un elemento `div` con un color de fondo distintivo.
- **Paleta de colores:** Se utiliza una selección de 15 colores distintos que se asignan cíclicamente a los lexemas.
- **Disposición adaptativa:** El diseño del muro se ajusta automáticamente mediante `flexbox` para adaptarse a diferentes tamaños de pantalla.
- **Efectos visuales:** Los ladrillos incluyen sombras suaves y bordes redondeados para mejorar la estética.

5.5.5. Estadísticas generadas

El informe HTML incluye dos secciones de estadísticas:

- **Estadísticas de tokens:** Muestra la frecuencia de cada familia de tokens (solo cuando su conteo es mayor que cero).
- **Otras estadísticas:** Presenta las métricas generales como número de líneas, caracteres y comentarios, omitiendo aquellas con valor cero.

5.5.6. Implementación

Aspectos destacados de la implementación:

- **Seguridad HTML:** Los caracteres especiales de los lexemas son escapados (&, ¡, ¿) para evitar problemas de renderizado.
- **Generación dinámica:** El código HTML se construye mediante string formatting para insertar los datos dinámicamente.
- **Filtrado inteligente:** Solo se muestran estadísticas con valores mayores que cero, optimizando así el espacio visual.
- **Estilos responsivos:** La hoja de estilos CSS integrada incluye media queries para adaptar la visualización a dispositivos móviles.

5.5.7. Uso típico

La función se utilizaría normalmente como parte de un proceso de análisis léxico:

```
# Ejemplo de uso después de realizar un análisis léxico
generarLadrillos(
    lexemas_detectados,
    estadisticas_tokens,
    total_lineas,
    total_caracteres,
    comentarios_linea,
    comentarios_bloque,
    errores_detectados
)
```

El resultado es un archivo HTML que puede abrirse en cualquier navegador moderno para visualizar los resultados del análisis realizado.

5.6. Ejecución del Scanner

5.6.1. Explicación de Scripts

Para facilitar el desarrollo del programa en diferentes sistemas operativos, se implementaron scripts automatizados que gestionan el entorno virtual y sincronizan los archivos del proyecto. Estos scripts permiten crear, sincronizar y eliminar el entorno de desarrollo con simples comandos, garantizando una experiencia consistente independientemente del sistema operativo utilizado.

Script para Linux (entorno.sh)

El script `entorno.sh` proporciona funcionalidad para gestionar el entorno virtual en sistemas basados en Linux/Unix:

- **Crear entorno:** Genera un entorno virtual Python, crea estructura de directorios y copia los archivos fuente.
- **Sincronizar:** Actualiza los archivos originales con los cambios realizados en el entorno.
- **Eliminar:** Limpia el entorno virtual por completo.

Ejemplo de uso:

```
./scripts/entorno.sh crear      # Crea y configura el entorno
./scripts/entorno.sh sync      # Sincroniza cambios al directorio original
./scripts/entorno.sh eliminar  # Elimina el entorno
```

Script para Windows (entorno.ps1)

El script `entorno.ps1` implementa las mismas funcionalidades para sistemas Windows mediante PowerShell:

- **Crear entorno:** Genera el entorno virtual, crea directorios y copia archivos fuente.
- **Sincronizar:** Actualiza los archivos originales desde el entorno de desarrollo.
- **Eliminar:** Elimina el entorno virtual completamente.

Ejemplo de uso:

```
.\scripts\entorno.ps1 -accion crear      # Crea y configura el entorno
.\scripts\entorno.ps1 -accion sync      # Sincroniza cambios
.\scripts\entorno.ps1 -accion eliminar  # Elimina el entorno
```


Beneficios clave

- **Portabilidad:** Facilita el desarrollo en equipos con diferentes sistemas operativos.
- **Aislamiento:** El entorno virtual evita conflictos con otras dependencias instaladas.
- **Sincronización:** Permite trabajar en el entorno aislado y luego sincronizar los cambios.
- **Reproducibilidad:** Garantiza que todos los desarrolladores trabajen en condiciones idénticas.

Estos scripts fueron fundamentales para mantener la consistencia del desarrollo entre distintos entornos, minimizando problemas de compatibilidad y facilitando la colaboración entre miembros del equipo que utilizan diferentes plataformas.

5.6.2. Ejecución del Scanner

A continuación, se demuestra el funcionamiento del *Scanner* mediante una serie de imágenes que ilustran cada paso del proceso. Este componente es fundamental para analizar el contenido de los archivos fuente, identificar los distintos tokens y generar tanto salidas visuales como estadísticas relacionadas con los elementos detectados.

Selección de archivo

Lo primero que se observa es la interfaz principal del sistema, en donde se despliega un menú con diferentes opciones. Esta es la entrada principal del usuario al sistema:

```
(mi_entorno) samir-cabrera@samir-cabrera-ThinkPad-E
ain.py

=====
                MC Scanner - Menú de Pruebas
=====
1. 01_Prueba_PR_Estructura.txt
2. 02_Prueba_PR_Tipos.txt
3. 03_Prueba_PR_Booleanos.txt
4. 04_Prueba_PR_Bloques.txt
5. 05_Prueba_PR_Control.txt
6. 06_Prueba_PR_Saltos.txt
7. 07_Prueba_PR_Funciones.txt
8. 08_Prueba_PR_Operadores.txt
9. 09_Prueba_Lit_Enterros.txt
10. 10_Prueba_Lit_Flotantes.txt
11. 11_Prueba_Lit_Caracteres.txt
12. 12_Prueba_Lit_Strings.txt
13. 13_Prueba_Lit_Arreglos.txt
14. 14_Prueba_Lit_Registros.txt
15. 15_Prueba_Lit_Conjuntos.txt
16. 16_Prueba_Lit_Archivos.txt
17. 17_Prueba_Op_Aritmeticos.txt
18. 18_Prueba_Op_Flotantes.txt
19. 19_Prueba_Op_Comparacion.txt
20. 20_Prueba_Op_Asignacion.txt
21. 21_Prueba_Op_Acceso.txt
22. 22_Prueba_Op_Especiales.txt
```

Figura 5.1: Selección de menú

Desde esta interfaz, el usuario puede seleccionar uno de los archivos disponibles para ser analizado. En este caso, se elige el archivo número 1, a modo de prueba.

Proceso de análisis léxico

Una vez seleccionado el archivo, se inicia de forma automática el proceso de *scanning*. Durante esta etapa, el *Scanner* lee el contenido del archivo, lo

analiza y extrae los tokens válidos conforme a la gramática definida para el lenguaje en cuestión.

Los resultados del análisis se presentan en consola o interfaz, en forma de una lista de tokens acompañados de su tipo, posición y valor:

```
Token(type=SUMA, lexema='+', linea=35, columna=29)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='b', linea=35, columna=31)
Token(type=PUNTO_Y_COMA, lexema=';', linea=35, columna=32)
Token(type=RESPAWN, lexema='respawn', linea=36, columna=9)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='resultado', linea=36, columna=17)
Token(type=PUNTO_Y_COMA, lexema=';', linea=36, columna=26)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='PolloAsado', linea=37, columna=5)
Token(type=RITUAL, lexema='Ritual', linea=39, columna=5)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='mostrarMensaje', linea=39, columna=12)
Token(type=PARENTESIS_ABRE, lexema='(', linea=39, columna=26)
Token(type=SPIDER, lexema='Spider', linea=39, columna=27)
Token(type=DOBLE_DOS_PUNTOS, lexema='::', linea=39, columna=34)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='texto', linea=39, columna=37)
Token(type=PARENTESIS_CIERRA, lexema=')', linea=39, columna=42)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='PolloCrudo', linea=40, columna=5)
Token(type=DROPPER_SPIDER, lexema='dropperSpider', linea=41, columna=9)
Token(type=PARENTESIS_ABRE, lexema='(', linea=41, columna=22)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='texto', linea=41, columna=23)
Token(type=PARENTESIS_CIERRA, lexema=')', linea=41, columna=28)
Token(type=PUNTO_Y_COMA, lexema=';', linea=41, columna=29)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='PolloAsado', linea=42, columna=5)
Token(type=SPAWN_POINT, lexema='SpawnPoint', linea=45, columna=1)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='PolloCrudo', linea=46, columna=5)
Token(type=DROPPER_SPIDER, lexema='dropperSpider', linea=47, columna=9)
Token(type=PARENTESIS_ABRE, lexema='(', linea=47, columna=22)
Token(type=IDENTIFICADOR, lexema='SALUDO', linea=47, columna=23)
Token(type=PARENTESIS_CIERRA, lexema=')', linea=47, columna=29)
Token(type=PUNTO_Y_COMA, lexema=';', linea=47, columna=30)
```

Figura 5.2: Ejemplos de tokens generados durante el análisis léxico

Generación de salida HTML

Además de mostrar los resultados en pantalla, el sistema genera automáticamente un archivo con formato `.html`, el cual contiene un resumen estructurado del análisis. Este archivo es útil para realizar revisiones posteriores o integrarlo como parte de un informe más amplio.

A continuación se muestra la comprobación de la existencia del archivo generado:

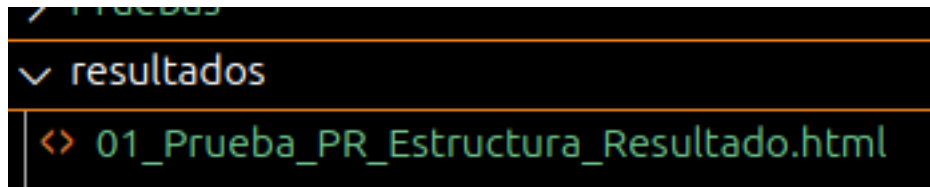


Figura 5.3: Verificación de la generación del archivo HTML

Visualización del muro de ladrillos y estadísticas

Finalmente, el sistema presenta una visualización gráfica conocida como el **muro de ladrillos** o *Brickwall*, donde cada ladrillo representa un token identificado. Esta visualización ayuda a comprender la estructura del código fuente de forma más intuitiva.

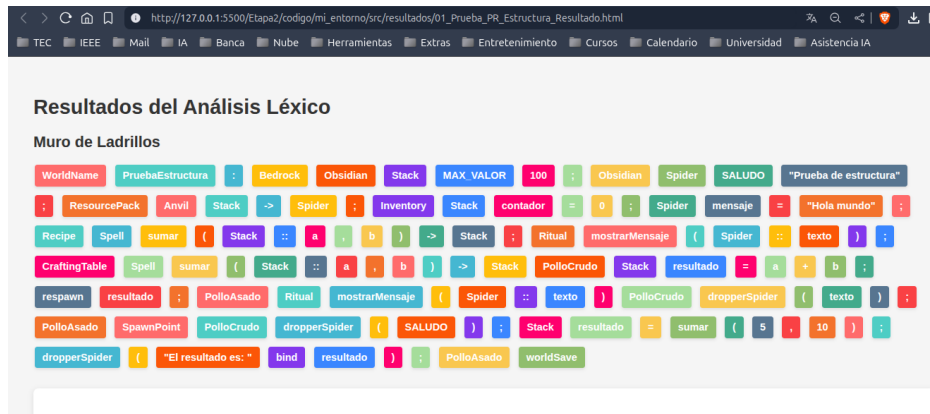


Figura 5.4: Visualización del muro de ladrillos generado por el Scanner

Asimismo, se generan estadísticas relacionadas al archivo como cantidad de palabras y algunas cantidades de tokens identificados durante el análisis. Esto puede ser de gran utilidad para detectar patrones o posibles errores en el código fuente:



Figura 5.5: Estadísticas de tokens generadas por el análisis

En conjunto, este proceso demuestra el correcto funcionamiento del *Scanner*, desde la selección del archivo hasta la visualización y almacenamiento de los resultados obtenidos.

Capítulo 6

Documentacion del Parser

6.1. Documentacion inicial

6.2. Gramática del Parser

El parser del compilador Notch-Engine fue construido a partir de una gramática definida en formato BNF utilizando la herramienta **GikGram**. Esta herramienta facilita el diseño, validación y depuración de gramáticas LL(1), asegurando que la gramática sea adecuada para un compilador dirigido por tabla. GikGram también permite detectar errores comunes como recursividad por la izquierda, reglas no alcanzables o conflictos de predicción, lo cual fue fundamental para alcanzar una versión funcional del parser.

Ventajas de usar GikGram

- Permite documentar la gramática de forma estructurada en Excel.
- Verifica automáticamente la validez LL(1) y genera las tablas necesarias.
- Genera código compatible con C/C++ y Java, agilizando la integración.
- Identifica errores comunes como recursividad o ambigüedad.

Errores LL(1) que GikGram puede detectar

Durante el desarrollo, se corrigieron diversos problemas LL(1) con ayuda de GikGram, tales como:

1. Símbolos terminales o no terminales no definidos.

2. No terminales no alcanzables desde el símbolo inicial.
3. Reglas que no aterrizan (no terminan en terminales).
4. Necesidad de factorización para evitar conflictos de predicción.
5. Recursividad directa o indirecta por la izquierda.
6. Doble predicción (conflictos de parsing en una misma celda).

Estructura general de la gramática

La gramática se encuentra estructurada por secciones que reflejan directamente la organización del lenguaje Notch-Engine:

- **Definición inicial:** Define el punto de entrada del programa ('World-Name') y su clausura ('WorldSave').
- **Constantes y Tipos:** Utiliza 'Obsidian' para declarar constantes, y 'Anvil' para asociar identificadores con tipos.
- **Inventario:** Se declaran variables mediante tipos y listas de identificadores, permitiendo inicialización.
- **Recetas:** Define prototipos de funciones ('Spell') y procedimientos ('Ritual').
- **Funciones:** Define implementaciones de funciones y procedimientos, incluyendo bloques de código.
- **SpawnPoint:** Secciones con instrucciones ('Statements') que representan el cuerpo ejecutable del programa.
- **Control de flujo:** Instrucciones como 'target', 'repeter', 'walk', entre otras.
- **Expresiones:** Soporta expresiones lógicas, aritméticas, flotantes, coerción y llamadas a funciones.
- **Asignaciones y Accesos:** Define operadores de asignación y accesos a registros, arreglos o campos.
- **Tipos y Literales:** Se listan los tipos primitivos ('Stack', 'Spider', etc.) y las formas válidas de literal (números, cadenas, booleanos, registros).

Formato de la gramática

Se usó una notación BNF simplificada, donde:

- Los no terminales están entre ángulos ‘ $\langle \rangle$ ’.
- Se usa ‘ $::=$ ’ para indicar producción.
- Las reglas están escritas una por línea.
- Las producciones epsilon están representadas por reglas vacías.
- Los símbolos semánticos se indican con ‘ $\#$ ’ (por ejemplo, ‘ init_{tsg} ’).
A continuación, se presenta la gramática completa organizada por secciones, tal como fue integrada en el archivo de entrada de GikGram y utilizada por el parser LL(1) generado.

Definición inicial

Esta sección define la estructura general del programa. Todo programa debe comenzar con un nombre (**WorldName**) y finalizar con la palabra clave **WorldSave**. Entre ambos, se incluyen las distintas secciones lógicas del lenguaje: constantes, tipos, variables, prototipos, implementaciones y sentencias. El uso de símbolos semánticos (**#init_tsg**, **#free_tsg**) permite inicializar y liberar la tabla de símbolos global.

```
<program>          ::= #init_tsg WORLD_NAME IDENTIFICADOR DOS_PUNTOS
                    <program_sections> WORLD_SAVE #free_tsg
<program_sections> ::= <section_list>
<section_list>     ::= <section> <section_list>
<section_list>     ::=
<section>          ::= BEDROCK <bedrock_section>
<section>          ::= RESOURCE_PACK <resource_pack_section>
<section>          ::= INVENTORY <inventory_section>
<section>          ::= RECIPE <recipe_section>
<section>          ::= CRAFTING_TABLE <crafting_table_section>
<section>          ::= SPAWN_POINT <spawn_point_section>
<bedrock_section> ::= <constant_decl> <bedrock_section>
<bedrock_section> ::=
```

Variables & Constantes

Esta sección agrupa las producciones responsables de declarar constantes, tipos definidos por el usuario y variables. Las constantes se definen en la

sección **Bedrock**, los tipos en **ResourcePack**, y las variables en **Inventory**. Se permite la inicialización de variables y la definición de múltiples identificadores en una sola línea. También se incluye el inicio de la sección de recetas con prototipos de funciones.

```

<constant_decl>      ::= OBSIDIAN <type> IDENTIFICADOR <value> PUNTO_Y_COMA
<value>              ::= <literal>
<value>              ::=
<resource_pack_section> ::= <type_decl> <resource_pack_section>
<resource_pack_section> ::=
<type_decl>          ::= ANVIL IDENTIFICADOR FLECHA <type> PUNTO_Y_COMA
<inventory_section> ::= <var_decl> <inventory_section>
<inventory_section> ::=
<var_decl>           ::= <type> <var_list> PUNTO_Y_COMA
<var_list>           ::= IDENTIFICADOR <var_init> <more_vars>
<var_init>           ::= IGUAL <expression>
<var_init>           ::=
<more_vars>          ::= COMA IDENTIFICADOR <var_init> <more_vars>
<more_vars>          ::=
<recipe_section>     ::= <prototype> <recipe_section>
<recipe_section>     ::=

```

Funciones

Esta parte de la gramática define tanto los prototipos como las implementaciones de funciones (**Spell**) y procedimientos (**Ritual**). Los prototipos se declaran en la sección **Recipe** y las implementaciones en la sección **CraftingTable**. Las funciones incluyen tipo de retorno y bloque de código, mientras que los procedimientos no retornan valor. Se utilizan símbolos semánticos para validar la estructura y el retorno de funciones.

```

<prototype>          ::= SPELL IDENTIFICADOR PARENTESIS_ABRE <params> PARENTE
<prototype>          ::= RITUAL <proc_prototype_tail>
<proc_prototype_tail> ::= IDENTIFICADOR PARENTESIS_ABRE <params> PARENTESIS_CI
<crafting_table_section> ::= <function> <crafting_table_section>
<crafting_table_section> ::=
<function>           ::= SPELL <func_impl_tail>
<function>           ::= RITUAL <proc_impl_tail>
<func_impl_tail>     ::= #chk_func_start IDENTIFICADOR PARENTESIS_ABRE <param
<proc_impl_tail>     ::= IDENTIFICADOR PARENTESIS_ABRE <params> PARENTESIS_CI
<spawn_point_section> ::= <statement> <spawn_point_section>
<spawn_point_section> ::=

```

Statements

Esta sección agrupa todas las instrucciones válidas dentro de bloques de código. Incluye sentencias simples como `RAGEQUIT`, llamadas a funciones, asignaciones y estructuras de control como `if`, `while`, `switch` o `for`. También contempla bloques anidados delimitados por `PolloCrudo` y `PolloAsado`, así como instrucciones especiales relacionadas con el entorno del lenguaje.

```
<statement>      ::= RAGEQUIT PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= RESPAWN <expression> PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= MAKE PARENTESIS_ABRE <file_literal> PARENTESIS_CIERRA PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= <ident_stmt> PUNTO_Y_COMA
<ident_stmt>     ::= <assignment>
<ident_stmt>     ::= <func_call>
<statement>      ::= <if_stmt>
<statement>      ::= <while_stmt>
<statement>      ::= <repeat_stmt>
<statement>      ::= <for_stmt>
<statement>      ::= <switch_stmt>
<statement>      ::= <with_stmt>
<statement>      ::= CREEPER PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= ENDER_PEARL PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= RETURN <return_expr> PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= <block>
<block>          ::= POLLO_CRUDO <statements> POLLO_ASADO
<statements>     ::= <statement> <statements>
<statements>     ::=
<statement>      ::= UNLOCK PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= LOCK PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= FORGE PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= GATHER PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= TAG PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= SOULSAND IDENTIFICADOR PUNTO_Y_COMA
<statement>      ::= MAGMA IDENTIFICADOR PUNTO_Y_COMA
<expression>     ::= CHUNK PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
```

Control

Esta sección define las estructuras de control del lenguaje, como condicionales, ciclos y estructuras de selección. Las palabras clave están inspiradas en la temática del lenguaje, por ejemplo, `TARGET` para `if`, `REPEATER` para

while, y JUKEBOX para switch. Se incluyen símbolos semánticos para validar condiciones como múltiples default en los casos.

```

<if_stmt>          ::= TARGET <expression> CRAFT HIT <statement> <else_part>
<else_part>       ::= MISS <statement>
<while_stmt>      ::= REPEATER <expression> CRAFT <statement>
<repeat_stmt>     ::= SPAWNER <statement> EXHAUSTED <expression> PUNTO_Y_COMA
<for_stmt>        ::= WALK IDENTIFICADOR SET <expression> TO <expression> <step_p
<step_part>       ::= STEP <expression>
<step_part>       ::=
<switch_stmt>     ::= #sw1 JUKEBOX <expression> CRAFT <case_list> <default_case>
<case_list>       ::= DISC <literal> DOS_PUNTOS <statement> <case_list>
<case_list>       ::=
<default_case>    ::= #sw2 SILENCE DOS_PUNTOS <statement>
<with_stmt>       ::= WITHER IDENTIFICADOR CRAFT <statement>

```

Asignación

Esta parte de la gramática define las expresiones de asignación. Se permite modificar valores mediante distintos operadores de asignación estándar y extendidos, incluyendo variantes para operaciones con números flotantes. La parte izquierda de la asignación es un acceso a memoria y la derecha una expresión evaluable.

```

<assignment>      ::= <access_path> <assign_op> <expression>
<assign_op>       ::= IGUAL
<assign_op>       ::= SUMA_FLOTANTE_IGUAL
<assign_op>       ::= RESTA_FLOTANTE_IGUAL
<assign_op>       ::= MULTIPLICACION_FLOTANTE_IGUAL
<assign_op>       ::= DIVISION_FLOTANTE_IGUAL
<assign_op>       ::= MODULO_FLOTANTE_IGUAL
<assign_op>       ::= SUMA_IGUAL
<assign_op>       ::= RESTA_IGUAL
<assign_op>       ::= MULTIPLICACION_IGUAL
<assign_op>       ::= DIVISION_IGUAL
<assign_op>       ::= MODULO_IGUAL

```

Expresiones

Las expresiones en Notch-Engine pueden ser de tipo especial, numérico, lógico, relacional, aritmético o flotante. Esta sección permite combinar

y evaluar expresiones mediante operadores definidos por el lenguaje, incluyendo funciones especiales como `HASH`, `BIND` o `SEEK`. También se contemplan expresiones compuestas mediante operadores lógicos y relacionales.

```

<expression>      ::= <special_expr>
<special_expr>    ::= ETCH_UP PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= ETCH_DOWN PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= IS_ENGRAVED PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= IS_INSCRIBED PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= HASH PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= BIND PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= FROM PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= EXCEPT PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= SEEK PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= ADD PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= DROP PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= FEED PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= MAP PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= BIOM PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= VOID PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<special_expr>    ::= <numeric_expr>
<numeric_expr>    ::= <common_expr>
<common_expr>     ::= <logical_expr>
<common_expr>     ::= <arithmetic_expr>
<common_expr>     ::= <float_expr>
<logical_expr>    ::= <relational_expr> <logical_tail>
<logical_tail>    ::= XOR <relational_expr> <logical_tail>
<logical_tail>    ::= AND <relational_expr> <logical_tail>
<logical_tail>    ::= OR <relational_expr> <logical_tail>
<logical_tail>    ::=
<relational_expr> ::= <arithmetic_expr> <relational_tail>
<relational_tail> ::= <rel_op> <arithmetic_expr> <relational_tail>
<relational_tail> ::=

```

Relaciones

Esta sección define los operadores relacionales que permiten comparar expresiones. Son utilizados en expresiones condicionales y estructuras de control para evaluar igualdad, desigualdad y orden.

```
<rel_op> ::= DOBLE_IGUAL
```

```

<rel_op> ::= MENOR_QUE
<rel_op> ::= MAYOR_QUE
<rel_op> ::= MENOR_IGUAL
<rel_op> ::= MAYOR_IGUAL
<rel_op> ::= IS
<rel_op> ::= IS_NOT

```

Aritmética

Esta sección define expresiones aritméticas y flotantes. Se permite el uso de operaciones básicas como suma, resta, multiplicación, división y módulo, en versiones enteras y flotantes. También se consideran factores con coerción de tipos, uso de paréntesis, llamados a funciones y operadores unarios.

```

<arithmetic_expr>      ::= <term> <arithmetic_tail>
<arithmetic_tail>     ::= SUMA <term> <arithmetic_tail>
<arithmetic_tail>     ::= RESTA <term> <arithmetic_tail>
<arithmetic_tail>     ::=
<term>                 ::= <factor> <term_tail>
<term_tail>           ::= MULTIPLICACION <factor> <term_tail>
<term_tail>           ::= DIVISION <factor> <term_tail>
<term_tail>           ::= MODULO <factor> <term_tail>
<term_tail>           ::=
<float_expr>          ::= <float_term> <float_tail>
<float_tail>          ::= SUMA_FLOTANTE <float_term> <float_tail>
<float_tail>          ::= RESTA_FLOTANTE <float_term> <float_tail>
<float_tail>          ::=
<float_term>          ::= <float_factor> <float_term_tail>
<float_term_tail>     ::= MULTIPLICACION_FLOTANTE <float_factor> <float_term_tail>
<float_term_tail>     ::= DIVISION_FLOTANTE <float_factor> <float_term_tail>
<float_term_tail>     ::= MODULO_FLOTANTE <float_factor> <float_term_tail>
<float_term_tail>     ::=
<float_factor>        ::= PARENTESIS_ABRE <float_expr> PARENTESIS_CIERRA
<float_factor>        ::= NUMERO_DECIMAL
<float_factor>        ::= <id_expr>
<id_expr>             ::= <access_path>
<id_expr>             ::= <func_call>
<factor>              ::= <unary_op> <factor>
<factor>              ::= <primary> <coercion_tail>
<coercion_tail>       ::= COERCION <type> <coercion_tail>
<coercion_tail>       ::=

```

```

<primary>          ::= PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<primary>          ::= <literal>
<primary>          ::= <id_expr>
<unary_op>         ::= SUMA
<unary_op>         ::= RESTA
<unary_op>         ::= NOT

```

Funciones

Esta sección define la sintaxis para las llamadas a funciones, tanto genéricas como especiales del lenguaje, como las variantes DROPPER y HOPPER. Todas las llamadas utilizan paréntesis y pueden recibir argumentos separados por comas. Estas funciones se pueden usar dentro de expresiones.

```

<func_call> ::= IDENTIFICADOR PARENTESIS_ABRE <args> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= DROPPER_STACK PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= DROPPER_RUNE PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= DROPPER_SPIDER PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= DROPPER_TORCH PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= DROPPER_CHEST PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= DROPPER_GHAST PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= HOPPER_STACK PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= HOPPER_RUNE PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= HOPPER_SPIDER PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= HOPPER_TORCH PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= HOPPER_CHEST PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<func_call> ::= HOPPER_GHAST PARENTESIS_ABRE <expression> PARENTESIS_CIERRA
<args>       ::= <expression> <more_args>
<more_args>  ::= COMA <expression> <more_args>
<more_args>  ::=

```

Acceso

Esta sección define cómo se accede a variables, campos de registros, posiciones de arreglos y elementos anidados. También incluye la estructura para la definición de parámetros formales en funciones o procedimientos, utilizando el operador ::.

```

<access_path> ::= IDENTIFICADOR <access_tail>
<access_tail> ::= ARROBA IDENTIFICADOR <access_tail>
<access_tail> ::= CORCHETE_ABRE <expression> CORCHETE_CIERRA <access_tail>
<access_tail> ::= PUNTO IDENTIFICADOR <access_tail>

```

```

<access_tail> ::=
<params> ::= <param_group> <more_params>
<more_params> ::= COMA <param_group> <more_params>
<more_params> ::=
<param_group> ::= <type> DOS_PUNTOS DOS_PUNTOS <param_list>
<param_list> ::= IDENTIFICADOR <more_param_ids>
<more_param_ids> ::= COMA IDENTIFICADOR <more_param_ids>
<more_param_ids> ::=

```

Type

Define los tipos de datos válidos en el lenguaje. Se permite el uso de referencias mediante el operador REF, así como tipos primitivos como STACK, RUNE, ENTITY, entre otros inspirados en el mundo de Minecraft.

```

<type> ::= REF <type>
<type> ::= STACK
<type> ::= RUNE
<type> ::= SPIDER
<type> ::= TORCH
<type> ::= CHEST
<type> ::= BOOK
<type> ::= GHAST
<type> ::= SHELF
<type> ::= ENTITY

```

Literal

Define las posibles formas de valores constantes en el lenguaje. Incluye literales primitivos (números, cadenas, booleanos) y estructuras más complejas como arreglos, registros y sets. También contempla literales especiales de archivo.

```

<literal> ::= CORCHETE_ABRE <array_elements> CORCHETE_CIERRA
<literal> ::= LLAVE_ABRE <literal_contenido>
<literal_contenido> ::= <record_fields> LLAVE_CIERRA
<literal_contenido> ::= <literal_llave>
<literal> ::= NUMERO_ENTERO
<literal> ::= NUMERO_DECIMAL
<literal> ::= CADENA
<literal> ::= CARACTER
<liteal> ::= ON

```

```

<literal>          ::= OFF
<literal_llave>    ::= DOS_PUNTOS <set_elements> DOS_PUNTOS LLAVE_CIERRA
<literal_llave>    ::= BARRA <file_literal> BARRA LLAVE_CIERRA

```

Elementos

Define los componentes internos de estructuras de datos como conjuntos, arreglos, registros y literales de archivo. También incluye la producción para las expresiones de retorno, necesarias en funciones o procedimientos.

```

<set_elements>      ::= <expression> <more_set_elements>
<more_set_elements> ::= COMA <expression> <more_set_elements>
<more_set_elements> ::=
<file_literal>     ::= CADENA COMA CARACTER
<array_elements>   ::= <expression> <more_array_elements>
<more_array_elements> ::= COMA <expression> <more_array_elements>
<more_array_elements> ::=
<record_fields>    ::= IDENTIFICADOR DOS_PUNTOS <expression> <more_record_fields>
<more_record_fields> ::= COMA IDENTIFICADOR DOS_PUNTOS <expression> <more_record_fields>
<more_record_fields> ::=
<return_expr>      ::= <expression>
<return_expr>      ::= #check_is_procedure

```

6.2.1. Resultados de GikGram

En la Figura 6.1 se muestra un extracto de la validación LL(1) generada por GikGram. Esta validación ayudó a depurar múltiples errores como doble predicción, recursividad por la izquierda y símbolos no alcanzables, logrando así una versión funcional.

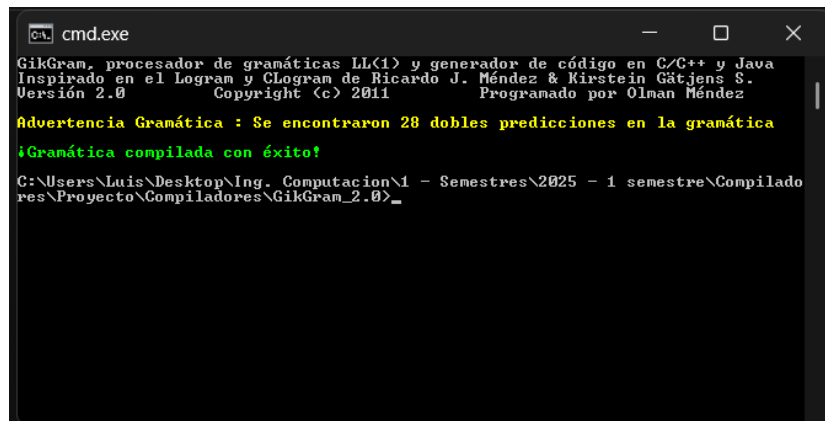


Figura 6.1: Reporte de validación generado por GikGram

Documentación del código

Esta sección describe las principales funciones del parser implementado para el compilador Notch Engine, destacando su funcionalidad y propósito.

6.2.2. Clase Parser

- **(tokens, debug=False):** Constructor de la clase Parser. Inicializa el analizador sintáctico con una lista de tokens obtenida del scanner, eliminando comentarios y configurando opciones de depuración.
- **imprimir_debug(mensaje, nivel=1):** Muestra mensajes de depuración según su nivel de importancia (1=crítico, 2=importante, 3=detallado), permitiendo controlar la cantidad de información mostrada durante el análisis.
- **imprimir_estado_pila(nivel=2):** Imprime una representación resumida del estado actual de la pila de análisis, mostrando los últimos 5 elementos para facilitar la depuración.
- **avanzar():** Avanza al siguiente token en la secuencia, manteniendo un historial de tokens procesados que facilita la recuperación de errores y el análisis contextual.
- **obtener_tipo_token():** Mapea el token actual al formato numérico esperado por la gramática, implementando casos especiales para identificadores como PolloCrudo, PolloAsado y worldSave.

- **match(`terminal_esperado`):** Verifica si el token actual coincide con el terminal esperado, manejando casos especiales como identificadores que funcionan como palabras clave.
- **reportar_error(`mensaje`):** Genera mensajes de error contextuales y específicos, incluyendo información sobre la ubicación del error y posibles soluciones.
- **sincronizar(`simbolo_no_terminal`):** Implementa la recuperación de errores avanzando hasta encontrar un token en el conjunto Follow del no terminal o un punto seguro predefinido.
- **obtener_follows(`simbolo_no_terminal`):** Calcula el conjunto Follow para un no-terminal específico, fundamental para la recuperación de errores.
- **procesar_no_terminal(`simbolo_no_terminal`):** Procesa un símbolo no terminal aplicando la regla correspondiente según la tabla de parsing, incluyendo manejo de casos especiales.
- **parse():** Método principal que implementa el algoritmo de análisis sintáctico descendente predictivo, siguiendo el modelo de Driver de Parsing LL(1).
- **push(`simbolo`):** Añade un símbolo a la pila de análisis.
- **pop():** Elimina y retorna el símbolo superior de la pila de análisis.
- **sincronizar_con_follows(`simbolo`):** Sincroniza el parser usando el conjunto Follow del símbolo no terminal.
- **sincronizar_con_puntos_seguros():** Sincroniza el parser usando puntos seguros predefinidos como delimitadores de bloques y sentencias.

6.2.3. Funciones auxiliares

- **parser(`tokens`, `debug=False`):** Función de conveniencia que crea una instancia del Parser y ejecuta el análisis sintáctico.
- **iniciar_parser(`tokens`, `debug=False`, `nivel_debug=3`):** Función principal para integrar el parser con el resto del compilador, configurando el nivel de detalle de la depuración y realizando un post-procesamiento de errores para suprimir falsos positivos.

6.2.4. Características relevantes

El parser implementa varias técnicas avanzadas, como:

- Recuperación eficiente de errores usando información contextual y conjuntos Follow
- Manejo de casos especiales para palabras clave que pueden aparecer como identificadores
- Filtrado inteligente de errores para evitar mensajes redundantes o falsos positivos
- Mecanismo de depuración multinivel para facilitar el diagnóstico durante el desarrollo
- Historial de tokens para mejorar el análisis contextual y la recuperación de errores

Esta implementación sigue fielmente el algoritmo de análisis sintáctico descendente recursivo con predicción basada en tablas LL(1), adaptado para manejar las particularidades del lenguaje Notch Engine.

Ademas se tienen metodos de apoyo y los generados por Gikgram, a continuacion se muestran:

6.2.5. SpecialTokens

Descripción: Clase que maneja casos especiales de tokens para el parser de Notch-Engine, especialmente útil para identificadores especiales como PolloCrudo/PolloAsado. **Métodos principales:**

- `handle_double_colon`: Maneja el token `::` simulando que son dos `DOS_PUNTOS`.
- `is_special_identifier`: Verifica si un token es un identificador especial.
- `get_special_token_type`: Obtiene el tipo especial correspondiente a un identificador.
- `get_special_token_code`: Obtiene el código numérico del token especial.
- `is_in_constant_declaration_context`: Determina si estamos en un contexto de declaración de constante.

- `is_literal_token`: Verifica si un tipo de token es un literal.
- `suggest_correction`: Sugiere correcciones basadas en errores comunes.

6.2.6. TokenMap

Descripción: Clase que proporciona el mapeo de tokens con números para ser procesados por la tabla de parsing. **Métodos principales:**

- `init_reverse_map`: Inicializa un mapeo inverso para facilitar consultas por código.
- `get_token_code`: Obtiene el código numérico para un tipo de token.
- `get_token_name`: Obtiene el nombre del tipo de token a partir de su código.

6.2.7. GLadosDerechos

Descripción: Clase que contiene la tabla de lados derechos generada por GikGram y traducida por los estudiantes. Forma parte del módulo Gramática. **Métodos principales:**

- `getLadosDerechos`: Obtiene un símbolo del lado derecho de una regla especificada por número de regla y columna.

6.2.8. GNombresTerminales

Descripción: Clase que contiene los nombres de los terminales generados por GikGram y traducidos por los estudiantes. **Métodos principales:**

- `getNombresTerminales`: Obtiene el nombre del terminal correspondiente al número especificado.

6.2.9. Gramatica

Descripción: Clase principal del módulo de gramática que contiene constantes necesarias para el driver de parsing, constantes con rutinas semánticas y métodos para el driver de parsing.

6.2.10. Tabla Follows

Descripción: Clase encargada de hacer todas las operaciones Follows para el procesamiento de la gramática.

6.2.11. Tabla Parsing

Descripción: Clase con la tabla de parsing encargada de hacer todo el funcionamiento del mismo. **Constantes principales:**

- **MARCA_DERECHA:** Código de familia del terminal de fin de archivo.
- **NO_TERMINAL_INICIAL:** Número del no-terminal inicial.
- **MAX_LADO_DER:** Número máximo de columnas en los lados derechos.
- **MAX_FOLLOWS:** Número máximo de follows.

Métodos principales:

- **esTerminal:** Determina si un símbolo es terminal.
- **esNoTerminal:** Determina si un símbolo es no-terminal.
- **esSimboloSemantico:** Determina si un símbolo es semántico.
- **getTablaParsing:** Obtiene el número de regla desde la tabla de parsing.
- **getLadosDerechos:** Obtiene un símbolo del lado derecho de una regla.
- **getNombresTerminales:** Obtiene el nombre de un terminal.
- **getTablaFollows:** Obtiene el número de terminal del follow del no-terminal.

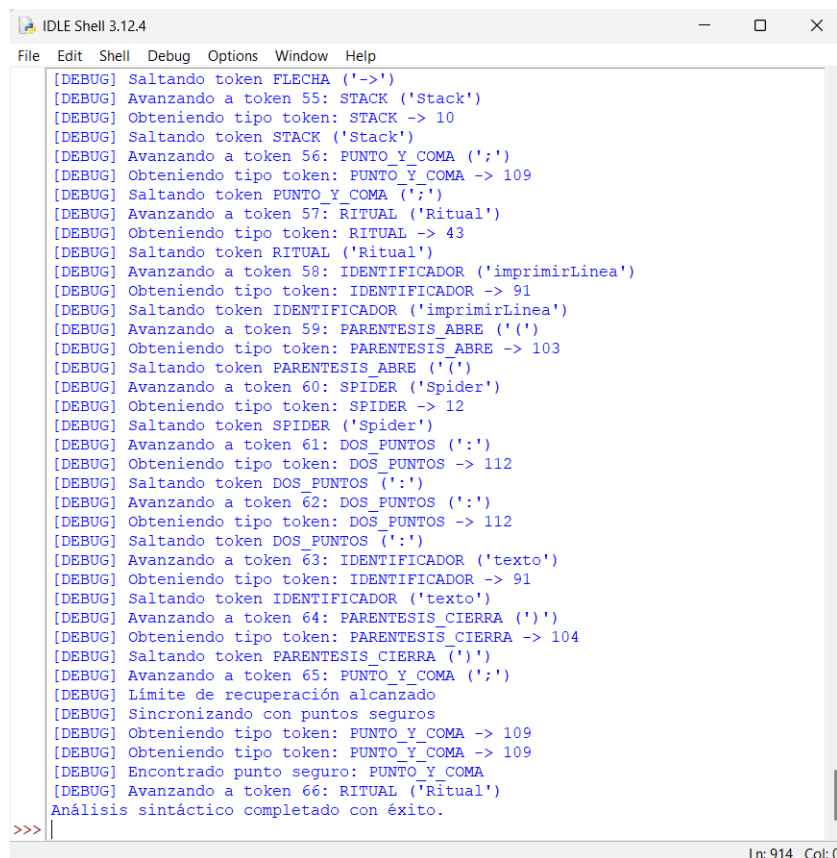
6.3. Resultados

Se realizaron pruebas con varios archivos pero documentamos cuatro archivos distintos para validar tanto la funcionalidad general del parser como su capacidad de detección de errores léxicos y sintácticos. Las pruebas se dividen en dos categorías: pruebas válidas (sin errores) y pruebas con errores intencionales.

Pruebas sin errores

- **07_Prueba_PR_Funciones.txt**: Evalúa el manejo de declaraciones e invocaciones de funciones (**Spell**) y procedimientos (**Ritual**), incluyendo retorno con **respawn**, parámetros múltiples, llamados anidados y estructuras de control dentro del cuerpo de las funciones. Esta prueba pasó sin errores, demostrando que la gramática y el parser reconocen correctamente estructuras complejas de funciones.
- **05_Prueba_PR_Control.txt**: Verifica todas las estructuras de control del lenguaje, incluyendo **repeater**, **target/hit/miss**, **jukebox/disc/silence**, **spawner/exhausted**, **walk/set/to/step** y **with**. El archivo fue aceptado correctamente, confirmando el soporte completo de instrucciones de control en el parser.

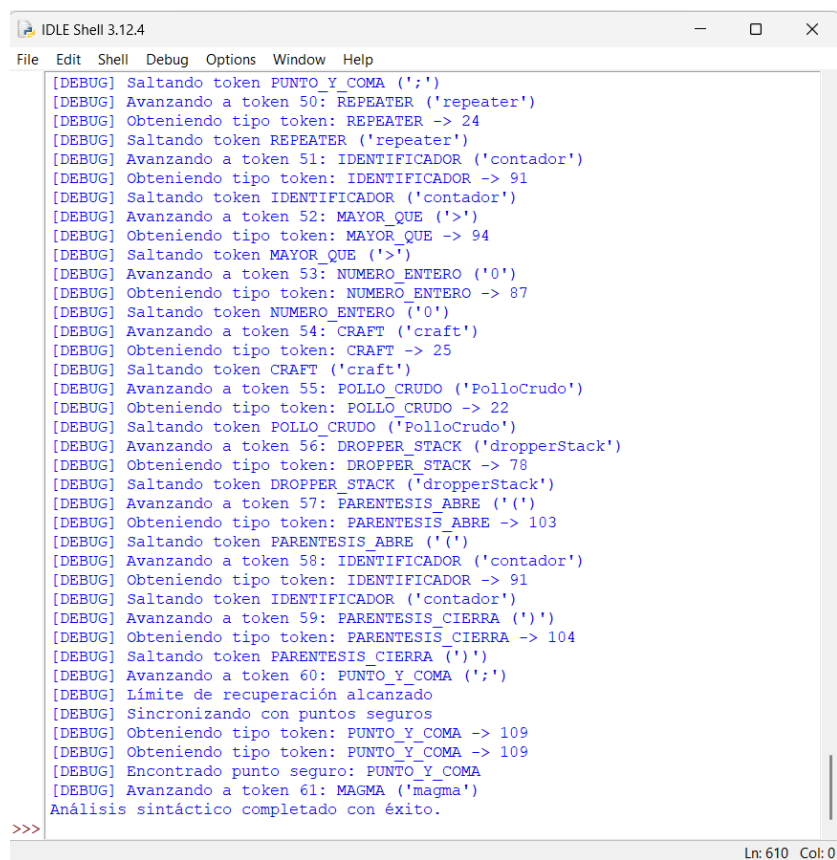
Capturas de pantalla:



```

IDLE Shell 3.12.4
File Edit Shell Debug Options Window Help
[DEBUG] Saltando token FLECHA ('->')
[DEBUG] Avanzando a token 55: STACK ('Stack')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: STACK -> 10
[DEBUG] Saltando token STACK ('Stack')
[DEBUG] Avanzando a token 56: PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Saltando token PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Avanzando a token 57: RITUAL ('Ritual')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: RITUAL -> 43
[DEBUG] Saltando token RITUAL ('Ritual')
[DEBUG] Avanzando a token 58: IDENTIFICADOR ('imprimirLinea')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('imprimirLinea')
[DEBUG] Avanzando a token 59: PARENTESIS_ABRE (('')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PARENTESIS_ABRE -> 103
[DEBUG] Saltando token PARENTESIS_ABRE (('')
[DEBUG] Avanzando a token 60: SPIDER ('Spider')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: SPIDER -> 12
[DEBUG] Saltando token SPIDER ('Spider')
[DEBUG] Avanzando a token 61: DOS_PUNTOS (':')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: DOS_PUNTOS -> 112
[DEBUG] Saltando token DOS_PUNTOS (':')
[DEBUG] Avanzando a token 62: DOS_PUNTOS (':')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: DOS_PUNTOS -> 112
[DEBUG] Saltando token DOS_PUNTOS (':')
[DEBUG] Avanzando a token 63: IDENTIFICADOR ('texto')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('texto')
[DEBUG] Avanzando a token 64: PARENTESIS_CIERRA ('))
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PARENTESIS_CIERRA -> 104
[DEBUG] Saltando token PARENTESIS_CIERRA ('))
[DEBUG] Avanzando a token 65: PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Límite de recuperación alcanzado
[DEBUG] Sincronizando con puntos seguros
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Encontrado punto seguro: PUNTO_Y_COMA
[DEBUG] Avanzando a token 66: RITUAL ('Ritual')
[DEBUG] Análisis sintáctico completado con éxito.
>>>
```

Figura 6.2: Ejecución exitosa de 07_Prueba_PR_Funciones.txt



```

IDLE Shell 3.12.4
File Edit Shell Debug Options Window Help

[DEBUG] Saltando token PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Avanzando a token 50: REPEATER ('repeater')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: REPEATER -> 24
[DEBUG] Saltando token REPEATER ('repeater')
[DEBUG] Avanzando a token 51: IDENTIFICADOR ('contador')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('contador')
[DEBUG] Avanzando a token 52: MAYOR_QUE ('>')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: MAYOR_QUE -> 94
[DEBUG] Saltando token MAYOR_QUE ('>')
[DEBUG] Avanzando a token 53: NUMERO_ENTERO ('0')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: NUMERO_ENTERO -> 87
[DEBUG] Saltando token NUMERO_ENTERO ('0')
[DEBUG] Avanzando a token 54: CRAFT ('craft')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: CRAFT -> 25
[DEBUG] Saltando token CRAFT ('craft')
[DEBUG] Avanzando a token 55: POLLO_CRUDO ('PolloCrudo')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: POLLO_CRUDO -> 22
[DEBUG] Saltando token POLLO_CRUDO ('PolloCrudo')
[DEBUG] Avanzando a token 56: DROPPER_STACK ('dropperStack')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: DROPPER_STACK -> 78
[DEBUG] Saltando token DROPPER_STACK ('dropperStack')
[DEBUG] Avanzando a token 57: PARENTESIS_ABRE ('(')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PARENTESIS_ABRE -> 103
[DEBUG] Saltando token PARENTESIS_ABRE ('(')
[DEBUG] Avanzando a token 58: IDENTIFICADOR ('contador')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('contador')
[DEBUG] Avanzando a token 59: PARENTESIS_CIERRA (')')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PARENTESIS_CIERRA -> 104
[DEBUG] Saltando token PARENTESIS_CIERRA (')')
[DEBUG] Avanzando a token 60: PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Límite de recuperación alcanzado
[DEBUG] Sincronizando con puntos seguros
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Encontrado punto seguro: PUNTO_Y_COMA
[DEBUG] Avanzando a token 61: MAGMA ('magma')
Análisis sintáctico completado con éxito.
>>>

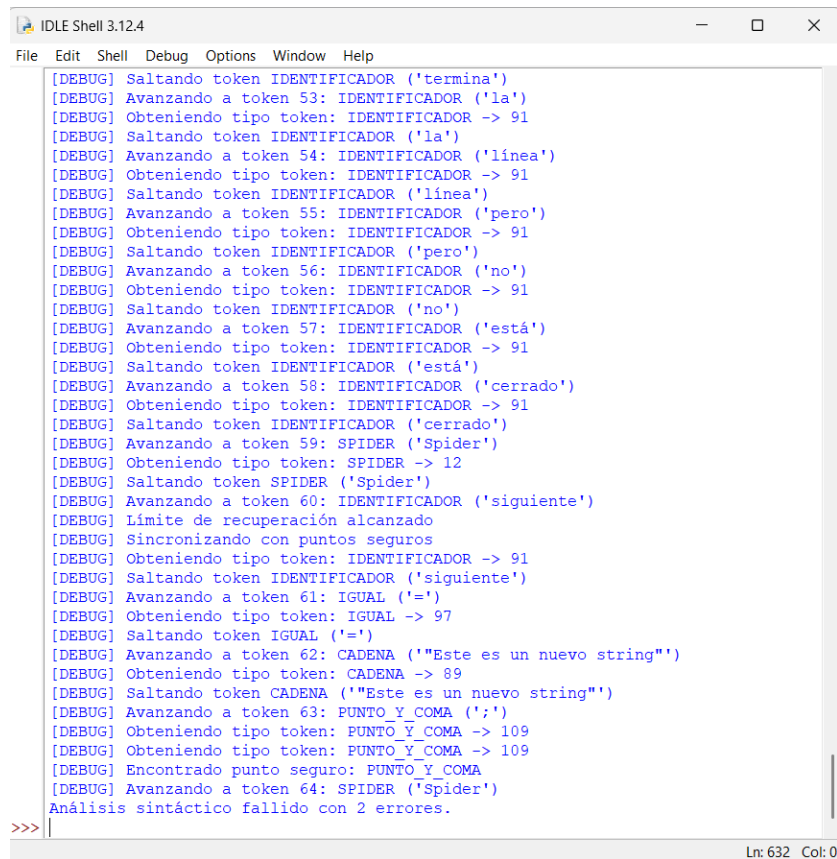
Ln: 610 Col: 0
```

Figura 6.3: Ejecución exitosa de 05_Prueba_PR_Control.txt

Pruebas con errores detectados

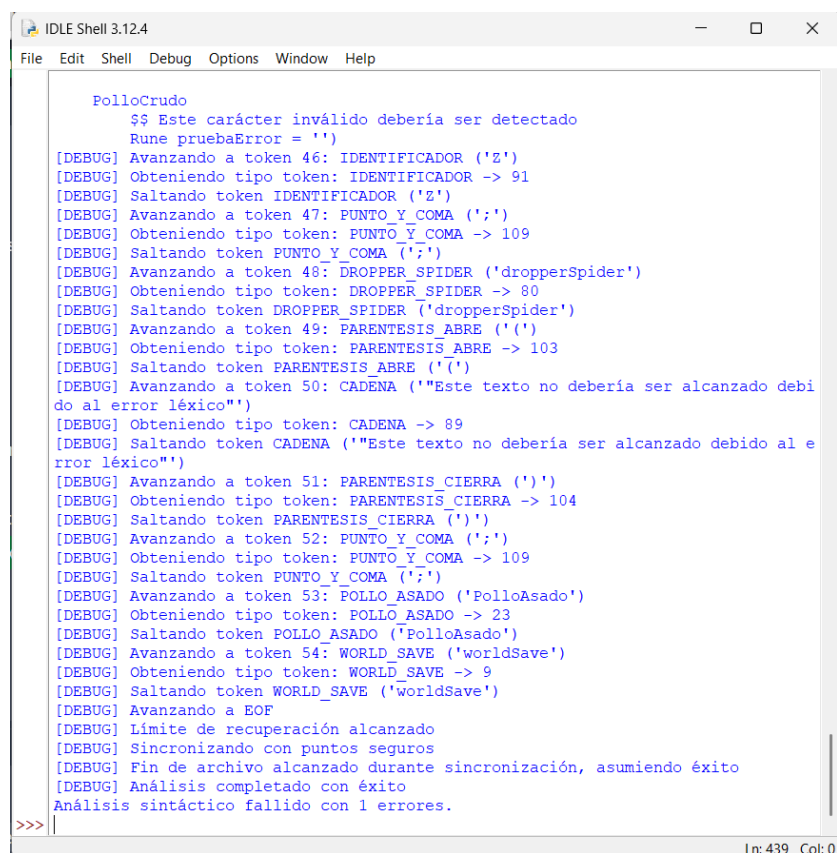
- **35_Prueba_Err_StringNoTerminado.txt**: Contiene múltiples casos de cadenas de texto mal formadas (sin comilla de cierre, seguidas por comentarios o nuevos tokens). El analizador léxico identificó correctamente los errores de forma y generó mensajes adecuados, además de mostrar recuperación parcial al continuar con la ejecución del archivo.
- **37_Prueba_Err_CaracterNoTerminado.txt**: Se incluyen literales de carácter mal contruidos (sin cierre, vacíos o con múltiples símbolos). Todos los casos fueron detectados por el analizador léxico como errores léxicos válidos. Además, el parser evitó errores en cascada, gracias a la estrategia de recuperación implementada.

Capturas de pantalla:



```
File Edit Shell Debug Options Window Help
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('termina')
[DEBUG] Avanzando a token 53: IDENTIFICADOR ('la')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('la')
[DEBUG] Avanzando a token 54: IDENTIFICADOR ('línea')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('línea')
[DEBUG] Avanzando a token 55: IDENTIFICADOR ('pero')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('pero')
[DEBUG] Avanzando a token 56: IDENTIFICADOR ('no')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('no')
[DEBUG] Avanzando a token 57: IDENTIFICADOR ('está')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('está')
[DEBUG] Avanzando a token 58: IDENTIFICADOR ('cerrado')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('cerrado')
[DEBUG] Avanzando a token 59: SPIDER ('Spider')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: SPIDER -> 12
[DEBUG] Saltando token SPIDER ('Spider')
[DEBUG] Avanzando a token 60: IDENTIFICADOR ('siguiente')
[DEBUG] Límite de recuperación alcanzado
[DEBUG] Sincronizando con puntos seguros
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('siguiente')
[DEBUG] Avanzando a token 61: IGUAL ('=')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IGUAL -> 97
[DEBUG] Saltando token IGUAL ('=')
[DEBUG] Avanzando a token 62: CADENA ("Este es un nuevo string")
[DEBUG] Obteniendo tipo token: CADENA -> 89
[DEBUG] Saltando token CADENA ("Este es un nuevo string")
[DEBUG] Avanzando a token 63: PUNTO_Y_COMA (;)
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Encontrado punto seguro: PUNTO_Y_COMA
[DEBUG] Avanzando a token 64: SPIDER ('Spider')
>>> |
Análisis sintáctico fallido con 2 errores.
Ln: 632 Col: 0
```

Figura 6.4: Errores léxicos detectados en 35_Prueba_Err_StringNoTerminado.txt



```
PolloCrudo
$$ Este carácter inválido debería ser detectado
Rune pruebaError = '')
[DEBUG] Avanzando a token 46: IDENTIFICADOR ('Z')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: IDENTIFICADOR -> 91
[DEBUG] Saltando token IDENTIFICADOR ('Z')
[DEBUG] Avanzando a token 47: PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Saltando token PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Avanzando a token 48: DROPPER_SPIDER ('dropperSpider')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: DROPPER_SPIDER -> 80
[DEBUG] Saltando token DROPPER_SPIDER ('dropperSpider')
[DEBUG] Avanzando a token 49: PARENTESIS_ABRE (('')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PARENTESIS_ABRE -> 103
[DEBUG] Saltando token PARENTESIS_ABRE (('')
[DEBUG] Avanzando a token 50: CADENA ("Este texto no debería ser alcanzado debi
do al error léxico")
[DEBUG] Obteniendo tipo token: CADENA -> 89
[DEBUG] Saltando token CADENA ("Este texto no debería ser alcanzado debido al e
rror léxico")
[DEBUG] Avanzando a token 51: PARENTESIS_CIERRA (')')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PARENTESIS_CIERRA -> 104
[DEBUG] Saltando token PARENTESIS_CIERRA (')')
[DEBUG] Avanzando a token 52: PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: PUNTO_Y_COMA -> 109
[DEBUG] Saltando token PUNTO_Y_COMA (;')
[DEBUG] Avanzando a token 53: POLLO_ASADO ('PolloAsado')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: POLLO_ASADO -> 23
[DEBUG] Saltando token POLLO_ASADO ('PolloAsado')
[DEBUG] Avanzando a token 54: WORLD_SAVE ('worldSave')
[DEBUG] Obteniendo tipo token: WORLD_SAVE -> 9
[DEBUG] Saltando token WORLD_SAVE ('worldSave')
[DEBUG] Avanzando a EOF
[DEBUG] Límite de recuperación alcanzado
[DEBUG] Sincronizando con puntos seguros
[DEBUG] Fin de archivo alcanzado durante sincronización, asumiendo éxito
[DEBUG] Análisis completado con éxito
Análisis sintáctico fallido con 1 errores.
>>>
```

Figura 6.5: Errores léxicos detectados en 37_Prueba_Err_CaracterNoTerminado.txt

En resumen, las pruebas demuestran que el parser reconoce correctamente estructuras válidas complejas y que también maneja adecuadamente errores léxicos, incluyendo múltiples casos problemáticos seguidos, sin caer en errores en cascada. Esto valida tanto la gramática como el driver de parsing implementado.