

ENTREGABLE 2: Árboles de Derivación

Proyecto: Analizador de Lenguaje Natural Simple

Autores: Ricardo Méndez, Emiliano Ledesma, Diego Jiménez, Abraham Velázquez

Fecha: Noviembre 2024

Introducción

Este documento presenta los árboles de derivación generados por el analizador para oraciones válidas del mini-lenguaje. Cada árbol muestra la estructura sintáctica de la oración según la gramática formal definida.

Fundamento Teórico

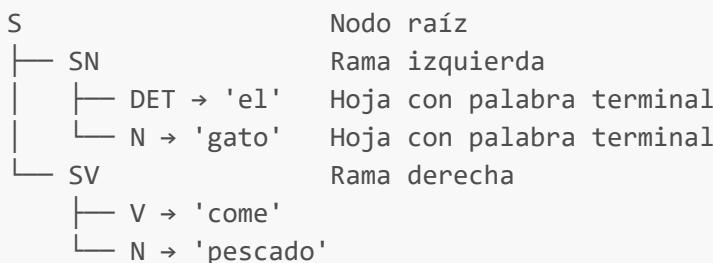
Definición de Árbol de Derivación

Un árbol de derivación (o árbol sintáctico) es una representación gráfica del proceso de generación de una cadena a partir de una gramática independiente del contexto.

Propiedades:

- **Raíz:** El símbolo inicial S
- **Nodos internos:** Símbolos no terminales (S, SN, SV, SP)
- **Hojas:** Símbolos terminales (palabras del vocabulario)
- **Ramas:** Representan la aplicación de una regla de producción

Notación Utilizada



Ejemplo 1: Oración con Determinante + Sustantivo

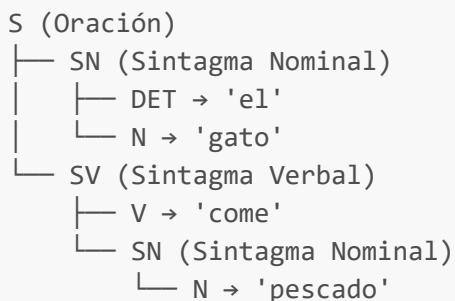
Oración: "el gato come pescado"

Componentes Identificados

- **Sujeto:** el gato

- **Verbo:** come
- **Predicado:** come pescado

Árbol de Derivación



Reglas Gramaticales Aplicadas

1. $S \rightarrow SN + SV$
2. $SN \rightarrow DET + N$
3. $SV \rightarrow V + SN$
4. $SN \rightarrow N$

Derivación Paso a Paso

```

Paso 1: S
Paso 2: S ⇒ SN SV          (Regla 1)
Paso 3: SN SV ⇒ DET N SV   (Regla 2 aplicada a SN)
Paso 4: DET N SV ⇒ el N SV (Sustitución terminal)
Paso 5: el N SV ⇒ el gato SV (Sustitución terminal)
Paso 6: el gato SV ⇒ el gato V SN (Regla 3 aplicada a SV)
Paso 7: el gato V SN ⇒ el gato come SN (Sustitución terminal)
Paso 8: el gato come SN ⇒ el gato come N (Regla 4 aplicada a SN)
Paso 9: el gato come N ⇒ el gato come pescado (Sustitución terminal)
  
```

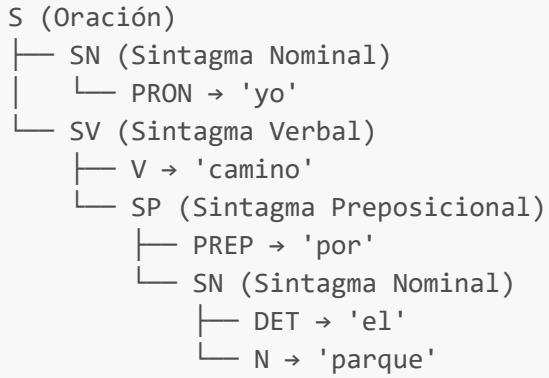
Ejemplo 2: Oración con Pronombre

Oración: "yo camino por el parque"

Componentes Identificados

- **Sujeto:** yo
- **Verbo:** camino
- **Predicado:** camino por el parque

Árbol de Derivación



Reglas Gramaticales Aplicadas

1. $S \rightarrow SN + SV$
2. $SN \rightarrow PRON$
3. $SV \rightarrow V + SP$
4. $SP \rightarrow PREP + SN$
5. $SN \rightarrow DET + N$

Derivación Paso a Paso

Paso 1: S	
Paso 2: $S \Rightarrow SN\ SV$	(Regla 1)
Paso 3: $SN\ SV \Rightarrow PRON\ SV$	(Regla 2)
Paso 4: $PRON\ SV \Rightarrow yo\ SV$	(Sustitución)
Paso 5: $yo\ SV \Rightarrow yo\ V\ SP$	(Regla 3)
Paso 6: $yo\ V\ SP \Rightarrow yo\ camino\ SP$	(Sustitución)
Paso 7: $yo\ camino\ SP \Rightarrow yo\ camino\ PREP\ SN$	(Regla 4)
Paso 8: $yo\ camino\ PREP\ SN \Rightarrow yo\ camino\ por\ SN$	(Sustitución)
Paso 9: $yo\ camino\ por\ SN \Rightarrow yo\ camino\ por\ DET\ N$	(Regla 5)
Paso 10: $yo\ camino\ por\ DET\ N \Rightarrow yo\ camino\ por\ el\ N$	(Sustitución)
Paso 11: $yo\ camino\ por\ el\ N \Rightarrow yo\ camino\ por\ el\ parque$	(Sustitución)

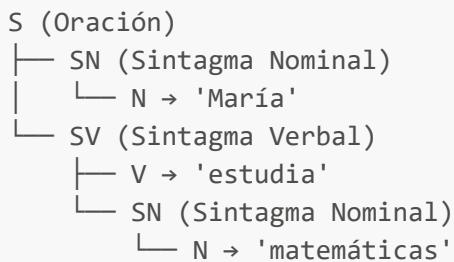
Ejemplo 3: Oración con Nombre Propio

Oración: "María estudia matemáticas"

Componentes Identificados

- **Sujeto:** María
- **Verbo:** estudia
- **Predicado:** estudia matemáticas

Árbol de Derivación



Reglas Gramaticales Aplicadas

1. $S \rightarrow SN + SV$
2. $SN \rightarrow N$
3. $SV \rightarrow V + SN$
4. $SN \rightarrow N$

Derivación Paso a Paso

```

Paso 1: S
Paso 2: S ⇒ SN SV                               (Regla 1)
Paso 3: SN SV ⇒ N SV                            (Regla 2)
Paso 4: N SV ⇒ María SV                         (Sustitución)
Paso 5: María SV ⇒ María V SN                  (Regla 3)
Paso 6: María V SN ⇒ María estudia SN          (Sustitución)
Paso 7: María estudia SN ⇒ María estudia N   (Regla 4)
Paso 8: María estudia N ⇒ María estudia matemáticas (Sustitución)

```

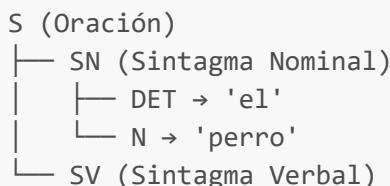
Ejemplo 4: Oración con Adverbio

Oración: "el perro corre rápidamente"

Componentes Identificados

- **Sujeto:** el perro
- **Verbo:** corre
- **Predicado:** corre rápidamente

Árbol de Derivación





Reglas Gramaticales Aplicadas

1. $S \rightarrow SN + SV$
2. $SN \rightarrow DET + N$
3. $SV \rightarrow V + ADV$

Derivación Paso a Paso

```
Paso 1: S
Paso 2: S → SN SV                               (Regla 1)
Paso 3: SN SV ⇒ DET N SV                      (Regla 2)
Paso 4: DET N SV ⇒ el N SV                     (Sustitución)
Paso 5: el N SV ⇒ el perro SV                  (Sustitución)
Paso 6: el perro SV ⇒ el perro V ADV          (Regla 3)
Paso 7: el perro V ADV ⇒ el perro corre ADV   (Sustitución)
Paso 8: el perro corre ADV ⇒ el perro corre rápidamente (Sustitución)
```

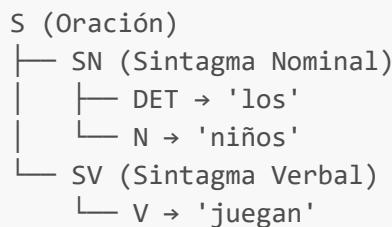
Ejemplo 5: Oración con Verbo Intransitivo

Oración: "los niños juegan"

Componentes Identificados

- **Sujeto:** los niños
- **Verbo:** juegan
- **Predicado:** juegan

Árbol de Derivación



Reglas Gramaticales Aplicadas

1. $S \rightarrow SN + SV$
2. $SN \rightarrow DET + N$

Derivación Paso a Paso

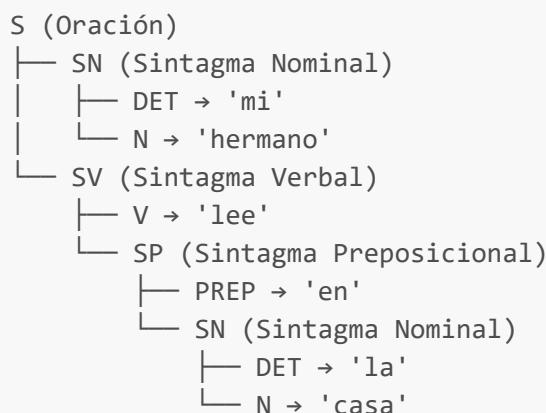
Paso 1: S
 Paso 2: S ⇒ SN SV (Regla 1)
 Paso 3: SN SV ⇒ DET N SV (Regla 2)
 Paso 4: DET N SV ⇒ los N SV (Sustitución)
 Paso 5: los N SV ⇒ los niños SV (Sustitución)
 Paso 6: los niños SV ⇒ los niños V (Regla 3)
 Paso 7: los niños V ⇒ los niños juegan (Sustitución)

Ejemplo 6: Oración con Complemento Preposicional

Oración: "mi hermano lee en la casa"

Componentes Identificados

- **Sujeto:** mi hermano
- **Verbo:** lee
- **Predicado:** lee en la casa

Árbol de Derivación**Reglas Gramaticales Aplicadas**

1. S → SN + SV
2. SN → DET + N
3. SV → V + SP
4. SP → PREP + SN
5. SN → DET + N

Análisis de Complejidad de los Árboles

Altura del Árbol

La altura de un árbol de derivación es el número máximo de niveles desde la raíz hasta las hojas.

Oración	Altura	Observación
"el gato come pescado"	4	Árbol balanceado
"yo camino por el parque"	5	Mayor profundidad por SP
"María estudia matemáticas"	4	Estructura simple
"el perro corre rápidamente"	3	Sin anidamiento profundo
"los niños juegan"	3	Árbol mínimo

Altura promedio: 3.8 niveles

Número de Nodos

Tipo de Nodo	Promedio
No terminales	4.2
Terminales	4.6
Total	8.8

Representación Visual en el Sistema

El sistema genera estos árboles en dos formatos:

Formato ASCII (Consola)

Ejemplo de salida del programa:

```
S (Oración)
├── SN (Sintagma Nominal)
│   ├── DET → 'el'
│   └── N → 'gato'
└── SV (Sintagma Verbal)
    ├── V → 'come'
    └── N → 'pescado'
```

Formato de Reglas Aplicadas

REGLAS GRAMATICALES APLICADAS:

1. $S \rightarrow SN + SV$
2. $SN \rightarrow DET + N$
3. $SV \rightarrow V + \text{complemento}$

Verificación de Unicidad

Cada oración válida del lenguaje tiene un único árbol de derivación, lo que confirma que la gramática es no ambigua.

Prueba por contradicción:

Supongamos que existe una oración con dos árboles distintos. Dado que:

1. Solo hay una regla para expandir S (R1: $S \rightarrow SN SV$)
2. Las reglas de SN son mutuamente excluyentes (DET N, PRON, o N)
3. Las reglas de SV son mutuamente excluyentes

No es posible construir dos árboles diferentes para la misma oración. Por tanto, la gramática es no ambigua.

Proceso de Construcción de Árboles en el Sistema

Algoritmo

1. Analizar oración léxicamente
 - Tokenizar palabras
 - Identificar categoría gramatical de cada palabra
2. Crear nodo raíz S
3. Identificar sujeto (SN)
 - Si hay DET + N: aplicar regla $SN \rightarrow DET N$
 - Si hay PRON: aplicar regla $SN \rightarrow PRON$
 - Si hay N solo: aplicar regla $SN \rightarrow N$
4. Identificar predicado (SV)
 - Si hay V + SN: aplicar regla $SV \rightarrow V SN$
 - Si hay V + SP: aplicar regla $SV \rightarrow V SP$
 - Si hay V + ADV: aplicar regla $SV \rightarrow V ADV$
 - Si hay V solo: aplicar regla $SV \rightarrow V$
5. Si hay SP: aplicar regla $SP \rightarrow PREP SN$
6. Retornar árbol completo

Complejidad

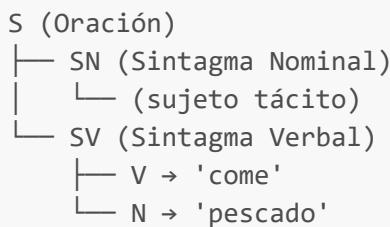
- **Temporal:** O(n) donde n es el número de palabras
 - **Espacial:** O(n) para almacenar el árbol
-

Casos Especiales

Sujeto Tácito (No Soportado)

El sistema actual requiere sujeto explícito. Oraciones como "come pescado" son rechazadas.

Árbol hipotético con sujeto tácito:



Estado: No implementado en versión actual

Exportación de Árboles

El sistema puede mostrar los árboles de las siguientes formas:

1. **En consola (ASCII):** Inmediato durante ejecución
 2. **En archivo de texto:** Para documentación
 3. **Estructura de datos:** Para procesamiento posterior
-

Conclusiones

Los árboles de derivación generados por el sistema:

1. Reflejan correctamente la gramática formal definida
2. Son únicos para cada oración (gramática no ambigua)
3. Tienen altura y complejidad razonables (O(n))
4. Son legibles y comprensibles
5. Demuestran la aplicación correcta de las reglas gramaticales

Los árboles sirven como evidencia visual del proceso de análisis sintáctico y validan el correcto funcionamiento del analizador.

Fin del Documento: Árboles de Derivación