✓ Cheat Sheet: Nullable, First e Follow

● Nullable (Quem pode gerar cadeia vazia?)

X é nullable se existe alguma produção que permite $X \Rightarrow^* \epsilon$

✓ Regras para calcular **Nullable(X)** :

Produção	O que fazer
$X \rightarrow \epsilon$	Marque X como nullable
$X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n$	Se todos os Y_i são nullable , então X também é nullable

● FIRST (Quais símbolos terminais podem aparecer no início de **X**?)

Para cada **produção de $X \rightarrow \alpha$** , calcule quais terminais podem iniciar essa derivação.

✓ Regras para calcular **FIRST(X)** :

Produção	Ação para montar FIRST(X)
$X \rightarrow a \dots$ (a é terminal)	Adicione a a FIRST(X)
$X \rightarrow Y \dots$ (Y é não-terminal)	Adicione FIRST(Y) a FIRST(X)
$X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n$	Vá da esquerda pra direita: Para cada Y_i :
	▶ Adicione FIRST(Y_i) a FIRST(X)
	▶ Se Y_i não é nullable , pare
	▶ Se todos os Y_i são nullable , continue

Obs: **Não adicione ϵ ao FIRST(X)** (segundo o seu professor)

■ **Dica importante sobre ciclos:**

Se $X \rightarrow Y$ e $Y \rightarrow X$ (ou algo similar), **isso não é problema**. Apenas propague os **FIRST** normalmente. Se **Y** tem uma produção como $Y \rightarrow d$, então **FIRST(X) = {d}**.

✓ **Não precisa se preocupar com loops — basta seguir as regras acima.**

● FOLLOW (Quais símbolos terminais podem vir **logo após X**?)

Usado para prever qual produção escolher. Aplica-se **nas produções onde X aparece à direita.**

✓ Regras para calcular **FOLLOW(X)** :

Contexto da produção	Ação sobre FOLLOW(X)
Produção $A \rightarrow \alpha X \beta$	Vá da esquerda para a direita na produção $A \rightarrow \alpha X_1 X_2 \dots X_n$: Para cada X_i :
	➤ Adicione FIRST(β) a FOLLOW(X_i)
	➤ Se β for nullable , adicione também FOLLOW(A) a FOLLOW(X_i)
	➤ Se β não existir (ou for vazio), adicione FOLLOW(A) a FOLLOW(X_i)
Produção $A \rightarrow \alpha X$ (X no fim)	➤ Adicione FOLLOW(A) a FOLLOW(X)

✓ Notas práticas:

- **Nullable(X)** ajuda a **decidir se deve continuar olhando o próximo símbolo** ao montar **FIRST** e **FOLLOW**.
- Ao montar **FIRST(X)**, percorra **cada produção $X \rightarrow \alpha$** , e aplique as regras da esquerda para a direita.
- **FIRST** = **terminais que podem iniciar α** (α é o lado direito da produção: por exemplo, em $X \rightarrow \alpha$, α pode ser algo como a B C)
- **FOLLOW** = **terminais que podem vir logo depois de X em alguma derivação**
- Monte os conjuntos na ordem:
 1. Nullable
 2. FIRST
 3. FOLLOW

■ Dica prática sobre loops em **FIRST** e **FOLLOW**:

Se, ao montar **FIRST(X)** ou **FOLLOW(X)**, você se deparar com uma expressão do tipo **FIRST(X) = FIRST(X) $\cup$...** ou **FOLLOW(X) = FOLLOW(X) $\cup$...**, ignore temporariamente o conjunto de si mesmo (o próprio X):

$$\text{FIRST}(X) = \text{FIRST}(X) \cup \text{FIRST}(Y) \cup \dots$$

$$\text{FIRST}(X) = \text{FIRST}(Y) \cup \dots$$

$$\text{FOLLOW}(X) = \text{FOLLOW}(X) \cup \text{FOLLOW}(Y) \cup \dots$$

$$\text{FOLLOW}(X) = \text{FOLLOW}(Y) \cup \dots$$

✓ Exemplo completo com as regras aplicadas

Gramática:

$S \rightarrow A B$
 $A \rightarrow a \mid \epsilon$
 $B \rightarrow b$

● Nullable:

- $A \rightarrow \epsilon \rightarrow \checkmark$ A é nullable
 - $B \rightarrow b \rightarrow \times$ B não é nullable
 - $S \rightarrow A B \rightarrow A$ é nullable, B não $\rightarrow \times$ S não é nullable
- $\checkmark$ Nullable = $\{A\}$

● FIRST:

Para $A \rightarrow a \mid \epsilon$:

- $FIRST(A) = \{a\}$ (ϵ não entra!)

Para $B \rightarrow b$:

- $FIRST(B) = \{b\}$

Para $S \rightarrow A B$:

- A pode gerar a ou $\epsilon \Rightarrow$ olhe também B
 - $FIRST(S) = FIRST(A) \cup FIRST(B) = \{a\} \cup \{b\} = \{a, b\}$
- $\checkmark$ $FIRST(S) = \{a, b\}$

● FOLLOW:

- $FOLLOW(S) = \{\}$ (símbolo inicial)
- $S \rightarrow A B$
 - B está no final $\rightarrow FOLLOW(B) += FOLLOW(S) = \{\}$
 - A vem antes de B :
 - $FIRST(B) = \{b\} \rightarrow FOLLOW(A) += \{b\}$

$\checkmark$ $FOLLOW(A) = \{b\}$

$\checkmark$ $FOLLOW(B) = \{\}$

$\checkmark$ Resumo visual final

Nullable:

$A \rightarrow \epsilon \Rightarrow$ Nullable(A)

$S \rightarrow A B \Rightarrow A$ é nullable, mas B não $\Rightarrow S$ não é nullable

FIRST:

$$\text{FIRST}(A) = \{a\}$$

$$\text{FIRST}(B) = \{b\}$$

$$\text{FIRST}(S) = \text{FIRST}(A) \cup \text{FIRST}(B) = \{a, b\}$$

FOLLOW:

$$\text{FOLLOW}(S) = \{\}$$

$$\text{FOLLOW}(A) = \{b\}$$

$$\text{FOLLOW}(B) = \{\}$$