

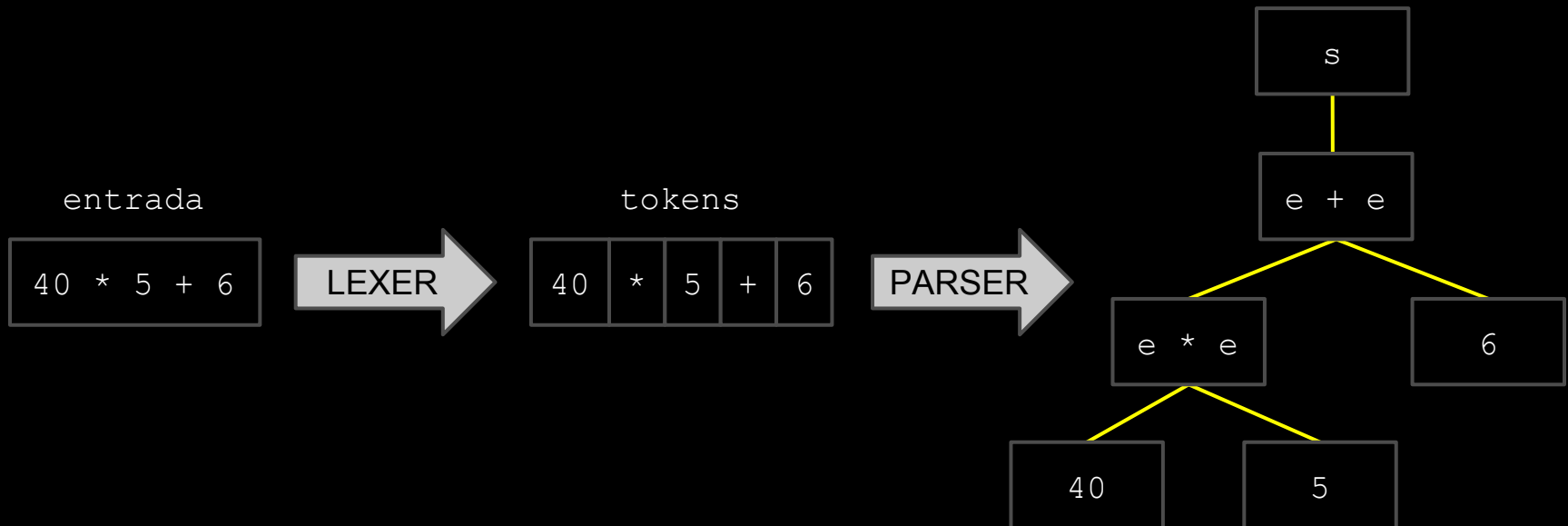
2ª Aula Prática de Compiladores: Tree Walking com ANTLR 4

Roteiro

- Tree Walking
- Labels
- Listener
- Visitor
- Geração de Arquivos
- Exercício Prático

Tree Walking

- Procedimento de avaliação recursiva na árvore de derivação
- O ANTLR suporta dois mecanismos de tree-walking: listeners e visitors



Tree Walking (Listeners vs Visitors)

- Listeners

- Geradas por padrão pelo ANTLR
- Basta implementar os callbacks que o ANTLR irá chamá-los durante a exploração da árvore

- Visitors

- Mais versáteis do que os listeners
- É necessário implementar as chamadas aos nós filhos para visitar as sub-árvores

Labels

- O ANTLR gera métodos no listener e no visitor de acordo com as regras de produção da gramática
- Por padrão, não são criados métodos para as alternativas de cada regra
- Podemos "etiquetar" com uma label as alternativas das regras que desejamos que seja gerado um método no listener e no visitor

Labels (Gramática Exp vs Gramática AnnotExp)

```
grammar Exp;
```

```
s : e;
```

```
e : e '*' e
```

```
   | e '+' e
```

```
   | INT
```

```
;
```

```
INT : [0-9]+;
```

```
WS  : [ \t\r\n]+ -> skip;
```

Labels (Gramática Exp vs Gramática AnnotExp)

```
grammar AnnotExp;
```

```
s : e;
```

```
e : e MUL e      #MulExp
```

```
   | e ADD e      #AddExp
```

```
   | INT          #Int
```

```
;
```

```
MUL : '*' ;
```

```
ADD : '+' ;
```

```
INT : [0-9]+;
```

```
WS  : [ \t\r\n]+ -> skip;
```

Listener

- Se origina no padrão Observer, onde observadores (ou ouvintes) são notificados quando determinados eventos ocorrem
- São criados métodos de entrada (enter rule) e de saída (exit rule) para cada regra de produção e para as alternativas etiquetadas
- O ANTLR disponibiliza um objeto walker (no qual o listener é anexado) que pode ser utilizado também em outras etapas do processo de compilação

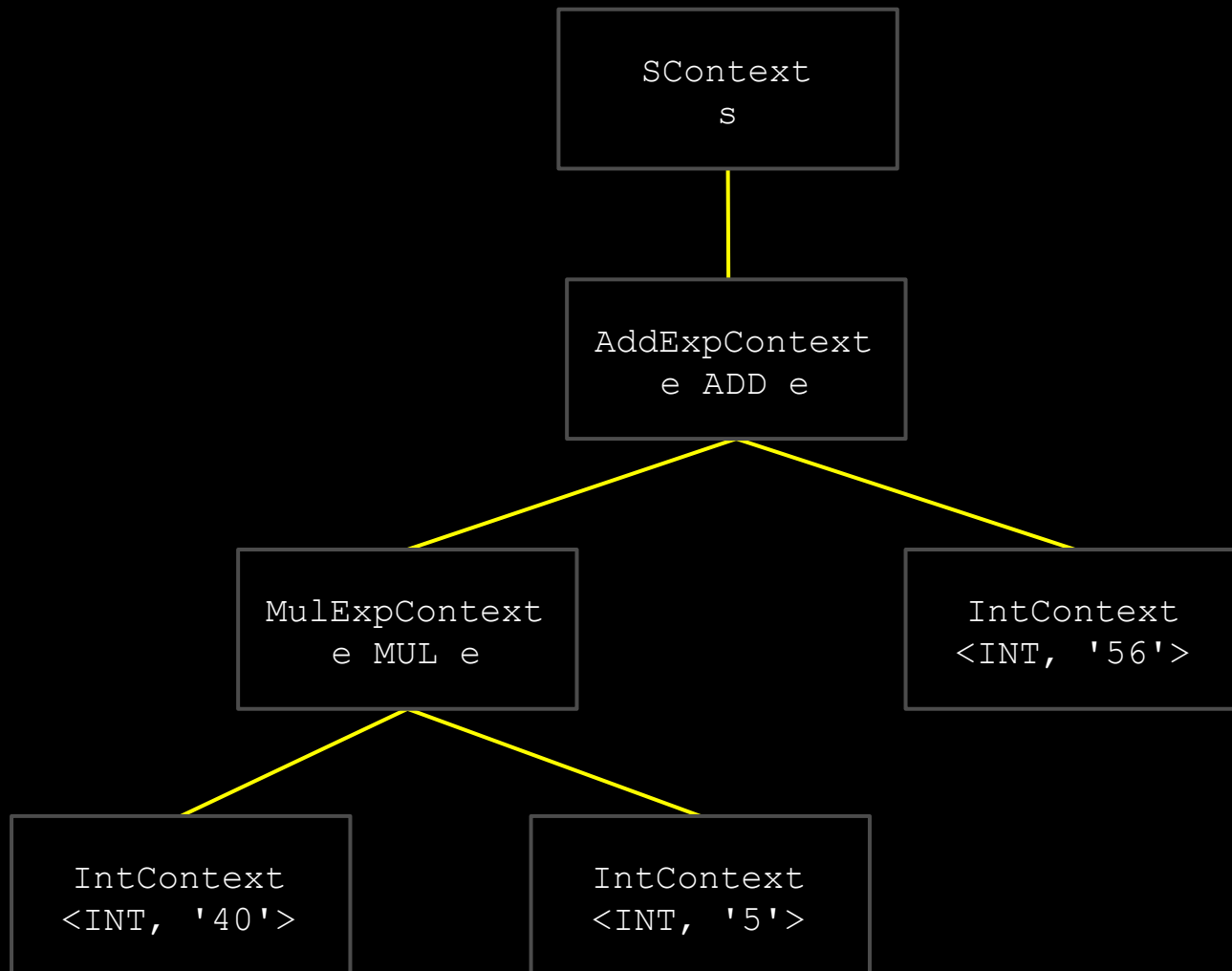
Listener (Exemplo de Interface de Listener no ANTLR)

```
public interface AnnotExpListener
extends ParseTreeListener {
    void enterS(AnnotExpParser.SContext ctx);
    void exitS(AnnotExpParser.SContext ctx);
    void enterMulExp(AnnotExpParser.MulExpContext ctx);
    void exitMulExp(AnnotExpParser.MulExpContext ctx);
    void enterAddExp(AnnotExpParser.AddExpContext ctx);
    void exitAddExp(AnnotExpParser.AddExpContext ctx);
    void enterInt(AnnotExpParser.IntContext ctx);
    void exitInt(AnnotExpParser.IntContext ctx);
}
```

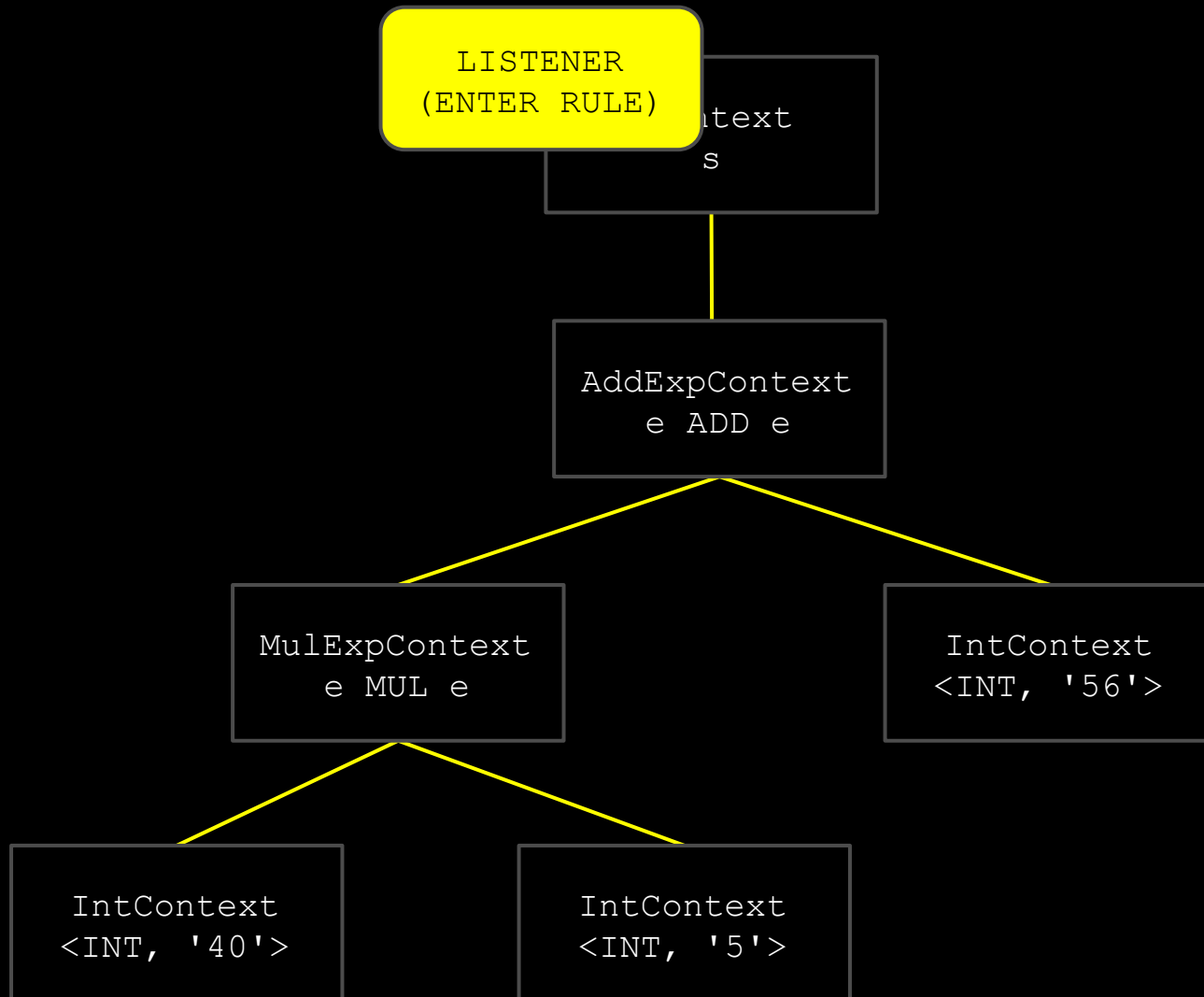
Listener (Exemplo)

- Percorrendo a árvore sintática gerada pela expressão “40 * 5 + 56” da gramática AnnotExp

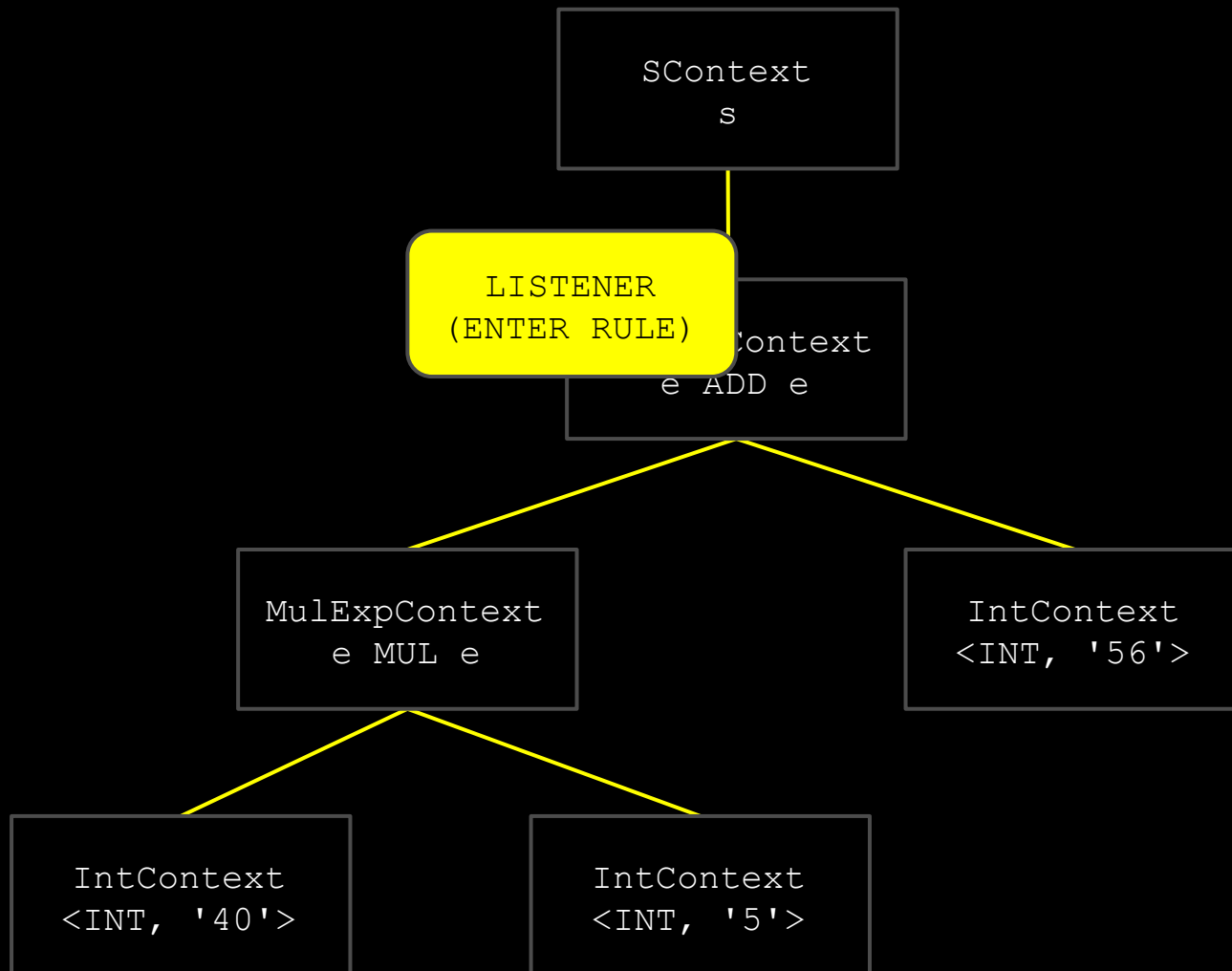
Listener (Exemplo)



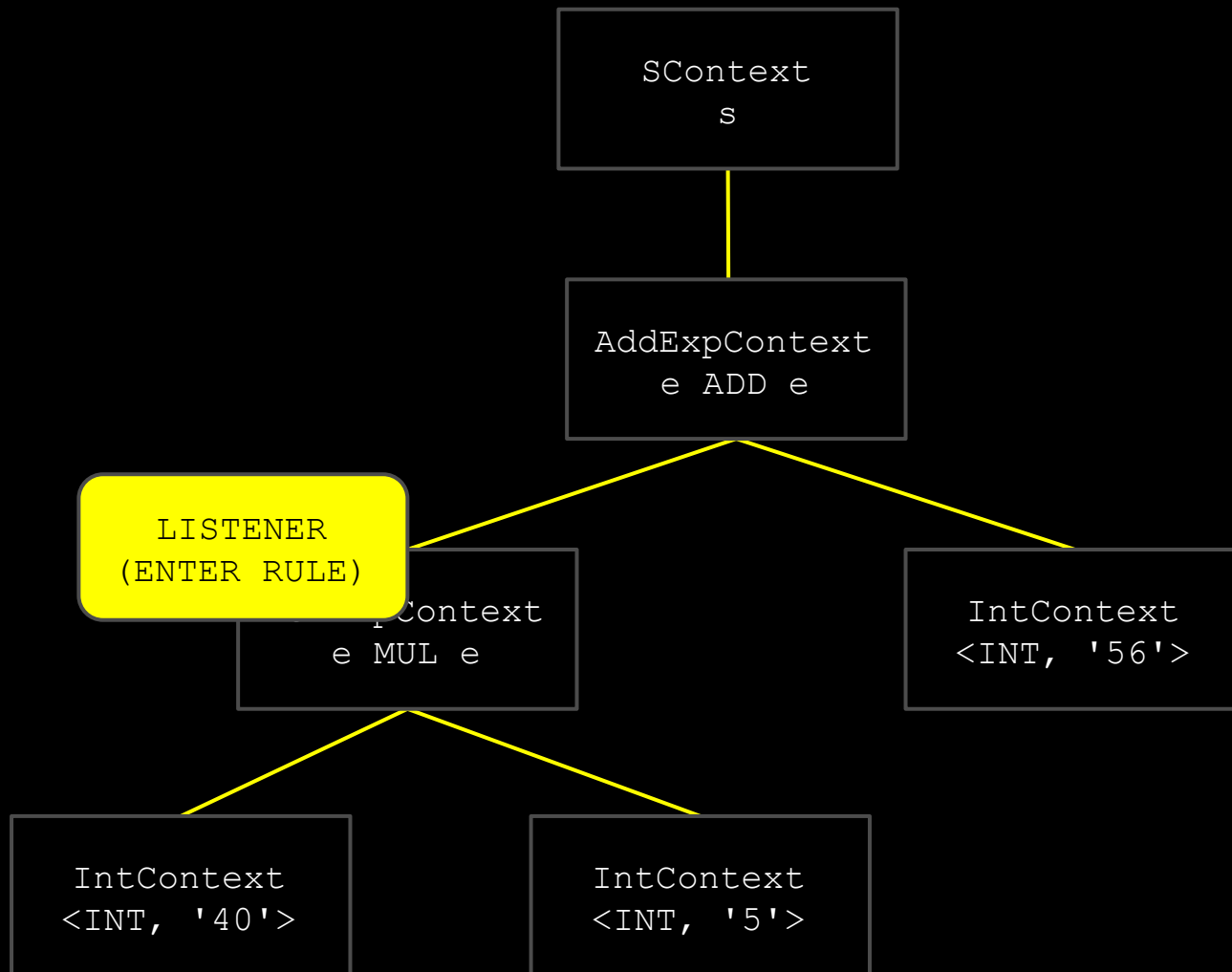
Listener (Exemplo)



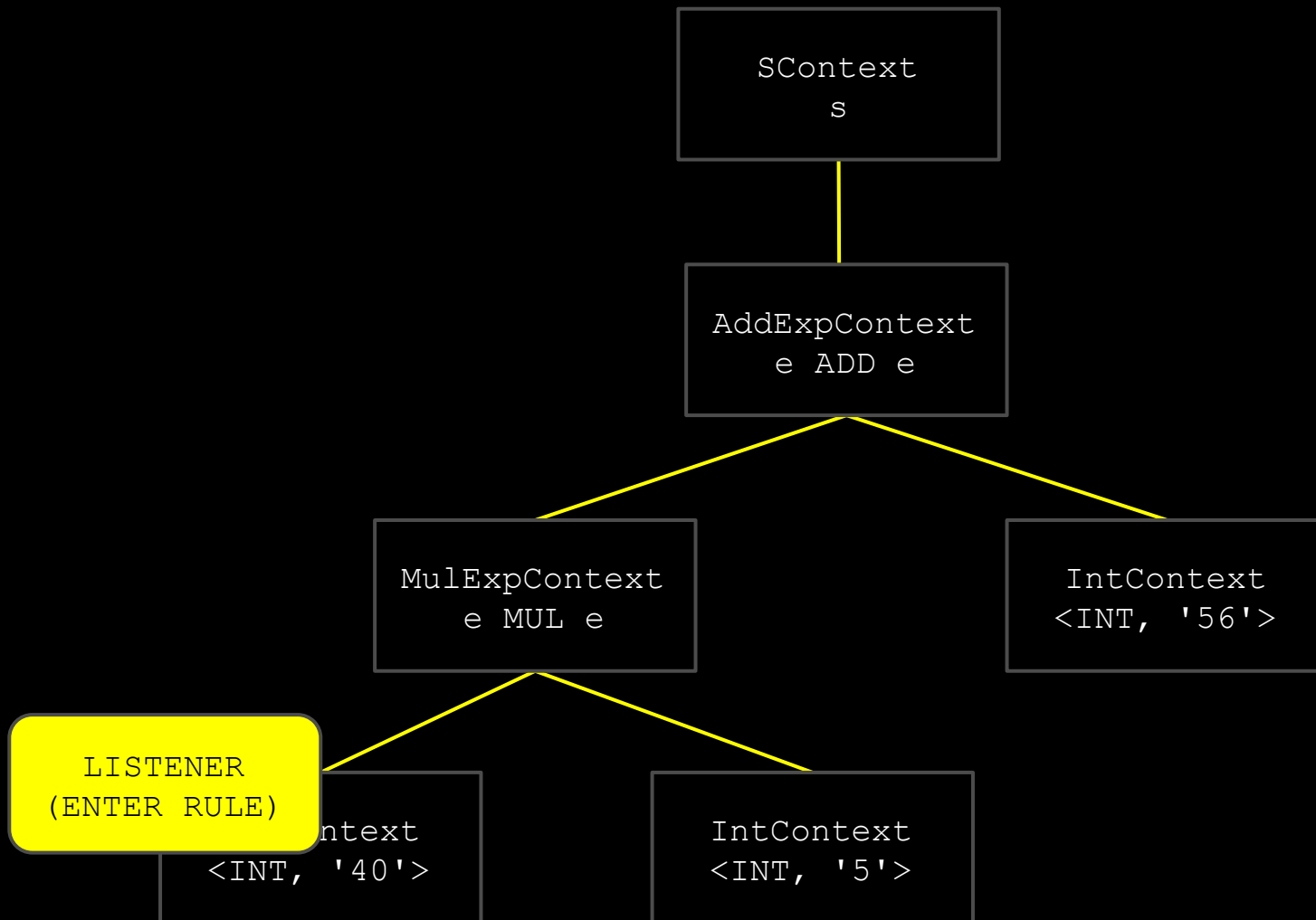
Listener (Exemplo)



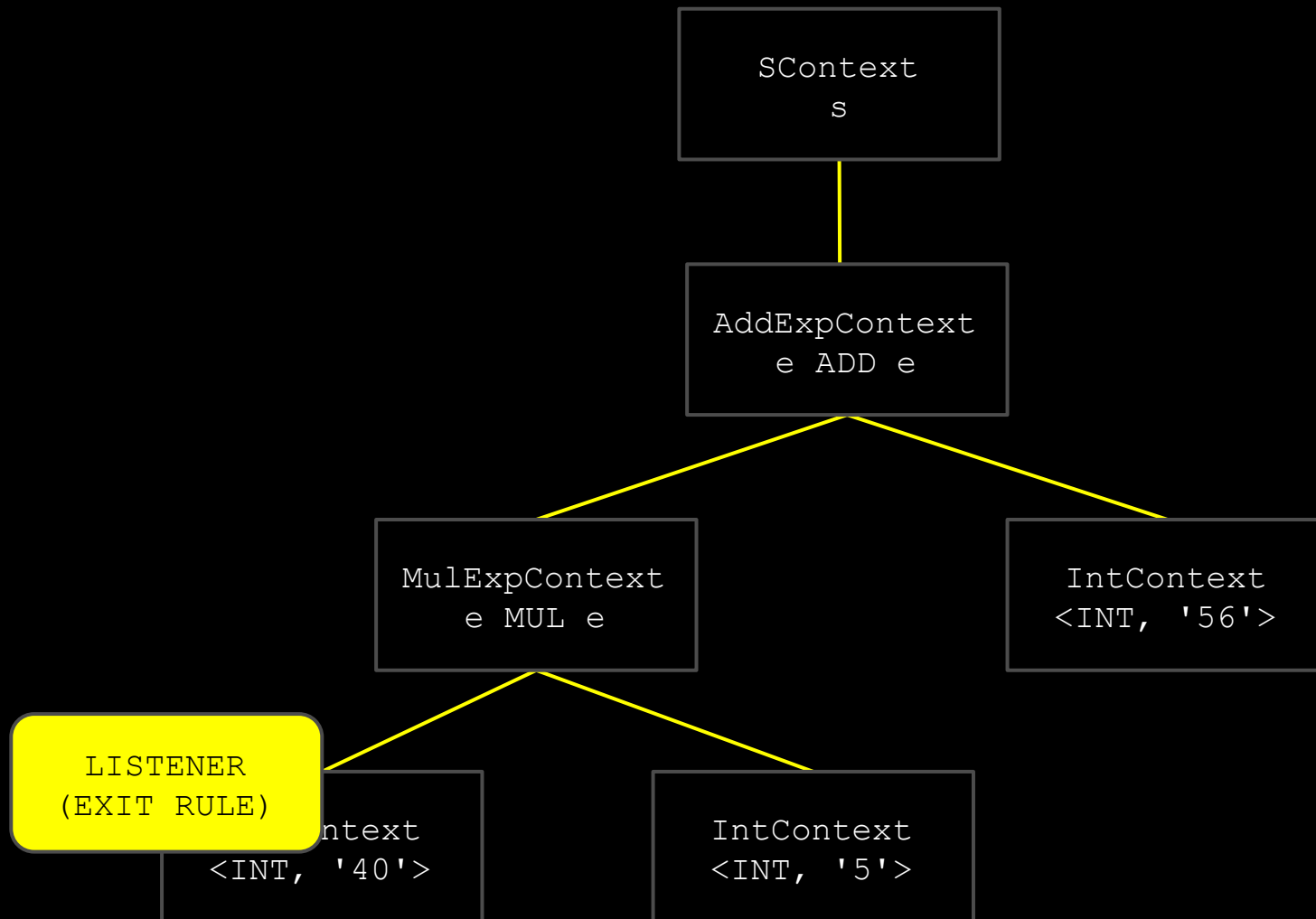
Listener (Exemplo)



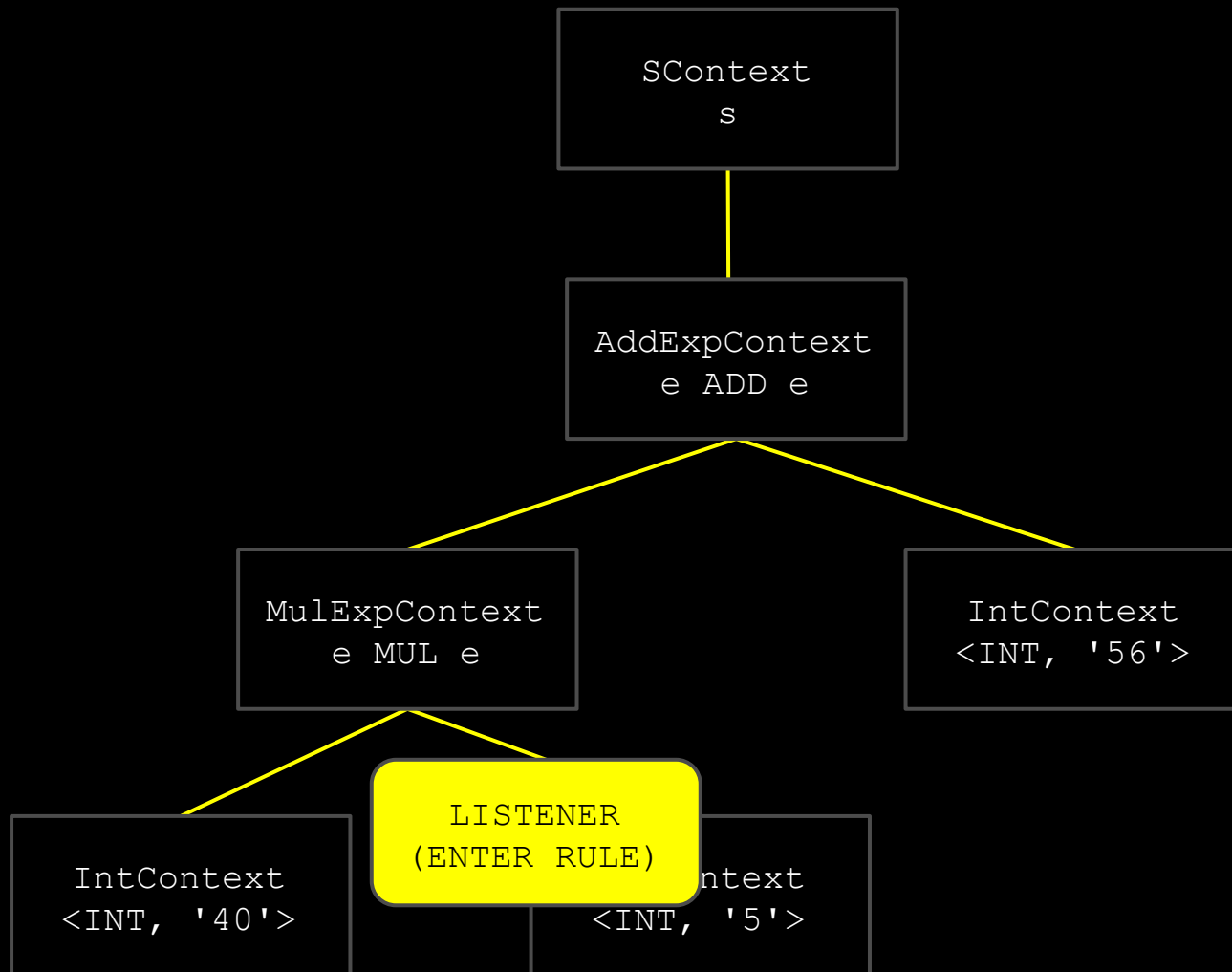
Listener (Exemplo)



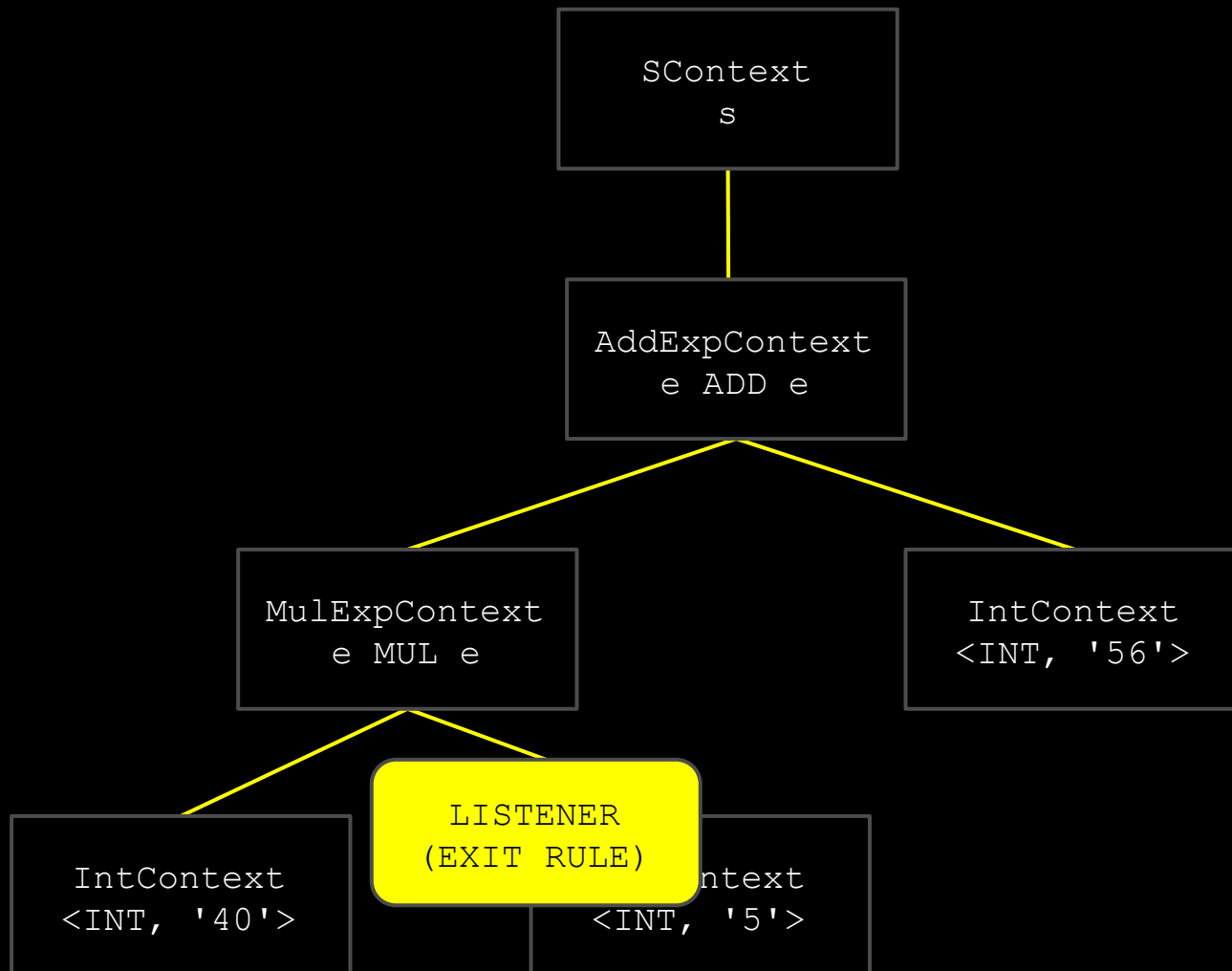
Listener (Exemplo)



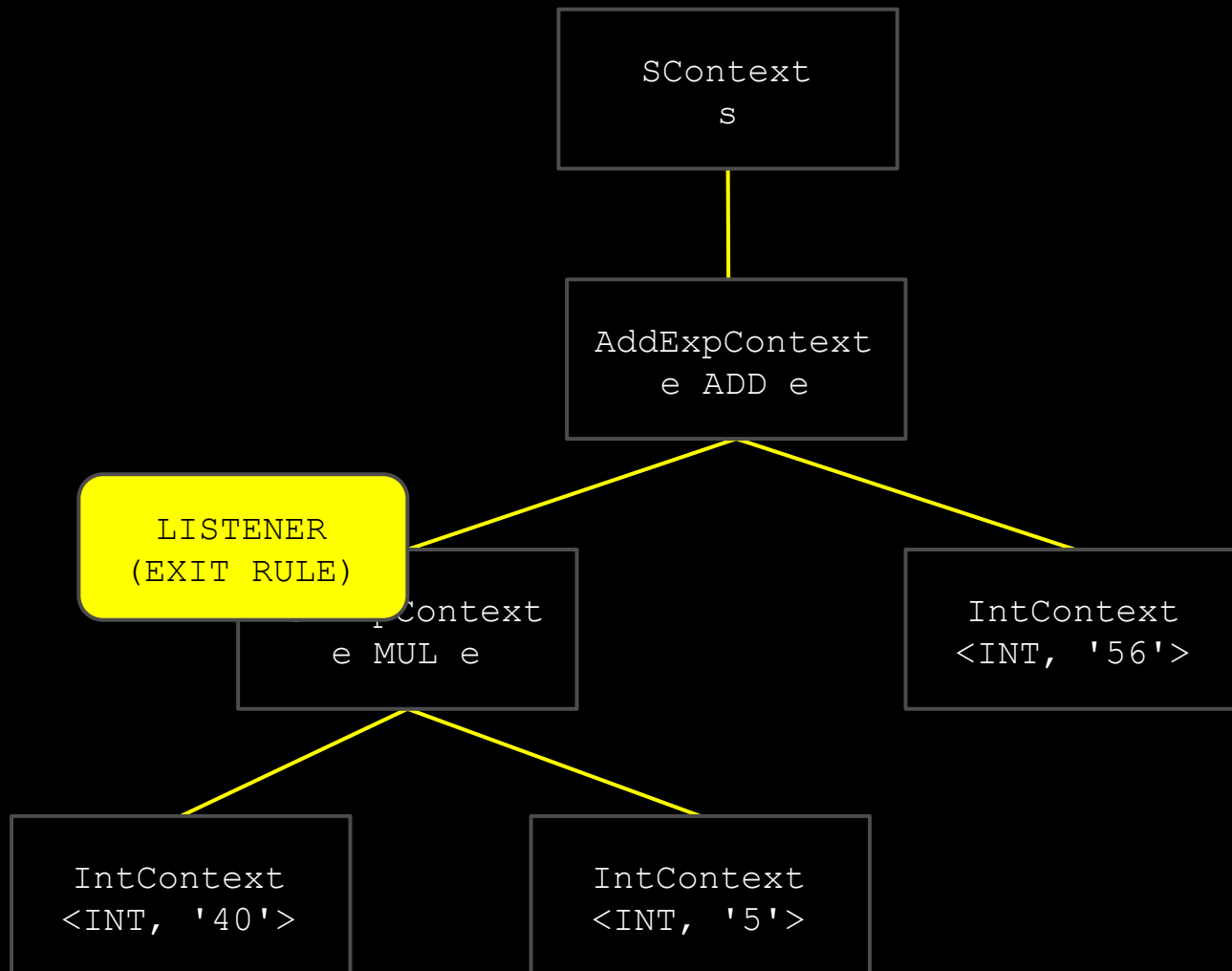
Listener (Exemplo)



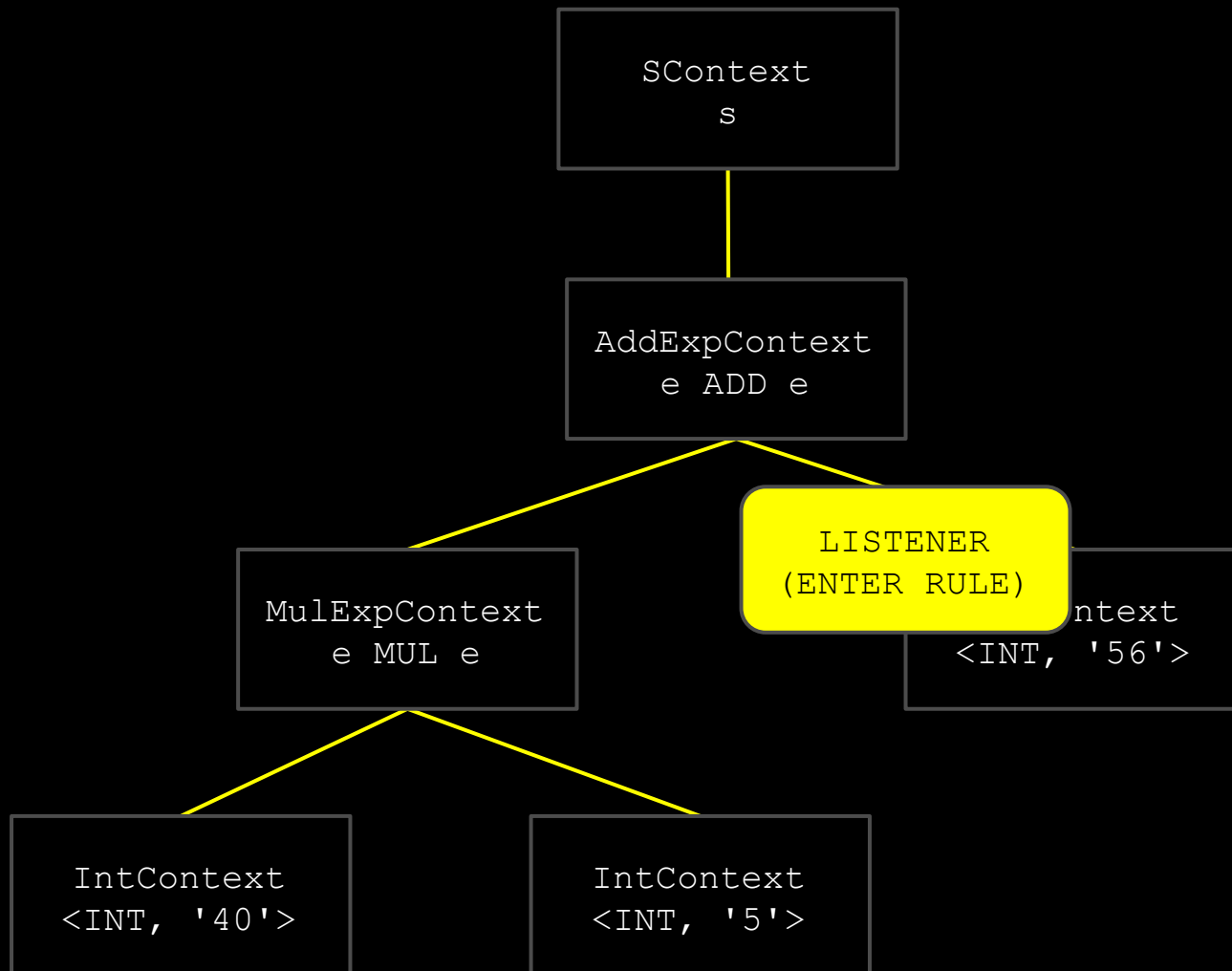
Listener (Exemplo)



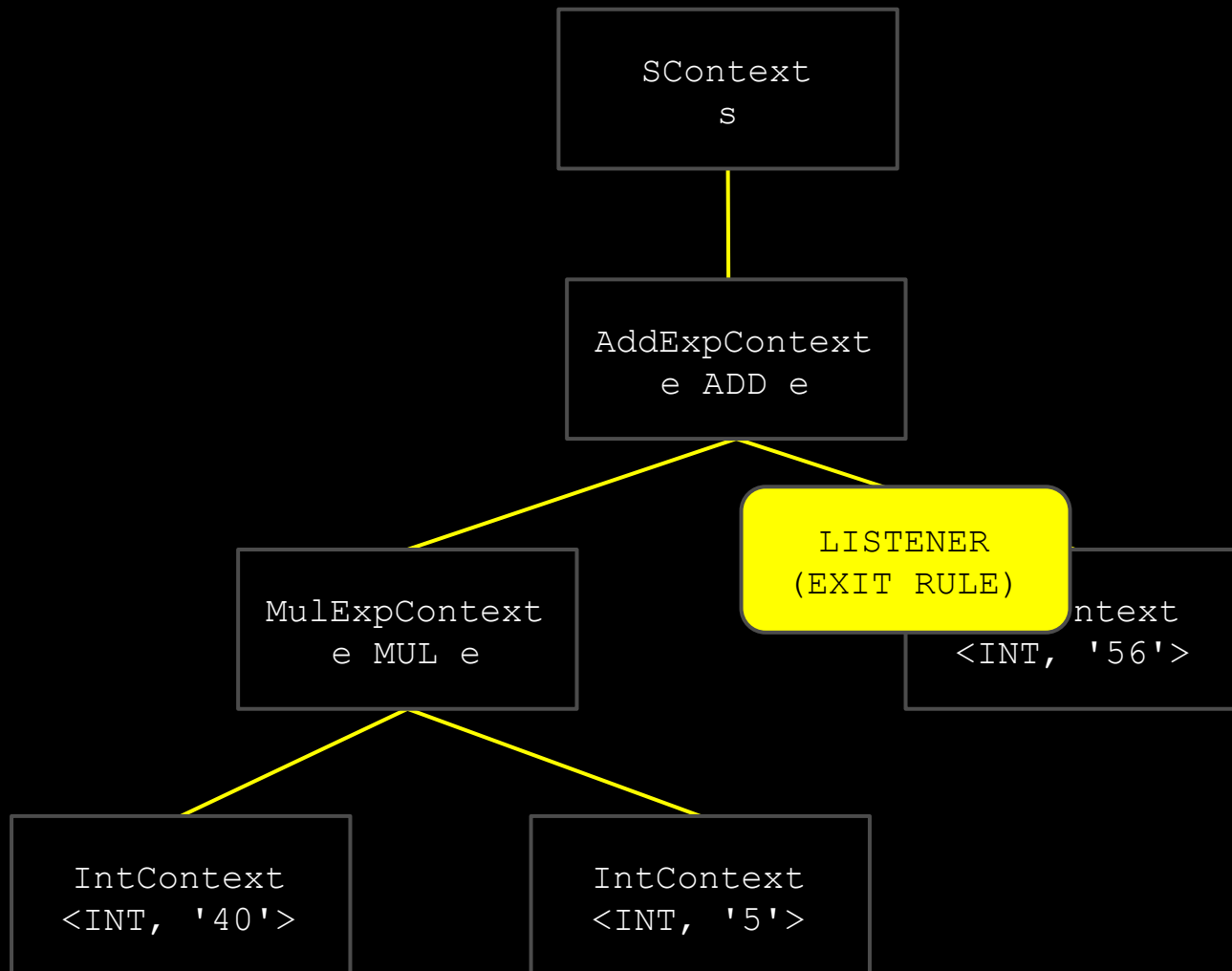
Listener (Exemplo)



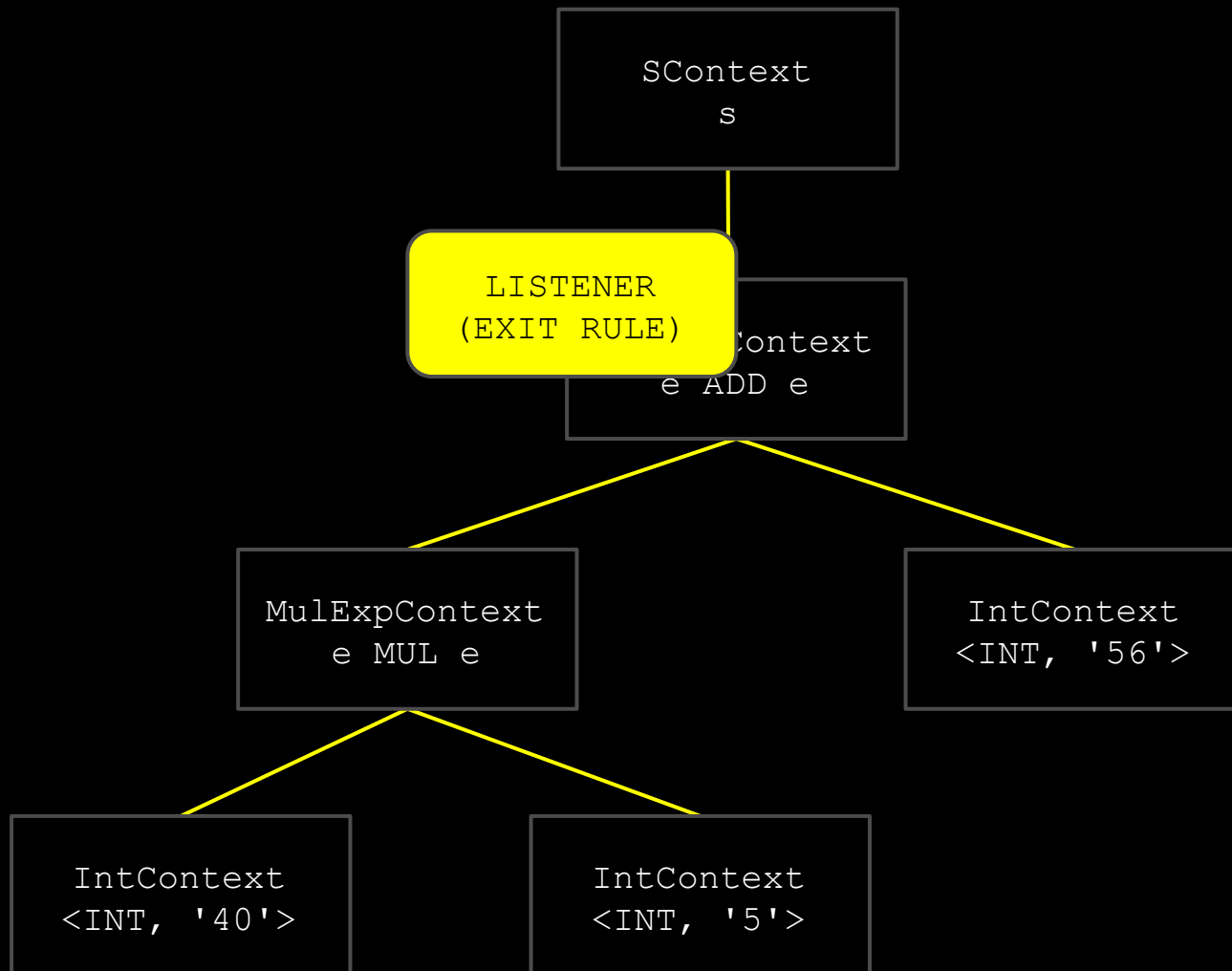
Listener (Exemplo)



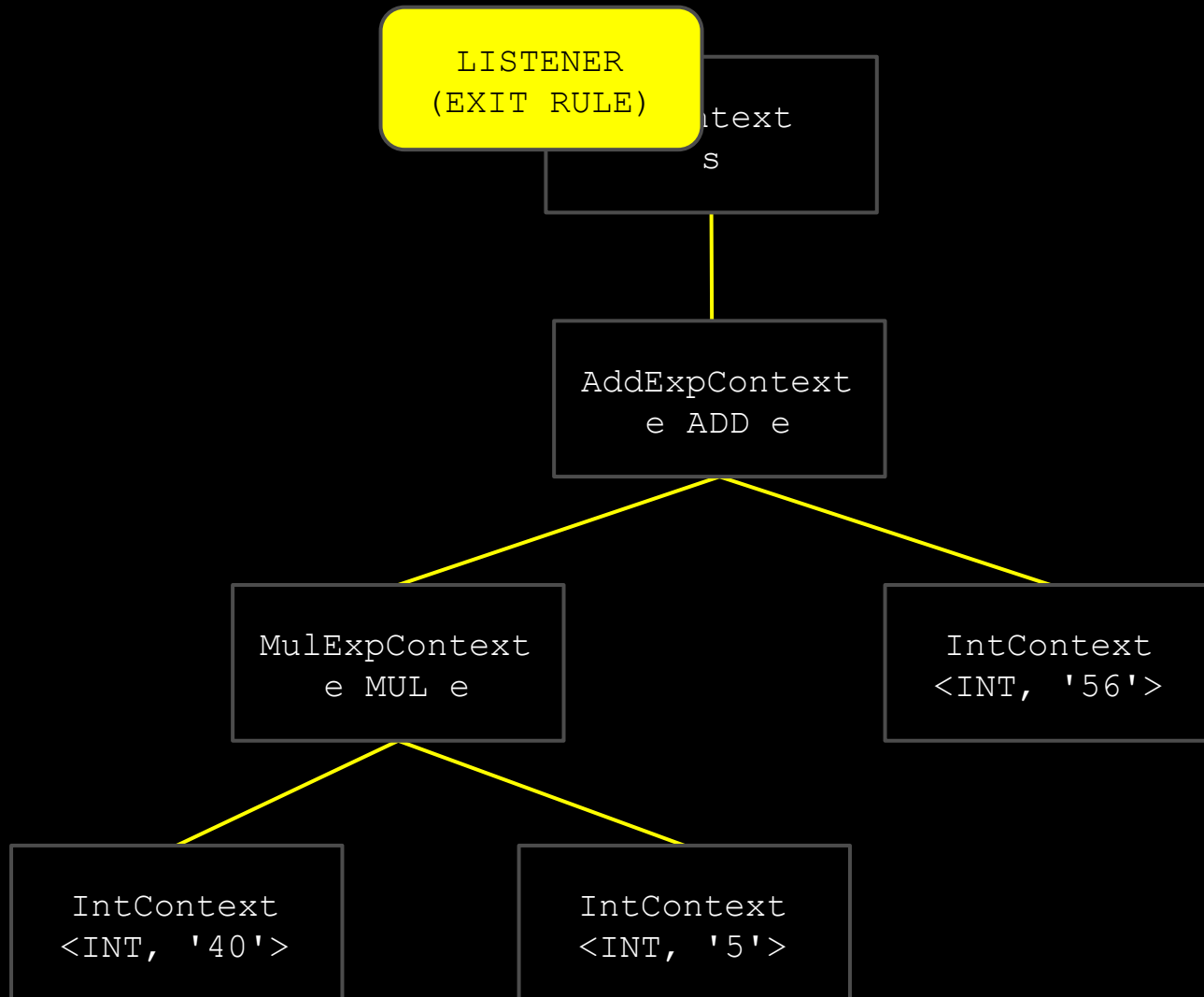
Listener (Exemplo)



Listener (Exemplo)



Listener (Exemplo)



Visitor

- Padrão de projeto comportamental que permite representar uma operação a ser executada nos elementos de uma estrutura de objetos
- Solução que promove a separação do algoritmo da estrutura, encapsulando as operações em um objeto separado (Visitor)

Visitor

- No ANTLR, o visitor pode ser parametrizado para retornar um determinado tipo de classe como resultado da avaliação dos nós visitados
- Normalmente utilizada para avaliações na árvore sintática gerada pelo parser

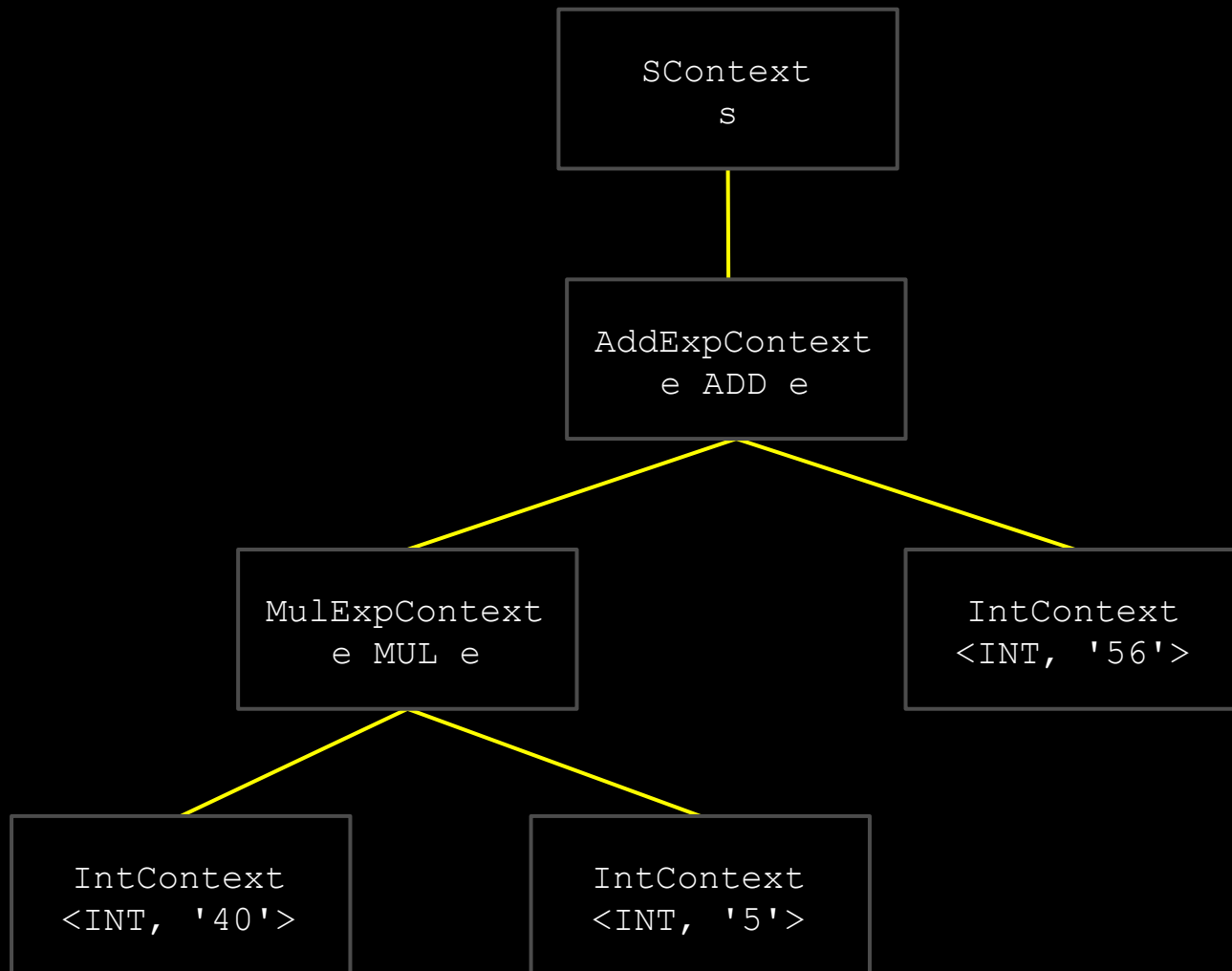
Visitor (Exemplo de Interface de Visitor no ANTLR)

```
public interface AnnotExpVisitor<T>
extends ParseTreeVisitor<T> {
    T visitS(AnnotExpParser.SContext ctx);
    T visitMulExp(AnnotExpParser.MulExpContext ctx);
    T visitAddExp(AnnotExpParser.AddExpContext ctx);
    T visitInt(AnnotExpParser.IntContext ctx);
}
```

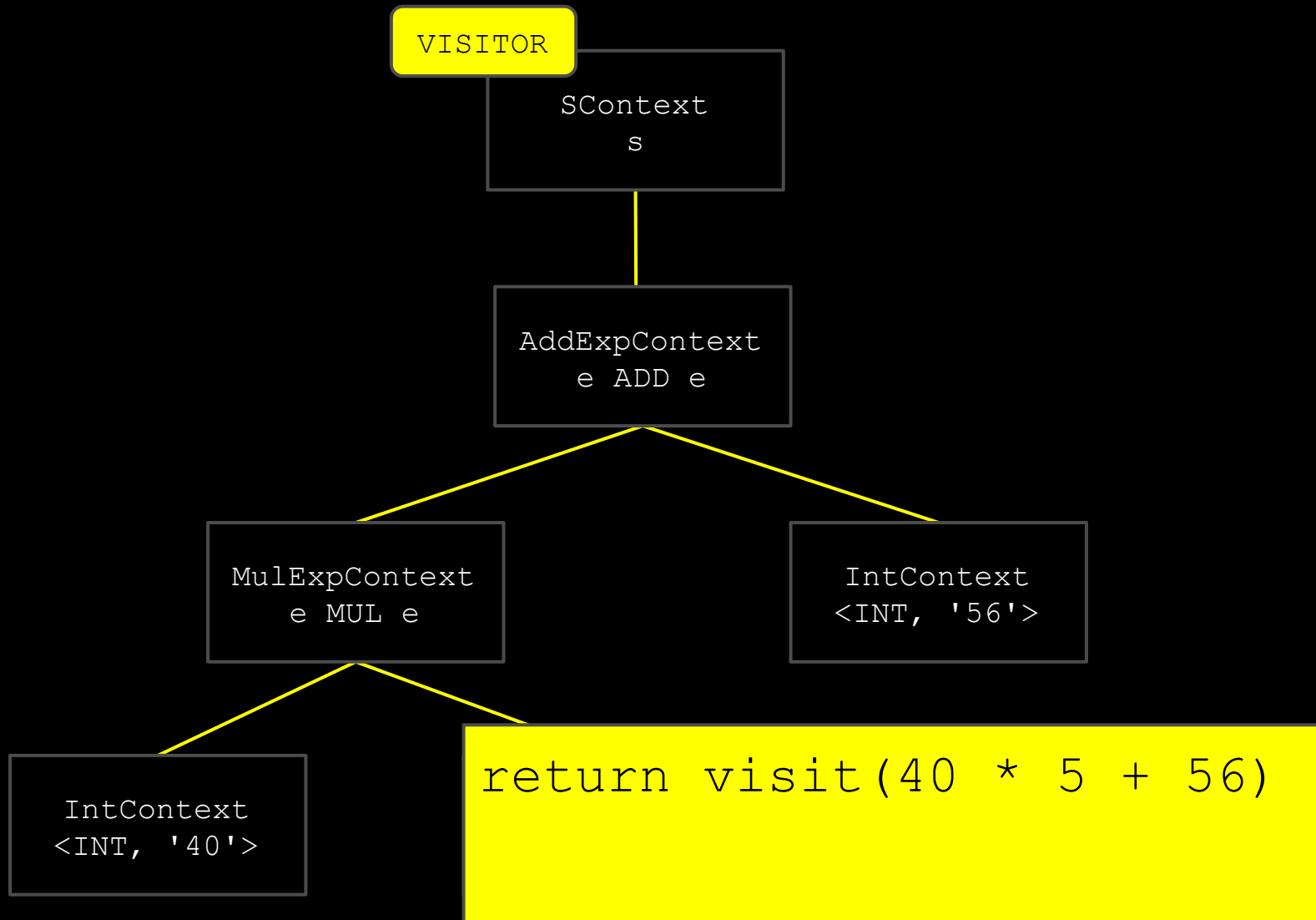
Visitor (Exemplo)

- Percorrendo a árvore sintática gerada pela expressão “40 * 5 + 56” da gramática AnnotExp

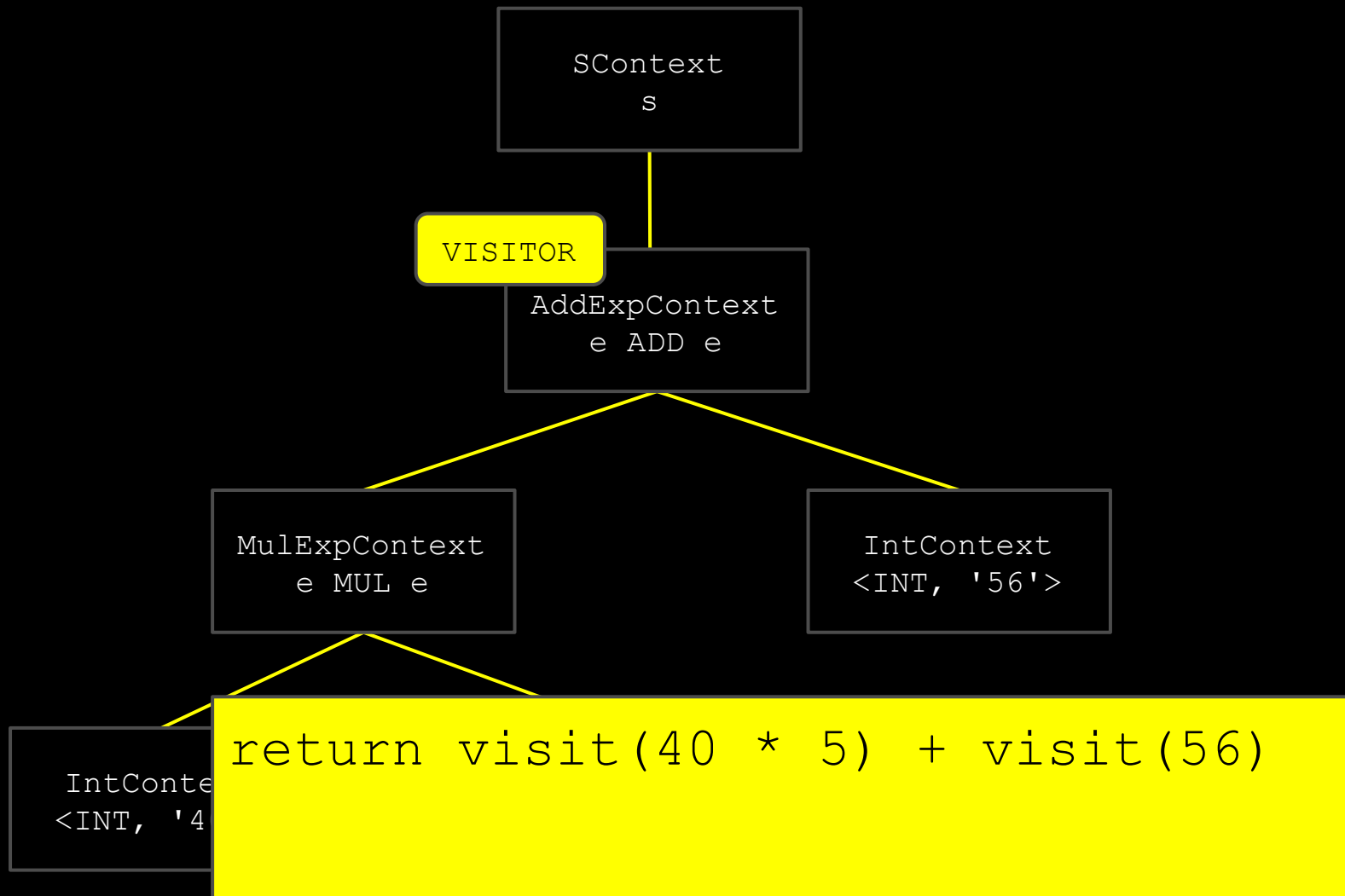
Visitor (Exemplo)



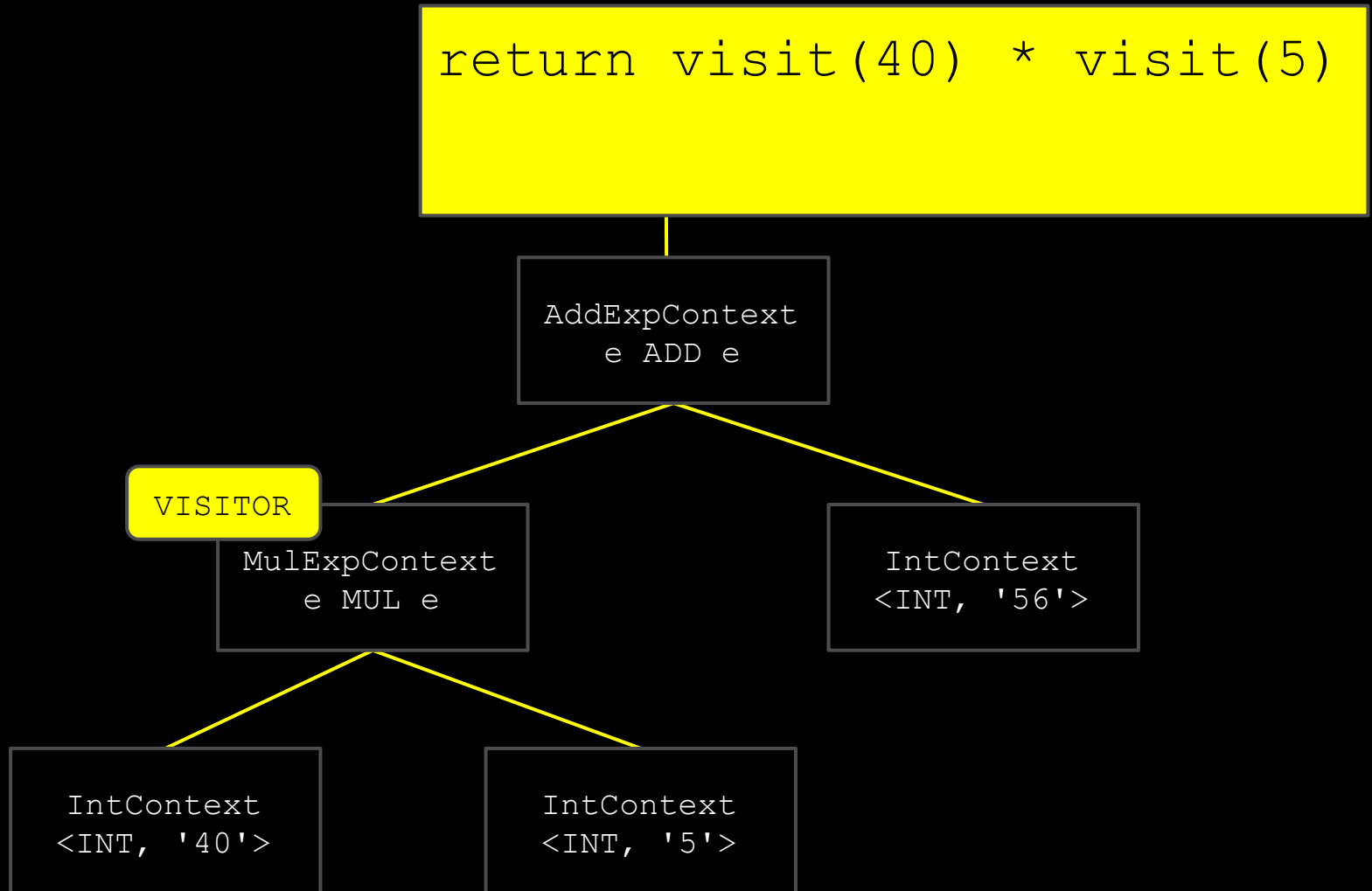
Visitor (Exemplo)



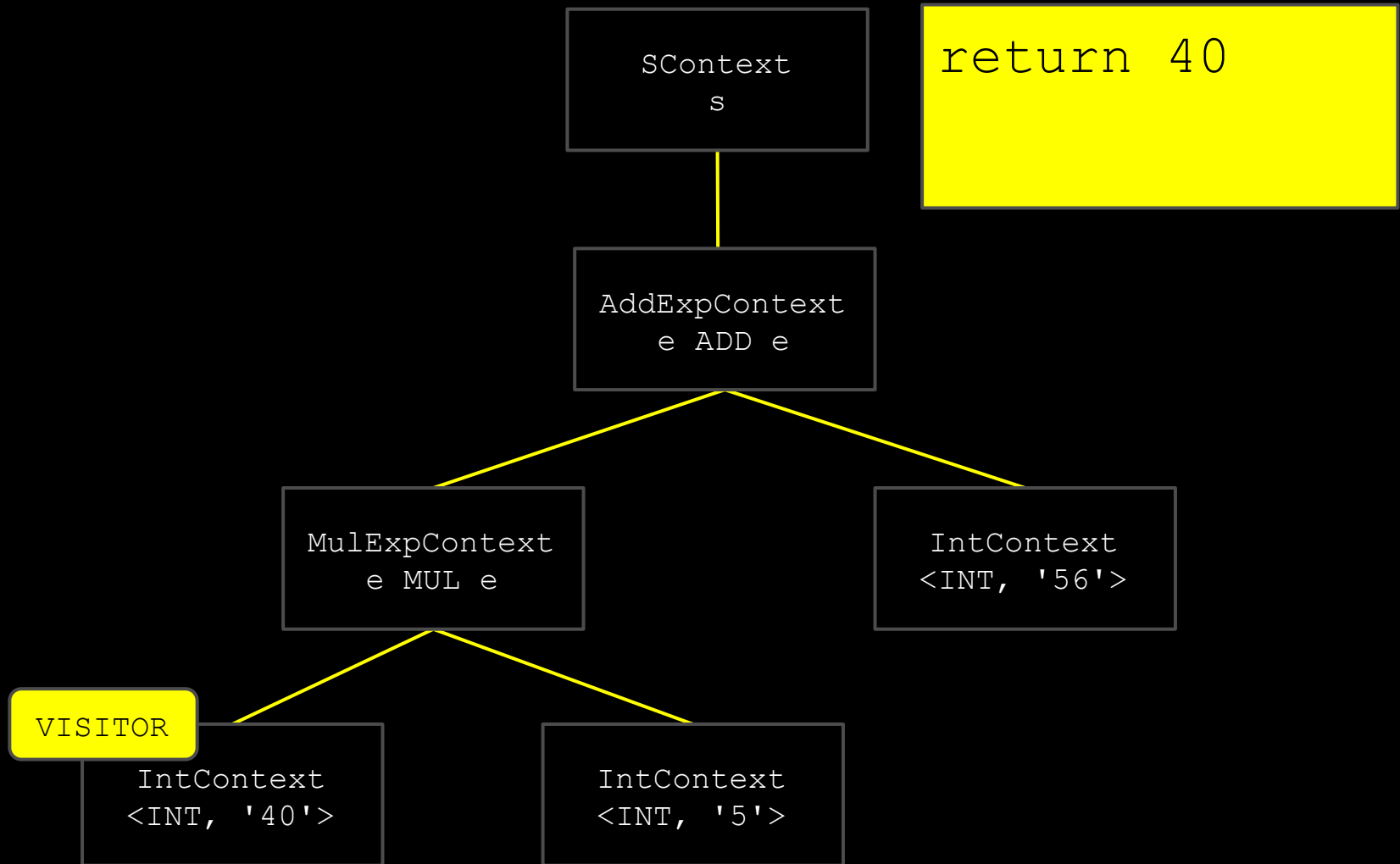
Visitor (Exemplo)



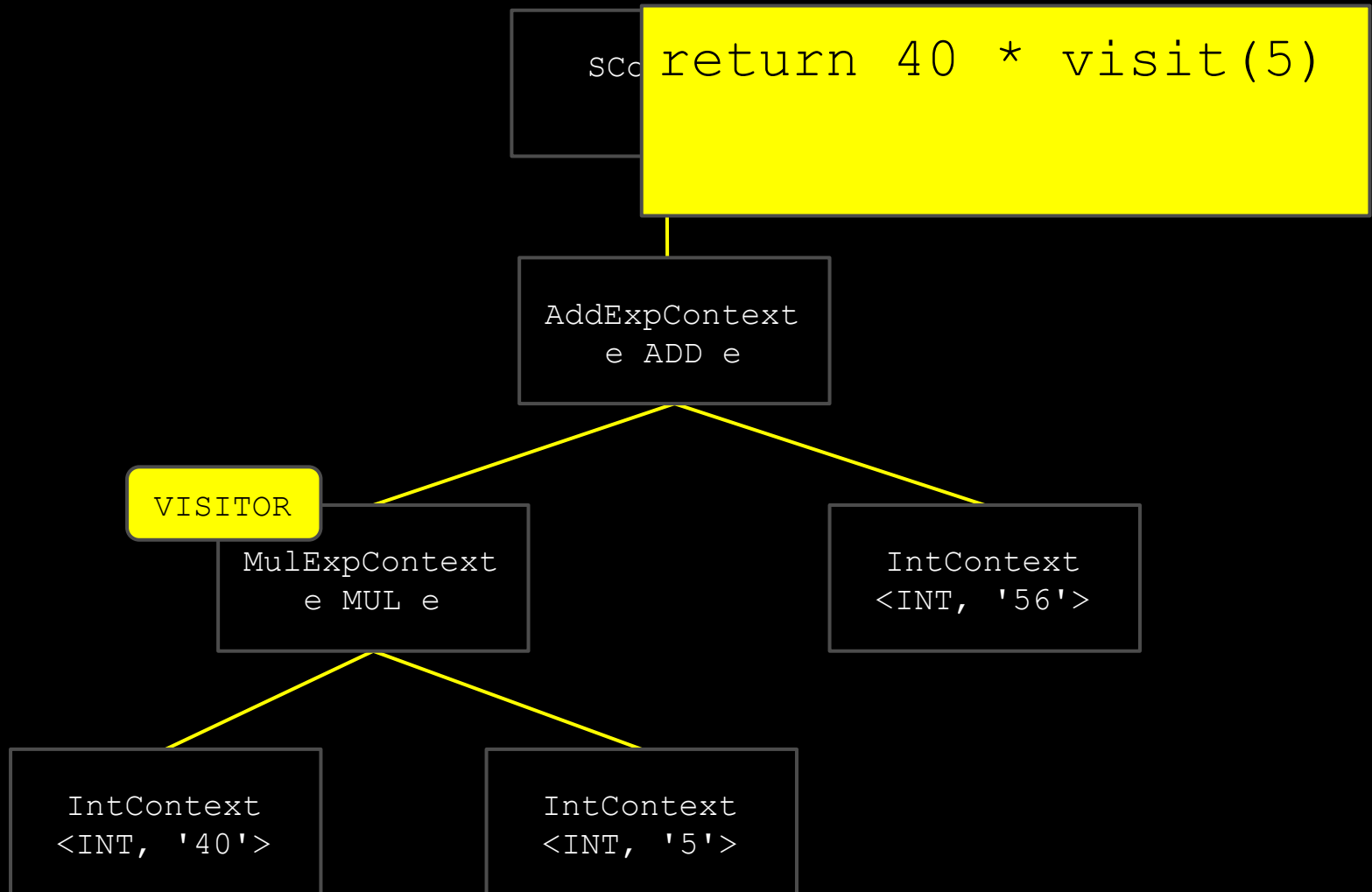
Visitor (Exemplo)



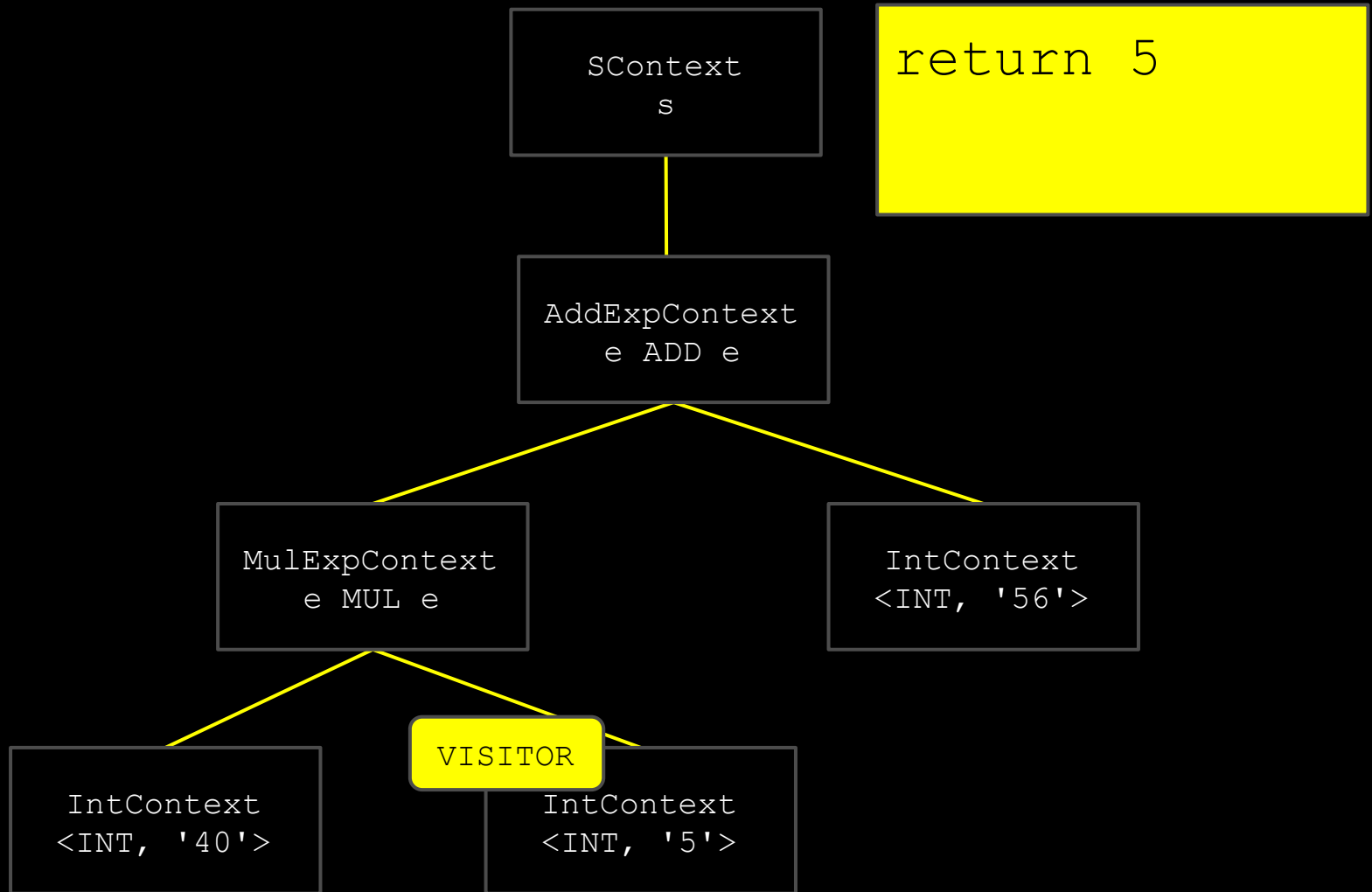
Visitor (Exemplo)



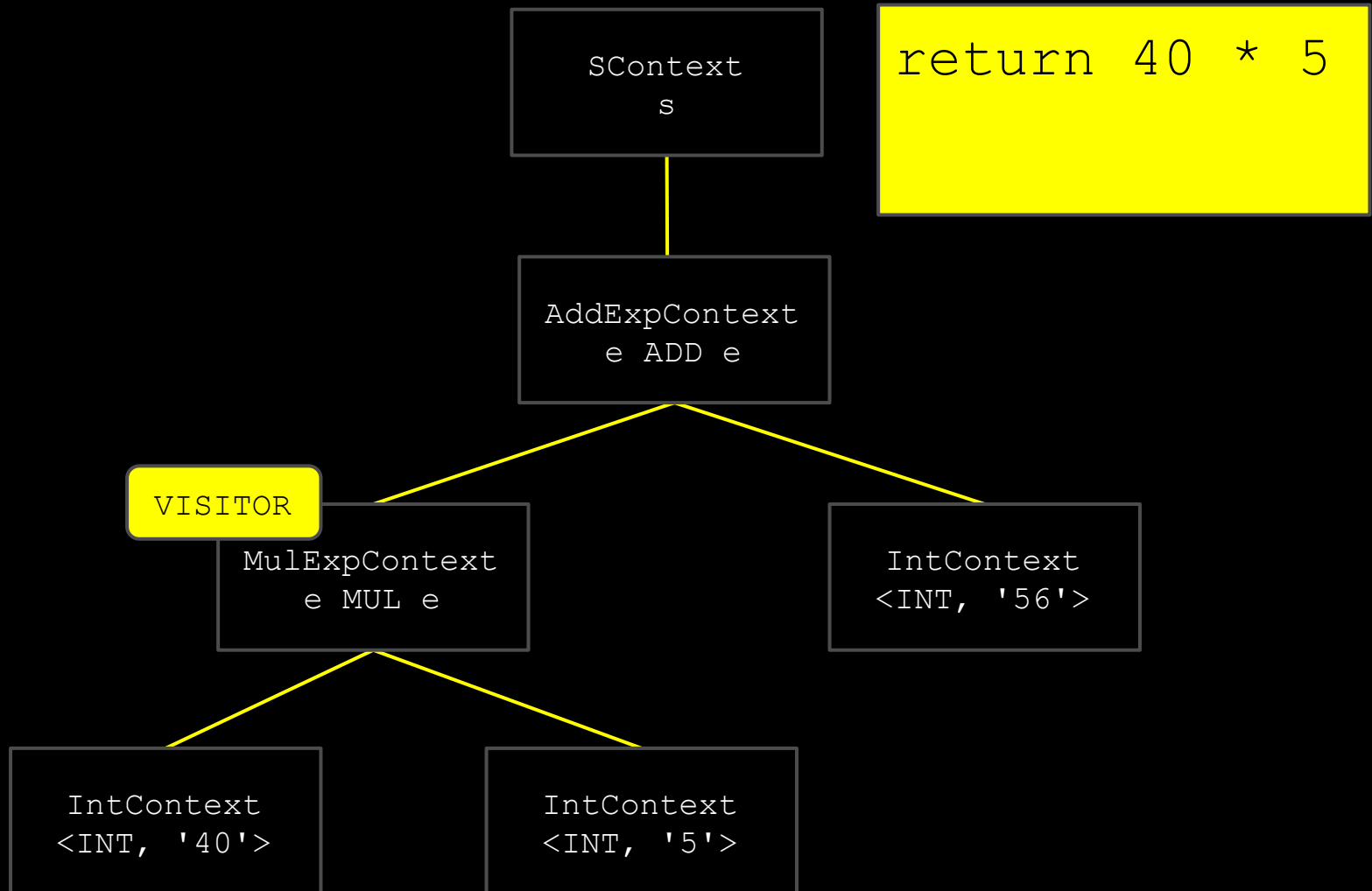
Visitor (Exemplo)



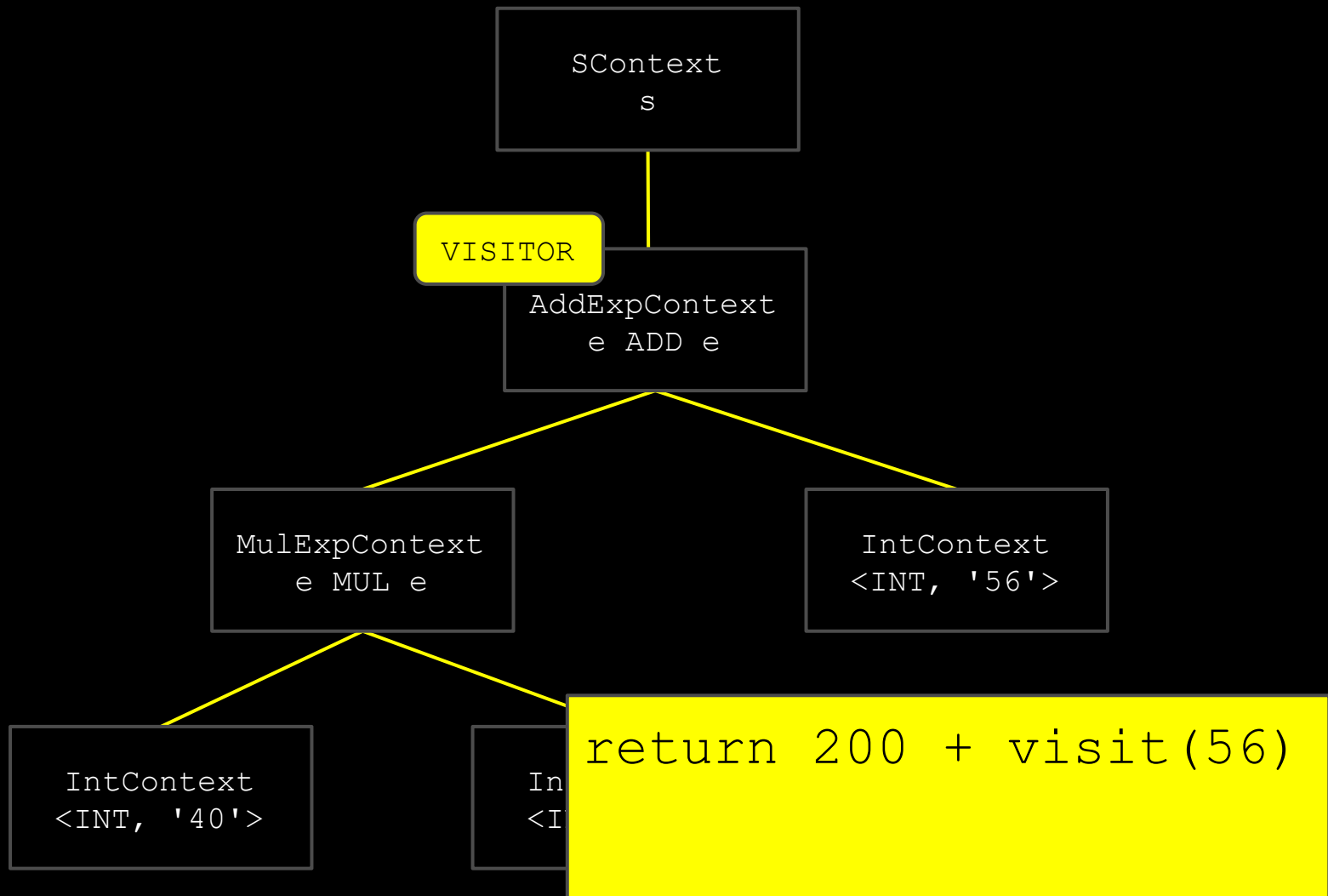
Visitor (Exemplo)



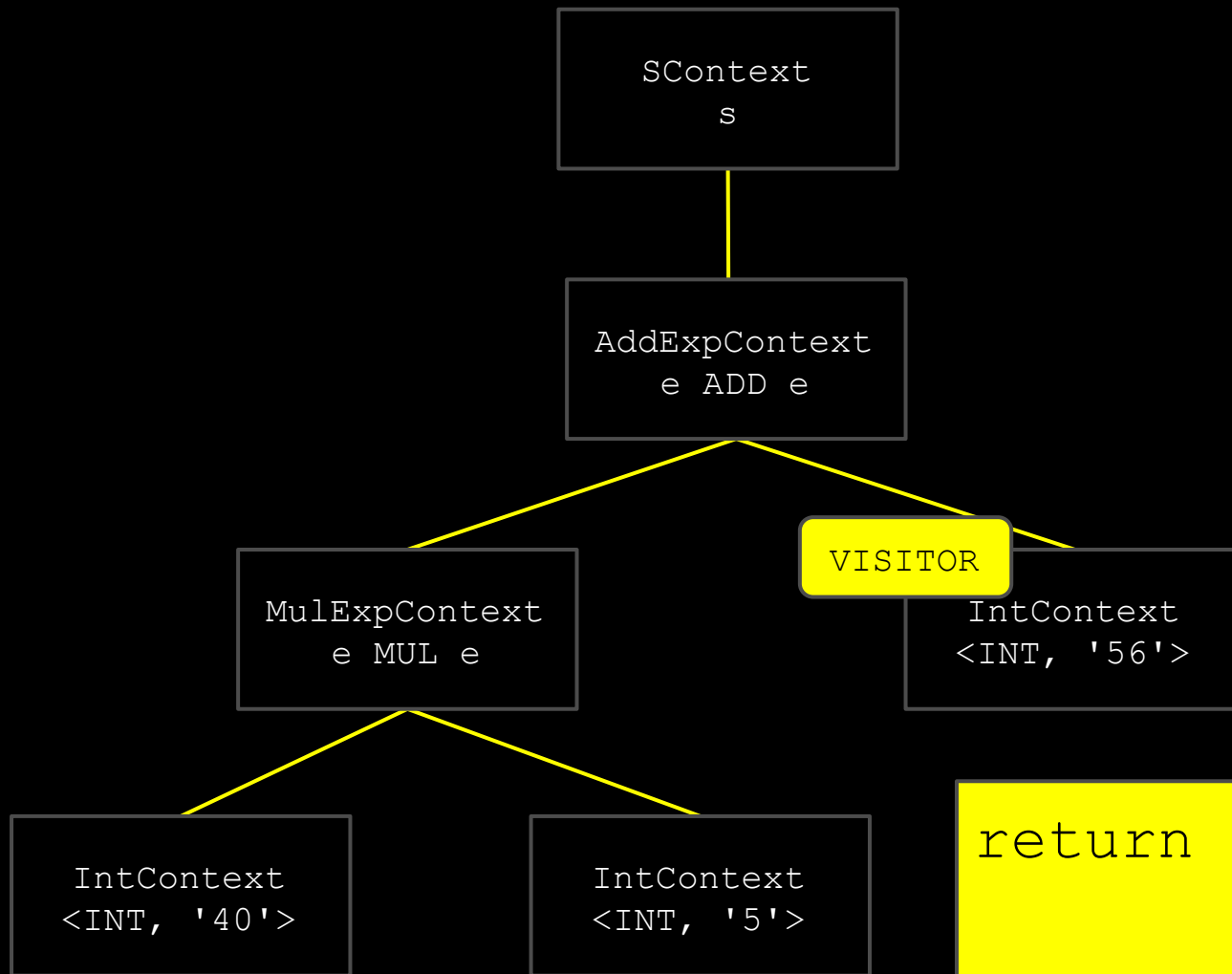
Visitor (Exemplo)



Visitor (Exemplo)

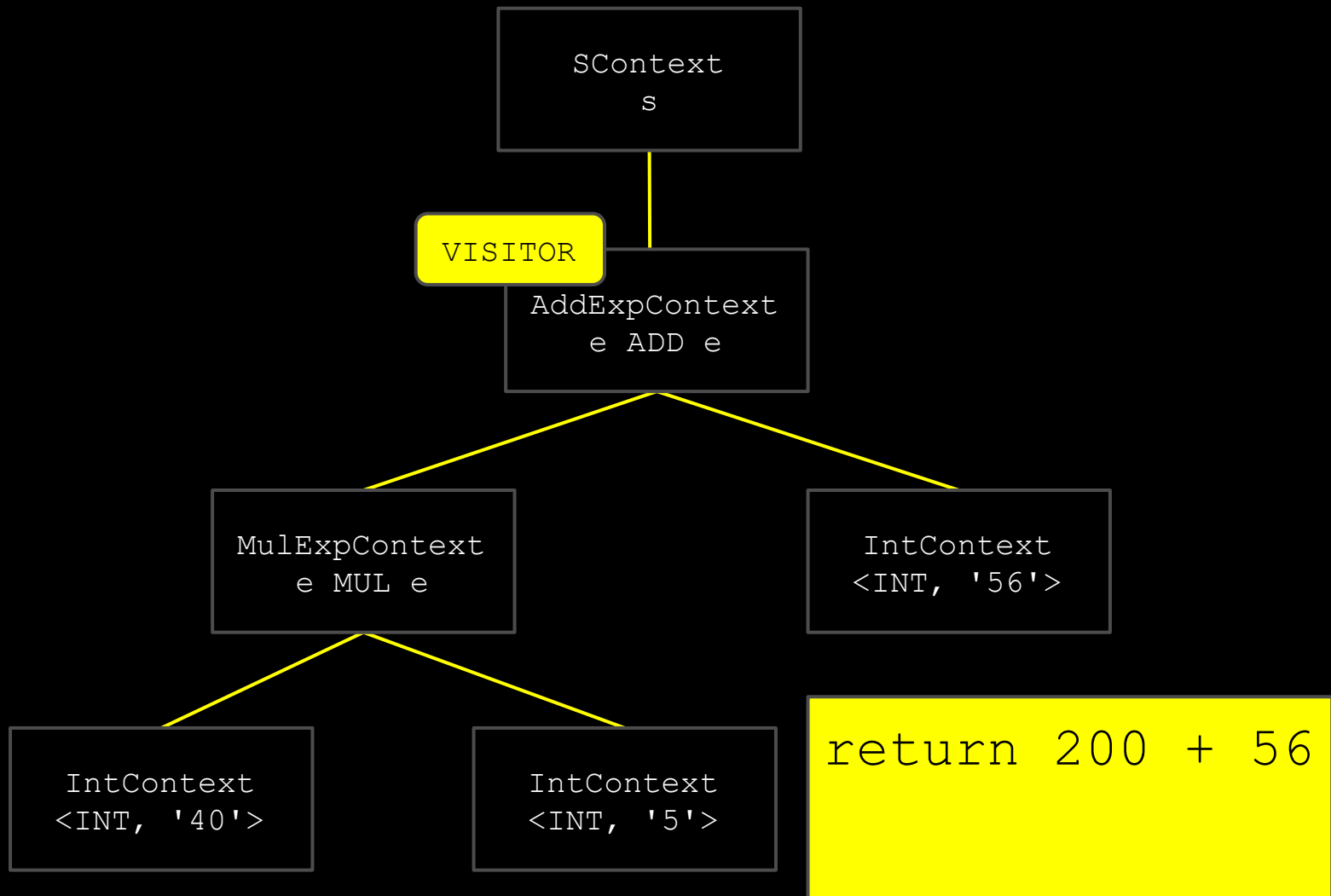


Visitor (Exemplo)

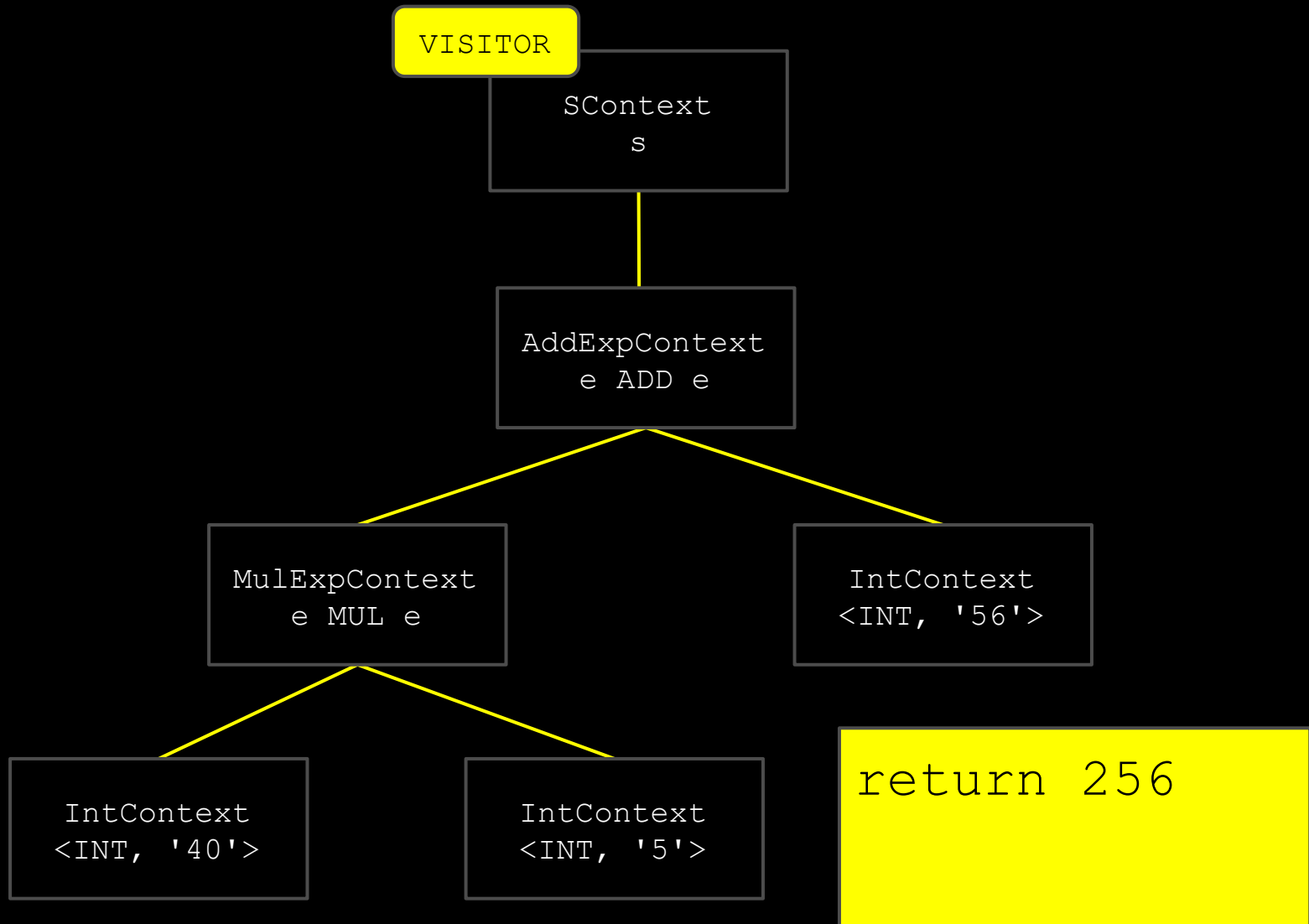


return 56

Visitor (Exemplo)



Visitor (Exemplo)



Geração de Arquivos

- Façam o download do ANTLR Versão 4.5.3 a partir do link abaixo:
<http://www.antlr.org/download/antlr-4.5.3-complete.jar>
- Confiram as instruções do arquivo README.txt na pasta compilers-cin\aulas-praticas\ap2\ do repositório da disciplina

Geração de Arquivos (Gramática Test)

```
grammar Test;
```

```
stat : ((attrStmt | expr) ';' )+ #Expressions  
      ;
```

```
attrStmt: ID '=' expr #Assign  
          ;
```

Geração de Arquivos (Gramática Test)

```
expr : expr op=('*' | '/' ) expr      #MultDiv
      | expr op=('+' | '-' ) expr      #AddSub
      | INT                            #Int
      | ID                             #Identifier
      | '(' expr ')'                   #Paren
      ;
```

//Fragmentos (Não constituem tokens por si só)

```
fragment NUMBER: [0-9];
fragment LETTER: [a-zA-Z];
fragment UNDERLINE: '_';
```

Geração de Arquivos (Gramática Test)

//Tokens

INT : NUMBER+ ;

ID : (UNDERLINE | LETTER) (UNDERLINE |
LETTER | NUMBER) *;

BLOCKCOMMENT : '/*' .*? '*/' -> skip;

LINECOMMENT : '//' .*? '\n' -> skip;

WS : [\t\r\n]+ -> skip;

Geração de Arquivos

- Arquivos Gerados
 - Test.tokens e TestBase.tokens: Tokens usados no parser
 - TestLexer.java: Analisador léxico (lexer)
 - TestParser.java: Analisador sintático (parser)
 - TestVisitor.java: Interface do visitor
 - TestBaseVisitor.java: Implementação padrão do visitor

Geração de Arquivos (Tokens da Gramática Test)

- O ANTLR cria campos e métodos auxiliares para os tokens
- Deixá-los explícitos pode facilitar bastante

```
expr : expr op=('*' | '/') expr #MultDiv  
      | expr op=('+' | '-') expr #AddSub
```

```
//Tokens de operações aritméticas
```

```
MUL : '*' ;
```

```
DIV : '/' ;
```

```
ADD : '+' ;
```

```
SUB : '-' ;
```

Geração de Arquivos (Tokens da Gramática Test)

T__0=1

LINECOMMENT=12

T__1=2

WS=12

T__2=3

' ; ' =1

T__3=4

' = ' =2

INT=5

' (' =3

ID=6

') ' =4

MUL=7

' * ' =7

DIV=8

' / ' =8

ADD=9

' + ' =9

SUB=10

' - ' =10

BLOCKCOMMENT=11

Geração de Arquivos (Tokens da Gramática Test)

T__0=1
T__1=2
T__2=3
T__3=4

INT=5

ID=6

MUL=7

DIV=8

ADD=9

SUB=10

BLOCKCOMMENT=11



LINECOMMENT=12

WS=12

';'=1
'='=2
' ('=3
') '=4

' * '=7

' / '=8

' + '=9

' - '=10

Geração de Arquivos (Tokens da Gramática Test)

T__0=1

T__1=2

T__2=3

T__3=4

INT=5

ID=6

MUL=7

DIV=8

ADD=9

SUB=10

BLOCKCOMMENT=11

LINECOMMENT=12

WS=12

';'=1

'='=2

'('=3

')'=4

'*'=7

'/'=8

'+'=9

'-'=10



Exercício Prático

1. Modifique o visitor TestExtendVisitor para computar o resultado das expressões definidas na gramática Test.

Ex.:

```
x = (3 - 4) * 5; //Entrada
x = -5           //Saída
```

```
x = 3 * 4 + 5;    //Entrada (linha 1)
y = x + 10;        //Entrada (linha 2)
x = 17             //Saída (linha 1)
y = 27             //Saída (linha 2)
```

Exercício Prático

Para cada variável não declarada, o visitor deverá exibir uma mensagem de erro indicando o nome, a linha e a coluna na qual a variável foi encontrada na entrada. Caso não exista nenhuma variável não declarada, então, ao final da avaliação de todas as expressões de entrada, o visitor deverá exibir os valores finais de todas as variáveis declaradas.

Exercício Prático

```
x = 10;           //Entrada (linha 1)
x = x * 20;       //Entrada (linha 2)
x = 200           //Saída
```

```
x = (3 - 4) * 5; //Entrada (linha 1)
y = z + 10;       //Entrada (linha 2)
x = 10 + w;       //Entrada (linha 3)
erro: variável 'z' indefinida na linha
2, coluna 4
erro: variável 'w' indefinida na linha
3, coluna 9
```

Exercício Prático

- O exercício prático deve ser realizado individualmente e enviado por e-mail com o assunto “EXERCÍCIO PRÁTICO 02” para monitoria-if688-l@cin.ufpe.br até as 23:59 de domingo (15.04.2018)
- A resolução do exercício prático deve estar em um arquivo com o nome “TestExtendVisitor.java”