

# Compilador Educativo VERTO: ambiente para aprendizagem de compiladores

Carlos Sérgio Schneider  
Liliana Maria Passerino  
Ricardo Ferreira de Oliveira

**PPGIE**



Centro Universitário Feevale / PGIE-UFRGS  
Novo Hamburgo - RS

# Contexto educacional

- ◆ O Compilador Educativo Verto surgiu da necessidade de desenvolver uma ferramenta para apoio pedagógico na disciplina de Compiladores do Centro Universitário Feevale

PPGIE

  
**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



## Contexto Educacional (2)

- ♦ A disciplina de Compiladores no contexto de um curso de graduação, objetiva levar o aluno a perceber concretamente as diversas etapas envolvidas no processo de compilação, elaborando, ao final da disciplina, o projeto de um compilador funcional para uma gramática simples

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Objetivos do Projeto

- ◆ Desenvolvimento de um compilador, em Java, elaborado sob os termos da licença GPL, para proporcionar aos estudantes de Compiladores um projeto aberto e documentado para estudo e utilização em seu aprendizado, promovendo uma aprendizagem contextualizada.

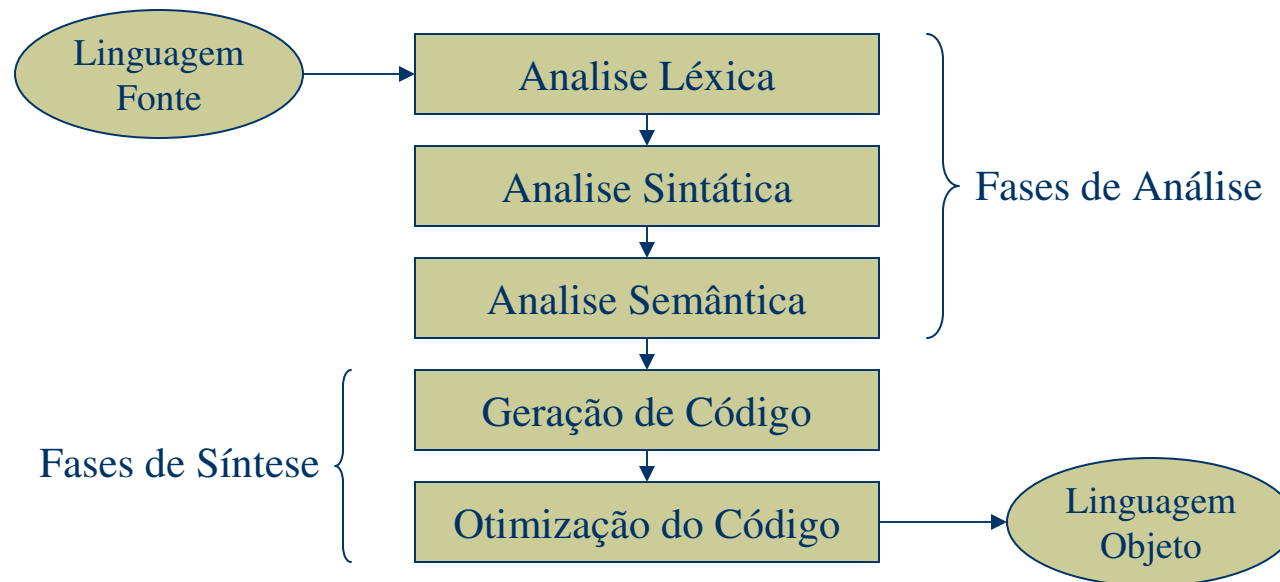
PPGIE

  
**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Ensino de Compiladores

## ◆ Compiladores



# Ensino de Compiladores e Aprendizagem Contextualizada

- ♦ O ensino de compiladores aborda:
    - aspectos relativos ao estudo de técnicas e métodos específicos para análise léxica, sintática e semântica
    - organização da tabela de símbolos
    - gerenciamento de erros e geração de código
- Ou seja CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Ensino de Compiladores e Aprendizagem Contextualizada

- ♦ Um conteúdo procedimental se caracteriza por ser um conteúdo no qual o aluno deve **apropriar-se** de um **processo de construção** que parte de um conjunto de ações, modos de agir, de acordo com metas específicas.
- ♦ **Aprendizagem de um processo** composto por uma sequência ordenada de passos no qual participam técnicas, estratégias e métodos como componentes do conteúdo procedimental.

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Ensino de Compiladores e Aprendizagem Contextualizada

- ♦ Partindo de uma concepção construtivista do processo educativo, **não consideramos aprendizagem** como o conhecimento de respostas corretas ou reprodução de conhecimentos já definidos
- ♦ Mas, como uma **construção de uma representação pessoal** de um conteúdo que é objeto de aprendizagem
- ♦ O que isto implica no caso de um conteúdo procedimental?

PPGIE

  
UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL





# Ensino de Compiladores e Aprendizagem Contextualizada

- ♦ Assim, visando auxiliar a compreensão das fases de um compilador, sobretudo das fases finais de geração de código intermediário e geração de código-objeto, foi elaborado o Compilador Educativo Verto.

PPGIE

  
**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Compilador Educativo Verto

## ◆ Proposta:

- Ferramenta de apoio pedagógico na disciplina de Compiladores do Centro Universitário Feevale e disponível, em código aberto, para outras Universidades e cursos.
- Linguagem própria, próxima da linguagem C, em português estruturado, adaptada à Máquina Hipotética Cesar.
- Projeto e Implementação de um código macro-assembler visando tornar mais fácil o aprendizado da traduções de estruturas de controle.

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Compilador Educativo Verto

## ◆ Escolha das Tecnologias

- Java
- API Swing
- Máquina Hipotética Cesar (Raul Weber - UFRGS)

PPGIE

  
**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



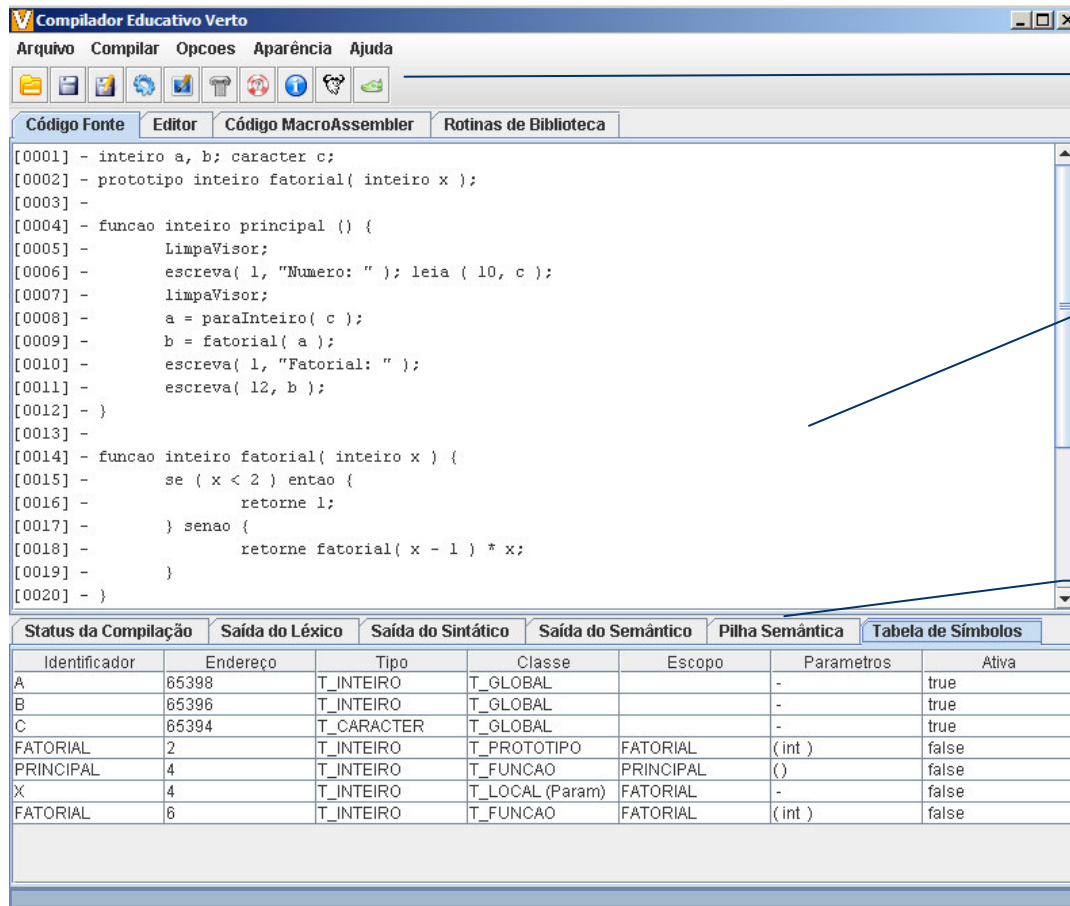
# Compilador Educativo Verto

- ◆ Esquema de Tradução do Compilador Verto



# Compilador Educativo Verto

## (Ambiente de Desenvolvimento)



Menus  
pop-up e  
atalhos

Áreas de Edição  
do fonte, macro-  
assembler e  
rotinas

Tabela de símbolos,  
exibindo as  
variáveis e seus  
endereços

PPGIE



# Compilador Educativo Verto

## (Código Macro-Assembler)

Push/pop  
para  
operações  
na pilha

Rótulos

Chamadas de  
Rotinas

Comentários  
em cada linha  
do código

The screenshot displays the Verto Educational Compiler interface. The main window shows assembly code with labels L1, L2, and L3. The code includes instructions like PUSH, NOP, POP, CMP, BEQ, MOV, and JMP, along with comments in Portuguese. The bottom panel shows the 'Status da Compilação' (Compilation Status) with a table of tokens and their corresponding lexemes.

Token Identificado	Lexema correspondente
T_FUNCAO	funcao
T_INTEIRO	inteiro
T_ID	fatorial
T_ABRE_PAR	(
T_INTEIRO	inteiro
T_ID	x
T_FECHA_PAR	)
T_ABRE_CHAVE	{
T_SE	se
T_ABRE_PAR	(

# Compilador Educativo Verto

## (Auxílios para a Sintaxe)



PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Possibilidades Educativas do Verto

- ◆ Ferramenta voltada para interação com o objeto de aprendizagem.
- ◆ Cada uma das fases da compilação dispõe de uma seção visualmente identificada com uma aba para que o aluno possa consultar o resultado e confrontar suas hipóteses

PPGIE

  
UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL





# Possibilidades Educativas do Verto

- ♦ Apropriação, por parte do aluno, dos conceitos pertinentes e das ações ou passos necessários incluídos dentro de um contexto se traduzindo numa **ação cognitiva**.
- ♦ Verto possibilita o **raciocínio contextualizado** ao permitir o aluno confrontar suas hipóteses com os resultados obtidos num processo de aprendizagem baseado na resolução de problemas

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Possibilidades Educativas do Verto

Compilador Educativo Verto

Arquivo Compilar Opcoes Aparência Ajuda

Código Fonte Editor Código MacroAssembler Rotinas de Biblioteca

```
[0001] - inteiro a, b; caracter c;
[0002] - prototipo inteiro fatorial( inteiro x );
[0003] -
[0004] - funcao inteiro principal () {
[0005] -     limpaVisor;
[0006] -     escreva( 1, "Numero: " ); leia ( 10, c );
[0007] -     limpaVisor;
[0008] -     a = paraInteiro( c );
[0009] -     b = fatorial( a );
[0010] -     escreva( 1, "Fatorial: " );
[0011] -     escreva( 12, b );
[0012] - }
[0013] -
[0014] - funcao inteiro fatorial( inteiro x ) {
[0015] -     se ( x < 2 ) entao {
[0016] -         retorne 1;
[0017] -     } senao {
[0018] -         retorne fatorial( x - 1 ) * x;
[0019] -     }
[0020] - }
```

Abas para acompanhamento da saída das fases da compilação

Status da Compilação		Saída do Léxico	Saída do Sintático	Saída do Semântico	Pilha Semântica	Tabela de Símbolos
Identificador	Endereço	Tipo	Classe	Escopo	Parametros	Ativa
A	65398	T_INTEIRO	T_GLOBAL		-	true
B	65396	T_INTEIRO	T_GLOBAL		-	true
C	65394					
FATORIAL	2					
PRINCIPAL	4					
X	4					
FATORIAL	6					

Status da Compilação		Saída do Léxico	Saída do Sintático	Saída do Semântico	Pilha Semântica	Tabela de Símbolos
		Reconhecida Regra: <tipo inteiro #>				
		Reconhecida Regra: <Entrei no identificador: a>				
		Reconhecida Regra: <identificador>				
		Reconhecida Regra: <declaracaoId>				
		Reconhecida Regra: <Entrei no identificador>				
		Reconhecida Regra: <identificador>				
		Reconhecida Regra: <declaracaoId>				
		Reconhecida Regra: <listaDeclaracoesId>				
		Reconhecida Regra: <declaracao>				
		Reconhecida Regra: <declaracaoGlobal>				

Status da Compilação		Saída do Léxico	Saída do Sintático	Saída do Semântico	Pilha Semântica	Tabela de Símbolos
		X tipo: T_DESCONHECIDO pela regra: 465   #parametros# tipo: T_DESCONHECIDO pela regra: 47   FATORIAL tipo: T_INTEIRO pela regra: 48 BASE -----    #parametros# tipo: T_DESCONHECIDO pela regra: 47   FATORIAL tipo: T_INTEIRO pela regra: 48 BASE -----				

PPGIE



# Possibilidades Educativas do Verto

- ♦ A resolução de problemas é, segundo, Rubstov(1996), o processo de aquisição de “formas de ação gerais típicas”, que implicam não somente a aprendizagem dos conceitos envolvidos numa ação, como a aprendizagem da própria ação e do contexto no qual ela se desenvolve

PPGIE

  
UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Possibilidades Educativas do Verto

- ♦ Consideramos importante no ensino de procedimentos que se utilizem metodologias orientadas para o raciocínio contextualizado, ou seja se introduza o contexto na aula favorecendo a aprendizagem contextualizada.
- ♦ Esta abordagem traz como consequência um outro aspecto importante, que é a integração de disciplinas correlatas, num processo transdisciplinar embasado num enfoque globalizador da aprendizagem.

# Considerações Finais e Trabalhos Futuros

(interação com outras disciplinas: Arquitetura de Computadores)

The image shows a screenshot of the Cesar 16 emulator interface, which is used for simulating the execution of assembly code on a 16-bit microprocessor. The interface is divided into several panels:

- Programa:** A table showing the assembly code being executed. The current instruction is at address 10.
- Cesar 16:** The main control panel showing registers (R0-R7), status flags (N, Z, V, C), and execution controls.
- Dados:** A table showing the contents of memory locations.

**Programa Table:**

P	Ender.	Dado	Mnemônico
	0	147	MOV (R7)+, R6
	1	198	
	2	255	
	3	120	
	4	179	SUB (R7)+, R6
	5	198	
	6	0	
	7	36	
	8	103	JSR R7, ((R7)+)
	9	47	
	10	0	
	11	13	
	12	240	HLT
	13	145	MOV R5, -(R6)
	14	86	
	15	145	MOV R6, R5

**Cesar 16 Panel:**

- Registers: R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 (SP), R7 (PC). R6 (SP) is 65536.
- Status Flags: N (Not), Z (Zero), V (Overflow), C (Carry).
- Execution: Accessos: 00065, Instr.: 02574.
- Instruction: RI: 240, Mnem: HLT.

**Dados Table:**

Ender.	Dado
1024	0
1025	0
1026	0
1027	0
1028	0
1029	0
1030	0
1031	0
1032	0
1033	0
1034	0
1035	0
1036	0
1037	0
1038	0
1039	0

**Bottom Panel:** Fatorial: 120

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Considerações Finais e Trabalhos Futuros

- ◆ Expansão da gramática e comandos.
- ◆ Incorporação de variáveis reais.
- ◆ Implementação de um interpretador para a mesma linguagem.

PPGIE

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Obrigado

Carlos Sérgio Schneider – [carlos.schneider@feevale.br](mailto:carlos.schneider@feevale.br)

Liliana Maria Passerino – [liliana@feevale.br](mailto:liliana@feevale.br)

Ricardo Ferreira de Oliveira – [ricardofo@feevale.br](mailto:ricardofo@feevale.br)

**PPGIE**

