



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.  
ISBN 85-7515-371-4

## A UTILIZAÇÃO DE UM COMPUTADOR FICTÍCIO COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ARQUITETURA DE COMPUTADORES

**Filippo Valiante Filho** – filippo@pad.lsi.usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP – PSI/LSI/PAD

Av. Prof. Luciano Gualberto, trav.03, nº 58

05508-900 – São Paulo – SP

**Sérgio Miranda Paz** – sergio.paz@poli.usp.br

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP

Rua Marquês de Paranaguá, 111

01303-050 – São Paulo – SP

***Resumo:** O computador fictício “Sergium”, criado pelo professor Sérgio Miranda Paz, é utilizado como estratégia para o ensino de Arquitetura de Computadores, promovendo a integração professor-aluno e introduzindo os conceitos fundamentais da disciplina como a arquitetura de von Neumann, o ciclo de instrução e a programação em linguagem de montagem. Esses objetivos são alcançados através da documentação do computador, da dramatização de seu funcionamento e da realização de exercícios.*

***Palavras-chave:** Computador fictício, Dramatização, Arquitetura de von Neumann, Funcionamento do computador, Linguagem de montagem.*

### 1. INTRODUÇÃO

A disciplina de Arquitetura de Computadores, inserida nos currículos de diversos cursos superiores das áreas de Eletrônica e Computação, aborda o funcionamento dos computadores e suas características de projeto. O ensino da disciplina geralmente se inicia com uma contextualização histórica, como é tratado na quase totalidade dos livros da área. Dentro dessa contextualização, estuda-se o computador IAS, projetado no Instituto de Estudos Avançados (Institute for Advanced Studies) da Universidade de Princeton, sob o comando do matemático John von Neumann, e concluído em 1952. A arquitetura proposta no IAS é a base para a maioria dos projetos de computadores de propósito geral feitos desde então, sendo por esse motivo estudada com maior ou menor detalhamento (STALLINGS, 2002).

Na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), a disciplina de Arquitetura de Computadores é ministrada no quarto ano do curso de engenharia elétrica pelo professor

Sérgio Miranda Paz. Ele criou um computador fictício chamado “Sergium”, o qual utiliza como estratégia de ensino. O computador “Sergium” é uma implementação simplificada de um computador segundo a Arquitetura de von Neumann, utilizada para um ensino introdutório, não apenas daquela arquitetura, como também, de boa parte dos conceitos fundamentais tratados na disciplina como ciclo de instrução, conjunto de instruções, programação em linguagem de montagem e o processo de montagem. Ou, conforme o próprio autor, um “computador fictício, de poucos recursos, criado para fins pedagógicos, a fim de ilustrar a Arquitetura de von Neumann e o ciclo de instrução” (PAZ, 2005)

Além da apresentação do conteúdo da disciplina, o “Sergium” é utilizado como uma estratégia para promover a integração professor-aluno e aluno-aluno, uma vez que sua apresentação envolve também uma dramatização e é realizada logo nas primeiras aulas do curso.

## **2. O COMPUTADOR FICTÍCIO “SERGIUM”**

A estrutura do computador “Sergium” pode ser vista na Figura 1. Além disso, os alunos recebem impressos: o conjunto de instruções contendo os códigos, mnemônicos e funções; uma descrição passo-a-passo do funcionamento da Unidade de Controle, contendo todo o ciclo de instrução para cada uma delas; e exemplos de programas contendo endereçamento, conteúdo da memória, mnemônicos e operandos (linguagem de montagem) e comentários detalhados.

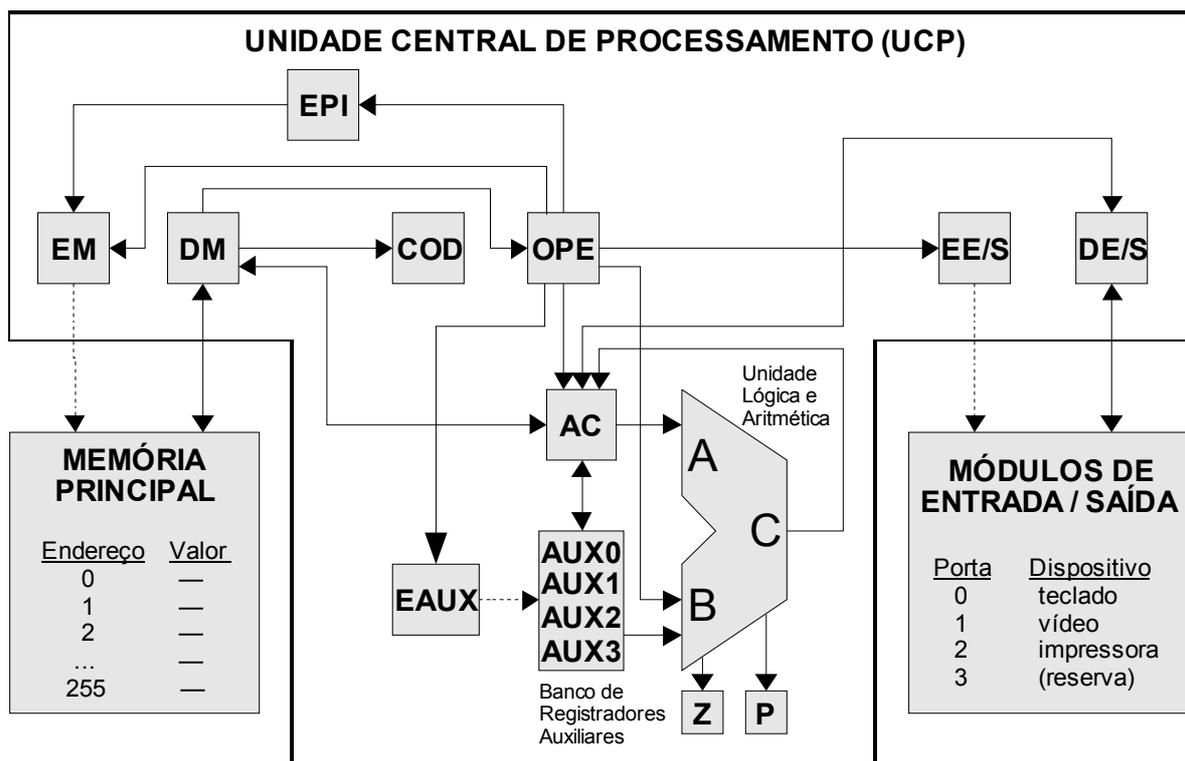
A opção pela utilização dos termos em português não é por puritanismo lingüístico, servindo não apenas para desmitificar a obrigatoriedade da utilização de termos e siglas em inglês mas, principalmente, para ressaltar a funcionalidade de cada um dos componente do computador.

## **3. O TRABALHO COM O COMPUTADOR FICTÍCIO “SERGIUM”**

A utilização do computador “Sergium” em sala de aula inicia-se com a apresentação aos alunos, de maneira rápida, da documentação citada no item anterior.

Em seguida, tem início um processo de dramatização, durante o qual cada aluno assume o papel de uma unidade funcional: registradores (EM, DM, etc.), banco de registradores auxiliares, unidade lógica e aritmética, memória principal e módulos de entrada/saída. Com isso, a dramatização pode utilizar até 13 alunos para o desempenho dos papéis. Os demais, munidos da documentação, auxiliam os colegas na execução dos programas, desempenhando coletivamente o papel da unidade de controle. Para o registro dos dados, cada “aluno-ator” pode utilizar uma folha de papel com a identificação da parte que está representando e o dado que armazena. Aqueles que estiverem representando componentes que armazenam mais de um dado, como a memória e o banco de registradores, podem utilizar a lousa para a escrita dos dados. Conforme a quantidade de alunos, tamanho da sala e da lousa, pode-se optar por todos os alunos escreverem na lousa, o que pode facilitar a visualização, ou que alguns alunos exerçam o papel de mais de uma unidade funcional. Ao professor, cabe o papel da “direção”, auxiliando que cada um cumpra seu papel, especialmente a “unidade de controle”; controlando o tempo gasto para a atividade; dirimindo dúvidas e evitando conflitos pessoais.

A forma como os papéis são atribuídos aos alunos também faz parte da estratégia do professor. Por exemplo, munido de um baralho (que pode até ser do time de futebol de sua preferência), o professor faz a chamada e sorteia uma carta informando-a a cada aluno sem dar maiores explicações, criando um certo suspense; após a chamada, o professor sorteia os papéis através do baralho, assim, se a carta sorteada para o acumulador for o 7 de ouros, o aluno que havia “recebido” essa carta na chamada é que irá desempenhar esse papel.



**registradores (1 byte= 8 bits)**  
**EPI:** endereço da próxima instrução  
**COD:** código da instrução  
**OPE:** operando da instrução  
**AC:** acumulador  
**AUX0-3:** registradores auxiliares  
**EAUX:** endereço do registrador auxiliar  
**A, B:** operandos da Unidade Aritmética e Lógica  
**C:** resultado da Unidade Aritmética e Lógica  
**EM:** endereço da memória  
**DM:** dado da memória  
**EE/S:** endereço da porta de Entrada/Saída  
**DE/S:** dado da porta de Entrada/Saída

**indicadores (1 bit)**  
**Z:** resultado zero ( $C=0$ )  
**P:** resultado positivo ( $C>0$ )

Figura 1: Estrutura do Computador “Sergium”

Segundo MASETTO (2003), a dramatização proporciona o desenvolvimento da empatia e do relacionamento interpessoal e, de fato, este é um dos objetivos da atividade. Sendo realizada nas primeiras semanas de aula, a dramatização possibilita uma maior identificação e um melhor relacionamento entre professor e alunos, criando um ambiente agradável, descontraído e até mesmo divertido. Esse ambiente positivo se estende ao longo do ano onde a experiência é recordada para reforçar conceitos ou referindo-se em tom de brincadeira aos papéis desempenhados pelos alunos. Talvez o fato de quase não haver dramatizações em cursos de exatas, tornando a experiência inédita para a maioria dos participantes, seja mais um fator que contribui para o sucesso da experiência.

Após a dramatização, ou na aula seguinte, aproveita-se para trabalhar exercícios complementares, com a elaboração de programas para o computador “Sergium”. Nesta etapa é possível reforçar a compreensão do funcionamento do computador e da arquitetura de von Neumann, compreender o processo de elaboração de um programa em linguagem de montagem com suas peculiaridades; apreender o ciclo de instrução, o trabalho do montador e o conceito de programa armazenado em memória.

### 3.1 Relato de Alunos

Para saber se os objetivos do trabalho com o computador “Sergium” têm sido atingidos, foram entrevistados alunos que participaram da experiência em diversos anos, desde a sua primeira realização na PUC-SP em 2001. É importante ressaltar que as atividades do computador “Sergium” são realizadas nas primeiras semanas de cada ano letivo.

O procedimento das entrevistas foi o de solicitar ao aluno que contasse espontaneamente o que achou da experiência; a seguir, eram informados os objetivos esperados pelo professor e solicitados comentários adicionais. Este processo foi realizado em duas etapas, ao final de 2005 e no final de abril de 2006; pessoalmente, por telefone, ou correio eletrônico.

A seguir foram reproduzidos trechos significativos das impressões de alguns alunos, selecionando um participante a cada ano, assim identificados.

Aluno de 2001: “Foi uma experiência bacana e divertida. Facilitou o aprendizado do funcionamento do computador. Quebrou o gelo da aula e do relacionamento do professor com a turma promovendo reciprocidade e descontração. Fugiu da didática convencional”.

Aluno de 2004: “Diferente do convencional. Gostei muito. É uma forma de chamar a atenção do aluno numa matéria, ao meu ver, pouco interessante! ... A interação entre aluno e professor foi fundamental para que os conceitos fossem assimilados.”.

Aluno de 2005: “Achei a experiência válida. Facilitou o entendimento de cada parte do computador e seu procedimento de funcionamento. Evitou o tédio e o desânimo na aula. Aliou diversão e aprendizado. Alguns alunos acharam que o professor era louco”.

Aluno de 2006: “...alguns não entendem a intenção de ver o que acontece na prática e fazem muita bagunça, aí fica difícil prestar atenção... dá para entender a lógica do funcionamento interno e também qual a lógica usada na programação das instruções.”

Os alunos foram unânimes em dizer que o objetivo de promover a integração professor-aluno foi atingido e, a maior parte, ressaltou também a importância para a compreensão do funcionamento do computador. É interessante notar o fato, presente em algumas entrevistas, de alunos que não gostam da disciplina se sentirem motivados e auxiliados na realização dos exercícios.

Outro ponto importante é o cuidado com o comportamento da turma, que aparece explícito no trecho selecionado do aluno de 2006. Para a realização da experiência é fundamental que haja um clima de respeito na turma, para garantir que a atividade não descambe para a bagunça. O professor deve “sentir o clima” da sala e avaliar se pode ou não realizar a atividade. Uma alternativa nos casos em que a dramatização não for possível é o próprio professor realizar a simulação na lousa, fazendo os alunos acompanharem e realizarem posteriormente os exercícios de programação propostos.

## 4. CONCLUSÃO

A dramatização é uma técnica pouco utilizada em sala de aula, especialmente em um curso de exatas. A experiência da dramatização do funcionamento do computador fictício “Sergium” mostrou ser extremamente positiva para a promoção da integração professor-aluno, atuando como um “quebra-gelo” nesse relacionamento. Mostrou também ser uma experiência positiva para pavimentar a aprendizagem do funcionamento do computador e dos tópicos fundamentais da arquitetura de computadores, uma vez que, por ser um computador completo, ainda que extremamente simples, contempla todos os tópicos da disciplina.

Isto leva a uma outra reflexão, sobre como uma visão inicial mais holista de uma área, ou disciplina, ainda que de maneira simples, mas não simplista, pode facilitar a aprendizagem da mesma. Além da inovação na técnica da dramatização, o computador “Sergium” amplifica essa possibilidade, realizada poucas vezes na arquitetura de computadores geralmente através de um estudo mais aprofundado do computador IAS.

Pode haver uma crítica sobre o porquê de não se trabalhar com a dramatização e exercícios do próprio computador projetado por von Neumann, mas a questão é, por ser uma atividade realizada no início das aulas, o computador “Sergium” é bem mais simples e tem a documentação totalmente em português, inclusive mnemônicos e nomes de registradores, facilitando o primeiro contato do aluno e desmitificando a obrigatoriedade do uso da língua inglesa. Por ser um computador criado pelo professor, também está mais ajustado para a continuidade do programa da disciplina de acordo com os principais livros-texto da área.

Assim como a utilização do computador “Sergium” como estratégia para o ensino tem cumprido seus objetivos, que novas experiências criativas possam surgir no ensino das Exatas.

### ***Agradecimentos***

Agradecemos aos alunos e ex-alunos que contribuíram expressando suas opiniões acerca da experiência aqui relatada e ao professor José Aquiles Baesso Grimoni pelo incentivo na elaboração deste trabalho.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MASETTO, M. T. **Competência Pedagógica do Professor Universitário**. Summus. 2003.

PAZ, S. M.. **Apostila de Arquitetura de Computadores**. 2005.

STALLINGS, W. **Arquitetura e Organização de Computadores: Projeto para o Desempenho**. 5ª Edição. Prentice Hall. 2002.

### **THE USE OF A FICTITIOUS COMPUTER AS A STRATEGY FOR TEACHING COMPUTER ARCHITECTURE**

**Abstract:** *“Sergium” is a fictitious computer created by professor Sérgio Miranda Paz. It is used as a strategy for teaching Computer Architecture allowing a better professor-student relationship and introducing fundamentals of the subject as Von Neumann's architecture, instruction cycle and assembly programming. In order to reach these objectives we use computer documentation, dramatization of its functioning and programming exercises.*

**Key-words:** *fictitious computer, dramatization, von Neumann's architecture, computer functioning, assembly language.*