Melhorando e Diversificando a Aprendizagem via Programação de Computadores

Marcus Vinicius Maltempi e José Armando Valente

***Abstract* — Este trabalho apresenta a atividade de programação de computadores como um contexto rico a ser utilizado nas disciplinas da Computação/Informática e da Engenharia. Características da programação que a tornam uma atividade favorável à construção de conhecimento e uma discussão de como empregá-la em um ambiente de ensino-aprendizagem são consideradas.**

***Index Terms* — Programação de computadores, construção de conhecimento, depuração, aprendizagem via projetos.**

I. Introdução

Atualmente, a maioria dos alunos que chegam às universidades apresenta deficiência relacionada com raciocínio lógico e criatividade. Isso porque eles são provenientes de um sistema educacional que privilegia e exige a memorização e reprodução de informações, além de punir o erro. Tais características praticamente inviabilizam o pensamento crítico e criativo.

A matéria de Programação de Computadores faz parte do currículo dos cursos da área de Computação e Informática, e de vários cursos de Engenharia. Programar é uma atividade que tem como fundamento o desenvolvimento de algoritmos, que é a parte criativa do processo de programação, ficando a execução (reprodução de passos) para ser realizada pelo computador. A tarefa de construir algoritmos inibe a memorização e reprodução de informações e requer raciocínio lógico, reflexão, pesquisa e envolvimento do aluno com o problema a ser modelado. Outras disciplinas, tais como, Cálculo e Lógica, também requerem essas mesmas atitudes dos alunos. Porém, há uma grande diferença entre o que é exigido nessas disciplinas e o que os alunos estão acostumados a fazer. Isso, muitas vezes resulta em alunos e professores desmotivados, baixo nível de aprendizagem e, conseqüentemente, alto índice de evasão e reprovação.

As características da atividade de programação – criatividade e reflexão – tornam-na muito interessante para ser trabalhada em ambientes de ensino-aprendizagem. Papert [1] há vários anos reconheceu esse potencial e iniciou na década de 60 o desenvolvimento da linguagem de programação Logo, destinada, principalmente, a crianças.

Manuscript received on May 13, 2000.

M. V. Maltempi, Faculdade SENAC de Ciências Exatas e Tecnologia, Rua Galvão Bueno, 430 CEP 01506-000 – São Paulo (SP), Tel. (11) 33994751, Fax. (11) 33994745, E-mail: mmaltempi@cei.sp.senac.br; J. A. Valente, Universidade Estadual de Campinas, Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Bloco V da Reitoria CEP 13083-970 – Campinas (SP), Tel/Fax. (19) 7887350, E-mail: jvalente@unicamp.br.

Diversos autores relataram resultados positivos no uso do Logo em ambientes de aprendizagem [2]. Esses resultados descrevem a aprendizagem de diversos conceitos, relacionados ou não a programação.

Assim, a partir de estudos realizados com o Logo que descrevem o processo cognitivo envolvido na atividade de programação, neste trabalho apresentamos as características da programação favoráveis à construção de conhecimento, e uma discussão de como fazer dessa atividade, aliada a abordagem pedagógica de aprendizagem via projetos, um contexto rico para ser explorado por diversas disciplinas dos cursos de Engenharia e Computação.

II. Características da Programação

A programação de computadores é uma atividade de resolução de problemas que requer o domínio de uma linguagem de programação, o conhecimento do conteúdo que está sendo tratado, e criatividade. Dominar uma linguagem de programação é fundamental para que o programador consiga expressar a solução de maneira que o computador possa processa-la. Também é necessário que o programador conheça os conceitos subjacentes ao problema para que possa solucioná-lo via programação. A criatividade é necessária e estimulada, uma vez que há sempre inúmeras maneiras de se resolver um problema por meio da programação, ou seja, não existem passos pré-definidos e diferentes soluções (programas) podem ser obtidas – essa característica torna a atividade de programação especialmente interessante para ser empregada em um ambiente de ensino-aprendizagem.

O aprendizado baseado na resolução de problemas não é novo e tem sido explorado nos meios tradicionais de ensino. Entretanto, o computador adiciona uma nova dimensão a essa abordagem: o fato de o aluno ter de expressar a resolução do problema segundo uma linguagem de programação, obtendo *feedback* imediato após a execução do programa pelo computador. Segundo [3], isto possibilita uma série de vantagens do ponto de vista da construção do conhecimento que pode ser observada analisando a atividade cognitiva envolvida na programação. Tal atividade inicia-se com um problema para o qual o aluno deve gerar uma seqüência de comandos da linguagem de programação, que representa a *descrição* da solução do problema segundo suas idéias.

O computador realiza a *execução* da seqüência de comandos, apresentando um resultado. Observando o resultado final obtido, o aluno faz uma *reflexão*, comparando-o com o que havia planejado. Neste ponto podem ocorrer duas situações, sendo que em uma delas o resultado fornecido é o esperado e a atividade está concluída.

A outra situação, mais freqüente, ocorre quando o resultado fornecido pelo computador não corresponde ao esperado e o aluno necessita depurar o programa, ou seja, rever o processo de representação da solução do problema. A *depuração* pode ser em termos da lógica (estratégia) empregada na solução, de conceitos sobre comandos da linguagem de programação, ou sobre algum conteúdo envolvido no problema em questão. A revisão do programa requer também reflexões sobre os erros cometidos e as formas possíveis de corrigi-los.

A depuração é facilitada pela existência do programa, pois este contém a descrição das idéias do aluno – que levaram ao resultado apresentado pelo computador – em termos de uma linguagem precisa e formal. Após realizar as alterações na descrição do programa, ele é novamente executado e o ciclo (descrição-execução-reflexão-depuração) se repete em um novo nível até que o aluno esteja satisfeito com o resultado obtido.

A atividade de depuração tem sua origem no erro, e este está intimamente relacionado com a construção de conhecimento, pois atua como um motor que desequilibra e leva o aluno a procurar conceitos e estratégias para melhorar o que já conhece. Nessa busca, novas informações são processadas e agregadas ao conhecimento já existente.

A construção de conhecimento é auxiliada pela tarefa (no caso, um programa), que serve de contexto para que o novo conhecimento seja empregado e adaptado aos outros conhecimentos já existentes.

A depuração é, portanto, uma atividade fundamental para qualquer ambiente de ensino-aprendizagem, que pode ser facilitada em ambientes baseados na programação de computadores. Entretanto, esta atividade não é simples. Na verdade, as atividades de descrição, reflexão e depuração não ocorrem simplesmente colocando o aluno interagindo com o computador. Essas atividades muitas vezes são árduas e demandam um grande esforço e concentração do aluno. Este não aprende sozinho e dificilmente teria sucesso em transformar o ciclo em uma atividade estimulante e rica em termos de construção de conhecimento.

Para que o ciclo ocorra de forma efetiva, [4] ressalta que é de fundamental importância a presença de um professor acompanhando o aluno, além de uma boa integração entre a atividade e a realidade sociocultural do mesmo. O professor deve dar suporte computacional, pedagógico e psicológico ao aluno, mediando o processo de descrição, reflexão e depuração que o aluno realiza por meio do computador. Nesse contexto, o professor pode ser chamado de facilitador. A Fig. 1 ilustra as ações que o aluno realiza na interação com o computador, e os elementos sociais envolvidos.

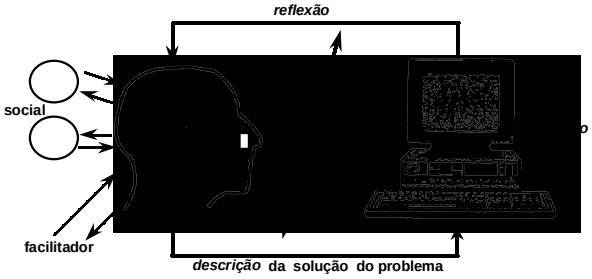

Fig.1. O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração.

Portanto, o computador é uma ferramenta singular na criação de ambientes de aprendizagem baseados na programação, pois:

- torna o raciocínio explícito;
- "executa" o raciocínio;
- fornece *feedback* fiel e imediato;
- permite diferentes tipos de reflexão; e
- facilita a depuração de conhecimento.

III. Discussão

Observando alunos de graduação programando computadores, notamos que a estratégia empregada pela maioria deles é a de digitar o programa, ou parte dele, e compilar em busca de erros. Geralmente, os alunos entram em um ciclo alterar-compilar o programa sem a devida reflexão sobre as alterações que realizam antes de uma nova compilação. Alterações sem sentido, inócuas e/ou erradas ocorrem com grande freqüência, e várias vezes os alunos chegam à solução de um problema sem compreender como a obtiveram. Trabalhando desta forma os alunos não realizam o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, tornando a programação uma atividade pobre em termos de aprendizagem.

Para obter melhores resultados de aprendizagem é fundamental que os alunos se envolvam com o problema que estão resolvendo. De acordo com idéias construtivistas, o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, onde o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o aluno. O aprendizado deve ser um processo ativo, onde os alunos "colocam a mão na massa" (*hands-on*) no desenvolvimento de *projetos*, em vez de ficarem sentados atentos à fala do professor. Segundo [5], este processo se dá de forma especialmente efetiva em um contexto onde o aluno está conscientemente engajado em construir um produto público e de interesse pessoal (*head-in*).

A pedagogia de aprendizagem via projetos se baseia na idéia de que elaborar um produto (concreto ou abstrato) é um bom contexto para que ocorra aprendizado, e possui características que favorecem totalmente a ocorrência do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. Nesta abordagem, um projeto é uma atividade completamente diferente das atividades de resolução de problemas normalmente encontradas no sistema de ensino tradicional. De acordo com [6], no projeto o objetivo a ser atingido é claro, sendo que, definir o problema faz parte do trabalho do aluno. Além disso, o resultado de um projeto depende do meio, não é único, e pode variar de acordo com o aluno, ou seja, segundo os critérios que ele definiu como sendo uma solução satisfatória. Assim, o que pode ser uma ótima solução para um aluno, para um outro a mesma solução não satisfaz.

Por outro lado, na atividade de resolução de problemas, como os encontrados nos livros textos, estes são bem definidos, exigindo do aluno, por exemplo, a aplicação de um único conceito apresentado em aula. Portanto, o problema tende a ser fabricado e não é algo real, do dia-a-dia, pois isso envolveria outros conceitos que atrapalhariam o exercício do

conceito específico. Além disso, o problema proposto tem uma única solução e, em geral, uma única maneira de resolvê-lo, que independe do meio.

Devido às características da atividade de desenvolvimento de projetos, as estratégias utilizadas na sua realização são diferentes daquelas empregadas na resolução de problemas. Enquanto na resolução de problemas utilizam-se regras precisas que permitem a obtenção de uma determinada solução, no desenvolvimento de projetos são utilizadas heurísticas que não necessariamente produzem as mesmas soluções para as mesmas condições iniciais de um problema. Portanto, o desenvolvimento de um projeto dificilmente pode ser realizado de maneira automática. Ele normalmente requer pensamento crítico e envolvimento pessoal do aluno. Esta característica o torna especialmente atraente para ser explorado em ambientes de ensino-aprendizagem.

De acordo com [7], várias são as características que tornam a atividade de desenvolvimento de projetos educacionalmente interessante, entre elas:

- o aluno torna-se um participante ativo no processo de aprendizagem, tendo controle e responsabilidade sobre o mesmo;
- reflexão e discussão são estimuladas pela presença do produto que está sendo desenvolvido;
- a tarefa pode ser abordada de diferentes formas, satisfazendo estilo e preferências do aluno. Uma vez que a dicotomia certo/errado é evitada, múltiplas estratégias e soluções são possíveis;
- o desenvolvimento de projetos geralmente é uma atividade interdisciplinar;
- a relação aluno-produto é facilitada e fortalecida pelo fato do aluno ser o agente criador do produto; e
- o aluno é estimulado a considerar a reação de outras pessoas perante o produto que criou.

Para que todas essas características realmente ocorram em um ambiente de aprendizagem é necessário que a execução do projeto não fique limitada ou reduzida a uma seqüência de passos pré-definidos por outras pessoas, o que inibiria a criatividade e limitaria o envolvimento do aluno com o projeto. Além disso, é fundamental a presença de um professor atuando como um facilitador do processo.

Portanto, em vez de se propor problemas que não fazem sentido aos alunos, o que muitas vezes ocorre nas aulas de Programação de Computadores, a construção de projetos de programação contextualizados e em sintonia com o que o aluno considera importante fortalece a relação aluno-projeto, aumentando as chances de que os conceitos trabalhados sejam realmente aprendidos.

Além disso, é importante que a complexidade desses projetos esteja regulada com o nível cognitivo do aluno, desafiando-o e proporcionando a ele uma grande satisfação no momento da conclusão do projeto. Essa satisfação pode ser notada em alunos que finalizam e vêem seus programas funcionando, servindo de motivação para que se engajem em novos projetos.

De acordo com [8], dar ao aluno a oportunidade de decidir o projeto a ser executado, em vez do professor decidir isso por ele, produz melhores resultados de aprendizagem, pois os alunos sentem-se mais responsáveis pelo projeto, fortalecendo a relação aluno-projeto. Isso não significa que o professor deva deixar ao aluno toda a responsabilidade pela definição do tema. O professor deve auxiliar o aluno a escolher um tema factível, aproveitando o desenvolvimento do projeto para introduzir, sob demanda do aluno, novos conceitos relacionados a algoritmos, linguagem de programação, estratégias de solução e sobre o conteúdo trabalhado – que pode pertencer a outras matérias do currículo, envolvendo assim, diversos professores.

Desta forma, o desenvolvimento de projetos baseados na programação de computadores representa um contexto favorável à construção de conhecimento e à integração de conhecimentos que geralmente estão segmentados em disciplinas dos cursos de Computação/Informática e Engenharia.

IV. Conclusões

A atividade de programação de computadores é um contexto rico a ser explorado em ambientes de ensino-aprendizagem. Associada a abordagem pedagógica baseada em projetos, pode-se obter alunos motivados e engajados a resolver tarefas complexas na qual a busca e uso de novos conhecimentos passam a ser uma necessidade dos próprios alunos. Assim, a postura do aluno deixará de ser a de um passivo receptor de informações para a de um ativo construtor de conhecimento. O papel do professor passa a ser o de mediador do processo de aprendizagem, estimulando e favorecendo o engajamento do aluno no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. Certamente, estas mudanças de posturas ocorrerão somente por vontade dos próprios professores e alunos.

Acreditamos que a atividade de programação possa favorecer a prática da pedagogia baseada em projetos, no sentido em que é uma atividade na qual a resolução de temas de projetos é facilitada e já vem sendo realizada em diversas disciplinas que integram o computador.

Referências

[1] S. Papert, *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

[2] I. Harel and S. Papert, Eds. *Constructionism*, Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1991.

[3] J. A. Valente, "The role of computers in education: achievement and comprehension", *Prospects*, vol. XXVII, no 3, pp. 403-414, 1997.

[4] J. A. Valente, "O papel do professor no ambiente Logo", in *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*, J.A.Valente, Org. Campinas: Gráfica da UNICAMP, 1996, pp. 01-34.

[5] S. Papert, *Constructionism: a new opportunity for elementary science education*. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group. Cambridge, 1986, 50 pp.

[6] M. Resnick and S. Ocko, "LEGO/Logo: learning through and about design", in *Constructionism*, I. Harel and S. Papert, Eds. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1991, pp. 141-150.

[7] M. Resnick, "Toward a practice of constructional design", in *Innovations in learning: new environments for education*, L. Schauble and R. Glaser, Eds. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1996, pp. 161-174.

[8] M. V. Maltempi, *A depuração de páginas Web e a especificação de uma ferramenta para um ambiente de aprendizagem baseado no Web design*. Unpublished qualifying document, State University of Campinas, Campinas, 155pp.