

# Um processo de avaliação baseado em ferramenta computadorizada para o apoio ao ensino de programação de computadores

Aletéia Vanessa Moreira Souto, Marcelo Duduchi

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS)  
Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação  
Rua dos Bandeirantes, 169 – CEP 01124-010 - São Paulo, SP – Brasil

{aleteia.vanessa,mduduchi}@terra.com.br

**Abstract.** *This article presents the construction of an evaluation process to support the teaching of programming that uses a computerized tool to identify the problems of logical reasoning of students entering in basic disciplines of algorithms and programming of computers in undergraduate computing courses.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta a construção de um processo de avaliação como apoio ao ensino de computação que utiliza uma ferramenta computadorizada para identificar os problemas de raciocínio lógico dos alunos ingressantes nas disciplinas básicas dos cursos de graduação em computação e informática relacionadas ao ensino de algoritmos e programação de computadores.*

## 1. Introdução

As disciplinas dos cursos de graduação da área de computação e informática relacionadas ao ensino de algoritmos e programação de computadores se destacam como sendo de grande importância para aqueles alunos que terão como formação a área de desenvolvimento de software.

O Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática [SBC 1999] apresenta as matérias Linguagens de programação, Técnicas de Programação e Estruturas de Dados como parte do núcleo de Fundamentos da Computação. Conforme descrito neste documento, estas são “matérias que envolvem a parte científica e as técnicas fundamentais à formação sólida dos egressos dos diversos cursos de computação”.

Apesar das disciplinas que envolvem o ensino de programação serem apontadas como a base da formação acadêmica dos alunos dos cursos de computação, pode-se verificar que é justamente nelas que muitos alunos encontram sua primeira e maior dificuldade. Muitos alunos têm dificuldades na resolução dos problemas propostos em lógica de programação, por não conseguirem interpretar o problema. Outros, porque não conseguem expressar, de forma clara e organizada, suas idéias [Gomes, Henriques e Mendes 2008].

[Martins e Correia 2003] atribui como causa para a reprovação e, até mesmo, para a desistência dos alunos, nas séries iniciais dos cursos de graduação em

computação, a dificuldade que estes alunos apresentam nas disciplinas introdutórias de programação e lógica de programação.

Segundo [Duduchi et al 2007], diversas ferramentas para o auxílio ao ensino de programação vem sendo desenvolvidas, porém [Pimentel, França e Omar 2003] destaca a dificuldade de se encontrar um processo de aferição da aprendizagem que permita ao professor ou coordenador de curso acompanhar o aprendizado de cada um dos alunos e medir o seu conhecimento prévio. [Gomes, Henriques e Mendes 2008] ressalta que os métodos de ensino ainda não são centrados no aluno, o que não permite o professor realizar um ensino personalizado de acordo com as necessidades de cada um.

Com uma ferramenta ou processo que pudesse identificar previamente alunos com dificuldades em raciocínio lógico e resolução de problemas, seria possível uma intervenção com atividades específicas, reduzindo assim o número de reprovação nas disciplinas que envolvem o ensino de lógica e programação.

A programação de computadores é uma atividade voltada à solução de problemas envolvendo habilidades como raciocínio-lógico, tomada de decisão e a interpretação e resolução do problema. A falta de compreensão do raciocínio lógico pode ser a principal razão pelo alto índice de reprovação nas disciplinas de algoritmos e programação e, em alguns casos pela desistência do curso [Santos e Costa 2006].

Segundo [Koslosky 1999], entender o raciocínio desenvolvido pelos alunos é uma das maiores dificuldades encontradas no processo ensino-aprendizagem de lógica de programação.

O raciocínio, a tomada de decisões e resolução de problemas são capacidades intelectuais centrais em nosso repertório cognitivo [Eysenck e Keane 2007]. A ciência que estuda os aspectos da cognição humana é a Ciência Cognitiva. Dentre as áreas relacionadas a esta Ciência aparece a Psicologia Cognitiva como importante referência teórica para aqueles que estão preocupados em compreender o sujeito aprendiz e os processos mentais existentes [Duduchi et al 2007].

## **2. Testes psicológicos computadorizados e o desempenho de alunos em programação de computadores**

Em [Duduchi et al 2007], foi apresentada uma proposta de utilização de testes psicológicos computadorizados como preditores de desempenho acadêmico em disciplinas de programação. O objetivo do estudo citado foi compreender como problemas de raciocínio lógico se correlacionam com o ensino de programação de computadores e desenvolvimento de algoritmos. Nele foi possível verificar altas correlações entre os testes de inteligência fluida e as provas de desempenho acadêmico nas disciplinas em questão.

Apesar dos testes psicológicos terem se mostrado eficazes em prever aqueles que apresentarão problemas em disciplinas de programação eles exigem a participação de psicólogos, o que inviabiliza o seu uso no dia a dia do professor.

A idealização da construção do processo de apoio ao ensino de programação de computadores baseado na avaliação focada em problemas de raciocínio lógico proposto neste artigo surgiu após a realização da análise dos resultados do uso de testes psicológicos computadorizados citados e a verificação da dificuldade do uso frequente destes pelo professor.

### **3. A construção do processo de avaliação baseado em problemas de raciocínio lógico**

O processo de avaliação aqui proposto foi construído com base na idéia da utilização de testes de raciocínio lógico que permitem ao professor avaliar sistematicamente seus alunos por meio de questões onde não seja necessário o uso de linguagem específica da área de programação de computadores. O registro do desempenho dos alunos deveria ser contínuo e estar disponível para que se pudesse acompanhar a sua evolução.

Para que este processo seja eficiente foi considerado o uso de uma ferramenta computadorizada que facilitasse a construção e aplicação das questões aos alunos e ainda registrasse os resultados obtidos. A construção de um processo de avaliação a ser realizado através de uma ferramenta computadorizada tem ainda como vantagens:

- ser um processo de avaliação de aplicação rápida;
- ser um processo que permite obter os resultados da avaliação de uma forma automatizada e;
- ter estas informações já armazenadas em um meio eletrônico que permite a manipulação dos dados obtidos para futuras atividades de pesquisa.

A ferramenta computadorizada usada nesta proposta possui uma interface de programação e outra de aplicação do teste [Falcão e Duduchi 2008].

Na interface de programação o professor pode incluir as diversas questões e montar os questionários a serem apresentados ao aluno durante o processo de avaliação.

Na interface de aplicação do teste o aluno é submetido às questões apresentadas e é feito o registro de todos os dados cadastrais bem como as opções escolhidas, tempo, acertos e erros.

Os tipos de questões previstas são na ferramenta são:

- Questões diretas onde o aluno deve dar uma resposta;
- Um grupo de valores de forma seqüencial e um enunciado a partir do qual o aluno deve identificar e responder qual é o último valor da seqüência;
- Uma série de instruções que levarão ao aluno a atribuir valores a diversas caixas de diálogo e apresentar uma resposta final;

O processo de avaliação proposto é composto pelas seguintes etapas:

#### **a) Identificação do que será considerado como alvo no processo de ensino de algoritmos e programação de computadores**

Nesta primeira etapa o professor deve realizar um estudo sobre o assunto que pretende focar no processo de avaliação, identificando os aspectos referentes ao raciocínio lógico, leitura e compreensão de texto e tipos de estruturas de controle de fluxo de execução. Identificado o alvo a ser avaliado deve-se seguir ao passo b.

#### **b) Idealização e elaboração das questões a serem consideradas**

Nesta etapa o professor deve decidir sobre o número de questões de cada tipo que serão usadas no processo de avaliação construindo os enunciados e respostas de questões a serem consideradas no processo de avaliação.

### **c) Incluir as questões na ferramenta computadorizada**

Nesta etapa as questões são incluídas na ferramenta computadorizada. Para as questões que envolvem o seqüenciamento de valores, inclui-se o enunciado e os valores a partir dos quais o enunciado deve ser respondido, bem como, o resultado esperado. Para as questões que envolvem a realização de grupo de tarefas numa seqüência logicamente ordenada são incluídas as instruções e a resposta esperada. Após a inclusão das questões estas são organizadas em questionários a serem posteriormente aplicados.

### **d) Realização de testes preliminares sobre o uso do processo de avaliação baseado em problemas de raciocínio lógico com o uso da ferramenta computadorizada**

Para garantir um processo de avaliação satisfatório é indicada a realização de testes preliminares do processo construído, com alunos voluntários ou outras pessoas, a fim de saber se todas as questões estão coerentes e se não há falhas no processo construído.

### **e) Readequação das questões**

Com o resultado do teste preliminar, o professor deve analisar as questões em que foram apontados erros por entendimento dúbio da questão ou por erro de formulação. Constatados estes erros as questões devem ser corrigidas e inseridas na ferramenta computadorizada.

### **f) Aplicação da avaliação baseada em problemas de raciocínio lógico com o uso da ferramenta computadorizada**

Com o questionário readequado e pronto, a próxima etapa é a aplicação da avaliação baseada em problemas de raciocínio lógico com o uso da ferramenta computadorizada nos discentes da disciplina de programação.

### **g) Análise dos resultados**

Após aplicação da avaliação, o professor deve analisar os resultados gerados. Esta análise pode ser feita sobre as respostas dadas pelos alunos na avaliação da ferramenta computadorizada, análise sobre o tempo gasto nas respostas de cada questão, estatísticas sobre os acertos e erros em cada questão, análise para verificar o desempenho de turmas diferentes na avaliação baseada em problemas de raciocínio lógico e demais análises que forem pertinentes. Tais análises permitem ao professor identificar os alunos que possivelmente apresentarão dificuldades e promover a intervenção buscando reverter esta situação. Permitem também ao professor identificar quais os principais problemas enfrentados pelos alunos a partir do tipo de questões onde houve mais erros ou acertos.

### **h) Comparar / correlacionar resultados com outras medidas**

Após cada período ou avaliação escolar pode-se realizar uma análise de correlação entre o resultado do questionário aplicado com o uso da ferramenta computadorizada e o resultado da avaliação de desempenho dos alunos. Esta análise de correlação também pode ser feita com outras medidas como, por exemplo, o desempenho do aluno em exercícios propostos na disciplina ministrada.

#### **i) Aprimoramento do teste a partir dos resultados obtidos.**

Realizadas as análises dos resultados o professor pode aprimorar o teste, ou seja, elaborar novas questões e construir novos questionários para que fiquem mais próximos das necessidades de avaliação do professor.

#### **j) Nova avaliação**

Encerrado o aprimoramento das questões o professor pode realizar novas avaliações.

A primeira aplicação da avaliação pode ser realizada no início do semestre letivo para que o professor tenha uma visão geral das possíveis dificuldades de seus alunos. A aplicação da avaliação pode ser realizada também a cada vez que for ministrado um novo tópico da disciplina para saber se o aluno assimilou o conteúdo ou até mesmo antes da realização das avaliações da disciplina para ter uma prévia do possível desempenho dos alunos na avaliação.

### **4. O Estudo**

Com o objetivo de verificar a validade do processo proposto foi realizado um estudo relacionando o processo de avaliação com o uso da ferramenta computadorizada baseado em problemas de raciocínio lógico e o desempenho acadêmico de alunos em uma disciplina de programação de computadores do início de um curso de tecnologia.

Participaram do estudo 123 alunos, sendo 99 homens e 26 mulheres com idade média de 24 anos e 3 meses. Todos frequentavam a disciplina Programação I do primeiro semestre do curso de Tecnologia da Informação e Análise de Sistemas de uma faculdade de tecnologia.

De início identificou-se o alvo do processo e realizou-se a elaboração das questões incluindo-as na ferramenta computadorizada.

O desenvolvimento das questões que compôs a avaliação teve como preocupação abordar a resolução de problemas usando o raciocínio lógico-matemático, a leitura e compreensão de texto e estruturas de controle de fluxo de realização de tarefas a partir de decisões que acarretavam ou não em repetição.

Visando uma avaliação rápida de forma que não fosse uma atividade cansativa para os alunos avaliados, optou-se somente por vinte questões. Cinco questões estavam relacionadas à identificação da próxima letra a partir de uma seqüência previamente apresentada considerando a posição das letras no alfabeto. Cinco questões envolviam a identificação de números inteiros a partir de uma seqüência previamente apresentada levando-se em consideração cálculos aritméticos básicos. As últimas dez questões envolviam a realização de instruções que se apresentavam de forma sequencial e estruturas de decisão e repetição.

Após a realização dos testes preliminares e readequação com base nos problemas enfrentados com o piloto partiu-se para a aplicação da avaliação. Os participantes foram convidados a participarem voluntariamente do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A aplicação da avaliação ocorreu na sexta semana de aula e foi realizada no laboratório de informática da faculdade. Cada aluno respondeu ao questionário com uso

da ferramenta computadorizada de forma individualizada, utilizando um computador. Não foi fornecida nenhuma explicação sobre a resolução das questões, pois desta forma o resultado poderia sofrer inferências.

No presente estudo os participantes fizeram todos os itens do teste não sendo estipulado tempo mínimo ou máximo para a sua realização.

Os resultados da avaliação foram tabulados e foi necessário aguardar os resultados da avaliação de desempenho acadêmico da disciplina Programação I para que a análise de correlação fosse feita.

A avaliação do desempenho acadêmico da disciplina Programação I foi composta por questões dissertativas e testes abrangendo os conceitos básicos sobre variáveis, tipos de dados, tabela verdade e questões em que o aluno deveria desenvolver o algoritmo através de um dado enunciado. A avaliação continha também exercícios onde o aluno deveria escrever o algoritmo a partir de um fluxograma apresentado e resolver um teste de mesa. Os algoritmos envolveram as estruturas de controle sequencial, de decisão e de repetição.

A avaliação da disciplina de Programação I foi realizada entre a oitava e décima semana de aula. Esta foi realizada em sala de aula, de forma individualizada e sem a utilização de material para consulta. Tendo como tempo limite para realização da avaliação 1 hora e 40 minutos.

De posse das notas de avaliação de desempenho acadêmico da disciplina Programação I, os dados foram tabulados para que fossem feitas as análises de correlação entre a avaliação de raciocínio lógico com ferramenta computadorizada e a avaliação do desempenho acadêmico.

## **5. Resultados e Discussão**

De posse dos resultados das avaliações foi realizada a análise estatística descritiva dos dados coletados. Após esta etapa, estatísticas de correlação de Pearson foram conduzidas entre os resultados da avaliação de raciocínio lógico feita com a ferramenta computadorizada e os resultados da avaliação do desempenho acadêmico.

Mesmo sem realizar a etapa de aprimoramento do teste a partir dos resultados obtidos, verificou-se correlação significativa de 0,621 entre a pontuação total das questões de avaliação de raciocínio lógico feita com a ferramenta computadorizada e a nota total (0 a 10) da avaliação de desempenho acadêmico de programação I. Já o nível de correlação entre a pontuação total das questões de avaliação de raciocínio lógico feita com a ferramenta computadorizada e a nota parcial (0 a 6) da avaliação de desempenho da disciplina Programação I, que envolveu apenas a construção de algoritmos e fluxogramas, também foi significativa e se apresentou um pouco mais alto com o valor de 0,634.

Houve também correlação significativa de 0,637 entre a pontuação da segunda parte da avaliação de raciocínio lógico feita com a ferramenta computadorizada e a nota parcial (0 a 6) da avaliação de desempenho de programação I. Já a correlação entre a pontuação da segunda parte do questionário de avaliação sobre problemas de raciocínio lógico e a nota total (0 a 10) da avaliação de desempenho de programação I, também foi significativa e se apresentou o nível um pouco mais baixo com o valor de 0,607.

O objetivo era que a nota da avaliação em programação pudesse ser estimada no início do semestre e antes de cada avaliação. Para se estimar a nota que um aluno obterá em cada avaliação da disciplina de programação, a partir da avaliação baseada em problemas raciocínio lógico, análises estatísticas de regressão foram conduzidas.

A análise de regressão mostrou que a nota final na disciplina, neste caso, pode ser estimada com probabilidade de acerto de 40 % a partir das análises de cinco questões do questionário (17, 19, 18, 9 e 11) pela seguinte fórmula:

$$\text{Nota} = 3,805 + 1,129*Q17 + 1,035*Q11 + 1,185*Q18 + 0,845*Q19 + 0,783*Q9$$

Um exemplo sobre o cálculo para a previsão das notas dos alunos na avaliação de programação pode ser visto a seguir:

O Aluno1 acertou as questões Q9, Q11, Q17, Q18 e Q19, logo o cálculo para a previsão de sua nota será:

$$\text{Nota} = 3,805 + 1,129*1 + 1,035*1 + 1,185*1 + 0,845*1 + 0,783*1$$

$$\text{Nota} = 9,8$$

Este aluno obteve 14 acertos nas questões sobre a avaliação baseada em problemas de raciocínio lógico e a sua nota da avaliação de programação foi 9,0.

A partir deste momento é possível caminhar para a fase de aprimoramento do teste buscando um melhor resultado preditivo.

## 6. Considerações Finais

As análises mostraram que mesmo sem o aprimoramento das questões o processo serviu como ferramenta de identificação de alunos ingressantes com dificuldade em disciplina de programação em curso da área de computação podendo auxiliar o professor.

As análises de correlação e regressão mostram que, mesmo sem a melhoria das questões da avaliação, o processo apresenta resultados positivos na identificação dos alunos que terão dificuldades na disciplina de programação. Os resultados nos permitem descartar a idéia que a ferramenta e o processo não devem ser utilizados e encorajam a continuar com as pesquisas na área.

Identificar logo no início do curso os alunos ingressantes com dificuldades permite a realização de programas específicos para ajudar a melhorar o desempenho destes de forma a diminuir tanto a quantidade de reprovação quanto a desistência na disciplina e no curso.

É importante observar que o processo prevê a sua própria melhoria. O professor pode conduzir o processo buscando um melhor resultado na correlação, análise de regressão e probabilidade de acerto na estimativa do desempenho acadêmico dos alunos. Pode ainda analisar os motivos que levam às questões influenciarem ou não o processo preditivo buscando entender as características que as tornam importantes ou não para a predição.

## 7. Referências

- Duduchi, M., Souto, A. V. M., Barbosa, A. C. C. e Macedo, E. C. (2007) “O uso de testes psicológicos computadorizados como balizadores para dificuldades de raciocínio lógico em alunos de disciplinas de construção de algoritmos e programação de computadores”. Anais do II Workshop de Pós-graduação e Pesquisa, CEETEPS, São Paulo, Brasil. [http://www.ceeteps.br/Posgraduacao/PDF\\_II\\_Worshop/Artigo\\_Testes\\_Psicologico.pdf](http://www.ceeteps.br/Posgraduacao/PDF_II_Worshop/Artigo_Testes_Psicologico.pdf). Acesso em dezembro de 2008.
- Eysenck, M. W. e Keane M. T. (2007) “Manual de Psicologia Cognitiva”, Porto Alegre, Artes Médicas, 5ª.edição.
- Falcão, I. P. e Duduchi, M. (2008) “Software para construção de teste de raciocínio lógico”. X Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica, FATEC-SP, São Paulo.
- Gomes, A., Henriques, J. e Mendes, A.J.. (2008) “Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores”. In Educação, Formação e Tecnologias; vol.1 (a), p. 93-103. <http://eft.educom.pt>. Acesso em dezembro de 2008.
- Koslosky, M. A. N. (1999) “Aprendizagem baseada em casos: um ambiente para ensino de lógica de programação”. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. <http://www.eps.ufsc.br/disserta99/koslosky>. Acesso em dezembro de 2008.
- Martins, S. W. e Correia, L. H. A. (2003) “O Logo como ferramenta auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico – um estudo de caso”. Internacional Conference on Engineering and Computer Education – ICECE2003, Santos, SP. <http://www.dcc.ufla.br/~lcorreia/bibtex/icece2003.pdf>. Acesso em dezembro de 2008.
- Pimentel, P. E., França, V. F. e Omar, N. (2003) “A caminho de um ambiente de avaliação e acompanhamento contínuo da aprendizagem em programação de computadores”. WIE Workshop de Informática na Educação, XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – SBC2003, Campinas.
- Santos, R. P. e Costa, H. A. X. (2006) “Análise de metodologias e ambientes de ensino para algoritmos, estruturas de dados e programação aos iniciantes em computação e informática”. In: Infocomp Journal of Computer Science, vol.5, n.1, p.41-50.
- SBC – Sociedade Brasileira de Computação. (1999) “Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e informática”.