

O uso de testes psicológicos computadorizados como balizadores para dificuldade de raciocínio lógico em alunos de disciplinas de construção de algoritmos e programação de computadores

Marcelo Duduchi¹

Aletéia Vanessa Moreira Souto¹

Anna Carolina Cassiano Barbosa²

Elizeu Coutinho de Macedo²

¹Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS)
Mestrado em Tecnologia da Informação Aplicada
Rua dos Bandeirantes, 169 – CEP 01124-010 - São Paulo, SP – Brasil

²Universidade Presbiteriana Mackenzie
Mestrado em Distúrbios do Desenvolvimento
Rua da Consolação, 896 –CEP 01302-907 – São Paulo, SP - Brasil

mduduchi@terra.com.br, aleteia.vanessa@terra.com.br, ecmacedo@mackenzie.com.br, carol.cassiano@gmail.com

Resumo. Atualmente existe uma grande preocupação quanto ao ensino das disciplinas de Algoritmos e Programação de Computadores. Muitos artigos sugerem a utilização de ferramentas como meio para tornar o ensino destas disciplinas mais atrativas, porém nenhum deles apresenta uma forma de como identificar problemas de raciocínio lógico entre os alunos ingressantes nos cursos de Computação. Este artigo apresenta uma proposta de utilização de testes psicológicos computadorizados como um preditor de desempenho acadêmico em disciplina de programação.

Abstract. Nowadays exists a great concern about the teaching of the disciplines of Algorithms and Programming. Many papers suggest the use of tools as middle to turn the teaching of these disciplines more attractive, however any papers presents the way to identify problems of reasoning logical among the students of Computing. This paper will propose the use of computerized psychological tests as middle to detect and identify these problems.

1. Introdução

O crescente desenvolvimento tecnológico tem demandado uma maior habilitação dos profissionais da área de programação de computadores. Desta forma, tem se observado o surgimento de cursos para formação e aperfeiçoamento destes profissionais nas mais variadas áreas, bem como o interesse de diferentes profissionais pela área de computação. Uma das áreas que têm tido interesse em compreender como se dá o processamento de informação nos computadores é a Neurociência. Este interesse tem sido dirigido para a compreensão das estratégias cognitivas usadas por programadores na construção de algoritmos e programas de computadores [Eysenck e Keane, 2007].

A psicologia cognitiva aparece como importante referência teórica para o professor preocupado em compreender o sujeito aprendiz, compreender que os processos mentais existem e que podem ser estudados e que o ser humano processa de maneira ativa a informação que recebe. Desta forma, a avaliação passa a ser vista como um campo de análise, estudos e compreensão de processos mentais.

Para [Santos e Costa, 2006] a principal causa de reprovação nas disciplinas de Algoritmos e Programação ou desistência nos cursos de Computação se dá pela falta de compreensão do raciocínio lógico. Diversos são os esforços para tornar o ensino de programação mais atrativo buscando-se o desenvolvimento de ferramentas para o ensino de lógica de programação, porém nenhuma delas trata da questão de como identificar previamente as dificuldades dos alunos em problemas de raciocínio lógico. Tal identificação poderia permitir uma intervenção com atividades específicas que buscariam reduzir a reprovação nestas disciplinas.

De acordo com as Diretrizes Curriculares para Cursos de Computação e Informática, a programação de computadores é uma atividade voltada à solução de problemas e desenvolvimento de algoritmos que, juntamente com o estudo de estruturas de dados, deve receber especial atenção em cursos de computação [Santos e Costa, 2006]. Apesar da disciplina de Programação ser uma das disciplinas fundamentais [Pimentel, França, Omar, 2003] de cursos de Computação e Tecnologia, o aluno, antes de ter o domínio da linguagem de programação, necessita desenvolver a capacidade lógica de programação. Desta forma, os conceitos de algoritmos e fundamentos de lógica devem ser pré-requisitos importantes para o aprendizado de linguagens de programação [Santos e Costa, 2006].

De acordo com Santos e Costa o raciocínio matemático-lógico necessário para resolução de problemas é desenvolvido em disciplinas que ensinam os algoritmos de programação. Desta forma, o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas parece estar diretamente relacionado com o desempenho nestas disciplinas. Entre os diferentes modelos teóricos que procuram descrever a capacidade de resolução de problema destaca-se a Teoria da Gestalt e Teorias da Inteligência.

De acordo com Eysenck e Keane [2007], a Teoria da Gestalt mostra que a atividade de resolução de problemas é tanto reprodutiva como produtiva. É produtiva quando é caracterizada por *insight* da estrutura do problema e por reestruturação produtiva do problema e reprodutiva quando há a reutilização de experiências anteriores [Eysenck e Keane, 2007]. Neste contexto podemos dizer que quando apresentado um problema ao aluno o processo para a sua tomada de decisão para a resolução de um problema é baseado tanto na capacidade educar novas e originais hipóteses relevantes para a resolução do problema quanto em experiências prévias.

Teorias da Inteligência estão subjacentes ao desenvolvimento de instrumentos que avaliam a inteligência. Os testes de inteligência têm sido desenvolvidos a partir de dois enfoques diferenciados: avaliar capacidades mais associadas ao raciocínio ou ao conhecimento. Essas dimensões da inteligência humana têm sido referidas, desde Cattell (1971), por inteligência fluida (raciocínio) e cristalizada (conhecimento). A primeira refere-se à capacidade de processamento cognitivo, isto é, à capacidade geral de relacionar idéias complexas, formar conceitos abstratos e derivar implicações lógicas a partir de regras gerais em situações relativamente novas (para as quais existem poucos conhecimentos previamente memorizados). A segunda refere-se à extensão e à profundidade das informações adquiridas, via escolarização que, geralmente, são usadas na resolução de problemas semelhantes aos que se aprendeu no passado, ou ao "estoque" acumulado de conhecimentos, isto é, esquemas organizados de informações sobre áreas específicas do conhecimento (Ackerman, 1996; Primi, Santos e Vendramini, 2002).

Primi e colaboradores (2002) ao analisarem o desempenho do aluno no contexto universitário levantam a seguinte questão: qual a importância relativa de medidas mais associadas ao conhecimento, como a das provas tradicionais, e de outras, associadas ao raciocínio? A partir do reconhecimento da importância das duas capacidades, duas hipóteses podem ser levantadas: 1) Ênfase no conhecimento que pressupõe que quanto mais profundo e extenso for o conhecimento do aluno sobre o conteúdo tratado no ensino médio, mais preparado ele estará para prosseguir no ensino universitário e, portanto, maior será o seu desempenho; 2) Ênfase no raciocínio, parte do princípio de que, como o conteúdo tratado na universidade será novo, quanto maior a capacidade de raciocínio do aluno, mais bem preparado ele estará para organizar as novas informações e, portanto, maior será seu desempenho.

Entre os testes que avaliam inteligência destacam-se: Teste de Matrizes Progressivas Raven e o Teste de Inteligência Não-Verbal R-1. Tais testes vêm sendo desenvolvidos desde a década de 1930, passando por várias reformulações e adaptações até chegar a sua forma atual. Tais testes são considerados como de inteligência não-verbal pelo fato do sujeito não precisar verbalizar uma resposta. Assim, o avaliando deve apenas apontar uma figura entre várias alternativas, que considere a resposta correta de com um problema específico apresentado também de forma não-verbal. Tais testes vêm sendo utilizados na forma de papel e lápis e, mais recentemente, formas computadorizadas têm sido usadas possibilitando análises mais aprofundadas dos processos cognitivos subjacentes a resolução de problemas.

A utilização de programas de computador para o estudo e acompanhamento do processo do pensamento diante de uma situação de resolução de problemas é importante, pois temos consciência do produto do pensamento e não dos processos deste pensamento [Eysenck e Keane, 1994]. Neste sentido, as estratégias usadas na resolução de problemas não são diretamente observadas, tornando necessária a criação de modelos cognitivos. Os primeiros modelos computacionais de fenômenos psicológicos na resolução de problemas foram produzidos por Allen Newell e Herb Simon, com os quais foram possíveis grandes descobertas dentro da psicologia cognitiva e inteligência artificial [Eysenck e Keane, 2007].

Neste contexto, o presente trabalho propõe a utilização de testes computadorizados que avaliam a inteligência cristalizada e de provas de desempenho acadêmico que avaliam a inteligência fluída. A partir destes dois tipos de instrumentos objetiva-se a compreensão de como problemas de raciocínio lógico se correlaciona com o ensino de disciplinas de programação de computadores e na capacidade de desenvolvimento de algoritmos.

2. Método

2.1. Participantes

Participaram do estudo 40 sujeitos, sendo 37 homens, com idade média de 22 anos e 7 meses. Todos os participantes freqüentavam o curso de Tecnologia em Materiais Processos e Componentes Eletrônicos na Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Foram excluídos do estudo os alunos que foram reprovados por falta. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa pela Universidade do segundo autor e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.2. Material

Testes de Avaliação de Inteligência Cristalizada

O Teste de Matrizes Progressivas Raven Computadorizado (Macedo, Lukasova e Duduchi, 2006) é um teste de inteligência e raciocínio não verbal, utilizado para avaliação da população adulta em geral, sem restrições sobre o sexo ou escolaridade. Pode ser aplicado de maneira coletiva ou individual. O teste possui 60 telas e pode ser dividido em 5 partes. Parte A, B, C, D e E. Cada parte contém 12 telas. As telas da parte A e B possuem cada tela, uma figura grande, na qual há um pedaço faltante e mais seis figuras menores, dispostas em duas linhas, com três figuras cada linha, já as partes C, D e E possuem oito alternativas, dispostas em duas linhas, quatro figuras em cada linha. A tarefa que os participantes realizaram foram: escolher dentre as figuras menores qual a que melhor completa a figura grande que terá um pedaço faltante. Todos os problemas possuem uma única resposta correta. A Figura 1 (esquerda) ilustra uma tela do Teste Raven. A instrução dada aos participantes foi: “Em cada tela será encontrado um desenho maior em cima e outros menores a baixo. Nos desenhos grandes, em todos, haverá uma falha, um pedaço que ficou em branco. A tarefa será escolher o clicar no pedaço que melhor completa o quadro grande. Há apenas uma resposta correta”.

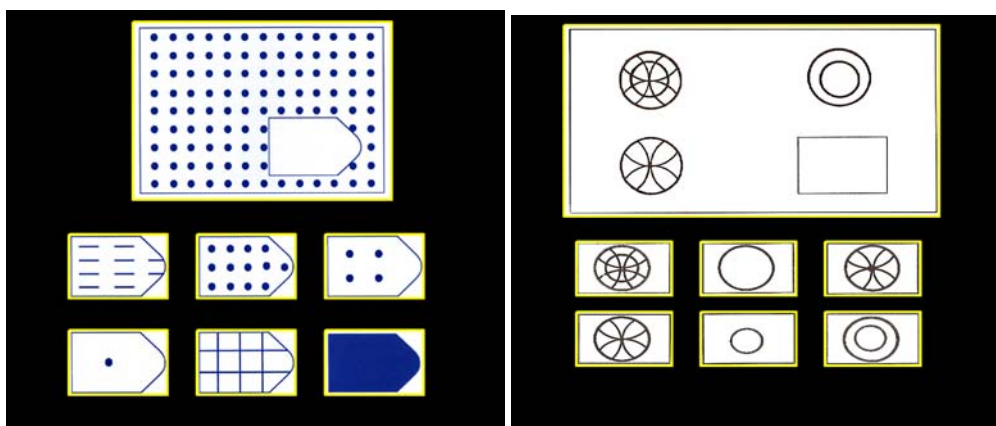


Figura 1. Tela ilustrativa do Teste de Matrizes Progressivas Raven (esquerda) e do Teste de Inteligência Não-Verbal (R1) à direita.

O Teste de Inteligência Não-verbal (R-1 Forma B) Computadorizado (Macedo, Lukasova e Duduchi, 2006). É um teste de inteligência e raciocínio não verbal, utilizado

para avaliação da população adulta em geral e pode ser aplicado individual ou coletivamente. Para aplicação coletiva sugere-se um máximo de 30 pessoas por turma. O grau de escolaridade não é determinante para realização do teste, pode ser aplicado em analfabetos e em graduados. O teste possui um total de 50 telas (problemas): as primeiras 25 telas possuem uma figura grande e mais 6 figuras pequenas, as 25 telas seguintes possuem uma figura grande e mais 8 figuras menores. As figuras grandes preenchem a parte de cima da tela e as figuras pequenas ficam dispostas em duas linhas abaixo da figura grande, com três ou quatro figuras em cada linha, dependendo da tela. A tarefa que os participantes terão de realizar será: escolher dentre as figuras menores qual a que melhor completa a figura grande que terá um pedaço faltante. Todos os problemas possuem uma única resposta correta. A Figura 1 (direita) apresenta um exemplo da tela do Teste de Inteligência Não-Verbal (R-1). As instruções dadas eram: “Em cada tela será encontrado um quadro maior em cima e outros menores a baixo. Nos quadros grandes, em todos, haverá uma falha, um pedaço que ficou em branco. A tarefa será escolher o clicar no pedaço que melhor completa o quadro grande. Há apenas uma resposta correta.”

2.3. Avaliação de Habilidades de Programação e desenvolvimento de algoritmos

A avaliação de habilidades de programação e desenvolvimento de algoritmos dos participantes foi feita com base em duas provas escritas práticas de construção de algoritmos em que os alunos deveriam sem consulta construir em cada uma cinco algoritmos e um trabalho com 20 exercícios práticos realizados em laboratório.

As questões tanto das provas quanto dos exercícios tratavam de problemas práticos de construção de algoritmos onde o aluno deveria usar as estruturas de controle de fluxo de execução.

2.4. Procedimento

Os participantes foram convidados a participarem voluntariamente do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A aplicação dos testes de inteligência foi feita no laboratório de informática da universidade no início do semestre letivo, antes do contato com o conteúdo da disciplina do curso. A seqüência de aplicação dos dois testes de inteligência foi aleatorizada a fim de evitar efeito de ordem. Embora os testes, em suas versões originais, tenham critério de interrupção, no presente estudo os participantes fizeram todos os itens do teste.

As provas foram aplicadas em sala de aula em dois períodos diferentes: meio e final do semestre. A nota final da disciplina envolveu notas de trabalhos acadêmicos realizados ao longo do semestre.

3. Resultados e Discussão

A fim de analisar os resultados dos participantes do estudo, foram tabulados os dados dos dois testes computadorizados de inteligência. Além disso, foram analisados os desempenhos nas duas provas e a nota final da disciplina.

Análise do nível de inteligência obtida a partir do Teste Raven indica que 82% dos participantes apresentaram nível de inteligência superior ou média superior quando comparado com dados da população brasileira. Dos indivíduos avaliados como tendo

inteligência superior, dois deles acertaram todos os itens do Teste Raven. O restante dos participantes (18%) foi considerado como inteligência dentro da média. Nenhum dos participantes teve desempenho abaixo da média. Tais achados podem ser explicados pelo fato do curso ter um sistema de acesso bastante seletivo e concorrido, priorizando aqueles candidatos com nível de inteligência acima da média. A Tabela 1 apresenta os valores mínimo, máximo, media e desvio-padrão dos participantes do estudo nos dois testes de inteligência e nas provas de habilidades de programação de computadores.

Estadística Descritiva

	N	Mínimo	Máximo	Média		Desvio
	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Erro Padrão	Estatística
Raven_Pontos	39	31,00	60,00	48,0000	,99933	6,24078
R1_pontos	39	28,00	49,00	38,0256	,86738	5,41677
Prova1	33	,80	10,00	6,1258	,43187	2,48090
Prova2	25	,75	10,00	5,3100	,50317	2,51587
m_provas	25	3,23	9,88	6,0740	,40691	2,03456

Tabela 1. Número de participantes (N), Valores mínimo e máximo no teste, Média e Desvio-padrão nos testes e provas aplicados.

A fim de analisar as correlações entre as várias provas, estatísticas de correlação de Pearson foram conduzidas entre os testes e as provas aplicadas ao longo do semestre. Resultados mostram que tanto a Pontuação no Raven, quanto do R-1, aplicados no início do semestre, se correlacionaram significativamente com as duas provas e com a média final na disciplina. No entanto, não foram observadas correlações significativas entre os dois testes de inteligência. A Tabela 2 apresenta os valores de correlação entre os testes e as provas. As altas correlações observadas entre os testes de inteligência e o desempenho acadêmico revelam que as duas funções avaliadas compartilham elementos em comuns em termos de funções cognitivas.

Correlações de Pearson

		Raven_Pontos	R1_pontos	Prova1	Prova2	Média_Final
Raven_Pontos	Correlação	1	,284	,708**	,465*	,682**
	Significância		,084	,000	,019	,000
	N	39	38	33	25	25
R1_pontos	Correlação	,284	1	,392*	,457*	,557**
	Significância	,084		,026	,025	,005
	N	38	39	32	24	24
Prova1	Correlação	,708**	,392*	1	,569**	,861**
	Significância	,000	,026		,003	,000
	N	33	32	33	25	25
Prova2	Correlação	,465*	,457*	,569**	1	,908**
	Significância	,019	,025	,003		,000
	N	25	24	25	25	25
Média_Final	Correlação	,682**	,557**	,861**	,908**	1
	Significância	,000	,005	,000	,000	
	N	25	24	25	25	25

** . Correlação é significativa ao nível de 0.01 (2-tailed).

* . Correlação é significativa ao nível de 0.05 (2-tailed).

Tabela 2. Matriz de Correlação entre os dois testes de inteligência (Matrizes Progressivas Raven e Inteligência Não-Verbal R-1) e as provas de avaliação de desempenho na disciplina.

As altas correlações entre os testes de inteligência fluida e as provas de desempenho acadêmico sugerem que o desenvolvimento da capacidade de criar algoritmos para programação de computadores parece se relacionar com a inteligência fluida. Estes resultados se assemelham com os encontrados por Primi e colaboradores (2002). Naquele estudo, foi observado que em alguns cursos (Medicina, Engenharia Civil e Matemática), o aproveitamento acadêmico estava mais fortemente associado à inteligência fluida. Vale lembrar que para MacGrew e Flanagan (1998), a inteligência fluida refere-se às operações mentais que uma pessoa utiliza quando enfrenta situações relativamente novas, nas quais os conhecimentos habituais não são suficientes. Relaciona-se à formação de conceitos novos, identificação de relações, percepção de relações em padrões, estabelecimento de inferências, compreensão de implicações, resolução de problemas, extrapolação, reorganização e transformação das informações.

Por fim, a fim de estimar a nota que um aluno obterá no final do semestre, a partir da avaliação da inteligência medida por um teste não-verbal, análises estatísticas de regressão foram conduzidas. Análise de regressão mostrou que a nota final na disciplina pode ser estimada com probabilidade de acerto de 45 % a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Nota_Final} = -1,749 + 0,171 * \text{Raven_Pontos}$$

Desta forma, alunos que pontuarem menos que 40 no Teste Raven apresentam maiores probabilidades de obterem menos que 5 na Nota_Final. Estudantes que pontuarem menos que 30 têm grandes probabilidades de ficarem reprovado na disciplina dado que a Nota_Final estimada será de 3,4.

4. Considerações Finais

A partir dos resultados apresentados podemos concluir que testes psicológicos de inteligência não verbal computadorizados como o Raven podem ser usados para identificar alunos com potencial problema em raciocínio lógico que afetará o desempenho destes nas disciplinas relacionadas ao desenvolvimento de algoritmos e programação de computadores.

Identificar logo no início do curso os alunos ingressantes permite a realização de programas específicos para ajudar em seu desempenho de forma a diminuir tanto a quantidade de reprovação quanto a desistência na disciplina.

5. Referências

Ackerman, P. L. (1996). **A theory of intellectual development: process, personality, interests, and knowledge.** *Intelligence*, 22, 227-257.

Capovilla, F.C., Macedo. E. C, Duduchi, M., Seabra, A. G. **“Edução como função de propriedades estruturais de hipóteses: efeito do tipo de operador relacional e do tipo**

de referente sobre a frequência de regras tentativas eduzidas". XXIV Reunião Anual de Psicologia. Ribeirão Preto, SP, 1994.

Capovilla, A.G.S., Capovilla, F.C., Macedo, E.C., Guedes, M., Duduchi, M. **“Explorando a participação de processos imagéticos na resolução de problemas”**. Ciência Cognitiva: teoria, pesquisa e aplicação. São Paulo, USP-IP, 1998, V.2, N.4.

Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton Mifflin.

Eysenck, M. W., Keane M. T. **“Psicologia cognitiva: um manual introdutório”**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2007.

Macedo, E. C., Lukasova, K., Duduchi, M. (2006). CD-Rom: **Testes de Inteligência Não-Verbal Computadorizados**. Material não publicado.

McGrew, K. S., & Flanagan, D. P. (1998). *The intelligence test desk reference (ITDR): Gf-Gc cross-battery assessment*. Needham Heights: Allyn & Bacon.

Pereira, J.C.R.J., Rapkiewicz, C.E., Delgado, C., Xexeo, J.A.M. **“Ensino de algoritmos e programação: uma experiência no nível médio”**. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – SBC 2005. São Leopoldo, 2005.

Pimentel, P.E., França, V.F., Omar, N. **“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, 2003.

Primi, R., Santos, A. A. A., Vendramini, C. M. **Habilidades básicas e desempenho acadêmico em universitários ingressantes Estudos de psicologia**. (Natal). Vol. 7 No.1. 2002

Santos, R.P., Costa, H.A.X. **“Análise de metodologias e ambientes de ensino para algoritmos, estruturas de dados e programação aos iniciantes em computação e informática”**, XII Workshop de Informática na Escola, Anis do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V, Campinas, 2003.