
UM MODELO PARA AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO CONTINUO DA APRENDIZAGEM

Edson Pinheiro Pimentel^{1,2}, Nizam Omar^{1,3}, Pollyana Notargiacomo Mustaro³,
Vilma Fernandes de França¹

¹Instituto Tecnológico da Aeronáutica – (ITA)
Praça Mal. Eduardo Gomes, 50 – 12228-900 – São José dos Campos – SP – Brasil

² Universidade Municipal de São Caetano do Sul (IMES)
Av. Goiás, 3400 – 09550-051 – São Caetano do Sul– SP – Brasil

³ Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)
Rua da Consolação, 930 – 01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

epiment@imes.edu.br, omar@mackenzie.br, polly@mackenzie.br, vilmaff@comp.ita.br,

Resumo.. Conhecer o que o aluno sabe e o que ele não sabe é o primeiro passo para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Lacunas de aprendizagem causadas por ausência de pré-requisitos contribuem para ampliar as dificuldades de aprendizagem e isto se torna ainda mais grave quando o aprendiz não tem consciência destas lacunas e não sabe identificá-las. Avaliações contínuas são ferramentas úteis, pois permitem feedback personalizado para os alunos e o uso de pedagogias diferenciadas por parte dos professores. Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa em andamento que tem por objetivo o desenvolvimento de um modelo para a incorporação em Ambientes Computacionais de mecanismos que possibilitem o automonitoramento dos processos metacognitivos por parte do aluno e a avaliação e o acompanhamento contínuo da aprendizagem tanto por professores quanto por alunos.

1. Introdução

Pesquisas em Educação evidenciam que a aprendizagem efetiva acontece quando os aprendizes possuem o controle da própria aprendizagem. A avaliação contínua da aprendizagem e o respectivo feedback para o aluno são muito importantes neste processo, bem como o ensino de habilidades metacognitivas (Bransford, 2002). Segundo David Ausubel, o fator mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (Moreira, 2001). É necessário, então, determinar continuamente o que o aluno conhece e ensiná-lo de acordo. As lacunas de aprendizagem causadas por ausência de pré-requisitos bem definidos contribuem para ampliar as dificuldades de aprendizagem e levam ao insucesso escolar de muitos alunos. Isto se torna ainda mais grave quando o aprendiz não tem consciência destas lacunas e não sabe identificá-las.

Uma metodologia de ensino-aprendizagem deveria, em um segundo momento, se preocupar em como suprir o que falta aprender, ou seja, como instituir um processo efetivo de ensino pautado nas necessidades individuais de aprendizagem. A identificação do que se sabe e do que não se sabe pode ser obtido através de avaliações contínuas, integradas ao processo de aprendizagem e não apenas em momentos finais (Masetto, 2003). A partir desta dinâmica realizada ao longo do processo, o professor pode, além de identificar as dificuldades individuais e coletivas dos alunos, traçar planos de estudos personalizados e instituir uma proposta de *avaliação formativa*, que segundo Perrenoud (1999), pode ser definida como “*toda prática de avaliação contínua que pretenda melhorar as aprendizagens em curso, contribuindo para o acompanhamento e orientação dos alunos durante todo seu processo de formação*”.

O ponto central da aprendizagem significativa é estabelecer o máximo de relações entre os conhecimentos prévios dos educandos com os novos conteúdos. No entanto, aprendizes de um mesmo grupo possuem conhecimentos heterogêneos. Segundo Freire (1996), isto deve ser compreendido como elemento positivo para a aprendizagem e não como obstáculo. Na medida em que o educador utiliza o conhecimento que o educando traz, altera-se a visão tradicional da postura do educador como detentor e transmissor do conhecimento oficial. Cabe ao educador ser agente que aprende e ensina, valoriza e respeita as diferenças individuais dos educandos e de suas classes sociais e colabora para o desenvolvimento da criticidade, inteligibilidade e da criatividade dos aprendizes para que estes se tornem sujeitos autônomos (Freire, 1996).

Este trabalho apresenta os resultados preliminares de uma pesquisa em andamento que tem por objetivo o desenvolvimento de um modelo para a incorporação, em Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), de ferramentas que possibilitem a avaliação e o acompanhamento contínuo da aprendizagem tanto por docentes quanto por alunos, bem como o automonitoramento de processos metacognitivos. Realizou-se um experimento com alunos do segundo ano de graduação em Ciência da Computação com o objetivo de levantar técnicas que permitam a identificação de lacunas de aprendizagem em “Lógica de Programação”. A avaliação como suporte para a aprendizagem é central nesta pesquisa, pois permite *feedback* contínuo ao aprendiz, indicando seu Nível de Aquisição de Conhecimento (NAC) em cada tópico e a sua predisposição para novos aprendizados no domínio de conhecimento. Define-se NAC como uma medida capaz de indicar o nível de conhecimentos do aprendiz num domínio de conhecimento.

A escolha do domínio de “Lógica de Programação” para o estudo de casa se deu pelo fato de que a aprendizagem de linguagens de programação é muito importante para todas as carreiras ligadas à Informática, principalmente para a formação daqueles que terão no desenvolvimento de softwares o produto final do seu trabalho. Uma vez que a aprendizagem ocorre praticamente durante todo o curso, o baixo índice de assimilação dos estudantes nas disciplinas cujos requisitos exigem o conhecimento de programação tem sido um grande problema enfrentado em muitas instituições (Rocha, 1991; Gomes & Mendes, 2000).

O artigo está organizado como segue. A seção 2 destaca o papel da avaliação contínua e metacognição como suporte para a aprendizagem. Na seção 3 descreve-se o modelo para a incorporação do acompanhamento contínuo da aprendizagem e automonitoramento em Sistemas Tutores Inteligentes. Na seção 4, são apresentados dados de um estudo de caso sobre diagnóstico de lacunas de aprendizagem no domínio de programação. Na seção 5 são feitas algumas considerações acerca deste trabalho e os aprofundamentos necessários.

2. Avaliação Contínua da Aprendizagem e Metacognição

A primeira grande característica de um processo de avaliação é que ele deve estar integrado ao processo de aprendizagem, como um elemento de motivação para a aprendizagem e não apenas como uma ferramenta para contabilizar notas (Masetto, 2003). É preciso que se faça uma clara distinção entre “Avaliação *da* Aprendizagem”, para fins de nota, com seus procedimentos próprios e a “Avaliação *para* a Aprendizagem” que requer diferentes prioridades, novos procedimentos e novos comprometimentos (Black & Wiliam, 1998). Dentre estes, destacam-se a avaliação e *feedback* como elementos integrantes do processo de ensino-aprendizagem e não mais como medidores de informações apresentados por alunos em situações de tensão, nervosismo e outros fatores (Masetto, 2003). A estrutura vigente na maioria das instituições de ensino faz com que os estudantes se mostrem mais preocupados em saber o que vai cair na prova do que propriamente com a aprendizagem. Isto porque o processo está focado numa proposta restrita de aquisição de conhecimentos preocupada com a titulação não com o desenvolvimento do aprendiz

enquanto ser integral que possui conhecimentos, experiências, objetivos e necessidades de aprendizagem específicas.

A avaliação contínua da aprendizagem, como parte do processo, deve ser vista como um mecanismo capaz de dar *feedback* contínuo ao aprendiz, indicando o seu NAC, em cada conteúdo, diagnosticando as lacunas de aprendizagem a serem preenchidas para que o aprendiz possa dar o próximo passo. Não se pode, no entanto, encarar a avaliação contínua apenas como um aumento da quantidade de testes, mas utilizar as informações obtidas com as avaliações formais e informais como uma maneira de aprender sobre como os alunos estão compreendendo os conteúdos. Este processo de avaliação pode demandar muito trabalho e tempo do professor na preparação, acompanhamento, análise e orientação o que consiste num dos principais problemas da avaliação formativa (Otsuka, 2002). Justifica-se, portanto, a pesquisa para a elaboração de ferramentas que possam dar suporte eficiente a esta atividade.

Pesquisas atuais reconhecem que também os aprendizes devem ser responsáveis por sua aprendizagem. Deve-se, portanto, caminhar para um currículo mais voltado para o “aprender a aprender”, e assim desenvolver atitudes e ações que ajudem as pessoas a descobrir a importância de uma aprendizagem contínua. Uma proposta para “aprender a aprender” de forma vitalícia relaciona-se à aquisição de novas competências e habilidades que permitam aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver com outros indivíduos e aprender a ser (Delors, 1999). O conhecimento sobre o próprio conhecimento é possível através do monitoramento da aprendizagem, que é um dos aspectos da Metacognição, que, em linhas gerais, constitui a habilidade das pessoas em monitorar, avaliar, planejar ou controlar a própria aprendizagem (Flavell, 1976). O monitoramento dos conhecimentos prévios é um processo metacognitivo fundamental. Se os estudantes não conseguem diferenciar com precisão o que eles sabem, do que eles não sabem, dificilmente conseguirão estabelecer qualquer espécie de comprometimento em atividades metacognitivas avançadas (Bransford, 2002).

Processos metacognitivos são geralmente avaliados fazendo inferências das observações dos estudantes, através de entrevistas ou até mesmo de auto-avaliações. Tobias & Everson (2002) criaram um índice denominado KMA (Knowledge Monitoring Accuracy) para medir e avaliar a diferença entre as estimativas do aprendiz sobre seu conhecimento num domínio particular e seu conhecimento atual determinado por desempenho em avaliações. Gama (2004) incrementou a maneira de calcular o KMA adicionando a possibilidade de prever e desempenhar também a resolução parcial de problemas. Além disso, Gama criou o índice KMB (Knowledge Monitoring Bias), para medir e identificar o tipo de desvio do aprendiz no monitoramento do seu conhecimento. Com isso é possível saber se o aprendiz é pessimista (apresenta KMA baixo – prevê o erro e acerta) ou otimista (prevê o acerto e erra). Este tipo de informação permite um *feedback* mais adequado para cada aprendiz.

O uso de metacognição no domínio de programação é ainda uma área pouco explorada. O trabalho de Shaft (1995) investiga o uso de metacognição por programadores na escolha de uma estratégia para a compreensão dos programas. Os resultados deste trabalho mostram que os programadores usam metacognição quando estão estudando programas de computador e sugerem que o uso de metacognição influencia em que medida os programas são mais amplamente compreendidos ou não.

3. Um Modelo para o Acompanhamento Contínuo da Aprendizagem

O ambiente proposto deverá permitir a todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (coordenação, professores, alunos, etc) acompanhar o NAC do aprendiz em cada tópico ou conceito, a partir do estado mental inicial em um domínio de conhecimento e seguindo por todas as disciplinas estudadas, durante todo o curso conforme representação no gráfico da Figura 1. O

nível zero indica a ausência de conhecimentos verificada através de avaliações ou auto-avaliações. Em cada conceito, parte-se de um valor em T0 (tempo inicial) proveniente de alguma avaliação diagnóstica, e a variação ou constância do nível pode ser monitorada através do tempo.

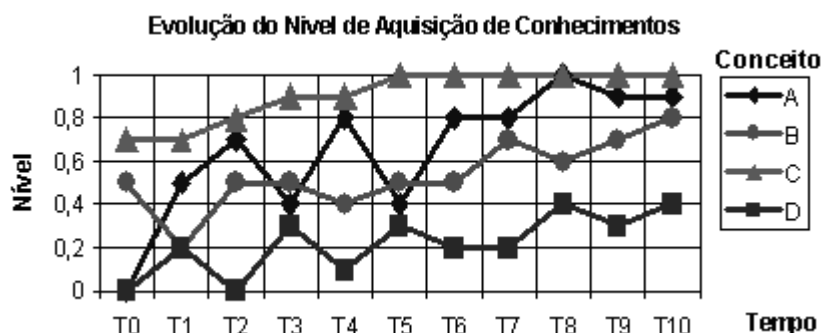


Figura 1. Acompanhamento do NAC do Aprendiz

O acompanhamento contínuo da aprendizagem e o tratamento personalizado de cada estudante pode ser facilitado com o uso de sistemas computacionais inteligentes. Os processos de aprendizagem auxiliados por computador devem ser dinâmicos e adaptativos, isto é, devem ser capazes de se adequar ao estado mental de cada estudante, num dado instante, a partir de um modelo histórico e do desempenho instantâneo do aprendiz. Atualmente, os STIs são os que melhor respondem a estas exigências (Leite, 1999).

McCalla (1992) destaca a importância da adaptabilidade, flexibilidade e individualização em um STI, principalmente na seleção e sequenciamento do conhecimento a fim de definir quais instruções são mais adequadas ao estado mental do estudante que se encontra em processo de aprendizagem. A arquitetura do STI que dará suporte ao automonitoramento e acompanhamento contínuo da aprendizagem deverá ter, além dos cinco módulos básicos (domínio, estudante, especialista, tutor e comunicação), um módulo adicional, denominado “Módulo de Avaliação”, conforme Figura 2. As funções de seus módulos principais podem ser encontradas em (Pimentel et al., 2003). A seguir a descrição do módulo adicional:

Módulo de Avaliação: A partir das informações oriundas dos Módulos do Estudante, do Domínio e do Especialista, o Módulo de Avaliação apresentará ao aprendiz avaliações diferenciadas, incluindo o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, incorporando aspectos que o guiem na reflexão sobre os conhecimentos prévios e sobre a sua capacidade em resolver determinado problema. Este processo se dará pelo diagnóstico das lacunas de aprendizagem do estudante que fornecerá subsídios para a elaboração de planos de aprendizados personalizados, de tal modo que estas lacunas possam ser preenchidas colocando o aprendiz em condições de prosseguir no aprendizado requerido.

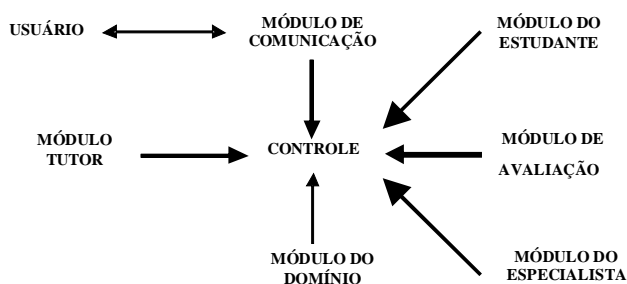


Figura 2. Proposta de arquitetura para STI

4. Estudo de Caso

Com o objetivo de coletar dados que possam fornecer subsídios conceituais sobre Avaliação Contínua e Metacognição para a definição de um modelo e a implementação de protótipos no referido domínio de conhecimento, iniciou-se um trabalho de acompanhamento da aprendizagem com uma turma de segundo ano do curso de Ciência da Computação na disciplina de Estruturas de Dados I (ED-I). A escolha desta turma e disciplina se por estes alunos já terem cursado pelo menos uma disciplina de Programação, uma vez que ao avaliar metacognição é necessário que os alunos já tenham algum conhecimento no domínio em questão ou então que sejam instruídos.

4.1 Metodologia

Como primeira atividade para levantar informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos elaborou-se um questionário, abordando os pré-requisitos da disciplina ED-I, no qual o aluno deveria registrar o seu grau de confiança em relação a estes conteúdos, assinalando para cada tópico, valores entre zero e cinco, indicando menor ou maior grau de confiança sobre seus conhecimentos. O resultado do questionário pode servir para modelar o estado mental inicial de cada aprendiz além de identificar os pré-requisitos em que os alunos apresentam menor grau de confiança. Esta informação pode ainda auxiliar na escolha das categorias de problemas a serem apresentadas aos alunos nos processos de avaliação.

A Tabela 1 mostra um quadro resumo dos resultados da aplicação do questionário, por grupos de conceito, detalhando as médias obtidas pela turma. Observa-se que os itens 9 e 10 obtiveram as menores médias, respectivamente 2.2 e 2.4 de um total de 5.0, indicando baixo grau de confiança dos alunos sobre seus conhecimentos nestes tópicos.

Tabela 1. Média por grupos de conceitos

CONTEÚDO	MÉDIAS	CONTEÚDO	MÉDIAS
1- Entrada de Dados	3,9	7 - Uso de funções pré-definidas	3,3
2 - Saída de Dados	4,2	8 - Definição de funções em C	3,4
3 - Estruturas de Seleção	3,8	9 - Passagem de Parâmetros	2,2
4 - Estruturas de Repetição	3,7	10 - Recursividade	2,4
5 - Cadeia de Caracteres (String)	2,9	11 - Compilador C (Tclite, Turbo C, etc)	3,0
6 - Estruturas de Dados (Vetores)	2,9	12 - Domínio de Lógica de programação	3,1

Uma segunda atividade realizada foi a aplicação de avaliações a fim de coletar dados sobre a capacidade dos alunos em prever o seu desempenho, ou seja, tentar medir suas habilidades de monitoramento metacognitivo em Lógica de Programação. Tomou-se por base as fases seguidas por (Gama, 2004). Foram realizadas duas sessões de coleta de dados com 13 alunos, através da aplicação de testes de programação.

Neste estágio inicial da pesquisa não houve uma sistematização para a escolha dos enunciados de problemas a serem avaliados. No entanto, isto deve acontecer em etapas futuras. Duas categorias de problemas foram utilizadas nestas duas sessões: escrita de programas para geração de séries e teste de programas envolvendo estruturas de seleção e repetição, itens em que os alunos apresentaram médias relativamente altas na etapa de levantamento de grau de confiança, respectivamente 3,8 e 3,7. A Tabela 2 apresenta o enunciado de dois problemas aplicados, de um total de seis. No início de cada uma das sessões, os alunos foram informados de que o objetivo dos testes era o de levantar alguns elementos sobre o seu atual estágio em Lógica de Programação e identificar possíveis lacunas de aprendizagem, a fim de propor melhorias no processo. A seguir, o detalhamento de cada fase.

Tabela 2. Problemas de programação apresentados aos alunos

P1 - PROBLEMA 1
Escreva um programa para imprimir uma seqüência de “N” números, a partir do número 1, utilizando a mesma regra de formação da seqüência do exemplo abaixo. Considere que o valor de “N” será informado pelo usuário. <u>Obs.</u> : No exemplo abaixo o valor de <u>N</u> é 8 Seqüência Exemplo : 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22
P5- PROBLEMA 5
Escreva um programa para calcular e imprimir o somatório de uma série de “N” termos, utilizando a mesma regra de formação da série abaixo. Considere que o valor de “N” sera informado pelo usuário. <u>Obs.</u> : Na série abaixo o valor de <u>N</u> é 6 Seqüência Exemplo : $S = 1 + 1/3 + 1/5 + 1/7 + 1/9 + 1/11$

a) Fase I – Previsão de Desempenho

Nesta fase, os enunciados dos problemas foram apresentados aos alunos, e solicitou-se que estes não tentassem resolver o problema, mas apenas ler e entender o que cada problema pedia como solução, e em seguida, assinalar uma alternativa que indicasse a sua confiança na resolução de cada problema, conforme as opções da Tabela 3.

Isto permitirá a obtenção do índice KMA (*Knowledge Monitoring Accuracy*), criado por Tobias e Everson (2002), para medir a diferença entre a previsão e o desempenho de cada aprendiz determinado por desempenho em avaliações. Além disso, será possível calcular também o índice KMB (*Knowledge Monitoring Bias*), criado por Gama (2004) para medir e identificar o tipo de desvio do aprendiz no monitoramento do próprio conhecimento: pessimista, realista ou otimista.

Tabela 3 - Alternativas para a etapa de previsão de resolução

<p>QUESTÃO : Você acha que pode escrever (testar) o programa solicitado na questão acima ?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM : acho que consigo fazer (ou testar) o programa completo</p> <p><input type="checkbox"/> MAIS OU MENOS : acho que consigo fazer (ou testar) apenas parte do programa</p> <p><input type="checkbox"/> NÃO : acho que não consigo escrever (ou testar) nenhuma parte do programa</p>
--

b) Fase II – Resolução do Problema

Nesta etapa, solicitou-se aos alunos que tentassem resolver os problemas para que fosse possível identificar o seu NAC. O desempenho do aluno nesta etapa permitirá a comparação com a sua previsão para a obtenção dos índices KMA e KMB

Convém lembrar que problemas de programação podem gerar respostas distintas, uma vez que envolvem compreensão do enunciado e raciocínio lógico. Dependendo do caminho escolhido pode-se chegar a soluções mais simples ou mais complexas. No entanto, entende-se que para os problemas propostos, as soluções tenderiam a ter aspectos mais ou menos padronizados.

c) Fase III – Verificação da Solução

Nesta etapa os alunos foram convidados a analisar a solução do professor, para cada problema, e a comparar com a sua solução, assinalando uma alternativa com opções similares às da Tabela 4.

Tabela 4 – Relação da Solução do Professor x Aprendiz

<p>QUESTÃO: Que relação tem a resposta do professor com a sua solução ?</p> <p><input type="checkbox"/> A minha solução é idêntica ou equivalente</p> <p><input type="checkbox"/> A minha solução é diferente mas creio que também está correta</p> <p><input type="checkbox"/> A minha solução é diferente e acredito que está errada</p>

d) Fase IV – Reflexão sobre a Resolução do Problema

Por fim, nesta fase, os alunos foram convidados a refletir e relatar as suas percepções sobre todo o processo, e mais detalhadamente sobre fase de resolução do problema (fase II). O objetivo desta etapa foi colher subsídios para aprimorar o processo de avaliação de habilidades metacognitivas no domínio de programação. A Tabela 5 apresenta algumas perguntas que guiaram esta reflexão.

Tabela 5 – Estratégias utilizadas na Resolução dos Problemas

A) Que estratégias você usou para responder a primeira fase do teste?
B) Que estratégias você usou para responder a segunda fase do teste?
C) Você achou o problema “x”? () Muito fácil () Fácil () Mais ou Menos () Difícil () Muito Difícil
D) Você já tinha resolvido problemas parecido ou igual ao problema “x”? () Sim () Não
E) Qual a maior dificuldade em resolver o problema “x”? (escrever um programa) () Entender o enunciado () Identificar a lógica para a resolução do problema () Transpor a “lógica” para um programa computacional () Outra

4.2 Análise de Resultados

A Fase-I coletou dados conforme Tabela 6, indicando nas colunas “Sim”, “+/-“ e “Não” respectivamente o percentual de alunos que previu resolver completamente, parcialmente ou não resolver o problema. Por exemplo, 62% dos alunos acreditavam resolver o problema P1 completamente e 85% previram não resolver o problema P2.

A Tabela 7 apresenta os dados da Fase-II. As colunas “Certo”, “+/-“ e “Errado” indicam, respectivamente, o percentual de alunos que resolveu completamente, parcialmente ou errou a solução do problema. Por exemplo, 69% dos alunos erraram a solução de P2 e 62% acertaram o problema P3. A simples comparação das Tabelas 6 e 7 não permite saber se os alunos acertaram ou não a previsão. Esta informação pode ser obtida com o cálculo dos índices KMA e KMB, respectivamente precisão e desvio no monitoramento da própria aprendizagem.

Tabela 6 – Previsão de desempenho

	Sim	+/-	Não
P1	62%	38%	0%
P2	8%	85%	8%
P3	92%	8%	0%
P4	62%	31%	8%
P5	31%	54%	15%
P6	69%	23%	8%

Tabela 7 – Desempenho realizado

	Certo	+/-	Errado
P1	46%	15%	38%
P2	15%	15%	69%
P3	62%	15%	23%
P4	54%	8%	38%
P5	46%	23%	31%
P6	69%	0%	31%

A Tabela 8 fornece uma fotografia mais real sobre a precisão dos alunos no monitoramento da aprendizagem, ou seja, a sua capacidade de prever o desempenho comparado ao real desempenho na resolução dos problemas. A coluna “AP” indica o acerto na previsão: o desempenho realizado na fase II em relação ao desempenho estimado fase I.

A mesma tabela mostra que o aluno com ID=9 acertou todas as suas previsões nos seis problemas e por isto apresenta um índice KMA=1.0, sendo 100% preciso. Conseqüentemente, o mesmo aluno tem um índice KMB=0.0, indicando ausência de desvios na previsão. O aluno com ID=5 também possui KMB=0.0, mas isto não significa que tenha ausência de desvios na previsão, pois o mesmo possui um KMA = 0.50 (KMA médio), indicando que o aluno às vezes

estima corretamente seu conhecimento e às vezes comete erros. Este aluno teve 4 acertos no seu desempenho, 1 erro médio otimista e 1 erro médio pessimista. O erro otimista indica uma previsão acima do desempenho e o erro pessimista indica o contrário. Portanto, os índices KMA e KMB devem ser calculados, analisados e interpretados em conjunto, conforme orientações e fórmulas presentes respectivamente nas Tabelas 9 e 10 (Tobias e Everson, 2002; Gama, 2004).

Tabela 8 – Estratégias utilizadas na resolução dos problemas

ID	QP	AP	EMO	EMP	EGO	EGP	KMA	KMB	LEGENDA	
1	6	3	1	1	1	0	0,17	0,17	ID	Identificação do Aluno
2	6	1	3	1	1	0	-0,33	0,33	QP	Quantidade de Problemas
3	6	2	1	3	0	0	0,00	-0,17	AP	Quantidade de Acertos na previsão
4	6	2	2	0	2	0	-0,17	0,50	EMO	Erro médio na previsão (otimista) - Previsão acerto parcial / erro - Previsão acerto completo / acerto parcial
5	6	4	1	1	0	0	0,50	0,00	EMP	Erro médio na previsão (pessimista) - Previsão acerto parcial / acerto completo - Previsão erro / acerto parcial
6	6	0	4	0	2	0	-0,67	0,67	EGO	Erro grande na previsão (otimista) - Previsão acerto completo / erro
7	6	2	3	0	1	0	-0,08	0,42	EGP	Erro grande na previsão (pessimista) - Previsão erro /acerto completo
8	6	5	1	0	0	0	0,75	0,08	KMA	Índice calculado (fórmula na Tabela 8)
9	6	6	0	0	0	0	1,00	0,00	KMB	Índice calculado (fórmula na Tabela 9)
10	6	2	2	0	1	1	-0,17	0,17		
11	6	2	3	1	0	0	0,00	0,17		
12	6	4	0	2	0	0	0,50	-0,17		
13	6	4	1	0	1	0	0,42	0,25		

Tabela 9 – KMA: Classificação, interpretação e fórmula

Índice KMA	Classificação	Interpretação sobre a estimativa do aprendiz
[-1.00 a -0.25]	KMA baixo	Não estima corretamente seu conhecimento na maioria das situações
[-0.25 a +0.50]	KMA médio	Algumas vezes estima corretamente seu conhecimento mas comete, com frequência, erros médios ou erros grandes na sua estimativa.
[+0.50 a +1.00]	KMA alto	Na maioria das vezes estima corretamente o seu conhecimento

Fórmula KMA = { [AP * 1.00] + [(EMO + EMP) x -0.50] + [(EGO + EGP) * -1.00] } / QP

Tabela 10 – KMB – Classificação, interpretação e fórmula

Índice KMB	Classificação	Interpretação sobre a estimativa do aprendiz
KMA alto	Realista	Estima com precisão o seu conhecimento tendo um alto KMA
[0.25 a 1.00]	Otimista	Estima que pode resolver o problema mas não o faz em muitas situações
[-1.00 a -0.25]	Pessimista	Estima que <i>não</i> pode resolver o problema mas o faz, em muitas situações
[-0.25 a +0.25]	Aleatório	Estima seu conhecimento ora de modo otimista e outras pessimista

Fórmula KMB = { [EMO * 0.50] + [EMP * -0.50] + [EGO * 1.00] + [EGP * -1.00] } / QP

Para se chegar a uma medida que permitisse analisar o desempenho dos alunos na resolução dos problemas, atribuiu-se pesos para cada problema, de acordo com o seu grau de dificuldade. Chegou-se a uma medida acumulativa, não detalhada por tópicos, denominada de NAC-G (NAC Geral). Na correção de cada problema consideraram-se três níveis de respostas: correto, meio-certo e errado. A Tabela 11 apresenta o NAC-G, de cada aluno, em ordem decrescente, ao lado dos respectivos KMA e KMB.

Tabela 11 – NAC-G calculado sobre o desempenho dos alunos na Fase-II

ID	CORRETO	MEIO CERTO	ERRADO	NAC-G	KMA		KMB	
12	6	0	0	10,0	0,50	alto	-0,17	Realista
9	5	1	0	8,8	1,00	alto	0,00	Realista
13	4	1	1	7,8	0,42	médio	0,25	Otimista
8	5	0	1	7,5	0,75	alto	0,08	Realista
5	5	0	1	7,5	0,50	alto	0,00	Realista
1	3	2	1	7,0	0,17	médio	0,17	Aleatorio
3	3	2	1	6,0	0,00	médio	-0,17	Aleatorio
11	3	2	1	5,8	0,00	médio	0,17	Aleatorio
2	1	1	4	2,3	-0,33	baixo	0,33	Otimista
4	2	0	4	2,0	-0,17	médio	0,50	Otimista
10	1	0	5	1,0	-0,17	médio	0,17	Aleatorio
7	0	1	5	0,5	-0,08	médio	0,42	Otimista
6	0	0	6	0,0	-0,67	baixo	0,67	Otimista

Ao observar as colunas NAC-G, KMA e KMB nota-se que os alunos que estão no topo da tabela (maior NAC-G) possuem também KMA-alto e KMB-realista (com exceção do aluno com ID-13 que possui KMA-médio e é KMB-otimista). Outra informação que pode ser obtida é que não há nenhum aluno com KMB-pessimista, mesmo os alunos com NAC-G bem baixo.

No entanto, a análise destes resultados não permite conclusões definitivas, mas apenas indícios. É necessário continuar os testes e acompanhar o progresso dos alunos fornecendo-lhes feedback constante. Supõe-se que a incorporação de mecanismos que permitam estes registros e acompanhamentos em um Ambiente Interativo de Aprendizagem poderá contribuir para o desenvolvimento mais acelerado de Habilidades Metacognitivas. Os dados obtidos na Fase-III em que os alunos fizeram a reflexão sobre a similaridade ou não de suas respostas com a solução do professor ainda estão em fase de tabulação e análise.

5. Conclusões e Aprofundamentos Necessários

A incorporação de ferramentas de automonitoramento da aprendizagem em Ambientes Interativos de Aprendizagem e/ou Sistemas Tutores Inteligentes criará melhores condições para que as pessoas tenham o controle da própria aprendizagem, ingrediente essencial tanto para o dia-a-dia da educação formal quanto para a aprendizagem continuada.

O domínio de conhecimento de Lógica de Programação tem demonstrado ser um terreno fértil para pesquisas que busquem o aumento dos padrões de aprendizado pelo monitoramento dos conhecimentos prévios. Os dados coletados e apresentados neste artigo demonstram que os índices KMA e KMB podem ser úteis para o automonitoramento do aluno em relação ao seu desempenho e que podem ter relação com o NAC-G do aprendiz.

Como aprofundamentos necessários pretende-se intensificar a aplicação de avaliações com feedback contínuo aos aprendizes, com o objetivo de estudar e monitorar a evolução do NAC e a sua relação com os índices KMA e KMB. A avaliação contínua, em conjunto com os processos de reflexão que fazem parte dos estudos em metacognição pode fornecer dados valiosos para a pesquisa. Pretende-se também, implementar um módulo de avaliação que permita o registro e tratamento dos dados coletados para o domínio em questão.

Referências Bibliográficas

Black, P. & Wiliam D. (1998). Inside the black box, raising standards through classroom assessment, King's College London.

-
- Bransford, John D. et al. (2002). *How people learn – brain, mind, experience and school*. Washington: National Academy Press.
- Delors, Jacques (1999). *Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI*. 2. ed. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: MEC: UNESCO.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Freire, Paulo (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. (Coleção Leitura)
- Gama, C. (2004). *Towards a model of metacognition instruction in interactive learning environments*. Tese de Doutorado. University of Sussex, Inglaterra, 2004.
- Gama, C. (2001). *Metacognition and reflection in ITS: increasing awareness to improve learning*. In J. D. Moore (ed.), *Proceedings of the Artificial Intelligence in Education Conference*, pp. 492–495, Montreal: CA. IOS Press.
- Gomes, A. e Mendes, A. (2000). *Suporte à aprendizagem da programação com o ambiente SICAS*. Actas do V Congresso ibero-americano de informática educativa, Chile.
- Leite, A. de Sá (1999). *Um modelo de sistema educativo cognitivista baseado em tutoria inteligente adaptativa via aderência conceitual*. Tese de Doutorado. Instituto Tecnológico da Aeronáutica.
- Masetto, Marcos T. (2003). *Competência pedagógica do professor universitário*. São Paulo: Summus.
- McCalla, G. (1992). *The search for adaptability, flexibility, and individualization: approaches to curriculum in intelligent tutoring systems*. In M. Jones, & P. Winne (eds.) *Adaptive learning environments: Foundations and frontiers*.
- Moreira, Marco A., Masini, Elcie F.S. (2001). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro.
- Otsuka, J.L.; Rocha, H.V. (2002). *Avaliação formativa em ambientes de EAD*. In: XIII SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. São Leopoldo.
- Perrenoud, P. (1999). *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Pillay N. (2003). *Developing intelligent programming tutors for novice programmers*, in *inroads-the SIGCSE Bulletin*, Vol. 35, No. 2, pp. 78 - 82, ACM Press.
- Pimentel, E. P., França, V. F., Noronha, R. V., Omar, N. (2003). *Avaliação contínua da aprendizagem, das competências e habilidades em programação de computadores*. In: IX WIE - Workshop de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação. Campinas.
- Rocha, Helena. V. (1991). *Representações computacionais auxiliares ao entendimento de conceitos de programação*. Unicamp.
- Shaft, T. M. (1995). *Helping programmers understand computer programs: the use of metacognition*. *DATA BASE Advances*, 26(4), 25-46.
- Tobias, S. and Everson, H. T. (2002). *Knowing what you know and what you don't: further research on metacognitive knowledge monitoring*. College Board Research Report 2002-3, College Entrance Examination Board: New York.