

# Uma Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem Baseada no Perfil Cognitivo e Metacognitivo do Estudante

**Claudio Cura, Danilo Nunes, Edson Pinheiro,  
Enio Bonano, Ricardo Mandaji**  
Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Brasil  
c.cura@uol.com.br,  
{nunes\_danilo,ricardomandaji}@yahoo.com.br,  
edson.pimentel@imes.edu.br,  
enio.bonano@gmail.com

**Nizam Omar**  
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil  
omar@mackenzie.br

## ABSTRACT

A great problem in system learning and education is that the students are considered in an uniform way. This also occurs in the assessment system whereas students are assessed without considering his previous knowledge. All of them are assessed, in the same way, if the prerequisites necessary for successful are present or not. Therefore, it is important to identify the current student's knowledge level to become the learning assessment system more efficient. This paper aims to present a model for assessment learning adaptation based on the student's profile in his current cognitive and metacognitive level, and also to make possible for student the visualization of his performance based on measures generated in assessments. The main purpose is to provide teacher and students with new assessments way for improvements in the teach and learning process.

**Keywords:** aptative, evaluation, cognition, metacognition, ontology.

## RESUMO

Um dos principais problemas do sistema de ensino e aprendizagem é que os alunos são tratados de maneira uniforme. Isto também ocorre no sistema de avaliação em que os alunos são avaliados e julgados sem que se leve em consideração o seu nível de conhecimentos prévios, ou seja, todos os alunos são avaliados da mesma maneira, independentes de possuir ou não os pré-requisitos necessários para a avaliação. Por isso, identificar o nível de conhecimento atual do aluno é importante para que a forma de avaliar a aprendizagem seja mais eficaz. Este trabalho tem por objetivo apresentar um modelo de adaptação da avaliação da aprendizagem baseado no perfil do aluno, representado pelo seu atual nível cognitivo e metacognitivo, e também possibilitar ao aluno a visualização do seu desempenho baseado em índices gerados na avaliação. Pretende-se com isto suprir professor e aluno com uma nova dinâmica de avaliação que possa contribuir para melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras Chave:** aptatividade, avaliação, cognição, metacognição, ontologia.

## INTRODUÇÃO

No processo de avaliação, identificar o nível de conhecimento atual do aprendiz é um fator importante para que se possa caminhar de forma eficaz para a adaptação no sistema de ensino-aprendizagem, quer seja nos conteúdos ou nas atividades instrucionais. Isto pode ser alcançado através de um processo de avaliação capaz de identificar o grau de conhecimento atual do aprendiz em cada tópico do conteúdo da disciplina [1]. Diversas pesquisas têm indicado que é importante a identificação do conhecimento metacognitivo, ou seja, determinar o conhecimento que o aprendiz possui sobre o seu próprio conhecimento [2].

Dentre os sistemas de ensino-aprendizagem destacam-se duas vertentes: o sistema presencial com uma grande quantidade de estudantes, ocasionando um processo de ensino-aprendizagem homogêneo, tornando-se difícil atender cada estudante de forma diferenciada, e os ambientes virtuais de aprendizagem, que apesar de permitirem tratamento mais personalizado apresentam no processo de avaliação, em sua maioria, uma seqüência pré-determinada de questões para todo e qualquer aprendiz, ao invés de possibilitar uma adaptação ao Nível de Aquisição de Conhecimentos (NAC) de cada aprendiz.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a arquitetura de uma ferramenta adaptativa de avaliação da aprendizagem, capaz de fazer a seleção automática de questões com base no NAC do aprendiz, em cada item (conceito) de um domínio de conhecimento e também na situação metacognitiva do aprendiz, gerando uma avaliação personalizada. Além de gerar avaliações adaptativas, o modelo apresentará ao aluno informações que possibilitarão análises mais detalhadas sobre o seu desempenho metacognitivo com base na pré e pós-avaliação.

Este artigo está organizado, como segue. A seção 2 apresenta um breve referencial teórico sobre avaliação cognitiva e metacognitiva e as respectivas medidas de avaliação adotadas no contexto deste trabalho. A seção 3 faz uma breve revisão sobre Ambientes Computacionais de Aprendizagem e Adaptatividade. Na seção 4, descreve-se o modelo proposto para avaliação adaptativa. A seção 5 descreve o algoritmo

adaptativo. Finalmente, na seção 6 as conclusões são apresentadas e também as considerações sobre aprofundamentos necessários.

### AVALIAÇÃO COGNITIVA E METACOGNITIVA

Os processos cognitivos são atividades que ocorrem na memória dos seres, envolvendo a codificação e o pensamento. No processo de pensamento, a cognição é descrita em termos de habilidade do aprendiz que realizam certos tipos de tarefa [3]. É de fundamental importância para a implementação de avaliação da aprendizagem, encontramos as mais claras definições do comportamento do aprendiz [4].

Os sistemas atuais de avaliação fazem uso de testes, questionários, trabalhos em grupo, provas e utilizam normalmente uma média, aritmética ou ponderada, para definir a aprovação ou reprovação do aprendiz [5]. Existem diversas medidas do conhecimento, tais como conceitos (A, B, C e D) ou médias, que apesar de amplamente utilizadas, não é capaz de identificar pontualmente quais são os conhecimentos do aprendiz. Neste trabalho optou-se por utilizar como medida cognitiva o Nível de Aquisição de Conhecimentos (NAC) do aprendiz em cada item do domínio de conhecimento, baseado no modelo de avaliação contínua da aprendizagem proposta por Pimentel e Omar [6].

O NAC é uma medida capaz de indicar o nível de conhecimento do aprendiz num determinado item (conceito) de um domínio de conhecimento. Apesar de ser um valor numérico, o NAC não deve ser encarado como uma nota, mas sim como uma forma de acompanhamento do aprendizado do aprendiz[7].

A figura 1 exemplifica o NAC de um aprendiz, nos conceitos A, B, C e D, verificada através de avaliações ou auto-avaliações. O eixo X, com valor 0 (zero) representa a total ausência de conhecimentos. Em cada conceito (A, B, C, D) parte-se de um valor em T0 (tempo inicial) proveniente de algum mecanismo de avaliação diagnóstica, e a variação ou constância do nível pode ser monitorada através dos tempos (T1 a TN). A cada avaliação, o NAC do aprendiz será atualizado, em cada item, de acordo com o seu desempenho.

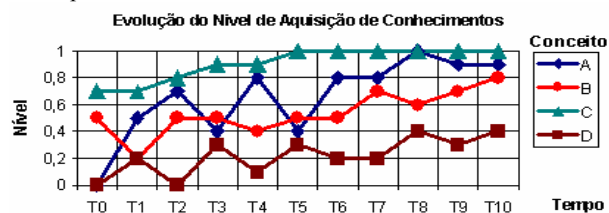


Figura 1. Acompanhamento do NAC do Aprendiz

Outro fator importante no processo de aprendizagem é ter consciência do nível do próprio conhecimento, ou seja, determinar o conhecimento metacognitivo. Flavell [2] define metacognição como a habilidade do indivíduo em monitorar, avaliar e planejar a própria aprendizagem.

Em um sistema de avaliação da aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades metacognitivas é importante

para o indivíduo definir seus objetivos e uma melhor forma de organização, no que diz respeito ao aprender [8].

No modelo hierárquico de metacognição definido por Tobias e Everson [9] e ilustrado na figura 2, o monitoramento dos conhecimentos prévios, na base da pirâmide, é um processo metacognitivo fundamental. Segundo Bransford [10], se os estudantes não conseguem diferenciar com precisão o que eles sabem do que eles não sabem, dificilmente eles irão conseguir se comprometer em atividades metacognitivas avançadas, como avaliar, planejar e controlar a própria aprendizagem.



Figura 2. Modelo hierárquico metacognitivo de Tobias e Everson [9]

A medição dos resultados metacognitivos não é tão simples, mas geralmente é feita por meio de auto-avaliação e por meio de entrevistas. A ferramenta proposta neste trabalho irá adotar como medidas metacognitivas o KMA (Knowledge Monitoring Accuracy – Precisão do Monitoramento do Conhecimento) e o KMB (Knowledge Monitoring Bias – Desvio do Monitoramento do Conhecimento).

O índice KMA foi criado por Tobias e Everson [9] para medir e avaliar a diferença entre o conhecimento que o aprendiz julga possuir num certo domínio particular e o seu conhecimento real constatado no seu desempenho nas avaliações. As possíveis situações que podem acontecer no processo de avaliação são mostradas abaixo na tabela 1:

Desempenho	Estimativa do Aluno	
	Sabe	Não Sabe
Sabe	a [++]	b [-+]
Não Sabe	c [+ -]	d [- -]

Tabela 1. Modelo proposto por Tobias e Everson para o KMA

Essas possíveis situações são geradas pelos seguintes resultados:

- O aluno declara que sabe resolver e realmente acerta a solução[++];
- O aluno declara que não sabe resolver e realmente erra a solução [- -];
- O aluno declara que sabe resolver, mas erra diante do problema apresentado [+ -];
- O aluno declara que não sabe resolver, mas acerta diante do problema apresentado [- +].

A medida KMB foi criada por Gama [11] para medir e identificar o tipo de desvio do aprendiz no julgamento de seu

conhecimento, possibilitando identificar se o aprendiz é otimista ou pessimista. Essa medida completa a avaliação feita pelo KMA, pois o mesmo não provê uma contagem detalhada sobre os tipos de inexactidões que o aluno pode apresentar.

A medida KMB com seus respectivos significados, pode ser melhor visualizado nas tabelas 2 e 3:

Índice KMB	Classificação	Interpretação sobre a estimativa do aprendiz
KMA alto	Realista	Estima com precisão o seu conhecimento tendo um alto KMA
[+0,25a+1,00]	Otimista	Estima que pode resolver o problema, mas não o faz em muitas situações
[-1,00a-0,25]	Pessimista	Estima que não pode resolver o problema, mas o faz em muitas situações
[-0,25a0,25]	Aleatório	Estima seu conhecimento ora de modo otimista e outras pessimista

Tabela 2. Classificação e Interpretação do KMB

Fórmula do KMB =  $\{ [ EMO * 0,50 ] + [ EMP * -0,50 ] + [ EGO * 1,00 ] + [ EGP * -1,00 ] \} / QP$   
 AP = Acerto Previsto      EMO = Erro Médio      EMP = Erro Médio Pessimista  
 EGO = Erro Grande Otimista      EGP = Erro Grande Pessimista      QP = Quantidade de Perguntas

Tabela 3. Fórmula do KMB

O modelo adaptativo de avaliação proposto neste trabalho deverá ter o suporte de um ambiente computacional, cujas bases necessárias são descritas na próxima seção.

### AMBIENTES COMPUTACIONAIS DE APRENDIZAGEM E ADAPTATIVIDADE

No âmbito da pesquisa em Informática aplicada à Educação, atualmente, os sistemas tutores inteligentes (STI's) são as aplicações mais disseminadas. STI's são sistemas que tem a capacidade de modelar o ensino, a aprendizagem, a comunicação e o domínio do conhecimento, e também devem modelar e raciocinar sobre o domínio do conhecimento do especialista e o entendimento do individuo sobre o domínio em questão, ou seja, envolve a composição de diversas disciplinas como psicologia, ciência cognitiva e inteligência artificial [12].

Os STI's originaram-se do pensamento de alguns cientistas, que acreditavam que os computadores poderiam “pensar” como os humanos [13]. Historicamente, tiveram a sua origem dentro da computação, mais precisamente na área de Inteligência Artificial por volta dos anos 70, inspirado nos sistemas educacionais da época, chamados de CAI (Computer Aided Instruction – Instrução Auxiliada por Computador) [14].

Os STI's se baseiam em três tipos de conhecimento [15], ilustrado na figura 3:

- Conhecimento que o sistema tem sobre os conteúdos a serem ensinados (especialista);
- Conhecimento que o sistema tem sobre o conhecimento do aluno sobre esse conteúdo (modelo do aluno);
- Conhecimento que o sistema tem sobre a pedagogia das estratégias de ensino (tutor).

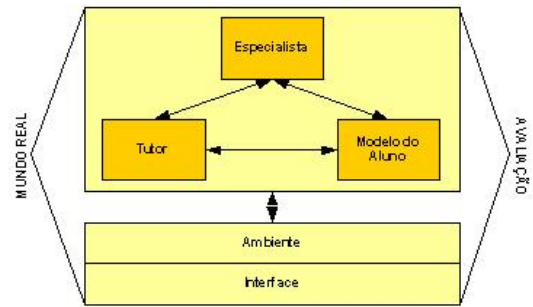


Figura 3. arquitetura tradicional de um sti [16]

O STIs podem ser acrescidos com uma funcionalidade fundamental para uma melhor qualidade no processo de ensino-aprendizagem : a Adaptatividade. Para Brusilovski [16]-[17]-[18], a adaptatividade tem como objetivo adaptar o conteúdo de um nó de informação do domínio da aplicação ao nível decorrente de conhecimento e outras características do usuário.

Henze [19] afirma que a personalização do sistema proporciona ao usuário uma visão e possibilidades de navegação individuais para a interação com o mesmo, usando o módulo do aluno para armazenar informações sobre seus conhecimentos, objetivos, experiências, a fim de adaptar o conteúdo a cada usuário individual conforme demonstrado na figura 4 : informações obtidas do módulo do aluno alimentam o “componente de adaptação” e os resultados desta adaptação alimentam o Sistema de Avaliação; depois de realizar a avaliação as informações do aluno realimentam o módulo do aluno.

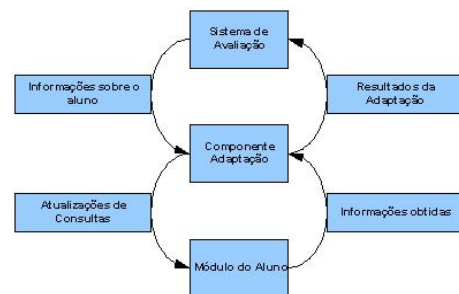


Figura 4. Estrutura genérica adaptada de Brusilovsky [16] e Henze [19].

Para que a adaptatividade seja possível, faz-se necessário uma adequada representação do conhecimento. Este trabalho pretende fazer uso da estruturação hierárquica do conhecimento através de Ontologias.

Novello [20] define ontologia como um vocabulário específico que possibilita descrever a realidade, de forma que o domínio do conhecimento seja definido em um nível genérico. A palavra Ontologia é frequentemente confundida com “base de conhecimento”. Neste trabalho, uma ontologia é considerada um tipo de base de conhecimentos especializada que consiste de descrições ou definições de coisas. Isto corresponde a definição de Gruber [21]: “a especificação de uma conceitualização: os objetos e relações que existem para um agente”.

### UM MODELO PARA AVALIAÇÕES ADAPTATIVAS

Tão importante quanto à personalização do ensino, adaptado às condições de aprendizagem do aluno é a personalização da avaliação. Este trabalho tem por objetivo apresentar um modelo de adaptação de avaliação da aprendizagem baseado no perfil do aluno, representado pelo seu atual nível cognitivo e metacognitivo. Pretende-se com isto suprir professor e aluno com uma nova dinâmica de avaliação que possa contribuir para melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

A arquitetura proposta para a ferramenta adaptativa de avaliação é mostrada na figura 5, e tem como base à arquitetura clássica de um STI, sem o módulo Tutor e adicionando-se o Módulo de Avaliação visto como o motor do processo de Ensino-Aprendizagem [22]. A ausência do Módulo Tutor se deve ao fato de que este se destina ao processo instrucional e a ferramenta proposta é apenas para avaliação.



Figura 5. Arquitetura Básica da Ferramenta de Avaliação Adaptativa

Os tópicos adiante descrevem cada módulo da ferramenta com destaque para o Módulo de Avaliação.

#### Módulo do Conhecimento

Neste módulo estará representado o conhecimento do domínio em questão através do uso de ontologia e possibilitará ao administrador (professor) inserir todos os tópicos do conteúdo da disciplina, que serão utilizados nas avaliações.

A ontologia estará descrita na forma de hierarquia do conhecimento, por exemplo, o “Conceito A” como tópico principal do domínio e seus sub-tópicos, “Conceitos A1”, “A2”, “A3” e “A4”, conforme a figuras 6. Pode-se também estabelecer relações entre os conceitos A1, A2, A3, etc.

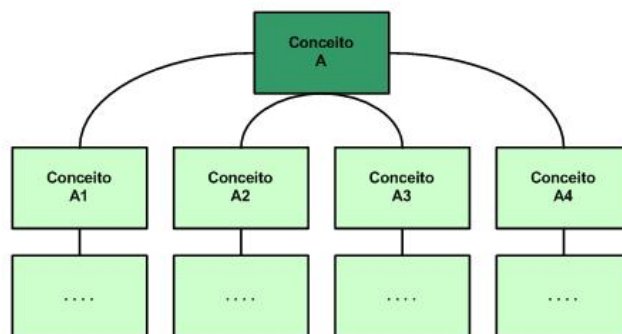


Figura 6. exemplo da hierarquia (itens do domínio do conhecimento)

#### Módulo do Aprendiz

Este módulo conterá o perfil atualizado do aprendiz pelo Sub-Módulo de Adaptação, bem como o histórico do seu desempenho, ou seja, as medidas cognitivas (NAC) e metacognitivas (KMA e KMB), que serão utilizados pelo Módulo de Avaliação.

#### Módulo do Professor

Neste módulo o professor efetuará o cadastro das unidades de avaliação (questões), informando os itens (conceitos) associados a cada unidade de avaliação. Cada avaliação poderá ser composta de várias unidades de avaliação. Neste módulo o professor poderá também efetuar a correção das avaliações além de visualizar o perfil do aprendiz.

#### Módulo de Avaliação

Este módulo terá como funcionalidade principal gerar avaliações adaptadas ao perfil do aprendiz possibilitando um processo de avaliação contínua.

Para a elaboração desta avaliação adaptativa, o sistema terá como base o histórico do desempenho do aluno, armazenado no Módulo do Aprendiz. O procedimento para se chegar às avaliações adaptativas será descrito a seguir:

- Num primeiro momento, o aprendiz irá realizar uma avaliação diagnóstica para se estabelecer o seu perfil inicial em cada item (conceito) do domínio de conhecimento em questão;
- A cada avaliação, o aprendiz será submetido a uma avaliação metacognitiva para que possa estimar o próprio conhecimento e assim permitir o cálculo dos índices KMA e KMB;
- Com o resultado das avaliações, após correção automática ou realizada pelo professor, será possível estabelecer o NAC do aprendiz em cada domínio (tópico) do conhecimento;
- Com base no NAC, avaliação diagnóstica e desempenho pontual, o algoritmo adaptará as avaliações, ou seja, exibirá avaliações adaptadas ao perfil atual do aprendiz.

Este constante processo de atualização do histórico do aluno é importante para uma personalização das avaliações, pois os

índices obtidos serão utilizados para a seleção das questões que formarão as avaliações adaptativas.

A figura 7 apresenta o detalhamento da arquitetura do módulo de avaliação que irá interagir externamente com o Módulo do Aprendiz (seu perfil) e com o Módulo do Conhecimento (ontologia, estrutura hierárquica de conceitos, etc).

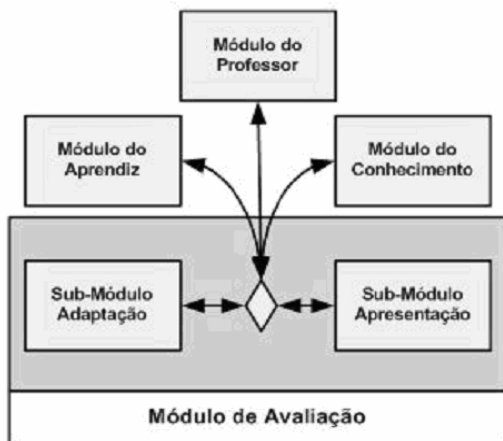


Figura 7. Modelo Adaptativo para a construção da Avaliação

A figura 7 mostra também que o módulo de avaliação apresenta dois sub-módulos:

- Sub-Módulo Adaptação: será o responsável pela inteligência da ferramenta, fazendo uso das medidas atuais e históricas do aprendiz para gerar avaliações adaptadas ao perfil do aprendiz.
- Sub-Módulo Apresentação: terá a função de exibir para o aluno as avaliações geradas pelo sub-módulo adaptativo.

A próxima seção apresenta o algoritmo adaptativo e o seu modo de funcionamento para a personalização das avaliações de acordo com o perfil do aprendiz.

#### ALGORITMO ADAPTATIVO DO SUB-MÓDULO DE ADAPTAÇÃO

O modelo de adaptação proposto neste trabalho terá como base os sistemas CAT (Computer-Adaptive Testing – Teste Adaptado por Computador).

CAT é uma técnica de testes adaptativos que se baseia na seleção de questões. O nível da questão selecionada é equivalente ao nível de habilidade estimado pelo avaliado. No decorrer da avaliação, o sucesso na resolução da questão faz com que o nível de complexidade da próxima questão seja maior, e vice-versa. Conforme Linacre [23], as vantagens do CAT são que as avaliações podem ser curtas, rápidas e flexíveis, possui ótimo controle sobre as questões expostas e equilíbrio das avaliações para todos os níveis de habilidades e gera relatórios rápidos que proporcionam ótimo retorno ao avaliado.

Para as avaliações, as questões têm um papel importante para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem, portanto as questões devem obrigatoriamente ter como princípio ensinar

(guiar, conduzir) os tópicos necessários para a resolução dos problemas (avaliações), e não testar a capacidade intuitiva do aluno, como questões que sejam pegadinhas, ambíguas, mais correta, mais errada, nenhuma das anteriores; ou até mesmo interpretações dos significados das palavras no idioma escrito ou falado.

O algoritmo selecionará as questões a partir de um banco de dados. O principal atributo das questões para a adaptatividade será o grau de dificuldade que estará associado a pesos conforme a tabela 4. Outro atributo considerado na seleção das questões é o número mínimo de questões também diferenciado para cada grau de dificuldade.

A escolha da primeira questão de cada avaliação que o aluno for submetido pode não ser tão crítica sob o ponto de vista de mensuração, mas pode ser crítica para o estado psicológico do aluno. Ou seja, caso seja selecionada uma questão de nível de complexidade muito alto, o aluno pode se desesperar e falhar na sua resposta e, portanto, não terá condições psicológicas para ir bem nas próximas questões; e para uma questão selecionada de nível muito baixo, o aluno pode não levar a avaliação a sério e errar as questões por falta de atenção [23].

O algoritmo selecionará a primeira questão com nível de dificuldade (peso) imediatamente inferior ao nível metacognitivo inicial estimado pelo aprendiz quando apresentado ao problema proposto, ou ao nível de conhecimento (NAC) caso tenha completado um problema anterior.

Grau de dificuldade	Peso	Número mínimo de questões
1	25%	<b>cogmax</b>
2	50%	teto (cogmax / 2)
3	75%	teto (cogmax / 2)
4	100%	<b>cogmax – 1</b>

Tabela 4. Atributos das questões

As questões que obtiverem determinada quantidade de acertos ou de erros poderão ser desabilitadas para sorteios futuros, ajustando o desvio entre os resultados de desempenho dos aprendizes. Os tópicos que não possuem pelo menos uma questão habilitada serão desativados. Esta característica de adaptação diminui o desvio entre o julgamento que o professor faz ao determinar o peso de uma questão ao elaborá-la e à dificuldade ou não que o aprendiz se depara ao respondê-la. Quando parametrizada para desabilitar apenas as questões com uma determinada quantidade de erros, a ferramenta filtrará as questões nas quais os aprendizes não obtiveram sucesso.

As avaliações poderão ser encerradas antecipadamente quando o aprendiz não atingir os conhecimentos mínimos sobre o problema proposto, ou quando exceder o nível de conhecimento esperado pelo professor. Esta característica de adaptação diminui o impacto de rejeição sobre estar sendo avaliado por um computador.

As questões são temporizadas apenas para comparação com uma avaliação tradicional (realizada em sala de aula de forma manuscrita). Os temporizadores não são apresentados e não determinam o tempo de resposta disponível ao aprendiz.

O algoritmo adaptativo necessitará dos seguintes parâmetros de configuração para determinar o resultado final do aluno, como mostra a tabela 5:

Parâmetros de Configuração do Algoritmo Adaptativo			
Gerais		Adaptativas	
Tempo mínimo para resolução de uma questão	tmin	Quantidade de questões sorteadas por avaliação	cogmax
		Quantidade de questões respondidas em seqüência sem acertar	Padraomin
		Quantidade mínima de acertos para ativar o algoritmo de desabilitação de questões	acertomax
Tempo máximo para resolução de uma questão	tmax	Quantidade mínima de erros para ativar o algoritmo de desabilitação de questões	erromax
		Nível de cognição (NAC)	cogcorte
		Quantidade mínima de questões acima do valor cognitivo (cogcorte) / metacognitivo para "passar"	metamin
		Nível metacognitivo inicial	metaini

Tabela 5. Parâmetros de configuração do Algoritmo Adaptativo

A avaliação pode ser construída com dois modos de correção:

- Automática - as questões estão no formato teste e o software sorteia imediatamente a próxima questão. Este modo permite que o aprendiz veja seu resultado imediatamente tornando a ferramenta mais produtiva, mas normalmente possibilita adivinhações ou chutes.
- Manual - as questões estão no formato que o aluno deve digitar a resposta e aguardar a correção do professor para prosseguir com a avaliação. Apesar de mais confiável em relação ao método de resposta, pode ser desestimulador caso o professor demore muito a corrigir.

A figura 8 apresenta o fluxograma simplificado do funcionamento do algoritmo adaptativo proposto neste trabalho.

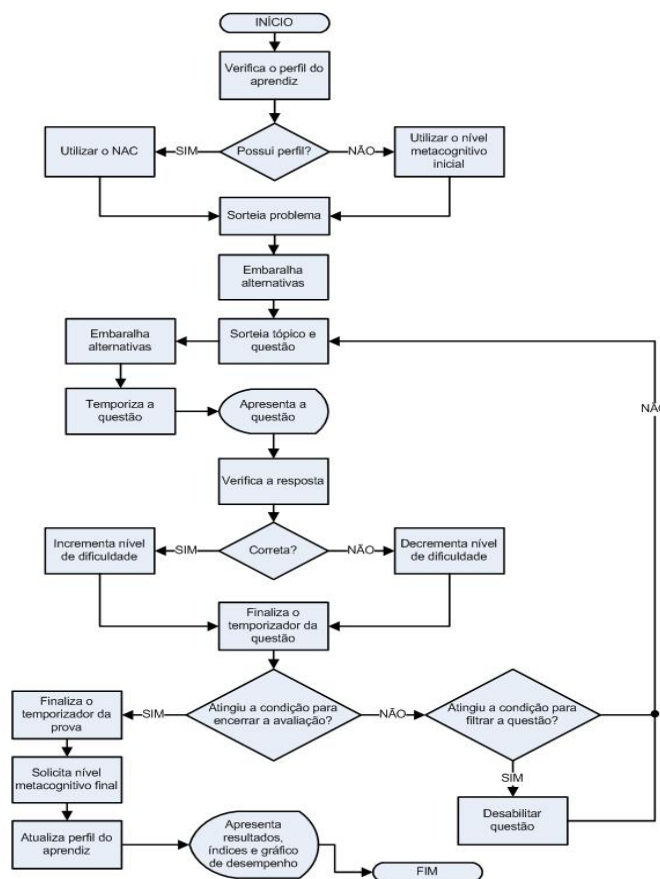


Figura 8. Fluxograma Simplificado do Algoritmo adaptativo

### Exibição de Resultados

No final de cada avaliação, serão apresentados para o aprendiz os seguintes índices que formam o resultado final:

- Nível metacognitivo inicial fornecido pelo aluno;
- Nível metacognitivo final fornecido pelo aluno;
- KMA e KMB;
- Tempo decorrido da avaliação;
- Menor tempo ao responder uma questão;
- Maior tempo ao responder uma questão;
- Quantidade de questões sorteadas;
- Quantidade de acertos e de erros;
- Nível de Aquisição de Conhecimento;
- Encerramento antecipado por erros consecutivos;
- Encerramento antecipado por atingir meta de avaliação;
- Gráfico de desempenho (Figura 9);
- Análise do aluno (realista, pessimista e responde as questões em tempo hábil).

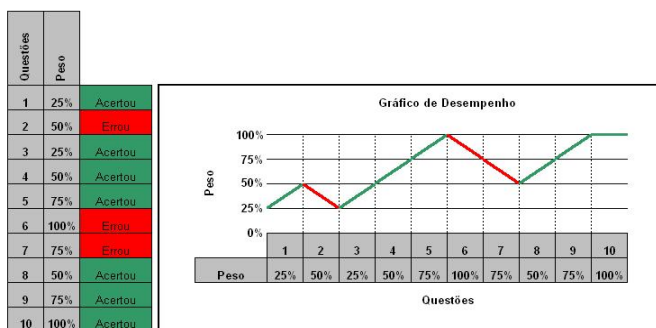


Figura 9. Gráfico de Desempenho do Aprendiz

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dificuldades que os alunos enfrentam no dia-a-dia acadêmico, no que diz respeito ao aprendizado, são agravadas pela pouca informação que os atuais sistemas de avaliação fornecem ao aluno. Mais do que definir aprovação ou reprovação o sistema de avaliação deve ser o motor do processo de ensino-aprendizagem.

Muitas vezes o aprendiz é colocado diante de questões de avaliação muito além do seu nível de conhecimento, o que acaba muitas vezes por desmotivá-lo, criando um círculo vicioso de não aprendizagem.

Este trabalho apresentou a proposta de um modelo para a construção de uma ferramenta adaptativa de avaliação da aprendizagem baseado no histórico do aluno, representado pelo seu atual nível cognitivo e metacognitivo. Pretende-se com isto propiciar melhores condições de ensino-aprendizagem para aluno e professor.

Com aprofundamentos necessários, pretende-se implementar uma ferramenta, realizar experimentos com alunos gerando uma massa de dados para extração e análise, possibilitando novas inferências e conclusões.

## REFERÊNCIAS

- Pimentel, E. P.; Omar, N.; Mustaro, P.N.; França, V. F.. (2004). Um Modelo para avaliação e acompanhamento contínuo da aprendizagem.. XV SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação: Manaus – AM
- Flavell, J. H. (1979) Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34, 906 – 911.
- Schemeck, R. R. (1988). *Learning strategies and learning styles*. Plenum Press, New York – USA.
- [4] Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E.J.; Hill, Walker H.; Krathwohl, D. R. (1977). *Taxionomia de Objetivos Educacionais*. Editora Globo, Porta Alegre – RS
- Luckesi, C.C. (1996). *Avaliação da Aprendizagem Escolar*. São Paulo: Editora Cortez.
- Pimentel, E. P.; Omar, N.; França, V. F. (2005). Monitoring the knowledge acquisition level in distance learning education.. In: *International Conference On*

*Methods And Technologies For Learning*, Palermo, Italy. WIT Transactions on Information and Communication Technologies. Southampton, Boston, UK: WIT Press.

- Pezza, André Bernardes; Omar, Nizam; Votre, Vimar Pedro (2004). *Um Sistema para Integração Disciplinar e Gestão Continuada da Aprendizagem*. SBIE 2004. Manaus – AM.
- Derry, S. J. (1992). Metacognitive models of learning and instructional systems design. In M. Jones and P. H. Winne (eds.), *Adaptative Learning Environments – Foundations and Frontiers*.
- Tobias, S.; 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 - USA.
- Bransford, John D. et al. (2003). *How People Learn – Brain, Mind Experience and School*. Washington: National Academy Press.
- Gama, C. (2004). *Towards a model of metacognition instruction in interative learning environments*. Tese de Doutorado. University of Sussex: Inglaterra.
- Costa, Raimundo José Macário (2002). *Sistemas Tutores Inteligentes*. Trabalho de Conclusão na Disciplina Informática na Educação. UFRJ – Rio de Janeiro - RJ.
- Gavidia, Jorge Juan Zavaleta; Leila Cristina Vasconcelos de Andrade (2003). *Sistemas Tutores Inteligentes*. Trabalho de Conclusão da Disciplina de IA, UFRJ – Rio de Janeiro - RJ.
- Souto, Maria A. M. (2003). *Diagnóstico on-line do Estilo Cognitivo de Aprendizagem do Aluno em um Ambiente Adaptativo de Ensino e Aprendizagem na Web: uma Abordagem Empírica baseada na sua Trajetória de Aprendizagem*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.
- Burns, H. L.; Capps, C. G. (1988). *Foundations of Intelligent Tutoring Systems: Na Introduction*. In: *Foundations of Intelligent Tutoring Systems* . Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brusilovsky, P. (1996). *Methods and Techniques of Adaptative Hypermedia*. *User Modeling and User Adapted Interaction*. v. 6, n. 2-3, p. 87-129.
- Brusilovsky, P. (1998). *Adaptative Educational Systems on the World- Wide-Web: A Review of Available Technologies*. In: *Fifth International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. ITS-98: San Antonio – Texas.
- Brusilovsky, P. (2001). *Adaptative Hypermedia*. *User Modeling and User Adapted Interaction*. v.11, p. 87-110: Kluwer Academic Publishers.
- Henze, Nicola; Nejd, Wolfgang (2000). *Extendible Adaptive Hypermedia Courseware: Integrating Different Courses and Web Material*. In: *International Conference*

- on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems. AH' 2000: Trient – Italy.
20. Novello, Taisa Carla (2002). Ontologia, sistemas baseados em conhecimentos e modelos de Banco de Dados. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  21. Gruber, T. R. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition, vol. 5: 199-220.
  22. Pimentel, E. P; Omar, N.; França, V. F. (2005). Um Modelo para Incorporação de Automonitoramento da Aprendizagem em STI. Revista Brasileira de Informática na Educação, Porto Alegre, RS, v. 13.
  23. Linacre, J. M.; Chae, Sunhee; Kang, Unson; Jeon, Eunhwa (2000). Computer-Adaptive Testing: A Methodology Whose Time Has Come. Development of Computerized Middle School Achievement Test [in Korean]. Seoul, South Korea: Komesa Press.