APLICAÇÃO DA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM E DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO SAEB PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ALUNOS DA 4ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL NA DISCIPLINA MATEMÁTICA NO CONTEÚDO DA GEOMETRIA NO SOFTWARE PROPOSTO VIRTUAL-TANEB

Pedriana de Jesus Pavão Castro[1], Sofiane Labidi[2], Nilson Santos Costa[3], Pedro Brandão Neto[4]

Abstract — *The Basic Education Evaluation System (SAEB) enables a student performance monitoring and provides subsidies for public policies monitoring related to education. Since 1995, SAEB uses the Item Response Theory as an evaluation test guideline. Beyond this theory applied in the proposed software, it is highlighted student interactivity with the environment, the simplicity and insight in the testing developing thus a friendly environment for the student to solve the test questions. This paper proposes the development of an educational software prototype called Virtual-TANEB for an online Website. This computer application is adapted to the student's cognitive level through Artificial Intelligence (software agents). Initially, this software includes only the mathematics discipline content of 4th grade of elementary school, specially geometry providing the financial burden reduction and less time to deliver the student evaluation result.*

Index Terms — Educational assessment, item response theory, software agents, SAEB.

INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de número 9.394/96 rege a educação brasileira, garantindo que os discentes tenham uma formação comum, indispensável para o exercício da cidadania e fornecendo meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores [2].

Para assegurar o direito constituído na LDB, o Governo Federal dispõe de diversos instrumentos de avaliação que retratam a realidade da educação em nosso país, ou seja, esses instrumentos refletem a qualidade e equidade do ensino trabalhado nas escolas. Dentre esses métodos, temos: Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Prova Brasil, Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), entre outros [7]. A seguir, um breve relato sobre os métodos citados anteriormente.

De acordo com [7], o PISA é um exame realizado a cada três anos e tem como objetivo medir o grau de efetividade dos sistemas de ensino dos países envolvidos. O ENEM é um exame individual, não obrigatório, aplicado anualmente para os estudantes que concluíram ou estão concluindo o ensino médio. O exame Prova Brasil é aplicado somente na quarta e oitava série do ensino fundamental, abrangendo todas as escolas públicas do país de área urbana. E, por último, o SAEB é realizado a cada dois anos de forma amostral, exibindo os resultados por Regiões e Unidades da Federação. Esses sistemas de avaliação têm um papel importante para o diagnóstico da educação, porém, a divulgação dos seus resultados ainda é expressivamente demorada, porque a forma pela qual este exame é aplicado aos discentes ainda é tradicional, ou seja, é realizado por meio impresso em um caderno de provas.

Além desses métodos de avaliação, existem também ações, da iniciativa privada, que almejam avaliar a gestão escolar por meio dos gestores (diretores) das escolas públicas brasileiras para identificar boas práticas de gestão, desta forma, contribuírem para um aperfeiçoamento constante da qualidade do processo de ensino-aprendizagem oferecido pela rede de ensino.

Este artigo propõe o desenvolvimento de um protótipo de software educacional denominado Virtual-TANEB que viabilizará a automatização do processo de avaliação do SAEB, inicialmente, contemplando apenas a disciplina de Matemática no conteúdo da geometria (espaço e forma) da quarta série do ensino fundamental. Esta ferramenta emprega agentes de software provenientes da área de Inteligência Artificial, que auxiliará durante a criação e a realização da prova. Além disso, avaliará os itens da prova e os resultados de desempenho escolar dos discentes através da Teoria da Resposta ao Item (TRI), conjunto de modelos matemáticos, que possibilita uma análise mais objetiva, favorecendo a redução de ônus financeiro e de tempo na entrega dos resultados obtidos diante da resolução dos itens pelos estudantes.

1 Pedriana de Jesus Pavão Castro, Aluna do Departamento de Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Eletricidade (PPGEE-UFMA), Avenida dos Portugueses S/N, Campus do Bacanga, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, São Luís, MA, Brasil, pedrianapavao@gmail.com
2 Sofiane labidi, Professor do Departamento de Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Eletricidade (PPGEE-UFMA), Avenida dos Portugueses S/N, Campus do Bacanga, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, São Luís, MA, Brasil, labidi@uol.com.br
3 Nilson Santos Costa, Professor do Curso de Engenharia da Computação (ENGCOMP-UEMA), Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, Brasil, nilson@engcomp.uema.br
4 Pedro Brandão Neto, pbn1983@gmail.com

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA (SAEB)

Segundo [6], o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) foi implantado na década de 1990, pelo Ministério da Educação, em conjunto com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), objetivando atender a demanda social por informações sobre a qualidade, equidade e eficiência do ensino brasileiro. O SAEB, desde 1993 é aplicado com periodicidade bianual e de base amostral para avaliar os desempenhos dos alunos da quarta e oitava séries do ensino fundamental e da terceira série do ensino médio, respectivamente nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática.

O SAEB é um sistema de avaliação que viabiliza um acompanhamento do rendimento dos alunos e fornece subsídios para a formulação, reformulação e o monitoramento das políticas públicas voltadas à educação básica, por meio da utilização de várias metodologias de coleta e análise de dados, como os modelos matemáticos estatísticos relacionados a TRI que orienta a avaliação do sistema educacional brasileiro desde 1995 [6].

De acordo com [6], a Teoria da Resposta ao Item apresenta como principais vantagens relacionadas com o SAEB: a comparabilidade estabelecida de uma determinada série de um ano para outro – através da construção de instrumentos avaliativos –, atribuição e análise de escores (pontuações) e além de acompanhar a evolução do processo de ensino-aprendizagem ao longo dos anos entre escolas de domínio público e privado.

Atualmente, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) divulga os resultados dos exames pelo envio de relatórios às prefeituras e também os disponibiliza na própria página web do instituto. Esses resultados constituem uma importante fonte de informação para os profissionais da educação, pois estes fazem análises reflexivas sobre a elaboração de planos de ações mais eficazes com intuito de melhorar os processos de ensino-aprendizagem dos alunos. Porém, há uma demora na disponibilização dos resultados, visto que as últimas edições levaram meses após a realização da prova para a divulgação [3] [5] [6].

TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM (TRI)

O SAEB utiliza instrumentos avaliativos, como provas, para diagnosticar a realidade da educação brasileira, assim como, monitorar os avanços alcançados pelas políticas públicas aplicadas a gestão escolar.

Os resultados das provas aplicadas aos alunos fazem parte de um processo de coleta de informações sobre o conhecimento das habilidades dos discentes, que são construídas por meio de uma escala de proficiência. [SAEB]

A Teoria da Resposta ao Item leva em consideração as habilidades em uma escala única para fazer a análise de desempenho. O conceito da TRI, segundo Dalton [1] é um conjunto de modelos matemáticos que analisam os resultados e itens das provas por um método probabilístico para representar a estimativa de um indivíduo acertar um item em função dos parâmetros dos itens (dificuldade, discriminação e acerto por acaso) e habilidades. Essa análise demonstra que quanto maior for o traço latente do individuo, maior será a probabilidade de acertar o item.

A figura 1 mostra o fluxo das informações do módulo de análise dos resultados das provas do software Virtual-TANEB. Este módulo utiliza a TRI para fazer análise dos dados dos alunos e dos itens, após a finalização do teste do aluno, por meio de modelos matemáticos. É feita uma amostragem da população - os alunos da quarta série do ensino fundamental - para o exame da disciplina de matemática.

FIGURA. 1
FLUXO DE INFORMAÇÕES.

AGENTES DE SOFTWARE

Existem diversas definições em literaturas para agente de software, apesar de não ter um consenso entre os autores, pois cada um define de acordo com a aplicação do agente abordado em sua pesquisa. Alguns autores definem esse termo como:

- Um agente é um sistema computacional, posicionado em algum ambiente, que é capaz de agir com autonomia flexível visando atingir os objetivos para o qual foi projetado [13].
- Os agentes computacionais são entidades virtuais ativas que, em conjunto, formam sociedades, e estão inseridas em um ambiente. Cada agente é capaz de interagir a partir de informações percebidas do ambiente e/ou de outros agentes [14].

Segundo [15], Os agentes podem ser caracterizados por apresentarem as seguintes propriedades:

- **Reatividade:** característica que permite que o agente perceba mudanças no ambiente em que ele esteja

inserido e tomar atitudes de acordo com estas mudanças.

- **Adaptabilidade:** permite que o agente se adapte às mudanças que ocorrem em seu ambiente.
- **Pró-atividade:** capacidade pela qual o agente tomará atitudes por conta própria.
- **Autonomia:** atuação do agente no seu ambiente sem intervenção humana e realização de ações pela sua própria iniciativa, segundo o conhecimento que ele possui do seu ambiente e sua capacidade de raciocinar.
- **Sociabilidade:** capacidade que permitirá que um agente interaja com outros agentes por meio de uma linguagem de comunicação específica entre estes para atingir os seus objetivos.

ARQUITETURA DO SOFTWARE VIRTUAL-TANEB PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO

O Virtual-TANEB é um software que pertence a Dimensão Gestora Escolar de Resultados Educacionais. Segundo [9] destacam-se nesta dimensão "... como indicadores de gestão de resultados: avaliação e melhoria contínua do projeto pedagógico da escola; análise, divulgação e utilização dos resultados alcançados; identificação dos níveis de satisfação da comunidade escolar, com o trabalho da sua gestão e transparência de resultados". De acordo com a figura 2, esta ferramenta corresponderá ao indicador denominado "Uso dos resultados de desempenho escolar", que verifica se a unidade de ensino em questão realiza uma análise do seu desempenho nos exames padronizados realizados pelo governo federal como o SAEB, entre outros.

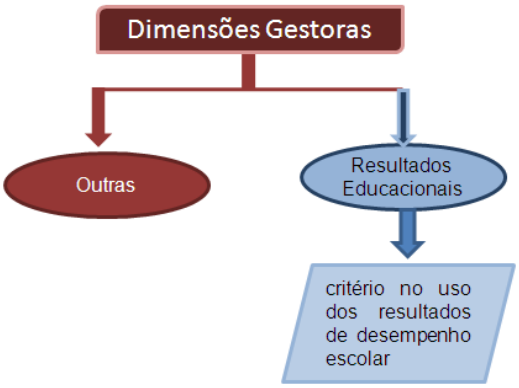

FIGURA. 2
TIPOS DE GESTÃO.

O presente protótipo automatiza algumas atividades como, por exemplo, a aplicação de provas que ainda são realizadas de forma manual e não personalizada ao nível escolar do aluno. Esse método dificulta o diagnóstico referente à aprendizagem do estudante e, conseqüentemente, causa um dispendioso ônus financeiro aos cofres públicos em relação ao processo de criação, aplicação e análise das provas.

No início da resolução da prova, todos os discentes fazem o mesmo teste, levando-se em consideração que os alunos têm o mesmo nível de conhecimento.

Na figura 3, é descrito o processo de realização do teste pelo aluno no qual é iniciado através do login, em seguida, os agentes de software "Seletor" e "Monitor" são instanciados. O agente "Monitor" é responsável pelo acompanhamento de todas as ações do aluno, tais como: a hora que o discente entrou no sistema, a hora que iniciou a prova de matemática, o tempo que o estudante levou para responder cada item, se acertou a questão, se não o respondeu, e outras. Essas informações são tratadas para prover um diagnóstico do perfil e do desempenho do aluno, que utiliza um módulo que compõe o Virtual-TANEB denominado TRI-TANEB para analisar o desempenho do aluno, em uma escala única sobre o conteúdo da geometria, considerando os níveis de dificuldade, de discriminação e de acerto ao acaso dos itens e posteriormente disponibilizá-las aos interessados.

O "Seletor" ficará encarregado de capturar um item por vez, em um repositório de itens que será exibido posteriormente ao aluno. Durante o teste, o discente poderá recorrer a uma dica que possibilitará auxiliá-lo na resolução de um determinado item. Para isso acontecer, temos o agente de software "dica", responsável em comparar o item em que o aluno está com dificuldades e consultar a ontologia (ontogeometria), que serve de base de conhecimento para fornecer informações (dicas) sobre o item abordado.

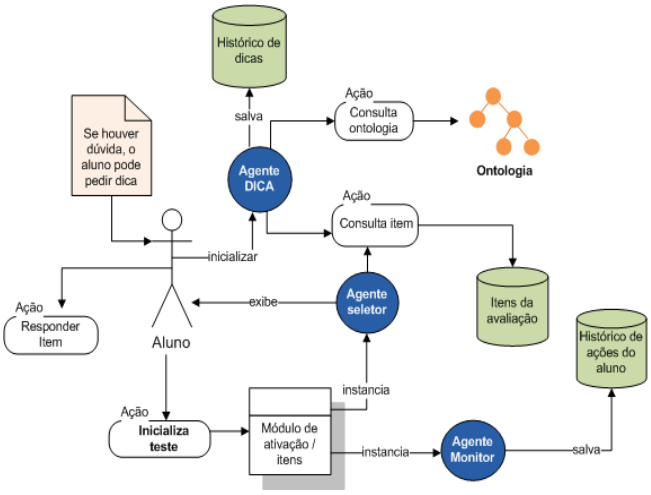

FIGURA. 3
ARQUITETURA GERAL PARA REPRESENTAR A REALIZAÇÃO DA PROVA.

Diante disto, o software aqui proposto, oferece a funcionalidade de adaptabilidade, ou seja, verifica a evolução do estudante, por meio do agente "Monitor" e, ao mesmo tempo, o agente "Seletor" coleta esta informação,

selecionando os itens que se adaptam melhor ao nível de conhecimento do aluno.

AMBIENTE GRÁFICO DE REALIZAÇÃO DA PROVA DO VIRTUAL-TANEB

Nesta seção, propomos a utilização de um ambiente gráfico para a realização das provas de forma amigável, cujo foco se concentra na interatividade do aluno com a ferramenta, levando em consideração diversos elementos humanísticos tais como suas emoções, interesses e curiosidades para a execução dos testes.

Este ambiente permitirá ao aluno escolher um tema personalizado, entre eles a "Joaninha" ou o "Pedrinho" para resolver questões de geometria de uma forma mais facilitada (vide Figura 5).

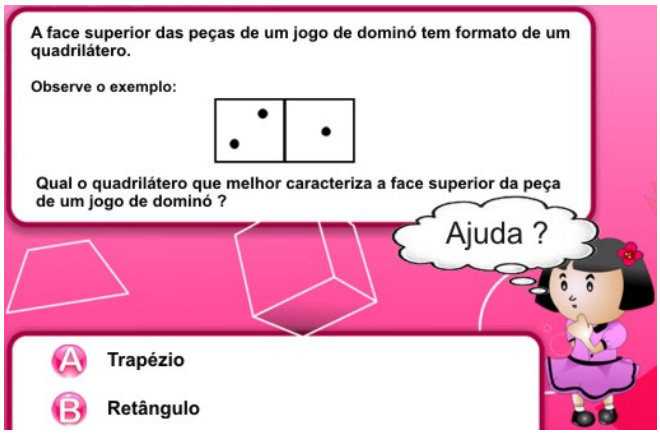

FIGURA. 5
FRAGMENTO DA TELA DA REALIZAÇÃO DA PROVA PERSONALIZADA COM A ASSISTENTE "JOANINHA" PARA A PROVA DE MATEMÁTICA.

O aluno acessará o sistema através da Internet, e durante a realização do teste, este poderá pedir ajuda ao agente Dica por meio da interação com o personagem animado da tela, onde a questão está inserida. O agente funcionará como se fosse um assistente em sala de aula, irá auxiliá-lo a responder o item (questão) do teste quanto à explicação dos elementos que pertencem à pergunta sem dar a resposta correta ao discente.

RESULTADOS ESPERADOS

É esperado do software Virtual-TANEB resultados das provas aplicadas aos alunos, tais como: média de proficiência dos discentes em matemática, amostragem do desempenho por escola e localidade e percentual das respostas dadas por alternativas de cada item do exame.

Na figura 6 é apresentado um exemplo do item da prova do SAEB [7] para identificar as habilidades relacionadas a um descritor, que indica habilidades e competências gerais que são almejadas dos alunos. O descritor abordado na questão da figura 6 corresponde ao tema Espaço e Forma dado por:

Descritor (D1) - Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.

FIGURA. 6
REPRESENTAÇÃO DO ITEM DA PROVA DO SAEB.

A figura 7 ilustra graficamente uma análise da questão apresentada anteriormente, que mostra o percentual das respostas dadas por alternativa.

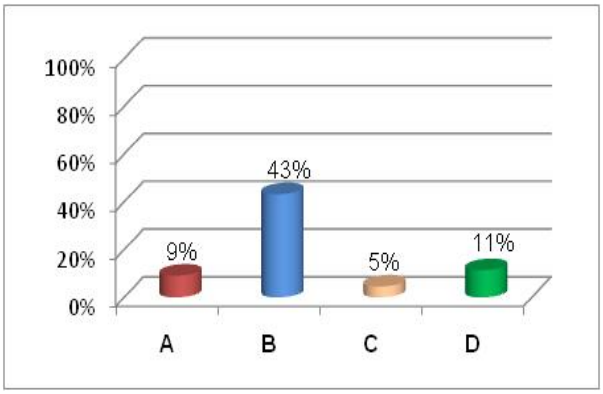

FIGURA. 7
PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DADAS POR ALTERNATIVA.

O resultado mostra que 43% dos estudantes acertaram a questão, ou seja, conseguiram perceber a localização do objeto "cadeira" no espaço correspondente a platéia. Nesse contexto, os alunos conseguiram desenvolver a habilidade prevista pelo descritor (D1). Os demais alunos não desenvolveram ou ainda estão construindo tal habilidade. Desse grupo, 9% marcaram a alternativa "A", 5% marcaram a alternativa "C", 11% marcaram a alternativa "D" e 32% não marcaram nenhuma das alternativas.

CONCLUSÃO

Atualmente as metodologias para aplicação de alguns instrumentos avaliativos ainda é realizada de forma manual, como por exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio e o Sistema de Avaliação da Educação Básica, correspondendo a um caderno de testes impressos para serem aplicados aos alunos. Tais métodos ainda utilizam uma quantidade considerável de tempo para a execução das atividades de coleta e analise das informações do exame, gerando um alto custo para os cofres públicos.

Diante desta problemática, este artigo propôs o desenvolvimento do software Virtual-TANEB para avaliação do desempenho escolar dos alunos da quarta série do ensino fundamental na disciplina matemática no conteúdo da geometria. Esta ferramenta objetivou automatizar o processo do SAEB, permitindo a realização das suas provas online e na web, em um ambiente interativo e personalizado ao nível do conhecimento do aluno, reduzindo o tempo de entrega dos resultados do desempenho escolar dos discentes e consequentemente reduzindo os custos para o governo.

REFERÊNCIAS

[1] Andrade, D. F., Tavares, H. R. e Valle, R. C. (2000) "Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações". In SINAPE, São Paulo – SP.

[2] Brasil, Ministério da Educação. (1996) "Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional", http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf, Dezembro.

[3] Brasil, Ministério da Educação. (2002) "Saeb 2001 Novas Perspectivas", http://www.inep.gov.br/download/saeb/2001/miolo_novas_perspectivas2001.pdf, Abril.

[4] Brasil, Ministério da Educação. (2003) "Guia para Elaboração de Itens de Matemática", http://ensino.univates.br/~chaet/Materiais/guia_matematica.pdf, Novembro.

[5] Brasil, Ministério da Educação. (2004) "Resultados do Saeb 2003", http://www.inep.gov.br/download/saeb/2004/resultados/Brasil.pdf, Junho.

[6] Brasil, Ministério da Educação. (2007) "Primeiros Resultados: Médias de Desempenho do SAEB/2005 em Perspectiva Comparada", http://www.inep.gov.br/download/saeb/2005/SAEB1995_2005.pdf, Fevereiro.

[7] Brasil, Ministério da Educação. (2009) "PDE: Plano de Desenvolvimento da Educação: SAEB: ensino médio: matrizes de referência, tópicos e descritores". Brasília: MEC, SEB; Inep, http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/saeb_matriz.pdf.

[8] Central Institute for Test Development (Cito). (2009), http://www.cito.nl. Janeiro.

[9] Conselho Nacional dos Secretários de Educação – CONSED. (2008). "Prêmio Nacional de Referência em Gestão Escolar – Ano base 2008", http://www.consed.org.br/sites/1300/1321/00000368.pdf, Novembro.

[10] Department of Education, U. S. (2008). "NAEP 2008 Trends in Academic Progress", http://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/main2008/2009479.pdf, April.

[11] Pasquali, L. e Primi, R. (2003) "Fundamentos da Teoria da Resposta ao Item: TRI", http://pepsic.bvspsi.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167704712003000200002&lng=es&nrm=iso, Dezembro.

[12] Moreira, D. A, Walczowski, L. T. (1997), "Using Software Agents to Generate VLSI Layouts". IEEE Expert Intelligent Systems and their applications.

[13] Jennings, N. R. "Cooperation in Industrial Multi-agent Systems.World Scientific". In: World Scientific - Connecting Great Minds.

[14] Rizzi, C. B., Costa, A. C. R., Franco, S. R. K. (2004), "Os Grupamentos Operatórios de Jean Piaget e suas Implicações no Estudo da Cooperação na Ação entre Agentes Humanos". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2004.

[15] WOOLDRIDGE, Michael, JENNINGS, Nicholas. Intelligent Agents: Theory and Practice, Knowledge Engineering Review, October 1994, Rev. January 1995.