

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO ENSINO DE EXPRESSÕES ALGÉBRICAS: SISTEMA TUTOR INTELIGENTE PAT2Math

Enauara Badin*
Marieli Bordignon*
Cristiano Agosti**

RESUMO

No presente artigo apresenta-se a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação, utilizando como estudo de caso o Sistema Tutor Inteligente PAT2Math que auxilia na resolução de equações de primeiro e segundo graus, desenvolvido por professores e alunos da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). O sistema integra diversas técnicas de IA na simulação de um professor de Matemática, por meio de correções, dicas de solução e planos de aula. Por ser um Sistema Especialista, tem a colaboração de professores de matemática para a elaboração do conteúdo. O sistema PAT2Math é composto por cinco agentes em sua arquitetura: Agente de Domínio, Agente de Interface, Agente Tutor, Agente Modelo de Aluno e Agente do Modelo Cognitivo.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação. Sistema Tutor Inteligente. Sistema Especialista.

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem aplicações em diversas áreas do conhecimento, mas vem se destacando na educação, tanto no auxílio das matérias e conteúdos quanto nas aulas de educação à distância, por meio de Sistemas Especialistas com o conteúdo alimentado por professores de Matemática.

O PAT2Math é um Sistema Tutor Inteligente que utiliza a técnica de Inteligência Artificial denominada Sistema Especialista. Auxilia passo a passo na resolução de equações de primeiro e segundo graus, com dicas a cada passo da equação; está sendo desenvolvido por alunos e professores da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). O sistema conta com planos de aula, dentro de cada plano há exercícios que devem ser resolvidos corretamente para poder avançar para o próximo plano.

Este artigo está organizado da seguinte forma: fundamentação teórica das expressões algébricas, IA com ênfase em Sistemas Tutores Inteligentes e seus agentes. Por fim, o relato de uma aplicação que faz o uso das tecnologias por meio de exemplos práticos, resolvendo correta ou incorretamente as equações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção fornece uma breve introdução às tecnologias, componentes e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do projeto.

2.1 EXPRESSÕES ALGÉBRICAS

Segundo Silva, Silva e Silva (2013, p. 26), expressão algébrica é uma expressão matemática composta por números, letras, operações e possivelmente sinais indicativos de prioridade.

Chama-se equação de primeiro grau, na variável x , qualquer expressão algébrica que possa ser reduzida à forma $Ax + B = 0$, com $A \in \mathbb{R}$, $B \in \mathbb{R}$, $A \neq 0$ (SILVA; SILVA; SILVA, 2013, p. 36).

* Graduanda do Curso de Sistemas de Informação da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Chapecó; enauara@gmail.com; marieli.bordignon@hotmail.com

** Professor do Curso de Sistemas de Informação da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Chapecó; cristiano.agosti@unoesc.edu.br

Exemplos:

$$2x + 10 = 0 \tag{1}$$

$$x - 3 = 0 \tag{2}$$

$$-x + 5 = 0 \tag{3}$$

Chama-se equação de segundo grau, na variável x , qualquer expressão algébrica que possa ser reduzida à forma $Ax^2 + Bx + C = 0$, com $A \in \mathbb{R}$, $B \in \mathbb{R}$, $C \in \mathbb{R}$ e $A \neq 0$ (SILVA; SILVA; SILVA, 2013, p. 45).

Exemplos:

$$x^2 - 5x + 6 = 0 \tag{1}$$

$$-x^2 + 12x - 15 = 0 \tag{2}$$

$$x^2 - 100 = 0 \tag{3}$$

2.2 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Para Luger e Subblefield (apud FERNANDES, 2005, p. 2), Inteligência Artificial é o ramo da computação preocupada com a automação de comportamento inteligente. Winston (apud FERNANDES, 2005, p. 2) define-a como estudo da computação que torna possível perceber, raciocinar e agir. Diz, ainda, que IA é o estudo das ideias que permitem aos computadores serem inteligentes (WINSTON apud FERNANDES, 2005, p. 2).

2.3 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Os Sistemas Especialistas são como sistemas que reproduzem o conhecimento de um Especialista adquirido em anos de trabalho; devem ser construídos com o auxílio de um especialista humano, que fornecerá a base de informações por meio de seu conhecimento e experiências adquiridas. Os especialistas têm capacidade de resolver problemas, explicar os resultados, aprender, reestruturar o conhecimento e determinar suas características relevantes.

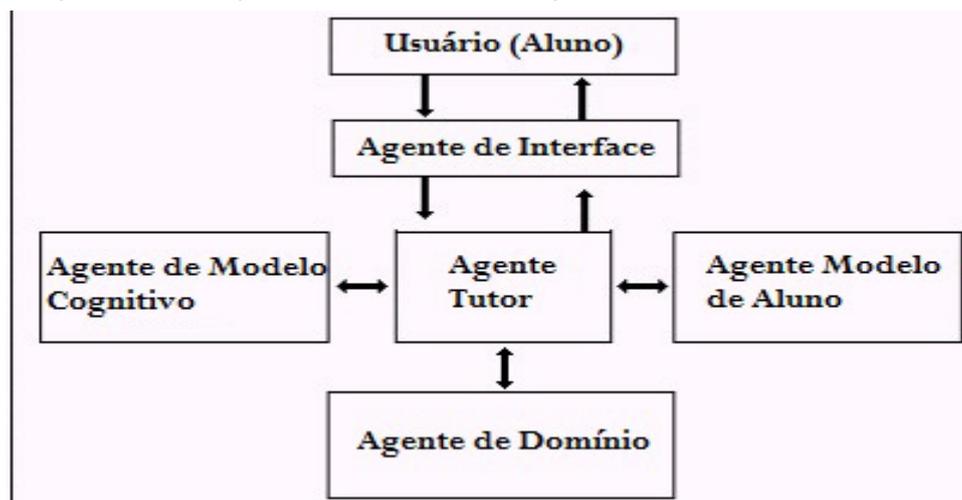
Diferente dos sistemas tradicionais, os sistemas especialistas possuem algumas facilidades que aumentam a sua flexibilidade e eficiência, como: possibilidade para a construção de regras e tomada lógica de decisões sob imprecisão ou na ausência de informações. Em um sistema tradicional, o método da busca é baseado no conhecimento codificado anteriormente no sistema; quando há um novo conhecimento é preciso reescrever o código, já os sistemas especialistas podem recuperar novos fatos e regras e usá-los sem modificar a estratégia de busca (FERNANDES, 2005).

2.4 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Sistemas Tutores Inteligentes são sistemas capazes de, por meio da interação com o usuário, atualizar sua própria base de conhecimento sobre o aluno (modelo do aluno), assim são capazes de reconhecer o estado do aluno, diagnosticar seu conhecimento, aprender, adaptar e aplicar diferentes tipos de estratégias de aprendizagem (MELLO et al., 2009).

Há cinco agentes que compõem um Sistema Tutor Inteligente, correspondendo à sua arquitetura tradicional: Agente de Interface (AI), Agente de Domínio (AD), Agente Tutor (AT), Agente Modelo de Aluno (AMA), Agente do Modelo Cognitivo (AMC). Em seguida, serão detalhados cada Agente (DAMASCENO; JAQUES, 2016). Conforme o Fluxograma 1, baseado nos conceitos de Damasceno e Jaques (2009), a imagem mostra a arquitetura genérica de um Sistema Tutor Inteligente mediante seus agentes, e, a seguir, no texto, o detalhe de cada agente.

Fluxograma 1 – Estrutura genérica de um Sistema Tutor Inteligente



Fonte: os autores.

O Agente Tutor analisa as informações do estudante, seleciona uma estratégia pedagógica adequada e cria um plano de ensino apropriado para o aluno. Conta com o auxílio de uma estrutura que contém a hierarquia dos conteúdos ensinados no sistema e isso ajudará no momento de inferir o que o aluno aprendeu até lidar com determinado conteúdo, e o que pode aprender a partir da compreensão dele.

Quanto ao Agente de Domínio, este varre a base de domínio na qual todo o conteúdo se encontra, enviando esses dados ao Agente Tutor, quando requisitado. Lida com banco de dados OMDoc, é baseado em XML para representar o conteúdo de documentos matemáticos. É um formato capaz de representar toda a gama de conteúdos matemáticos escritos, como teorias e exercícios.

O Agente Modelo de Aluno monitora as informações do aluno enquanto ele interage com o sistema e armazena essas informações na Base de Modelo de Aluno. Ele serve como referência para o Agente Tutor no momento da criação do plano de ensino para o aluno.

Diz respeito ao Agente do Modelo Cognitivo o Agente capaz de resolver equações algébricas, atuando como um sistema especialista baseado em regras. As regras para um determinado exercício estão definidas neste Agente, sendo possível, assim, verificar-se se o aluno conseguiu realizar as etapas da resolução do exercício. Este agente pode também receber cada passo da resolução de uma equação que está sendo manipulada pelo aluno e corrigir. Também é possível mostrar toda a sua resolução passo a passo, para que o aluno possa ver o método de solução ideal para o problema em questão.

O Agente de Interface é responsável por unir os dados sobre as ações e enviá-los para a atualização no Agente Modelo de Aluno, que auxilia nas tomadas de decisão do Agente Tutor. Ele também é encarregado de mostrar tópicos e informações na tela do sistema. A interface está sendo desenvolvida como aplicação *Web*, na linguagem Java; para a resolução de equações são disponibilizadas ao usuário ferramentas para auxiliá-lo passo a passo na manipulação de equações matemáticas.

3 METODOLOGIA

3.1 PAT2MATH

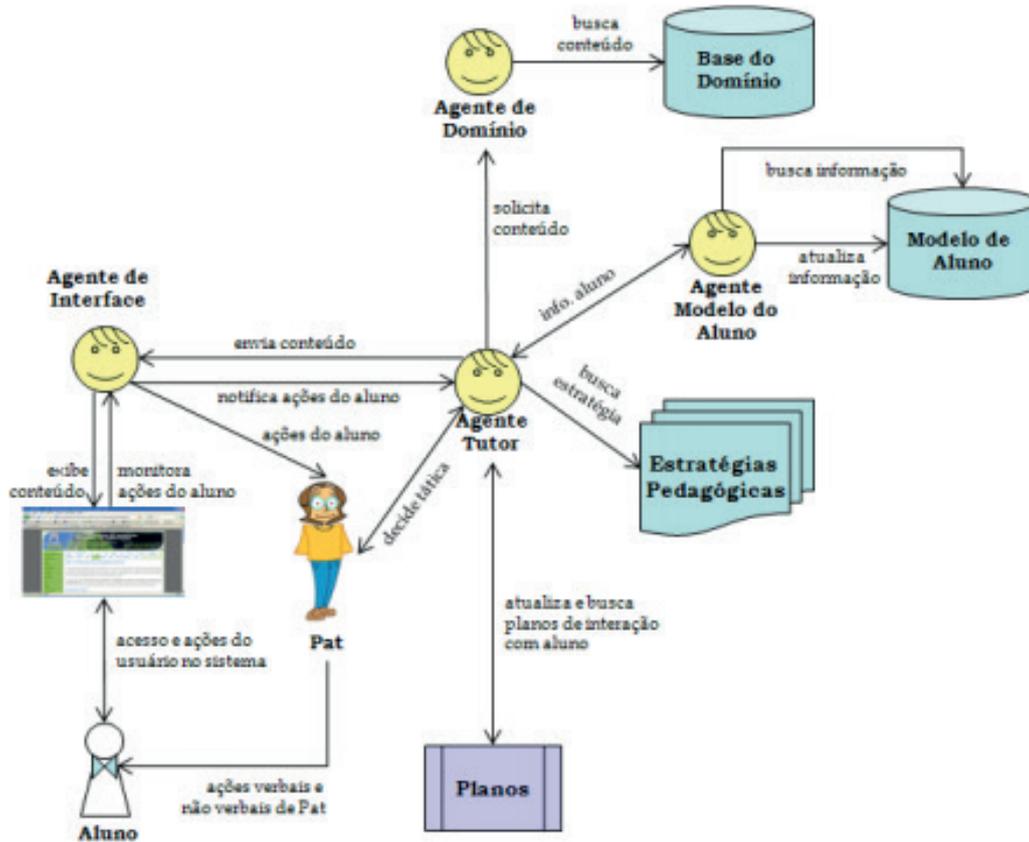
O PAT2Math (*Personal Affective Tutor to Math*) é um Sistema Tutor Inteligente que auxilia os estudantes nas resoluções de problemas algébricos. Ele implementa diversos algoritmos de Inteligência Artificial os quais simulam um professor que assiste a um aluno enquanto ele resolve equações de primeiro e segundo grau. Além de realizar as correções dos exercícios, ele também dá dicas da resolução em qualquer passo da equação.

O PAT2Math contém um Sistema Especialista, um programa inteligente que simula um *expert* em resolução de equações. Resolve a equação passo a passo, dessa forma, pode corrigir a resolução do estudante e dar dicas quando uma resposta for incorreta ou quando o estudante não souber como prosseguir.

Ele está sendo desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada na Unisinos, no Rio Grande do Sul. Vem sendo desenvolvido por mestrandos, graduandos e doutorandos e usado em escolas da região do Vale dos Sinos. É um Sistema Especialista e conta com a colaboração de professores de Matemática na elaboração do material (PAT2MATH, 2015).

A Figura 2 mostra a arquitetura do Sistema Tutor Inteligente do PAT2Math, com seus agentes e ações (MELLO et al., 2009):

Diagrama 1 – Visão geral da arquitetura dos agentes do STI PAT2Math



Fonte: Mello et al. (2009, p. 6).

A interação entre os agentes é dinâmica e acontece da seguinte forma: o AI é responsável por acompanhar as interações do aluno na interface e mostrar os exercícios e os conteúdos definidos pelo AT. A cada nova ação do aluno no sistema, o AI envia informações correspondentes ao AT que as repassa ao AMA para atualização. Caso essa ação corresponder a um passo de uma resolução de equação, o AMA verificará se o passo está correto ou o que está errado, e enviará essa informação ao AT. O AT verificará, com base nessas informações, se há necessidade de adaptar o plano de aula ao aluno, e, caso seja necessário, um novo plano de aula será gerado dinamicamente. Para a geração dos planos, são considerados pelo AT: o conhecimento e o perfil do aluno no Modelo de Aluno, a base de estratégias pedagógicas e o conteúdo disponível na Base de Domínio.

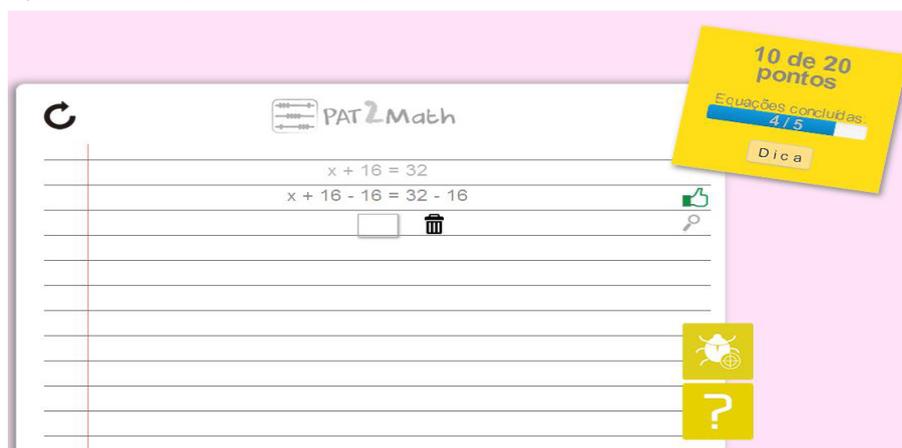
Ao mesmo tempo, as mesmas informações também são enviadas ao agente pedagógico animado emocional Pat. Com base na informação repassada, o Pat decide a melhor tática pedagógica afetiva para aplicar e interage com o AT para verificar se essa tática entra em conflito com a tática de competência decidida pelo último. Se for positivo, os agentes negociam uma nova tática, senão Pat apresenta sua tática pedagógica. Esse é o ciclo de vida dinâmico do funcionamento do tutor (MELLO et al., 2009).

3.1.2 Apresentação da ferramenta

Cada vez que o aluno solicita dica perde 2 pontos, e a cada solução errada perde 5 pontos; mas, para cada resposta correta, acrescenta 10 pontos. A seguir serão apresentadas algumas telas do Sistema web PAT2Math.

Na Figura 1 é apresentada a equação “ $x + 16 = 32$ ” para resolução. A pontuação máxima a ser alcançada nessa equação é 20 pontos. Nesse exemplo, o aluno respondeu corretamente ao primeiro passo e ganhou 10 pontos, ficando com 10 de 20 pontos.

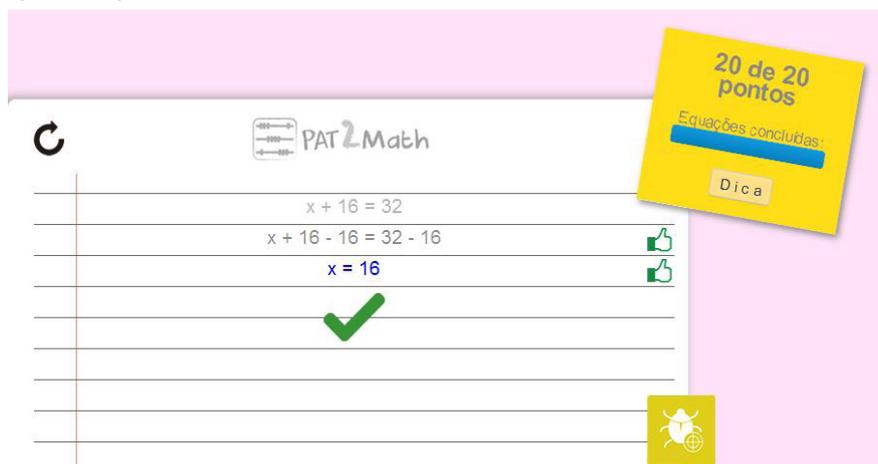
Figura 1 – Primeiro passo da equação respondido corretamente



Fonte: PAT2Math (2016).

Continuando na equação da Figura 1, pode-se ver na Figura 2 que o aluno respondeu corretamente ao segundo passo e ganhou mais 10 pontos.

Figura 2 – Segundo e último passo da equação respondido corretamente

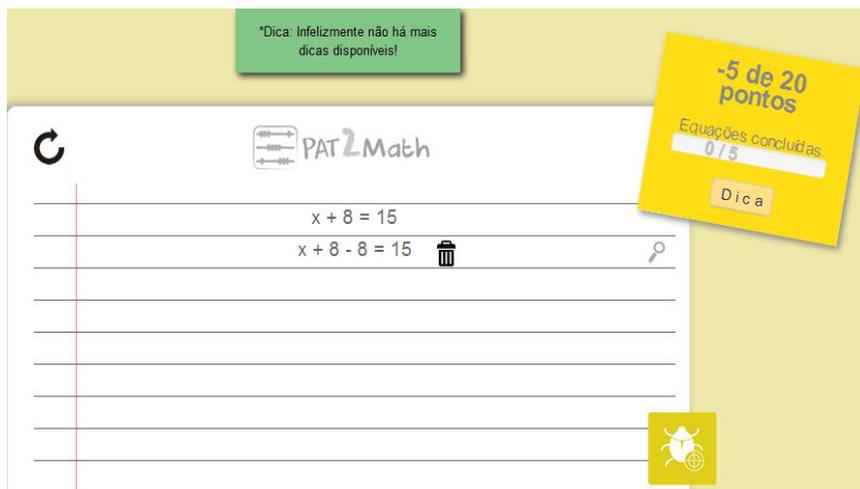


Fonte: PAT2Math (2016).

A seguir, as Figuras 3, 4 e 5 mostram o passo a passo de uma equação respondida incorretamente.

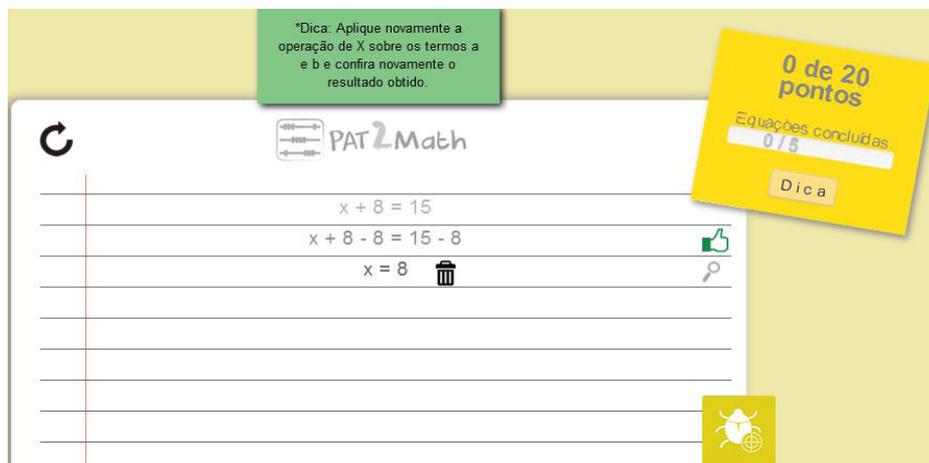
Na Figura 3 é dada a equação “ $x - 8 = 15$ ”. O aluno respondeu de forma errada a esse passo e perdeu 5 pontos, mas pode voltar e corrigir o passo da equação, ganhando os 10 pontos, conforme mostra a segunda linha da Figura 4.

Figura 3 – Primeiro passo respondido incorretamente pelo aluno



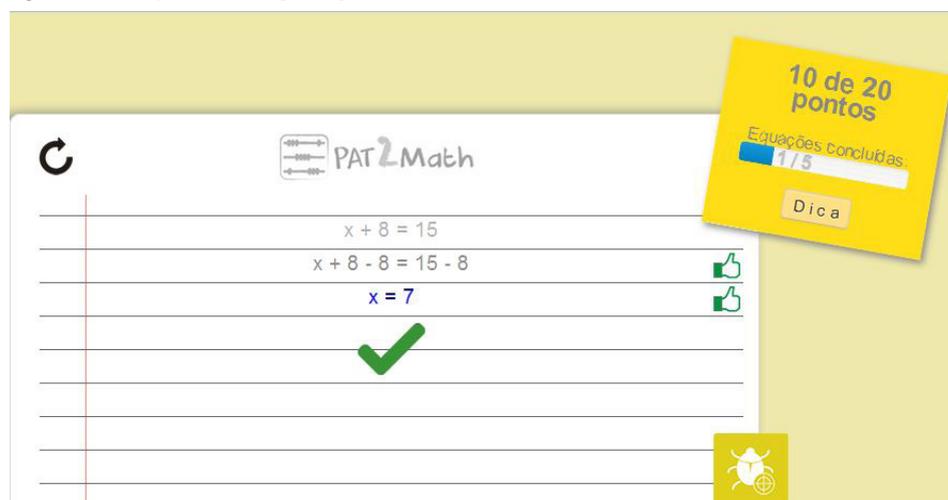
Fonte: PAT2Math (2016).

Figura 4 – Passo 2 corrigido e passo 3 errado



Fonte: PAT2Math (2016).

Figura 5 – Correção do último passo que estava incorreto



Fonte: PAT2Math (2016).

A Figura 6 mostra o plano de aula que é exibido após a finalização do primeiro exercício. Cada plano de aula contém exercícios que devem ser finalizados corretamente para poder realizar os próximos planos.

Figura 6 – Planos de aula



Fonte: PAT2Math (2016).

4 CONCLUSÃO

Ao se utilizar a ferramenta PAT2Math, conclui-se um aprendizado mais simples e didático das equações matemáticas. O uso da Inteligência Artificial nos Sistemas Tutores Inteligentes é muito poderoso por ter o conteúdo construído por especialistas da área do sistema, assim, pode auxiliar na introdução ou reforço do ensino matemático. Pelo fato de o plano de aula ser gerado de forma dinâmica, conforme o conhecimento e aprendizado do aluno, percebe-se que a ferramenta trata cada aluno conforme sua necessidade, respeitando e atendendo ao que se espera da Inteligência Artificial na educação.

Artificial intelligence applied to teaching algebraic expressions: Intelligent Tutor System PAT2Math

Abstract

This paper presents an application of Artificial Intelligence (AI) in education, using as a case study the Intelligent Tutor System PAT-2Math, which teaches first and second degree equations, developed by professors and students of Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). The integration system of AI techniques in the simulation of a Mathematics teacher, through corrections, solution tips and lesson plans. Because it is a Specialist System with a collaboration of mathematics teachers to elaborate the content. The PAT2Math system consists of 5 agents in its architecture: Domain Agent, Interface Agent, Tutor Agent, Student Model Agent and Cognitive Model Agent. Keywords: Artificial Intelligence. Education. Intelligent Tutoring System. Expert System.

REFERÊNCIAS

DAMASCENO, F. R.; JAQUES, P. A. Sistema Tutor Inteligente PAT2Math: Caráter Pedagógico. **Programa Interdisciplinar de Pós-graduação em Computação Aplicada**, São Leopoldo, v. 1, n. 1, p. 3-4, nov. 2016.

FERNANDES, A. M. da R. **Inteligência Artificial: noções gerais**. Florianópolis: Visual Books, 2005.

MELLO, G. et al. Implementando o Agente de Base de Domínio do Sistema Tutor Inteligente PAT2Math. **Programa Interdisciplinar de Pós-graduação em Computação Aplicada (PIPICA)**, São Leopoldo, v. 7, n. 1, p. 2-2, jul. 2009.

PAT2Math. Disponível em: [≤http://pat2math.unisinos.br>](http://pat2math.unisinos.br). Acesso em: 20 jan. 2016.

PAT2Math. Disponível em: <<http://pat2math.unisinos.br/index.html>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

SILVA, S. M. da; SILVA, E. M. da; SILVA, E. M. da. **Matemática Básica para cursos superiores**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013.