

APLICABILIDADE DA TÉCNICA DE SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES COMO MÉTODO DE ENSINO DE MATEMÁTICA

Applicability of the technique of intelligent tutoring systems as a method of teaching mathematics

Janaína Varela de Moura¹

Resumo: Este projeto irá apresentar uma proposta de pesquisa de utilização dos Sistemas Tutores Inteligentes, utilizando-os como auxiliares no ensino e aprendizagem às questões relacionadas a cálculos matemáticos. Apresentará, também, uma das dificuldades na disciplina que pode ser causada pela metodologia aplicada no ensino, bem como as vantagens e desvantagens de utilização de sistemas tutores inteligentes como auxiliares no ensino.

Palavras-chave: Sistema. Tutor Inteligente. Ensino à matemática. Matemática.

Abstract: This project will present a proposal to research the use of Intelligent Tutoring Systems as a helper in teaching and learning the issues related to mathematical calculations. It will also present one of the difficulties in the discipline that can be caused by the methodology applied in teaching, as well as the advantages and disadvantages of using Intelligent Tutoring Systems as a teaching aid.

Keywords: Intelligent Tutoring Systems. Teaching mathematics. Mathematics.

Introdução

Uma grande fração de alunos possui dificuldade no aprendizado da disciplina de matemática. “A Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA) mostra que o maior problema das crianças do 3º ano do ensino fundamental é a matemática, área na qual 57% mostraram um nível inadequado de aprendizagem” (AGÊNCIA BRASIL, 2015).

Devido a isto, várias pesquisas vêm sendo realizadas para tentar levantar as possíveis e prováveis causas deste problema. Para auxiliar na tentativa de descobrir onde está a dificuldade e tentar saná-la, são levantadas algumas questões que podem levar os estudantes a ter esta dificuldade: os alunos estão desmotivados? Os professores não estão sabendo lidar com as dificuldades apresentadas? O aprendizado deve ser igual para todos os alunos? (ALMEIDA, 2006).

Juntando estas dificuldades e o fato de estarmos vivendo em um mundo tecnológico, em que a sociedade está se conectando cada vez mais, e assim como a Inteligência Artificial (do inglês *Artificial Intelligence* – IA) vem conquistando cada vez mais seu espaço no ramo de ensino/aprendizagem (GIRAFFA; VICCARI, 1999). Propõe-se realizar uma análise dos benefícios de utilizar os sistemas tutores inteligentes como uma técnica de auxílio ao ensino e aprendizagem à disciplina de matemática.

O objetivo deste artigo é evidenciar, por meio de estudos realizados, um levantamento das vantagens de se utilizar os Sistemas Tutores Inteligentes como uma ferramenta de contribuição secundária para o ensino e aprendizagem de assuntos relacionados à disciplina de matemática, bem como os prejuízos e empecilhos que poderão acarretar no aprendizado dos discentes.

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470 – KM 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – E-mail: janaina.vmoura@hotmail.com

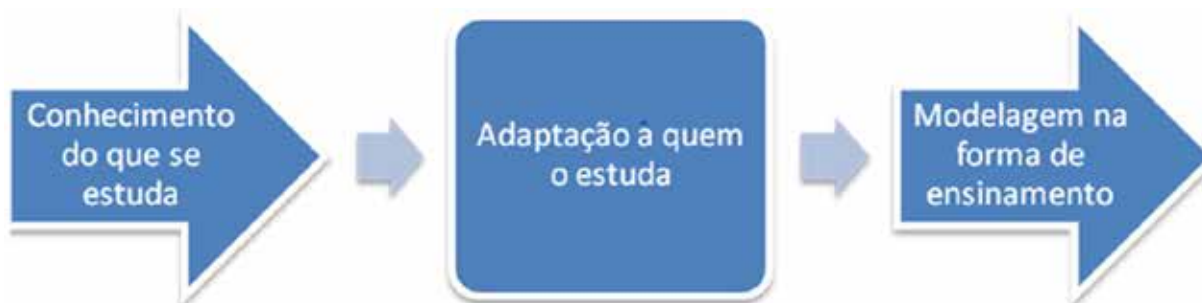
Inteligência Artificial

Rezende (2005) explica que a Inteligência Artificial tem por objetivo simular um cérebro humano e se adaptar a determinadas situações sem a interferência regular de outra pessoa para que as decisões sejam tomadas. Atualmente, a AI é preferencialmente utilizada em sistemas especialistas, ou seja, sistemas baseados em conhecimento específico, entretanto é bastante utilizado para diversos ramos, como jogos, imagem e som. Nos últimos anos gerou-se uma nova área para a utilização de AI, conhecida como redes neurais artificiais. As redes projetam a estrutura de um processo realizado pelo cérebro humano, que pode levar o *software* a reconhecer determinados padrões no processo realizado e até mesmo “aprender” e se adaptar às experiências anteriores.

Sistemas Tutores Inteligentes – (STI)

Sistemas Tutores Inteligentes ou Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), como também são chamados, são *softwares* com fundamentos de Inteligência Artificial com o propósito de introduzir o aprendizado a determinado assunto aos usuários. Estes sistemas são pertencentes ao ramo de Inteligência Artificial, ou seja, têm por objetivo se adaptar à situação a que são postos, desta maneira, estes sabem o que se estuda, se adaptam a quem o estuda e modificam a forma de como ensinar de acordo com o estudante.

Figura 1. Metodologia de STIs

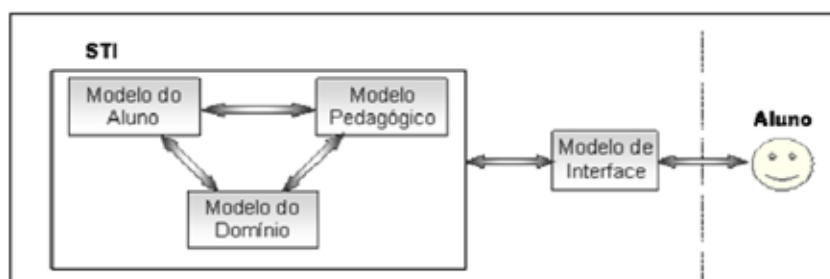


Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Estes programas tentam simular o comportamento de um professor que se adapta à necessidade de cada aluno. “O projeto e desenvolvimento dos tutores consiste na interseção de ciência da computação, psicologia cognitiva e pesquisa educacional” (REZENDE, 2005, p. 16).

A figura abaixo retrata um exemplo de uma arquitetura tradicional de um sistema tutor inteligente.

Figura 2. Arquitetura de STI.

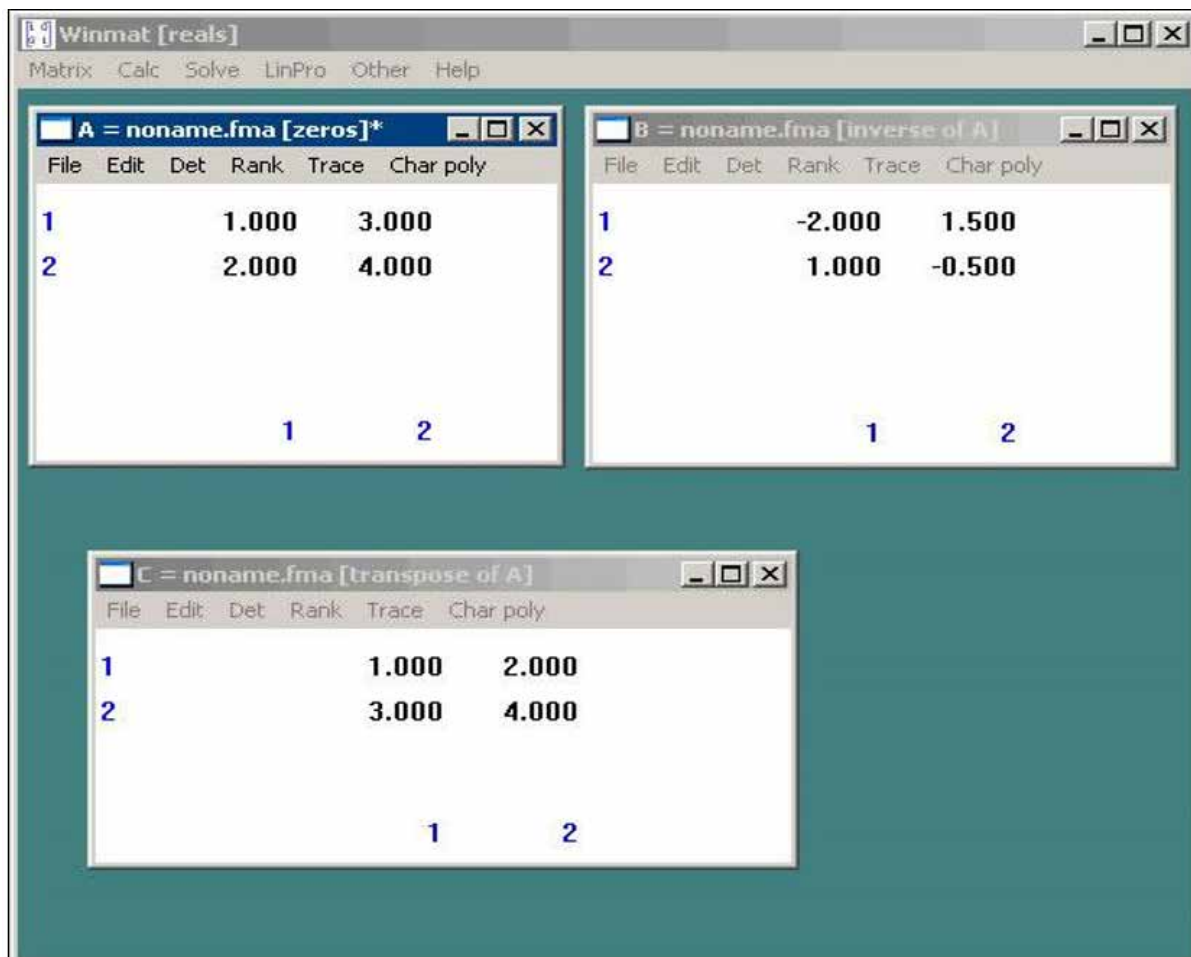


Fonte: Disponível em: <<http://www.abed.org.br/seminario2006/pdf/tc056.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2017.

Desta forma, para o desenvolvimento de um STI não basta apenas o conhecimento na área em que se está ensinando, no caso em si, a matemática, mas a vários outros fatores, como a maneira que o conteúdo é apresentado, a forma como cada aluno pode aprender e absorver o conteúdo, a velocidade de aprendizado de cada aluno e assim por diante.

Abaixo é apresentada uma figura relacionada a um *software* para auxílio na prática de álgebra, onde é possível criar matrizes e trabalhar com as mesmas.

Figura 3. *Software* WINMAT



Fonte: Disponível em: <<http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/interfaces/winmat.jpg>>. Acesso em: 6 jul. 2017.

O *software* WINMAT (*software* matemático gratuito que permite construir matrizes e operar com elas) permite calcular a inversa, transposta, determinante e encontra inclusive o polinômio característico da matriz.

Dificuldade no aprendizado em matemática

O tema de dificuldade no aprendizado da matemática tem sido um agente de estudo e análise a fim de encontrar o motivo ou os motivos-chave que levam os alunos a terem tanta dificuldade no aprendizado a esta disciplina (ALMEIDA, 2006).

Almeida (2006, p. 2) cita sobre os itens levantados nas pesquisas de estudo:

Algumas questões são recorrentes nestes debates e pesquisas, tais como: a deficiência está no próprio sistema de ensino? Os professores não estão conseguindo lidar com o processo? Os alunos não estariam desmotivados? O que leva o aluno a não conseguir aprender matemática e/ou outras disciplinas? Além dessas, muitas outras questões vêm sendo levantadas a fim de buscar uma resposta e possíveis soluções para os problemas enfrentados atualmente na educação.

Uma questão muito importante para encontrar os principais motivos que levam à dificuldade dos estudantes seria se há uma maneira diferente no meio de aprendizado e processamento das informações numéricas destes alunos com dificuldade. Para isto, utilizam-se como base outros alunos que não possuem dificuldade, de mesma faixa etária ou idade inferior, para identificar se trata-se de um aprendizado de ritmo mais demorado ou se o aprendizado destes alunos com dificuldade é qualitativamente inferior (ALMEIDA, 2006).

Segundo Rodrigues (2007), partindo-se do modelo de pensamento de Van Hiele, o aprendizado dos alunos deve-se seguir uma sequência de níveis para a compreensão e utilização dos conceitos de geometria.

Teoria de Van Hiele

A Teoria de Van Hiele iniciou-se por Dina Van Hiele-Geldof em um trabalho de tese de doutorado, em 1957, na Universidade de Utrecht, Holanda. Após a conclusão de sua tese, a mesma veio a falecer, e foi então que seu marido Pierre Van Hiele foi quem continuou o desenvolvimento de dissipação da teoria. Enquanto o foco de Pierre era a explicação do porquê da dificuldade no aprendizado à geometria, a tese de Dina abordava um modelo de experimentação na educação (VILLIERS, 2010).

De acordo com Rodrigues (2007), a principal característica desta teoria é a classificação do ensino em cinco etapas de desenvolvimento: da compreensão dos estudantes à geometria.

Quadro 1. Etapas de desenvolvimento: da compreensão dos estudantes à geometria

Visualização	Este é o primeiro nível, onde as figuras devem ser apresentadas ao aluno para que estes as reconheçam apenas pela sua forma geométrica.
Análise	Os alunos começam a diferenciar as propriedades de cada figura.
Ordenação	É realizada uma ordenação lógica das propriedades das figuras, como por exemplo, a divisão delas por classes de acordo com seus atributos.
Dedução	Neste nível espera-se que os estudantes consigam realizar deduções do que é necessário e do que é suficiente em determinado enunciado para a resolução do problema.
Rigor	É a capacidade de compreender as demonstrações formais. É um nível mais elevado que leva o estudante a estabelecer teoremas e permite compará-los.

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2007).

Este modelo de orientação pode ser utilizado como meio de orientação na metodologia de ensino.

Metodologia tradicional

Segundo Silva (2005, p. 6), a metodologia tradicional de ensino da matemática pode se dividir em três diferentes componentes:

- Conceituação: caracterizado por meio de aulas regulares e teóricas onde o professor apresenta as definições, proposições, fórmulas, e faz a relação dos novos conceitos apresentados com os já conhecidos pelos alunos.
- Manipulação: qualificado como “exercícios de fixação”. Neste, os alunos devem colocar em prática o aprendido nas aulas teóricas.
- Aplicação: seu objetivo é relacionar o conhecimento teórico com a solução de situações concretas. Como reflexo das aulas dadas pelos professores, grande parte dos livros-textos brasileiros adota esta estrutura.

Vantagens de Sistemas Tutores Inteligentes

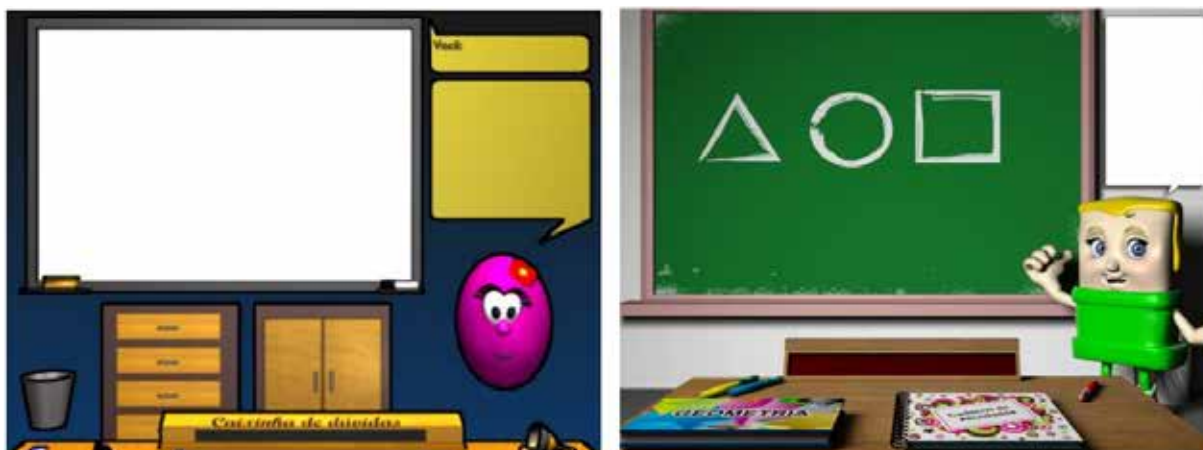
Giraffa e Viccari (1999) apresentam o sistema MCOE (*Multi-agentCO-operativeEnvironment*), que é um sistema tutor inteligente baseado na estrutura de programação de jogos. Neste projeto podem ser identificadas algumas vantagens na utilização de STIs.

Uma das vantagens é que os sistemas montam a estratégia de seleção e aplicação do conteúdo no decorrer da utilização, o que se enquadra no quesito de adaptação ao aluno (GIRAFFA; VICCARI, 1999). Outra vantagem é o fato de que a dinâmica do aluno com o tutor é constante, ou seja, o aluno está no meio do ato de ensino interagindo com o sistema em tempo real.

Giraffa e Viccari (1999) definem que outro fator muito interessante na utilização de ITS (*Intelligent Tutoring Systems* – Sistemas Tutores Inteligentes) é que os mesmos podem ser modelados para que sejam uma forma de metodologia motivacional, ou seja, não precisam necessariamente ser apenas um sistema que apresentam o conteúdo teórico e esperam que o aluno desenvolva atividades práticas como é o “modelo tradicional de ensino”. Pode ser apresentado em forma de jogos aos alunos para que haja uma dinâmica diferente do que são acostumados. Os autores também afirmam que “as diferenças conceituais entre os jogos e as simulações podem ser caracterizadas pelo fato de que o jogo é um processo intrinsecamente competitivo, onde existe a vitória e a derrota, e a simulação é a simples execução dinâmica de um modelo previamente definido” (GIRAFFA; VICCARI, 1999, p. 3).

Na Figura 4 é apresentado um protótipo de um sistema tutor inteligente.

Figura 4. Protótipo do sistema tutor inteligente Filoh



Fonte: Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2009/CD/trabalhos/1552009230522.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2017.

É possível observar que a interface é bastante ilustrativa para que desperte interesse na atenção e motivação do aluno na utilização do sistema. Outro fator vantajoso do ensino a distância é a possibilidade de haver um aprendizado de forma contínua e flexível. Por exemplo, o aluno pode parar sua atividade a qualquer momento e depois retomar o assunto de onde parou. O que é diferente do modelo presencial, quando o aluno se ausentar perderá o assunto que está sendo apresentado.

Existem diversas formas de ensinamento, bem como estratégias para execução do mesmo. Assim como um mesmo assunto pode ser passado de formas diferentes por cada professor, cada professor pode passar um mesmo assunto de formas diferentes. Agora, imagine ITS elaborados por professores com estratégias de ensino diferentes. É presumível que as possibilidades de metodologias de ensino se multipliquem gradativamente.

Desvantagens de STIs

Uma grande desvantagem na utilização de STIs é que ainda não se pode adotar roteiros apurados para utilização de sistemas por envolver a área de educação e psicologia com muitas variáveis a se analisar, e ainda assim não tomar decisões seguramente corretas. Giraffa e Viccari (1999, p. 2) explicam que “as pesquisas nas áreas de Psicologia e Educação não oferecem teorias computáveis que possamos aplicar diretamente e fazer simulações mais adequadas”. Outra desvantagem é que apesar de serem sistemas que se adaptam ao aluno, estes podem tomar decisões diferentes do que um professor tomaria.

Um fator que pode ser considerado como não vantajoso se opondo à vantagem de que o sistema se adapta ao usuário é que, em curto prazo, é necessário coletar as informações sobre o usuário para que se possa consultar e aplicar as estratégias de ensino no decorrer do ensino (OLIVEIRA, 2002).

Silva (2005) aborda, como outro ponto a favor do professor em relação aos ITS, é que um tutor humano possui o quesito capacidade de observação sensitiva e empatia com o aluno, o que facilita na tomada de decisão e ajuste nas estratégias de ensino tomando esta capacidade como um ponto favorável no ensino. Ainda neste sentido de importância sentimental como fator de impacto no aprendizado, apesar de os STIs terem evoluído bastante no fator motivação e redes neurais, ainda há muito o que evoluir no quesito emocional, por haver impactos emocionais do aluno durante o seu período de aprendizagem, conforme citado por Oliveira (1994), que indica que fatores psicológicos são de grande influência durante o percurso de aprendizagem, pois o estado emocional do aluno é mutável e inconstante, sendo assim, dificulta a adaptação do STI a diversos alunos, ou até mesmo a um mesmo estudante em períodos emocionais variados.

Material e métodos

A análise da pesquisa foi realizada através de revisões a referências bibliográficas voltadas a sistemas tutores inteligentes e a materiais relacionados às propostas de ensinamento da disciplina de matemática, efetuando a análise das principais dificuldades no processo de aprendizagem deste âmbito, bem como em análise de métodos de aprendizado já apresentados.

Resultados e discussão

Jogando-se em pauta as informações apresentadas sobre as vantagens e desvantagens na utilização de STIs como auxiliares no ensino-aprendizagem, obtemos o seguinte teor:

Quadro 2. Vantagens vs Desvantagens de STIs

Vantagens	Desvantagens
Desenvoltura da estratégia conforme aprendido para cada aluno.	Teorias de aprendizagens não são totalmente computáveis.
Dinâmica e interação constante do aprendiz.	Tomada de decisões podem ser diferentes de um professor.
Montagem de sistemas em modelo motivacional.	STIs não levam em consideração fatores emocionais dos alunos.
Pausa da atividade e retorno de onde o aluno parou.	Tutores humanos possuem a capacidade de observação sensitiva.
Diversidade e multiplicidade nas estratégias de ensino.	Necessidade de coleta de informações sobre o usuário para aplicar as estratégias.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Com base nesta análise comparativa, é possível perceber que, embora haja bastante vantagens em adquirir a utilização de STIs, as desvantagens no âmbito ainda existem quase que equivalentemente. Contudo, o estudo na área de STIs ainda não está sendo tão realizado como a utilização de IA (Inteligência Artificial) em áreas de medicina, por exemplo, por isso não deve ser descartada a continuação do estudo nesta esfera.

O sistema se adapta ao aluno, porém em contrapartida, conforme Giraffa e Viccari (1999), nem todas as estratégias de aprendizagens são completamente computáveis, ou seja, é possível que há gafes em algumas estratégias ou ainda que algumas delas não sejam pautadas, ou tomada de decisões no ensinamento podem ser diferentes das de um professor, o que leva mais um crédito para o fator desvantagem.

Entretanto, para equivaler à desvantagem, os AVAs (Ambientes Virtuais de Aprendizagens) contam com uma dinâmica constante com o aluno, o que faz com que o aluno preste atenção no conteúdo ministrado, pois ele é quem realiza o papel do agente ativo na utilização do *software*. Além disso, o *software* pode ser projetado com os mais diversos *designs* que possam motivar o aluno a se interessar sobre a didática, e automaticamente o conduz a prosseguir com prática das atividades. Permite ainda que o aluno faça seu tempo de estudo, ou seja, ele pode parar o programa e continuar os estudos de onde parou.

Mesmo que todos estes fatores sejam muito relevantes, é necessário continuar com o estudo e aperfeiçoamento desta tática, para corrigir ou ao menos reduzir os impactos no ensino.

Considerações Finais

Analisando os dados apresentados na pesquisa, é possível perceber que a aplicação de Sistemas Tutores Inteligentes como um método construtivo no ensino-aprendizagem de disciplinas como a matemática, ainda que existem algumas desvantagens relacionadas ao mesmo, apresentam muitas vantagens relevantes para se levar em consideração, e é interessante utilizar esta técnica como um método auxiliar no aprendizado dos alunos. Desta forma, acredita-se que com o estudo mais aprofundado neste âmbito, é possível que as vantagens cresçam em relação às desvantagens e que se possa ajustar ou contornar os problemas ainda relevantes na utilização de ITS.

Referências

- AGÊNCIA BRASIL. **Educação**: Matemática é área mais preocupante para alunos da alfabetização, diz Janine. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2015-09/matematica-e-area-mais-preocupante-para-alunos-da-alfabetizacao>>. Acesso em: 4 out. 2015.
- ALMEIDA, Cinthia Soares de. **Dificuldades de aprendizagem em Matemática e a percepção dos professores em relação a fatores associados ao insucesso nesta área**. 2006. Trabalho de conclusão de curso de Matemática. Universidade Católica de Brasília – UCB. Disponível em: <<https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/12006/CinthiaSoaresdeAlmeida.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.
- GIRAFFA, Lucia Maria Martins; VICCARI, Rosa Maria. Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes Modelados através da Tecnologia de Agentes. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. 1999. Disponível em: <<http://tutoresinteligentes.pbworks.com/w/file/67057953/apostila%2002.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.
- MOITA, Filomena M. G. da Silva C.; RODRIGUES, Rodrigo Lins; SILVA, Allisson. **Sistema Tutor Inteligente em um ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de geometria**. Campina Grande – PB – maio 2009. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2009/CD/trabalhos/1552009230522.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2016.
- OLIVEIRA, Ana Lúcia Alexandre de. **Conceitos e Práticas em Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo**. 2014. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=1ettAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 25 maio 2016.
- OLIVEIRA, F. M. **Critérios de equilíbrio para sistemas tutores inteligentes**. Porto Alegre. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- OLIVEIRA, Rodrigo de. **Proposta de um sistema tutor inteligente para internet com adoção dinâmica de estratégias de ensino híbridas usando MBTI**. Monografia do Curso de Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal de Lavras. Lavras Minas Gerais. 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/5563/1/MONOGRRAFIA_Proposta_de_um_sistema_tutor_inteligente_para_internet_com_ado%C3%A7%C3%A3o_din%C3%A2mica_de_estrat%C3%A9gias_de_ensino_h%C3%ADbridas_usando_MBTI.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2016.
- REZENDE, Denis Alcides. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=rtBvl_L-1mcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 24 maio 2016.
- RODRIGUES, Alessandra Coelho. **O modelo de Van Hiele de Desenvolvimento do Pensamento Geométrico**. 2007. Universidade Católica de Brasília. Curso de Matemática. Disponível em: <<https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22007/AlessandraCoelhoRodrigues.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2016.

SILVA, José Augusto Florentino. **Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática**: algumas considerações. 2005. Disponível em: <<https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22005/JoseAugustoFlorentinodaSilva.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

VILLIERS, Michael de. **Algumas reflexões sobre a Teoria de Van Hiele**. Universidade de KwaZulu-Natal, África do Sul. 2010. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/5167/3696>>. Acesso em: 29 maio 2016.

Artigo recebido em 30/05/17. Aceito em 10/07/17.