

Um Agente Conversacional para Aprimoramento das Habilidades de Resolução de Problemas

Eliane Vigneron^{1,2}, Liane Tarouco¹, Eliseo Reategui¹, Michelle Leonhardt¹,
Álan Gularte³ e Andrea Capra¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ²Instituto Federal Fluminense campus Campos-Centro/RJ, ³Centro Universitário Ritter dos Reis/Porto Alegre-RS.

Resumo. Este artigo descreve uma abordagem para desenvolver a habilidade de resolução de problemas de Matemática usando um agente conversacional. A base de conhecimentos do agente utiliza a linguagem de marcação AIML, construída a partir da elicitação do conhecimento formal e heurístico de estudantes talentosos, premiados na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas. O artigo relata o método de captura dos processos cognitivos dos alunos talentosos na resolução de problemas de matemática e a estruturação deste conhecimento para o agente conversacional. O trabalho também comenta os resultados alcançados com o uso do agente conversacional pelos estudantes.

Palavras-chave: Agente Conversacional, Problemas de Matemática, Estudantes

1 Introdução

Pesquisadores mostram que aprimorar as habilidades dos estudantes de pensamento crítico e criativo é fundamental para o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas [1][2][3]. O aprimoramento dessas habilidades pode ser facilitado pela orientação de um agente conversacional, de acordo com resultados de pesquisas que mostram que estes agentes podem ter um efeito positivo nas experiências interativas dos estudantes [4][5]. Estudantes talentosos, com desempenho elevado em matemática, apresentam características, como, flexibilidade, uso de analogia, organização dos dados e descoberta de padrões e relações durante a resolução de problemas matemáticos [6]. A possibilidade de capturar e armazenar os métodos utilizados pelos estudantes talentosos, permite que outros estudantes possam beneficiar-se destes processos para o aprimoramento das habilidades de resolução de problemas. Assim, foi criado um agente conversacional, chamado Blaze, utilizando a linguagem de marcação AIML (Artificial Intelligence Markup Language). A linguagem permite interagir com o agente em linguagem natural [7].

O presente artigo descreve os resultados desta pesquisa, cujo principal objetivo foi capturar os processos cognitivos de resolução de problemas dos estudantes talentosos para armazená-los na base de conhecimento do agente conversacional e depois utilizá-los com outros estudantes no aprimoramento das habilidades exigidas durante a resolução de problemas.

2 Agentes Conversacionais

Na década de 1980 começaram a ser criados sistemas tutores inteligentes com uma base de conhecimento para guiar os estudantes no processo de aprendizagem. Um tutor inteligente é um sistema de software que utiliza técnicas de inteligência artificial para representar o conhecimento e interage com os estudantes para ensiná-lo. Nos anos de 1990, com o avanço da psicologia cognitiva, os sistemas tutores inteligentes evoluíram de uma proposta instrucional visando estruturar um ambiente para a experimentação e descoberta do conhecimento [8]. Contudo, apesar destes avanços, a complexidade da estrutura destes sistemas limitou bastante sua aplicação prática. Desenvolver um sistema tutor inteligente é uma tarefa difícil e, isto deve-se tanto à complexidade da tecnologia necessária para representação do conhecimento, modelagem cognitiva, processamento qualitativo e, processo de modelagem causal, quanto à dificuldade de elicitação e representação do conhecimento do domínio [4].

A.L.I.C.E (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) [9] foi um projeto bastante original e inovador no campo da inteligência artificial, na década de 90 [7]. Tratava-se de um exemplo de agente conversacional, com sistema de código aberto mantido por uma comunidade ativa. O sistema opera até hoje e é composto de duas partes: a máquina conversacional e a base de conhecimento construída usando a linguagem de marcação AIML (Artificial Intelligence Markup Language). A linguagem possui estrutura específica constituída de “*categorias*”, as quais consistem de ao menos dois elementos: o “*pattern*” e o “*template*”, como no exemplo a seguir.

```
<category>
  <pattern>possível entrada do usuário</pattern>
  <template>resposta do agente conversacional</template>
</category>
```

O funcionamento de um agente usando AIML é baseado em um modelo de estímulo-resposta, onde o estímulo (a entrada dos usuários) é comparado com padrões (“*pattern*”) e quando ocorre um ou mais casamentos de padrões é determinada uma resposta associada, contida no “*template*” que o agente conversacional mostrará para o usuário [7]. Todas estas ações, sobre ver o adequado *pattern* e mostrar o relacionado *template*, são carregadas pela máquina de tratamento de dados.

Diversos agentes conversacionais foram construídos usando a linguagem AIML. Cybelle é um agente que interage em português e, é capaz de interagir, também, em inglês e francês [10]. Ela dá informações sobre outros agentes, como por exemplo, o ALICE. A Prof^a. Elektra é um agente educacional que tem como principal objetivo ser um instrumento de complementação no aprendizado de estudantes de cursos à distância [11]. CHARLIE é um agente responsável por interagir com os estudantes e o sistema educacional inteligente, mostrando conteúdos dos cursos e perguntando sobre o material de aprendizagem [4]. A ampla gama de agentes conversacionais desenvolvidos com a máquina de inferência baseada no projeto ALICE levaram à escolha desta para o projeto de um agente conversacional para aprimoramento das habilidades de resolução de problemas.

3 O Agente Conversacional Blaze

A base do agente conversacional Blaze foi estruturada na linguagem AIML a partir do conhecimento extraído dos estudantes talentosos durante a resolução de problemas de matemática. Estes estudantes são medalhistas da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e participam de um projeto de iniciação científica onde uma das autoras atua. O software que implementa o agente conversacional Blaze está hospedado em um servidor público (Pandorabots.com). O agente é capaz de responder às manifestações dos estudantes que com ele interagem a partir das informações armazenadas em sua base de conhecimento. O agente Blaze não resolve os problemas para o aluno, mas pode servir como um assistente capacitado e confiável durante o processo de resolução dos problemas. Através de palavras-chave ou questionamentos, os alunos podem dialogar com o Blaze, o qual fornece dicas para resolver novos problemas de matemática. Um exemplo de um diálogo entre o Blaze e o estudante está apresentado na fig. 1.



Fig. 1 Resposta do Blaze com um vídeo sobre quadrado mágico

Neste exemplo, o agente responde uma pergunta do estudante sobre o tema “quadrado mágico” e exhibe um vídeo com a definição e exemplos de quadrados mágicos.

4 Utilização do Agente Blaze

A pesquisa que levou à construção da base de conhecimentos do agente Blaze e seu uso, foi desenvolvida em dois momentos. O primeiro momento, aconteceu com os estudantes talentosos do Projeto de Iniciação Científica da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas do pólo de Campos no Rio de Janeiro no Brasil e

teve como objetivo capturar os processos cognitivos destes estudantes talentosos durante a resolução de problemas de matemática.

No segundo momento, foi oportunizada a interação do Blaze com um total de 99 alunos, onde 66 são alunos do ensino médio, 13 são alunos da Licenciatura em Ciências e 20 são alunos da Licenciatura em Matemática.

Neste artigo, são apresentados alguns resultados obtidos a partir do uso do agente Blaze por um conjunto de alunos da Licenciatura. O objetivo principal deste experimento foi verificar se o agente Blaze foi capaz de contribuir para o aprimoramento das habilidades de resolução de problemas de Matemática dos estudantes.

4.1 A Pesquisa com os Estudantes Talentosos

No primeiro momento, na pesquisa com os estudantes talentosos, foi utilizado o método de “pensar em voz alta” – “think aloud” - método verbal escolhido para a elicitación dos processos cognitivos do raciocínio matemático do aluno na resolução de um problema. Nesse método é sugerido ao aluno que verbalize, livremente e espontaneamente, em voz alta, todos os pensamentos ocorridos durante a execução da tarefa. Registra-se em áudio e, eventualmente, em vídeo e, posteriormente é feita a análise e categorização das respostas.

A título de exemplo, pode-se citar um dos problemas propostos, para o aluno, que envolveu o conteúdo de trigonometria no triângulo retângulo: ***O triângulo ABC tem lados $AB = \sqrt{12}$, $BC = 4$ e $CA = \sqrt{20}$. Calcule a área do triângulo ABC.***

O aluno talentoso resolveu o problema e, apresentou o seu método usado, verbalmente, através de um diálogo com o professor tal como relatado a seguir:

Aluno: *Eu tracei a altura e depois separei os triângulos. Coloquei 4 como base, um lado chamei de b e o outro ficou 4 - b.*

Professor: *4?*

Aluno: *Os lados eram $\sqrt{12}$, $\sqrt{20}$ e 4. Ai eu coloquei assim. Ai eu fiz o teorema de Pitágoras em cada um. Primeiro no que tem $\sqrt{12}$ e depois no que tem $\sqrt{20}$. Ai um vai emendando no outro. Eu descobri que $20 = b^2 + h^2$ substitui no outro, achei a altura igual a $\sqrt{11}$, como pede a área, que é igual a base 4 vezes a altura $\sqrt{11}$ sobre 2. E 4 dividido por 2 dá 2.*

Além da apresentação verbal, o aluno representou de forma escrita a sua resolução para o problema, que pode ser visto na fig. 2. A representação por escrito foi necessária porque este problema de trigonometria no triângulo retângulo exige uma construção geométrica do triângulo que, juntamente com as outras informações dadas na questão, permitem uma melhor compreensão do processo adotado para resolvê-lo.

As diferentes representações são complementares, visto que capturar o pensamento cognitivo do aluno durante a resolução de um problema somente através das palavras pode não refletir claramente o processo utilizado. Muitas vezes, a ideia decisiva que resolve um problema está ligada a uma palavra ou frase bem escolhida [12]. Os mecanismos básicos do raciocínio adotado pelo aluno talentoso no processo de resolução do problema focam em recuperar conceitos e, também, combinar as ideias

para alcançar a solução. O raciocínio do aluno está fundamentado em experiências passadas, ou seja, em conhecimento prévio que é um poderoso meio para a resolução de problemas por seres humanos. Além disso, talentosidade e inteligência alta estão associadas à comparação seletiva (eficácia na recuperação de situações problemas similares e que foram anteriormente solucionadas) ou raciocínio analógico [13]. Na escola, bem como, na vida diária surgem novos problemas cuja solução frequentemente deriva de aprendizagem e experiências prévias adquiridas através da solução de problemas análogos.

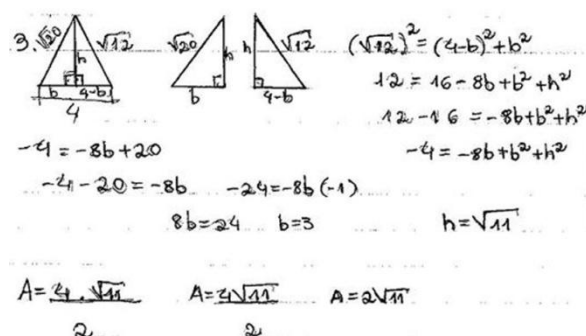


Fig. 2 Representação do problema de trigonometria no triângulo retângulo

Portanto, para que novos problemas possam ser resolvidos por alunos que não tem a base de conhecimentos e experiências dos alunos talentosos, um conjunto de casos e respectivas soluções foi inserido na base de conhecimento do agente conversacional Blaze. Os alunos podem acessar esta base de conhecimento interativamente usando seus mecanismos de recuperação de conceitos, comparação e a combinação de ideias para apoiar sua própria estratégia de solução de problemas. Isto permite aproximar os alunos mais inexperientes do estágio de capacidade para resolver problemas dos “especialistas” que neste caso são os alunos talentosos.

4.2 A Interação dos Estudantes com o Blaze

No segundo momento, os 13 alunos da Licenciatura em Ciências foram ao laboratório de informática resolver problemas de matemática com o apoio do agente Blaze. Nesta etapa, os alunos receberam um material informativo com orientações sobre o método heurístico de resolução de problemas de Polya [12] que envolve 5 etapas: compreensão do problema, representação, estabelecimento de um plano de resolução, execução do plano e verificação da solução.

Além disso, foi disponibilizado um problema de matemática já resolvido mostrando maneiras de interatividade do aluno com o agente Blaze, ou seja, com dicas de como fazer as perguntas ao Blaze. Este procedimento foi adotado para fornecer direções e facilitar a interação entre o aluno e o Blaze, uma vez que, o aluno estava interagindo pela primeira vez com o agente.

Este sistema computacional onde o agente Blaze proporciona assistência ao aluno visa, entre outros objetivos, aumentar o desempenho do aluno quando aprende individualmente, uma vez que, o aprendiz iniciante não consegue organizar sua

estratégia de resolução de problemas pela falta de experiência com problemas similares pois sua bagagem de conhecimento é menor. Portanto, com a ajuda de um sistema computacional, os estudantes podem aprender a resolver problemas com mais facilidade e alcançar uma melhoria em seu desempenho [14].

Durante a resolução dos problemas de matemática com o apoio do agente Blaze, os alunos estão inseridos num processo de aprendizagem auto-regulada que possui 4 atributos: auto-motivação, planificação ou automatização, auto-consciência dos resultados do desempenho e habilidade no ambiente de aprendizagem [15]. Após resolver os problemas propostos, os alunos responderam um questionário com 6 questões, as 3 primeiras verificaram a frequência de uso do computador, a questão 4 permitiu constatar o interesse/engajamento do aluno durante a pesquisa, a questão 5 verificou a importância do agente conversacional Blaze para o processo de resolução dos problemas e a questão 6 solicitou que, entre os problemas propostos, o aluno informasse aqueles que eles se consideravam capazes de resolver sem a ajuda do Blaze e com justificativa.

5 Resultados e Discussão

O resultado das três primeiras questões mostraram que todos os participantes tinham uma boa familiaridade com o computador e a internet. Já o trabalho realizado com o apoio do agente Blaze trabalhou com o conceito de andaimes cognitivos, fornecendo orientações para ajudar os aprendizes durante a resolução dos problemas. Os andaimes guiam os estudantes para fazer previsões, experimentar, refletir, escrever explicações, colaborar, contribuir para discussões online, e participar de debates em sala de aula [16]. No contexto deste projeto, portanto, o propósito dos andaimes foi fornecer aos aprendizes novos contextos de aprendizagem com complexidade limitada e ir removendo os limites gradualmente até que os alunos se tornassem mais habilidosos, conforme proposto por Young [17].

A questão 4, que procura verificar o engajamento dos alunos na pesquisa (tabela 2), possui alternativas que foram elaboradas a partir das variáveis consideradas necessárias para análise de engajamento por Blom [18]. O conceito de engajamento está diretamente relacionado com a motivação que o participante tem em verdadeiramente realizar uma tarefa, sem que para isto ele precise ser recompensado externamente [19]. Observa-se que os alunos estavam altamente engajados durante a resolução dos problemas de matemática, conforme tabela 1. Em se tratando da avaliação do engajamento de estudantes na utilização de um sistema computacional, o emprego da figura humana pode resultar em um aumento no engajamento em função de fatores como identificação do estudante com o personagem e novidade [18]. Na tabela 1, 31% dos alunos concordam fortemente e 53% concordam parcialmente que estavam conscientes de suas decisões para alcançar a solução dos problemas. São as ações e comportamentos, de quem aprende, realizadas com auto-controle. Isto é metacognição, a qual é consciente e refletida. Ainda na tabela 1, 61% dos alunos concordam que estavam no controle da situação e 54% concordam que estavam se sentindo bem com relação a si próprio, isto constata a auto-avaliação, que é um processo de metacognição, entendido como um processo mental interno através do

qual o próprio aprendiz toma consciência dos diferentes momentos e aspectos de sua atividade cognitiva [20].

Tabela 1 Resultados apresentados pelos alunos na questão 4 do questionário

4) Usando uma escala de 1 a 5, analise as afirmativas abaixo e encontre a resposta adequada para cada situação. Cada item refere-se ao seu estado emocional/comportamental durante a resolução dos problemas.						
	1	2	3	4	5	Abs- te n- ção
	Discordo Fortemente	Discordo Parcialmente	Indife- rente	Concordo Parcialmente	Concordo Fortemente	
a) enquanto resolvia os problemas, estava concentrado.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (62%)	5 (38%)	0 (0%)
b) estava bem consciente das minhas decisões para alcançar a solução.	0 (0%)	1 (7%)	1 (7%)	7 (54%)	4 (32%)	0 (0%)
c) estava no controle da situação.	1 (7%)	4 (32%)	0 (0%)	6 (46%)	2 (15%)	0 (0%)
d) estava me sentindo bem com relação a mim mesmo.	0 (0%)	4 (32%)	1 (7%)	3 (23%)	4 (32%)	1 (7%)
e) meu desempenho estava acima das minhas expectativas.	1 (7%)	3 (23%)	2 (15%)	6 (46%)	0 (0%)	1 (7%)
f) obtive sucesso na resolução dos exercícios, encontrando as soluções dos problemas.	3 (23%)	3 (23%)	0 (0%)	7 (54%)	0 (0%)	0 (0%)

Observação: Para cada item acima, de a) até f), foram colocados na tabela a frequência das respostas, em número de alunos e em percentual, em um total de 13 alunos participantes da pesquisa.

O experimento realizado evidenciou um nível de engajamento dos estudantes equivalente a 4,15 em uma escala de 1 a 5. Tal resultado demonstrou que os estudantes se envolveram de maneira significativa na realização da atividade proposta com o agente Blaze. Já a tabela 2 apresenta um conjunto de questões que buscam demonstrar se o agente Blaze apoiou os estudantes na resolução dos problemas. Os resultados obtidos evidenciam que, dentre os alunos pesquisados, 85% concordam que a assistência do Blaze permitiu alcançar a solução dos problemas de Matemática.

Tabela 2 Resultados apresentados pelos alunos na questão 5 do questionário

5) Esta questão avalia a importância da assistência do Blaze na resolução dos problemas de Matemática.					
	1	2	3	4	5
	Discordo Fortemente	Discordo Parcialmente	Indife- rente	Concordo Parcialmente	Concordo Fortemente
a) O agente fez sugestões que auxiliam a lembrar de informações relevantes para a resolução dos problemas.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (31%)	9 (69%)
b) A interação com o Blaze respeita o ritmo próprio do estudante.	0 (0%)	0 (0%)	2 (15%)	3 (23%)	8 (62%)
c) O Blaze oferece um atendimento individualizado ao estudante.	0 (0%)	2 (15%)	0 (0%)	2 (15%)	9 (70%)
d) A interação com o agente Blaze possibilitou a utilização de novas maneiras de resolver os problemas.	0 (0%)	1 (8%)	1 (8%)	2 (15%)	9 (69%)

e) A interação com o agente proporcionou uma melhoria no encadeamento das idéias durante a resolução dos problemas.	0 (0%)	1 (8%)	0 (0%)	9 (69%)	3 (23%)
f) Poderei utilizar o tipo de auxílio fornecido pelo Blaze, mesmo sem ser solicitado pelo professor.	0 (0%)	0 (0%)	1 (8%)	3 (23%)	9 (69%)
g) A assistência do Blaze permitiu alcançar a solução dos problemas matemáticos.	0 (0%)	2 (15%)	0 (0%)	7 (54%)	4 (31%)
h) Acho que esse tipo de apoio deve ser dado também em problemas de outras áreas, como, Física, Química, Biologia.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (8%)	12 (92%)
i) Recomendo, aos meus colegas a assistência do agente Blaze durante a resolução de problemas matemáticos.	0 (0%)	2 (15%)	0 (0%)	5 (38%)	6 (47%)
Observação: Para cada item acima, de a) até i), foram colocados na tabela a frequência de respostas, em número de alunos e em percentual, em um total de 13 alunos participantes da pesquisa.					

As respostas obtidas na questão 6 reforçaram esta constatação ao consultar os participantes da pesquisa sobre: *Quais dos problemas de matemática propostos você conseguiria resolver sem a ajuda do Blaze? Porque?* Alguns dos comentários feitos pelos alunos para esta questão são apresentados a seguir:

- 31% não resolveriam as questões pois:
 - ✓ não conhecia os termos que estavam nas questões, como saber o que é um “quadrado mágico” e “número de ouro”. Foi necessário pesquisar o que seriam esses termos e só assim começaram a resolver as questões;
 - ✓ quase não consegui resolver nenhuma questão, pois preciso de outro tipo de ajuda que o robô não podia me dar. Porém, sem os conceitos que ele me deu, eu não conseguiria nem começar a fazer a 1ª e a 2ª. A 4ª eu também não conseguiria, pois é mais pesquisa.
- 31% resolveriam apenas a questão 3 justificando com explicações tais como
 - ✓ usei meu pensamento lógico;
 - ✓ bastava o aluno saber os múltiplos dos números solicitados para resolver a questão;
 - ✓ o raciocínio era mais lógico e poderia ser usado o método da tentativa;
 - ✓ por ser uma questão que depende mais da arrumação dos números do que de cálculos mais complexos.
- 15% resolveriam apenas a questão 2, explicando o fato com respostas como:
 - ✓ eu utilizei a lógica para resolvê-la;
 - ✓ usei por modo de tentativas.
- 15% resolveriam as questões 2 e 3 pois:
 - ✓ conseguiria resolver usando meus conhecimentos de lógica matemática;
 - ✓ porque já possuía os conhecimentos prévios sobre o quadrado mágico e sobre as noções de divisibilidade e probabilidade.
- 8% sem resposta.

A relevância da recuperação de conceitos durante o processo de resolução de problemas foi notável nas respostas apresentadas pelos alunos na afirmativa (a) da questão 5 (tabela 2), em que 31% dos alunos concordam parcialmente e 69% dos alunos concordam fortemente que o agente Blaze sugeriu maneiras auxiliares para a recordação de informações importantes. A utilização de métodos diferentes de apresentação de conteúdo matemático possibilitada pelo agente Blaze, como por exemplo, através de vídeo, estimula a criatividade, bem como o pensamento crítico do

aluno. O aluno mostra um entendimento da importância de aprender de forma diversificada na resposta da afirmativa (d) (questão 5, tabela 2).

A necessidade de um tratamento individualizado no processo de aprendizagem em Matemática, foi enfatizado na resposta da alternativa (c) (questão 5, tabela 2). Estes resultados evidenciaram que a assistência do Blaze foi importante durante a resolução dos problemas. O apoio do agente conversacional proporcionou um ambiente de aprendizagem motivador, que deu suporte à busca de estratégias para solução de problemas, favorecendo a aquisição de habilidades para solucionar problemas. Cabe ainda salientar que em outras pesquisas realizadas com um grupo experimental (o qual trabalhou usando o agente Blaze) e grupo de controle (o qual trabalhou sem a ajuda do agente Blaze) apontaram para situações onde o grupo de controle não conseguiu solucionar determinados problemas, ao passo que o grupo experimental foi capaz de encontrar a solução destes com a ajuda do agente.

6 Conclusão

Este artigo apresentou um modelo de agente conversacional capaz de representar os processos de resolução de problemas de estudantes talentosos com vistas a apoiar outros estudantes na resolução de problemas matemáticos. O agente conversacional desenvolvido foi capaz de interagir com os estudantes, mostrando estratégias aplicáveis no processo de resolução de novos problemas, contribuindo para desenvolver habilidades cognitivas num processo de aprendizagem significativa. Conforme Ausubel [21] a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos ligam-se a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno (subsunçores). Se o aluno não tem estes subsunçores para servirem de âncora para a aprendizagem significativa, sua interação com o agente Blaze deve criar oportunidades para a formação de novos subsunçores que por sua vez o tornarão mais habilidoso para solucionar problemas.

No presente trabalho a representação do conhecimento do agente Blaze usou a linguagem AIML. Esta forma de representação foi sendo aprimorada ao longo do caminho em um processo no qual se pode antever novos desdobramentos, tais como uso de máquinas de busca genéricas acopladas ao trabalho do agente como uma extensão do conjunto de informações armazenado em sua base de conhecimento. Pretende-se, em trabalhos futuros, implementar no agente Blaze um cadastro para armazenamento dos dados dos alunos, bem como o registro do histórico do diálogo do agente com estudante. Este recurso pode contribuir para o aperfeiçoamento do mecanismo de interatividade entre o agente e o estudante, além da personalização da forma como o agente interage com aluno.

Referências Bibliográficas

1. SENDAG, Serkan & ODABASI, H. Ferhan. Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers and Education*, 53(1), pp. 132-141, 2009.

2. VILA, Antoni; CALLEJO, Maria Luz. Matemática para aprender a pensar: o papel das crenças na resolução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 2006, 212 p.
3. KALAYCI, N. Sosyal bilgilerde problem çözüme ve uygulamalar. (Problem solving and applications in social sciences.) Ankara: Gazi Kitapevi, 2001.
4. MIKIC, F. A.; BURGUILLO, J. C.; LLAMAS, M.; RODRIGUEZ, D. A.; RODRIGUEZ, E. CHARLIE: An AIML-based Chatterbot which Works as an Interface among INES and Humans. Telematics Engineering Department, University of Vigo, Spain, 2009.
5. ANDRE, E., RIST, T. and MULLER, J. Employing AI methods to control the behavior of animated interface agents. Applied Artificial Intelligence, Vol. 13, Num. 4-5, May 1999, p. 415-448.
6. JOHNSEN, Susan K. Definitions, Models, and Characteristics of Gifted Students. In: Identifying Gifted Students: A Practical Guide, 2004. Disponível em: <http://www.prufrock.com/client/client_pages/Definitions_and_Characteristics/Definitions_and_Characteristics_of_Gifted_Students.cfm> Acesso em 13 maio de 2010.
7. WALLACE, Richard. ALICE – Artificial Linguistic Internet Computer Entity – The A.L.I.C.E A.I. Foundation. 1995. Disponível em: <<http://alicebot.blogspot.com/>> Acesso em 10 jul. 2010.
8. MURRAY, T. Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art, Internat. Journal of Artificial Intelligence in Education, 10, 98-129, 1999.
9. A.L.I.C.E. Artificial Intelligence Foundation. Disponível em: <<http://www.alicebot.org/>>. Acesso em abril de 2011.
10. Agentland. CYBELLE. 2002. Disponível em: <<http://www.agentland.com>> Acesso em abril de 2011.
11. LEONHARDT, Michelle D. Doroty: um Chatterbot para treinamento de profissionais atuantes no gerenciamento de redes de computadores. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2005.
12. POLYA, George. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
13. MANTARAS, Ramon L. et al. Retrieval, reuse, revision and retention in case based reasoning. The Knowledge Engineering Review, vol. 20 (3), p. 215 – 240, 2006.
14. SHIH, K.-P.; CHEN, H.-C.; CHANG, C.-Y.; KAO, T.-C. The development and implementation of scaffolding-based self-regulated learning system for e/m-learning. Educational Technology & Society, 13(1), pp.80 – 93, 2010.
15. SCHUNK, D. H.; ZIMMERMAN, B. J. Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications. Hilldale: New Jersey: Lawrence Erlbaum. 1994.
16. LEE, Hee-Sun; LINN, Marcia C.; VARMA, Keisha; LIU, Ou Lydia. How do technology-enhanced inquiry science units impact classroom learning? Journal of Research in Science Teaching. vol.47, n. 1, pp 71 -90, 2010.
17. YOUNG, M. F. Instructional design for situated learning. Educational Technology Research & Development. 41(1), pp.43-58, 1993.
18. BLOM, Jam. Psychological Implications of Personalised User Interface. Doctor of Philosophy. Universidade de York, Inglaterra. 2002.
19. PAAS, F.G.W.C.; VAN MERRIËNBOER, J. J. G.. An instructional design model for the training of complex cognitive skills. Tijdschrift voor Onderwijsresearch, 17, 17-27, 1993.
20. SANTOS, Leonor. Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? Universidade de Lisboa. 2001. Disponível em: <<http://area.fc.ul.pt/en/artigos%20publicados%20nacionais/F.pdf>> Acesso em maio 2010.
21. AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. Psicologia Educacional, Interamericana Editora, 2. ed., 1978.