

# Metodologia Ativa para Aprendizagem Significativa com Apoio de Tecnologias Inteligentes

Caio Vasconcelos de Souza  
Universidade Católica de Brasília  
QS 7 Lote 01 EPCT - 71966-700  
Taguatinga – DF  
caio.vsouza48@gmail.com

Wanderley Akira Shiguti  
Universidade Católica de Brasília  
QS 7 Lote 01 EPCT - 71966-700  
Taguatinga – DF  
wanderleys@ucb.br

Vandor Roberto Vilardi Rissoli  
Universidade Católica de Brasília  
QS 7 Lote 01 EPCT - 71966-700  
Taguatinga – DF  
vandorissoli@gmail.com

## ABSTRACT

This paper presents a methodological proposal of active work for the Subsumption Theory, based in organization of Concepts Maps that will be used like framework to apprenticeship of students and of Intelligent Teaching Assistant that give the support to educational process providing continuous aid a teaching about the connective situation of each student supplying pedagogical guidance suitable to the students. The constructs originated from Fuzzy Logic are used in connective model of each student and allow the consistent treatment to aspects more qualitative and uncertain inherent to the reality.

## RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta metodológica de trabalho ativo para a Aprendizagem Significativa, baseada na organização de Mapas Conceituais, que serão usados como estruturantes à aprendizagem de estudantes e do Assistente Virtual de Ensino Inteligente, que apóia o processo educacional fornecendo assistência contínua ao docente sobre a situação cognitiva de cada aprendiz e provendo orientação pedagógica condizente aos estudantes. Os construtos oriundos da Lógica Fuzzy são empregados na modelagem cognitiva de cada aprendiz e permitem o tratamento coerente aos aspectos mais qualitativos e incertos inerentes a realidade.

## Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education – *Computer-assisted instruction (CAI)*.

## Termos Gerais

Experimentation, Human Factors, Verification.

## Palavras Chaves

Metodologias Ativas, Teoria da Aprendizagem Significativa, Sistema Tutor Inteligente, Lógica Fuzzy.

## 1. INTRODUÇÃO

A conduta educacional praticada por várias áreas de conhecimento emprega princípios provenientes de séculos passados, procurando atender as necessidades exigidas pela sociedade. No âmbito educacional, este trabalho destaca, inicialmente, as

concepções relacionadas ao “aprender fazendo”, onde o aluno participa do ensino-aprendizagem como agente atuante em problemas que simulam a realidade profissional ou em situações reais condizentes com seu nível de aprendizado momentâneo, com supervisão docente ou de estudante experiente (monitor).

Essa abordagem educacional, que trabalha a aprendizagem a partir de problemas que são resolvidos pelo aprendiz, possui fundamentação na proposta da Escola Nova de Dewey, que usava métodos ativos e centrava a aprendizagem no estudante para promover a evolução gradual em seu pensamento crítico e reflexivo, além de fomentar o espírito científico e a autonomia [4].

Outros pesquisadores adaptaram a proposta da Escola Nova. Freire [3] estimula o desenvolvimento da Pedagogia Problematizadora, sustentada pela dialética defendida por Gadotti, em que o “educador e educando aprendem juntos, numa relação dinâmica na qual a prática, orientada pela teoria, reorienta essa teoria, num processo de constante aperfeiçoamento” [4].

Essa relação entre teoria e prática é permanente e deve subsidiar a dinâmica humana da “ação-reflexão-ação” que possibilita a mudança transformadora em algum grau da realidade, por meio da ação mais consciente.

Ausubel [1] propõe a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que esclarece a construção do novo conhecimento a partir dos conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz. No âmbito educacional, essa teoria promove o respeito as características dos alunos que demandam de processos educacionais mais justos as suas particularidades sócio-culturais, requerendo uma educação personalizada e interativa, que propicie o avanço de cada aprendiz coerente com suas necessidades.

Essa educação personalizada é inviável ao ensino-aprendizagem mais tradicional, onde um volume expressivo de estudantes está sobre a responsabilidade pedagógica de um único professor.

Contudo, o desenvolvimento contínuo de tecnologia de apoio aos processos educacionais, vem colaborando com as transformações necessárias à sintonia dos aspectos pedagógicos com os conhecimentos essenciais a integração do estudante como futuro profissional na sociedade.

Uma variedade desses recursos pode ser usada como ferramenta condizente com as exigências metodológicas aplicadas em várias áreas de conhecimento. Entretanto, tais possibilidades vão além dos objetivos almejados por metodologias tradicionais, ampliando suas possibilidades e contribuindo com novas metodologias.

Dentre esses recursos se destacam os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), tipo de software que utiliza técnicas provenientes da Inteligência Artificial para simular algumas habilidades humanas [12]. Esse tipo de software favorece o

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

XXXXXXXXXXXXX – As informações serão preenchidas no processo de edição dos Anais.

ensino-aprendizagem personalizado e contribui com as habilidades de autoaprendizagem, por meio da ação contínua do aluno com os seus recursos interativos e de comunicação.

Este artigo apresenta um STI, disponível em ambiente virtual, para o apoio educacional em qualquer área de conhecimento que consiga organizar os conteúdos letivos em Mapas Conceituais, pois serão por meio deles que este STI, denominado SAE (Sistema de Apoio Educacional), “aprenderá” como acompanhar e orientar cada estudante, fornecendo assistência aos docentes.

O SAE é baseado no arcabouço conceitual da TAS e trabalha a modelagem dos aspectos cognitivos dos estudantes, por meio de métodos ativos que incentivam a ação do aprendiz, empregando recursos provenientes da Lógica Fuzzy em suas inferências [8].

## 2. METODOLOGIAS

As Metodologias Ativas consistem em processos educacionais interativos de conhecimento, análises, pesquisas, exames e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema [6]. Estas metodologias empregam estratégias educacionais na solução de problemas contextualizados, adequadamente, ao conteúdo letivo que será abordado com cada aprendiz, procurando estimulá-lo a conhecer melhor o problema, examiná-lo na dimensão necessária à reflexão que possibilite conhecê-lo para propor uma solução, ou mesmo chegar a resolvê-lo.

Esse tipo de ação pedagógica estimula o envolvimento do aprendiz em problemas condizentes com sua área de estudo, concedendo-lhe a oportunidade de exercitar suas habilidades de análise, investigação e reflexão que poderão resultar na ressignificação de suas descobertas [7].

Essa pedagogia da problematização promove o contato do estudante com as informações que poderão produzir o conhecimento, possibilitando o próprio envolvimento ativo do aprendiz em seu processo de formação. Ao docente cabe o papel de mediador que suscita o estudante a fazer pesquisas, refletir e tomar decisões condizentes ao alcance dos objetivos estabelecidos e necessários à solução adequada.

Dessa forma, as Metodologias Ativas trabalham o processo ensino-aprendizagem procurando desenvolver formas de aprender por meio da imersão do estudante em experiências reais ou simuladas que exijam a solução de problemas condizentes com a prática social da área em estudo. Sua aplicação coloca o aprendiz diante de problemas que mobilizam o seu potencial intelectual para compreendê-los, onde a obtenção de informações é necessária, mas o incentivo ao trabalho com elas proporciona a possível solução e contribui com o desenvolvimento da autonomia intelectual do estudante.

Aliada a essas concepções das Metodologias Ativas, que envolve o estudante como indivíduo ativo em seu processo educacional, são agregados os pressupostos principais da TAS, a fim de se alcançar o ensino-aprendizagem eficiente e personalizado às características de cada aprendiz.

Esta teoria define a mente humana como uma estrutura cognitiva organizada hierarquicamente, estando as ideias mais inclusivas no topo desta hierarquia. Progressivamente, são incorporadas novas ideias menos inclusivas na estrutura cognitiva, indicando que os seres humanos tem maior facilidade de compreender aspectos diferenciados do todo mais inclusivo, do que entender o todo a partir de suas partes.

A aprendizagem para esta teoria ocorre por meio da associação dos novos conteúdos aos conhecimentos já existentes nesta estrutura cognitiva, sendo estes denominados subsunçores.

O uso da técnica dos Mapas Conceituais (MC), condizente com o arcabouço da TAS, promove a modelagem e organização dos conteúdos que constituirão o domínio de estudo para assimilação do aprendiz. A representação dos principais conceitos que compõem esses conteúdos é graficamente diagramada e possibilita a fácil identificação das relações hierárquicas existentes [9].

Com base nessa teoria, são empregadas estratégias mais centradas na aprendizagem do que no ensino, privilegiando a formação do aprendiz autônomo que pesquisa, cria, pensa, e inova usando suas habilidades intelectuais e sociais na efetivação de seu desenvolvimento cognitivo.

A TAS se destaca por trabalhar o processo educacional sintonizado a realidade cognitiva do aprendiz, empregando o que o estudante já possui em sua estrutura mental na efetivação da assimilação do novo conteúdo a ser estabelecido nessa estrutura.

A aprendizagem efetivada pela TAS ocorre por meio da subsunção, processo de associação dos conceitos subsunçores ao novo conhecimento que será incorporado a estrutura cognitiva. Esse processo transforma os significados lógicos em significados psicológicos, construídos e associados à estrutura cognitiva.

Para a TAS o significado lógico é aquele inerente ao conteúdo que contém a informação, dependendo somente de sua própria natureza. Porém, quando o aprendiz transforma o significado lógico, intrínseco ao conteúdo estudado, em um conhecimento agregado a sua estrutura mental, torna-o significado psicológico. Para cada indivíduo essa incorporação ocorre de maneira particular e diferente, sendo filtrados os dados e informações que realmente possuem significado para cada aprendiz, resultando no processo idiossincrático de aprendizagem [1].

Contudo, para que ocorra aprendizagem significativa é necessário o comprometimento na atuação dos principais envolvidos no processo educacional (discente e docente), principalmente, no atendimento de dois pressupostos essenciais. Ao docente é necessário o empenho na elaboração de materiais e atividades instrucionais que sejam potencialmente significativas aos discentes. Estes, por sua vez, devem possuir disposição proativa em relacionar o novo conteúdo com os conhecimentos disponíveis em sua estrutura cognitiva, permitindo que essa relação aconteça de maneira substantiva, não-arbitrária e não-literal.

Os MC colaboram nessa atuação dos discentes e docentes, direcionando-os à compreensão apropriada dos conteúdos e nas consequentes ações que venham a satisfazer seus respectivos objetivos com intento.

Geralmente, a elaboração desses mapas é realizada por docentes e especialistas nas respectivas áreas de conhecimento, sendo neles representada as expectativas de aprendizagem para os estudantes. Essa elaboração permite o compartilhamento da organização hierárquica dos conceitos relacionados a um conteúdo entre os participantes do processo educacional, podendo tal mapeamento ainda ser empregado como metadado responsável por guiar recursos tecnológicos que ofereçam suporte personalizado aos aspectos educacionais e promovam a participação ativa dos aprendizes.

Uma variedade de recursos tecnológicos vem sendo disponibilizada para o atendimento de vários requisitos pertinentes às metodologias educacionais. Sofisticados softwares são empregados como tecnologias de suporte ao ensino-aprendizagem em diferentes áreas de conhecimento, sendo relevantes as possibilidades que esses recursos provêm à área da Educação. Entre estes se destacam os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), que possuem capacidade de “ensinar e aprender”, adequando estratégias de ensino às necessidades particulares para a aprendizagem de cada estudante [5].

A adequação a essas necessidades acontece por meio da combinação mais coerente e dinâmica das informações relacionadas ao estudante, aos conceitos que compõem o conteúdo de estudo e aos aspectos pedagógicos envolvidos na realização de um processo educacional de qualidade e sob medida à situação de aprendizagem de cada estudante.

A arquitetura interna dos STI é modular e baseada em conhecimento, sendo seu conteúdo de domínio representado por técnicas provenientes da Inteligência Artificial no Módulo do Domínio. A coerência na organização desses conteúdos corresponde à modelagem relacionada ao conhecimento envolvido ser independente da sua forma de manipulação.

Psotka [10] esclarece ainda que a arquitetura mais tradicional dos STI é composta pelo Módulo Pedagógico, responsável pela atuação desse software educacional como tutor artificial. Cada estudante, usuário desse sistema, está representado no Módulo Aprendiz, que procura modelar a estrutura cognitiva de cada aluno, por meio do acompanhamento individual da interação realizada junto ao Módulo do Domínio.

Essa modelagem do aluno ocorre desde o início de sua interação e no decorrer do processo de resolução de atividades propostas pelo STI. À medida que o aluno demonstra compreender o conteúdo, o próprio software reconhece (aprende) esta nova situação e o orienta a prosseguir nos estudos, promovendo-o de nível para lhe fornecer desafios compatíveis com a sua nova situação de aprendizagem.

A comunicação entre esses módulos, Domínio, Pedagógico e Aprendiz, é assistida pelo mecanismo de controle do STI, que gerencia todos os seus recursos disponíveis, a fim de elaborar um processo de inferência adequado ao diagnóstico do estado cognitivo de cada aprendiz.

A efetivação desse processo educacional subsidia o estudante com informações e orientações importantes a sua formação, mas não auxilia, diretamente, a ação dos docentes que poderiam contribuir mais para o sucesso desse processo. Assim, novos avanços são propostos sobre essa arquitetura mais tradicional, agregando-lhe responsabilidades de apoio ao processo educacional e não somente suporte instrutivo aos estudantes.

Essas novas características, pertinentes aos STI mais modernos, incluem o docente como usuário e participante da elaboração do STI. Este novo sistema assiste ao processo educacional e fornece suporte complementar à ação docente, além de acompanhar e orientar as atividades discentes. Em contrapartida, esses agentes humanos (docentes), responsáveis pela mediação entre os discentes e os novos conteúdos, colaboram com a captação de mais dados e informações necessárias para uma averiguação mais completa sobre o estado cognitivo de cada aprendiz, superando os limites tecnológicos atuais para obtenção de mais dados essenciais às averiguações educacionais.

Geralmente, estes novos STI são classificados como Assistentes Inteligentes (*Intelligent Teaching Assistant* - ITA) que possuem uma abrangência menor que os STI, trabalhando sobre modelos não tão complexos em sua arquitetura. No entanto, o ITA fornece orientação individual aos estudantes, bem como assistência aos docentes participantes desse ensino-aprendizagem, sendo ambos, docentes (agentes reais) e assistentes virtuais (ITA), dirigidos por metodologias educacionais [13].

Essa assistência aos docentes é resultante das informações acompanhadas pelo sistema durante a interação dos estudantes com seus possíveis recursos de apoio a aprendizagem. Nesta interação o ITA adota a estratégia pedagógica de monitoramento do aprendiz, assistindo suas interações, sem muitas intervenções (não invasivo),

deixando o estudante também refletir sobre sua situação de aprendizagem.

A Figura 1 mostra a representação da arquitetura modular do STI/ITA, indicando seus diferentes espaços de interação disponíveis por meio de interfaces específicas.

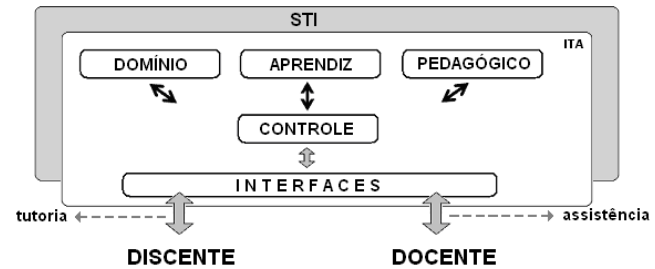


Figura 1 - Representação da arquitetura STI/ITA.

A arquitetura da Figura 1 representa as novas atribuições aos resultados esperados das interações realizadas pelos módulos que compõem esse ITA, que ainda conta com a participação do docente como novo usuário colaborador.

Essas novas possibilidades conferem ao ITA a característica de simulação da “inteligência”, pois este “raciocina” sobre seu “conhecimento”, disponível em seus diferentes módulos, e “aprende”, cada vez mais, com as interações de seus usuários.

Dessa forma, a tecnologia ITA consegue oferecer suporte adequado ao processo educacional que adota uma postura didático-pedagógica baseada nas Metodologias Ativas para proporcionar o ensino-aprendizagem que almeja um acompanhamento adequado à Aprendizagem Significativa. Contudo, Castro [2] reconhece que “não se melhora o ensino sem melhorar a sua avaliação”, sendo tal afirmação inspiradora ao projeto que integrará os construtos provenientes da Lógica Fuzzy no acompanhamento personalizado do estado cognitivo de cada aprendiz, por meio da análise de seus comportamentos em atividades potencialmente significativas.

Essa combinação dos princípios provenientes das Metodologias Ativas para efetivação da Aprendizagem Significativa em conteúdos organizados em Mapas Conceituais e acompanhados por um Assistente Virtual de Ensino Inteligente (STI/ITA), que emprega a Lógica Fuzzy para produzir inferências mais realistas sobre o estado cognitivo de cada aprendiz, resultou no desenvolvimento do projeto denominado SAE (Sistema de Apoio Educacional).

### 3. PROJETO SAE

Esse projeto (SAE) consiste em uma proposta metodológica baseada nos princípios das Metodologias Ativas que colocam o aprendiz como agente ativo em seu próprio desenvolvimento cognitivo, não o aceitando como expectador somente.

Fundamentado nos pressupostos da TAS, o SAE envolve o docente no trabalho contínuo de revisão e aperfeiçoamento dos materiais e atividades interativas que possam ser significativas aos aprendizes. Estes, por sua vez, são estimulados ao trabalho de solução de problemas condizentes com o seu nível de aprendizagem, onde possíveis dificuldades são coerentemente acompanhadas e orientadas pelo SAE, ou pelo docente responsável, ambos direcionados por Mapas Conceituais.

A implementação do SAE, como software educacional que fornece apoio a essa combinação metodológica, é efetuada sobre a arquitetura ITA, que emprega a Lógica Fuzzy no tratamento das imperfeições e incertezas inerentes as informações, conferindo a este software

educacional um acompanhamento mais realista da situação mental do aprendiz.

Essa abordagem merece o envolvimento de uma lógica mais complexa, que tenha capacidade de representar o raciocínio humano com maior fidedignidade à atividade de apoio do SAE.

A Lógica Fuzzy foi assim envolvida no projeto SAE e suscita uma nova forma de acompanhamento da situação cognitiva dos estudantes na TAS. Essa lógica pode ser vista como uma extensão da Lógica Multivalorada, efetuando sua análise gradual sobre a veracidade dos elementos envolvidos em sua apuração [11]. Aliada a TAS, essa lógica busca identificar comportamentos observáveis do estudante sobre cada conceito que compõe o conteúdo do domínio, organizado em um mapa conceitual, elaborado pela equipe multidisciplinar formada por especialistas em Educação, Matemática, Informática e os respectivos docentes da área de conhecimento que compreende o conteúdo a ser acompanhado por este ITA.

Essas observações acontecem, principalmente, durante as interações dos estudantes com o SAE, fornecendo-lhe dados e informações relevantes às averiguações comportamentais de cada aprendiz, que são apuradas pelos registros de acesso e as atividades realizadas sobre os respectivos conteúdos de estudo. Esses dados coletados são armazenados por esse ITA e se constituem na parte significativa do conhecimento que ele possui sobre cada estudante, sendo responsáveis pela formação da Base de Conhecimento (BC) que permite ao SAE efetuar a modelagem cognitiva dos aprendizes.

O processo de inferência efetuado sobre essa BC emprega a Lógica Fuzzy para "raciocinar" sobre a situação do aprendiz e orientá-lo ao avanço coerente em sua aprendizagem. O mecanismo de inferência usado nessa apuração é baseado nas respectivas definições de cada MC, sendo aplicado sobre ele proposições condicionais não qualificadas, variáveis e termos linguísticos adequados e funções de pertinência condizentes com as definições estabelecidas pela equipe multidisciplinar do SAE.

A elaboração do protótipo SAE, empregado como recurso tecnológico de apoio ao ensino-aprendizagem apresentado neste trabalho, definiu três variáveis linguísticas para o acompanhamento dos comportamentos observáveis dos estudantes e na averiguação da Aprendizagem Significativa promovida pelas Metodologias Ativas. Essas variáveis investigam o **esforço** aplicado por cada aprendiz, o **desempenho** alcançado em cada conceito que constitui o conteúdo de estudo e a **participação** colaborativa com os demais participantes do ensino-aprendizagem conforme a Tabela 1.

**Tabela 1. Variáveis e termos linguísticos usados pelo SAE.**

ENTRADA antecedente			⇒	SAÍDA consequente
esforço	desempenho	participação		resultado
baixo	fraco	não participou		Insatisfatório
médio	razoável	participou		Satisfatório
alto	bom	contribuiu		

Nesta proposta, sintetizada na Tabela 1, são identificadas três variáveis linguísticas de entrada (**esforço**, **desempenho**, **participação**) e uma de saída (**resultado**), resultante da inferência fuzzy realizada pelo ITA durante o acompanhamento da aprendizagem de cada conceito por cada estudante no SAE.

#### 4. RESULTADOS

A apuração dos possíveis valores a serem atribuídos a estas variáveis indica o potencial de interferência de cada uma nos resultados alcançados por sua aprendizagem, sendo realizada sobre cada um dos conceitos pertencentes a um respectivo MC. Dessa forma, se almeja trabalhar o ensino-aprendizagem personalizado aliando metodologias coerentes com recursos tecnológicos adequados ao sucesso do processo educacional.

#### 5. CONCLUSÕES

A elaboração do protótipo SAE tem proporcionado um espaço de estudo e pesquisa que alia Metodologias Ativas aos recursos provenientes da tecnologia ITA, fomentando a aprendizagem apoiada por recursos interativos e personalizados às necessidades de cada aprendiz, privilegiando aspectos de autoaprendizagem e, consequentemente, das habilidades mais autônomas no estudante, além contribuir na atuação do docente que acompanha e orienta cada aprendiz.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Educational Psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- [2] CASTRO, C. M. A aula tradicional: a iguana do ensino. In: Fórum Educação & Conjuntura: Tecnologia para Educação no Setor Privado. São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://www.vivenciapedagogica.com.br/aula\\_tradicional.html](http://www.vivenciapedagogica.com.br/aula_tradicional.html)>. Acesso em: 16 jun. 2013.
- [3] FREIRE, P. Pedagogia do oprimido, 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- [4] GADOTTI, M. História das idéias pedagógicas. 8. ed. São Paulo: Ática, 2001.
- [5] GIRAFFA, L. M. M. Uma odisséia no ciberespaço: O software educacional dos tutorias aos mundos virtuais. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 17, n. 1, p. 20-30, 2009.
- [6] GOMES, M. P. C. et al. O uso de Metodologias Ativas no ensino de graduação nas Ciências Sociais e da Saúde: avaliação dos estudantes. Ciência & Educação, Rio de Janeiro: v. 16, n. 1, p. 181-198, 2010.
- [7] MITRE, S. M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, dez. 2008.
- [8] NICOLLETTI, M. C.; CAMARGO, H. A. Fundamentos da Teoria de Conjuntos Fuzzy. São Carlos: EdUFSCar, 2004.
- [9] NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.
- [10] PSOTKA, J.; MASSEY, L. D.; MUTTER, S. Intelligent tutoring systems: lessons learned. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988.
- [11] SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S. Controle e modelagem fuzzy. São Paulo: Blucher. 2007.
- [12] VICCARI, R. M.; GIRAFFA, L. M. M. Fundamentos dos Sistemas Tutores Inteligentes. In: BARONE, D. (org.) Sociedades Artificiais: A nova fronteira da inteligência nas máquinas. Porto Alegre: Bookman, 2003. p. 155-208.
- [13] YACEF, K. Intelligent Teaching Assistant Systems. In: International Conference on Computers in Education, 2002, New Zeland. Proceedings... New Zeland: IEEE, 2002. v. 1, p. 136-140.