

Mediadores Sócio-Construtivistas em Sistemas de Aprendizagem Colaborativa

Patricia C. de Souza¹, Raul S. Wazlawick², Marta C. Rosatelli³

¹Curso de Ciência da Computação, Faculdades Integradas Candido Rondon
Av. Beira Rio, 3001, Jd. Europa, Cuiabá-MT, 78.065-780

²Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal Santa Catarina
INE-CTC, Cx.P. 476, Campus Universitário, Florianópolis-SC, 88040-900

³Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Católica de Santos
R. Dr. Carvalho de Mendonça, 144, Santos-SP, 11070-906

Email: patricia@unirondon.br, rosatelli@unisantos.edu.br, raul@inf.ufsc.br

1 INTRODUÇÃO

A área de Informática na Educação tem evoluído em consonância com o surgimento e avanço das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). A utilização das redes de computadores, principalmente a Internet, tem favorecido significativas mudanças tecnológicas nos mecanismos de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Com isto, percebe-se uma dissociação na relação direta que até então persistia, no uso do computador com o processo de ensino-aprendizagem individualizado para assumir uma nova conotação, visando a interação, a comunicação e a cooperação em experiências de intercâmbio de informações, produção de materiais de forma colaborativa e aprendizagem em grupo. Ou seja, o contexto da área de Informática na Educação tem se caracterizado atualmente pelo enfoque social.

Contudo, a massificação desenfreada do uso das TICs na educação sem um fundamento teórico sólido é preocupante. Neste contexto, pode-se facilmente vislumbrar duas questões relevantes: a primeira é saber adotar ou desenvolver aplicações computacionais que favoreçam um processo de construção de conhecimento, através de atividades efetivamente colaborativas. A segunda é ter em mente que o ponto central deve ser sempre a educação e não o meio no qual ela está sendo veiculada.

Para tanto, este artigo tem como objetivo, baseado nas técnicas e recursos de informática utilizados pelos Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Sistemas de Aprendizagem Colaborativa (mais conhecida como *Computer Supported Collaborative Learning* - CSCL) e por meio de uma abordagem apoiada pela teoria sócio-construtivista, apresentar diretrizes para a mediação da interação em sistemas de aprendizagem colaborativa apoiada por computador.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: na próxima seção descrevemos a abordagem sócio-construtivista de aprendizagem; na seção 3 discutimos a aprendizagem através da resolução de problemas; na seção 4 apresentamos as diretrizes para construção de um mediador sócio-construtivista. A seção 5 apresenta um modelo para mediação sócio-construtivista criado a partir das diretrizes e a seção 6 exemplifica o funcionamento do mediador.

2 ABORDAGEM SÓCIO-CONSTRUTIVISTA DE APRENDIZAGEM

O termo sócio-construtivismo é bastante utilizado e às vezes o seu significado também é referido através da expressão “construtivismo social”. A origem (conotação) do termo sócio-construtivista parece ser controversa. Das publicações que fazem alusão ao termo, algumas fazem referência ao trabalho de Vygotsky e seus seguidores (Silva, 2000; Molina & Azevedo, 2002), outras ao trabalho dos Piagetianos (Garnier *et al.*, 1996) e, em alguns casos, os autores fazem referência ao termo sem ao menos contextualizar o seu uso.

Neste artigo, o termo sócio-construtivismo faz referência aos trabalhos de Vygotsky e de Piaget com influência dos Pós-Piagetianos. Para caracterizar tal perspectiva, é importante ressaltar que ela considera a aprendizagem como resultado de uma atividade interativa, do indivíduo com os objetos e com os outros (relação interpessoal), e que o amadurecimento de determinados conceitos não é igual para todos os indivíduos e está relacionado às oportunidades que o meio cultural lhes oferece. O professor dentro desta perspectiva, pode ser visto como um membro mais amadurecido deste grupo de aprendizagem que media o processo interativo.

Considerando os estudos de Piaget e Vygotsky, nota-se que estes dois pensadores iniciaram suas pesquisas com ideais diferentes, mas as contribuições que eles deixaram convergem em vários pontos. Um aspecto interessante nos trabalhos de Piaget e Vygotsky é que ambos buscaram a compreensão da gênese dos processos que estão em estudo, ambos enfatizaram a importância da relação entre indivíduo e ambiente e, conforme ressalta Oliveira (2002, p. 104), para ambos o indivíduo “nem está sujeito apenas a mecanismos de maturação, nem submetido passivamente a imposições do ambiente”. A autora, por considerar a educação uma área interdisciplinar e aplicada, critica duramente a prática da adoção de uma única teoria como referência ímpar para a prática pedagógica. Ela propõe como uma conduta correta, o estudo aprofundado de várias e diferentes perspectivas, para que contribuam no real entendimento do processo educativo.

Sendo assim, a idéia deste artigo não é agrupar as duas teorias como se fossem iguais e tampouco escolher uma das duas. Buscou-se aplicar algumas contribuições de cada uma destas duas abordagens na constituição de um alicerce propício ao desenvolvimento de atividades de resolução de problemas em grupo por meio de um ambiente computacional. O conceito de mediador foi construído a partir do conceito de relação mediada descrita por Vygotsky e está baseado na analogia do comportamento de um professor em sala de aula que segue a abordagem sócio-construtivista.

Preferiu-se utilizar o termo mediador ao invés do termo tutor – componente de um STI que é responsável pelas decisões pedagógicas do sistema - pois se considera que a figura do tutor está intimamente relacionada com um modo conservador de educar, com a figura daquele que guia, que direciona, que tem o controle da situação. Isto pode ser constatado através de uma análise do enfoque dos STI ao longo da sua evolução (Halff, 1988;Viccari, 1996; Rosatelli, 2000; Akhras & Self, 2000).

Nas áreas de STI e CSCL pode-se constatar a existência de poucos sistemas embasados pela teoria construtivista e sócio-construtivista. Sucintamente, pode-se dizer que, estes trabalhos (Gravilova *et al*, 1999; Rouane *et al*, 2002; Sobral & Ferreira, 2002; Akhras & Self, 2000) contribuem para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem baseados na abordagem sócio-construtivista, aplicando tais pressupostos em seus modelos computacionais. O modelo apresentado neste artigo tem uma abordagem diferente de tais trabalhos uma vez que enfoca as interações colaborativas sob os três aspectos: interação aprendiz-aprendiz, interação mediador-aprendiz e interação aprendiz-contexto/ambiente (seção 4).

3 APRENDIZAGEM ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Ao se falar em resolução de problemas, primeiramente se faz necessário compreender o que é um problema. Num segundo momento, é interessante esclarecer outras questões: como elaborar um problema? Como inserir a prática da resolução de problemas no cotidiano da sala de aula? Qual o papel do professor frente a esta prática?

A atividade de resolução de problemas pode ser vista como uma metodologia de ensino, a qual visa inserir o aluno dentro de um contexto que necessite que ele resgate todos os conceitos adquiridos e as relações existentes entre eles, para que através de seu raciocínio e da elaboração de estratégias de curto e longo prazo, consiga vislumbrar uma solução adequada para o problema proposto. Conforme o aluno adquire um conhecimento mais especializado, ele tende a encontrar soluções melhores.

Um grande conflito na hora de definir um problema é ter claro o que de fato é um problema e saber diferenciá-lo de um exercício. Para Pozo (1998), um problema se diferencia de um exercício na medida em que em um problema, não se dispõe de procedimentos e mecanismos que levem à solução de forma quase imediata, sem exigir reflexão ou tomada de decisões sobre a sequência de passos a ser seguida. Entretanto, não se pode deixar de considerar que a repetição de um problema tende a torná-lo um exercício.

Geralmente, para se resolver um problema, é necessário prestar atenção, recordar, relacionar certos elementos/conceitos. Neste sentido, todo problema para ser solucionado, exige:

- a) **Compreensão da tarefa a ser realizada** – envolve discernir os elementos já conhecidos e os elementos novos existentes.
- b) **Definição e execução de um plano para atingir uma meta** – faz com que novos problemas sejam apresentados, e estes devem ser considerados na elaboração de novos planos.
- c) **Análise/avaliação do alcance da meta** – deve ocorrer não somente após todo o problema ter sido resolvido, mas ao longo do processo de resolução. Isto é importante para que o aluno torne-se consciente das estratégias e regras utilizadas, e, deste modo, possa aumentar sua capacidade heurística.
- d) **Disposição para solucioná-lo** – refere-se à atitude do estudante de ver o contexto como um problema e se interessar por ele, no sentido de querer resolvê-lo.

Polya (1995), por sua vez, elaborou uma lista de indagações e sugestões para auxiliar professores na tarefa de ajudar os seus alunos a resolverem problemas e, por conseguinte, ajudar os alunos a desenvolverem a capacidade de resolver problemas futuros por si próprios. A lista está dividida em quatro fases, a saber: compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução de um plano e retrospecto. As indagações propostas são genéricas e aplicáveis a muitos casos. O professor deve atentar para o método de questionamento utilizado, visto que a partir das questões genéricas, se necessário pode-se num processo gradual, torná-las mais específicas. O importante é ter sempre em mente que o intuito é ajudar a desenvolver a capacidade do estudante em resolver problemas de todos os tipos e, de forma cada vez mais independente do auxílio do professor.

Os critérios elaborados por Pozo (1998) acrescidos da lista proposta por Polya (1995), embasaram a elaboração das estratégias de intervenção utilizadas pelo mediador (ver seção 4.2). É válido ressaltar que, antes de propor uma atividade de aprendizagem, seja ela em sala de aula, com instrumentos convencionais, ou com o uso da tecnologia, é necessária a compreensão do funcionamento da(s) técnica(s) empregada(s) nesta atividade. Neste sentido, é necessário investigar as características inerentes à técnica, o momento ideal e forma correta de empregá-la, além, é claro, de possuir um objetivo concreto que justifique o seu uso.

4 DIRETRIZES PARA UM MEDIADOR SÓCIO-CONSTRUTIVISTA

As diretrizes para um mediador sócio-construtivista têm como objetivo fornecer uma orientação aos pesquisadores interessados no desenvolvimento de sistemas de aprendizagem colaborativa fundamentados pela abordagem sócio-construtivista. Como pontos positivos pode-se identificar a reflexão sobre o papel do professor na aprendizagem colaborativa, e, por conseguinte, a necessidade de repensar o significado do tutor (componente dos STI), bem como o esforço em conciliar o desenvolvimento de sistemas computacionais de suporte ao processo ensino-aprendizagem, a partir de um embasamento teórico consistente.

O enfoque central dado na elaboração destas diretrizes é a interatividade. O aspecto interativo é visto sob três ângulos: a interação aprendiz-aprendiz(es), a interação mediador-aprendiz(es) e a interação aprendiz-ambiente.

4.1 *Papel do Mediador*

De forma sucinta, o mediador é definido como um agente baseado em objetivos que possui um comportamento dirigido por planos. Um agente, conforme Russell & Norvig (2003, p. 33) “é tudo o que pode ser considerado capaz de perceber seu ambiente por meio de sensores e de agir sobre esse ambiente por intermédio de atuadores”. Um agente de planejamento, como assim pode ser chamado, é um agente que constrói um plano e executa-o para atingir um objetivo. Este é diferente de um tutor (de um STI) tradicional em dois aspectos principais: (1) não classifica o conhecimento do aluno através de estereótipos pré-definidos, (2) seu comportamento é baseado nas informações sobre as ações dos aprendizes que são construídas de forma dinâmica durante o curso de interação.

O mediador executa as seguintes tarefas:

- a) **Identifica o que está acontecendo** - detectar um estado observável.
- b) **Executa uma estratégia de mediação** - depois de entender em que estado a situação se encontra, o mediador deve decidir se faz ou não algo sobre isto. Decidido por sim, ele deve executar um plano de acordo com a situação.
- c) **Avalia o *feedback*** - verificar se o plano executado teve êxito, ou seja, se atingiu o seu objetivo.

As tarefas descritas acima definem o papel do mediador, que é estimular e verificar a ocorrência de uma situação de aprendizagem. Uma situação de aprendizagem representa uma situação em que se percebe uma mudança cognitiva no aluno. Para que o mediador possa analisar se realmente estão ocorrendo situações de aprendizagem, ele precisa analisar o estado corrente em relação ao estado anterior. Isto é, a operacionalização do mediador funciona a partir da análise do comportamento dos alunos perante as ações que estes executam, de acordo com a reação que estes têm mediante a intervenção do mediador e frente ao comportamento que eles tiveram em situações anteriores.

O modelo de mediador sócio-construtivista não está vinculado a nenhum domínio em particular, mas sim, como já dito, aos pressupostos da linha sócio-construtivista. O papel do mediador é então analisar o curso de interação entre os aprendizes e o que pode ser inferido dele (por exemplo, o histórico dos diálogos, os modelos do estudante e do grupo) para induzir os aprendizes a pensar sobre o processo de solução e principalmente pensar sobre suas ações neste processo. Para isto, o mediador intervém na interação dos aprendizes conforme suas Estratégias de Mediação.

Fazendo uma analogia com a sala de aula, em que, ao iniciar uma aula, o professor expõe os objetivos, é responsabilidade do mediador fazer uma apresentação do problema, as finalidades das atividades a serem desenvolvidas, ressaltando os objetivos a serem alcançados. Neste contexto, seria ideal que o mediador pudesse interpretar e responder a quaisquer questionamentos dos estudantes. O mediador aqui descrito age apenas em momentos pré-definidos conforme estabelecido pelas suas Estratégias de Mediação.

Além disso, Tedesco (2001) declara que o ideal seria que o mediador fosse capaz de aprender a partir da avaliação do *feedback* sobre a estratégia utilizada para tornar o processo de mediação mais efetivo. Neste caso, o mediador deveria ser capaz de, ao detectar um estado observável, relacionar as estratégias a serem aplicadas a este estado, mas antes disso, ele deveria verificar no histórico do curso de interação, se já ocorreu este estado anteriormente, qual a estratégia aplicada e se ela obteve êxito ou não. Caso a estratégia utilizada tenha obtido êxito, ele pode repeti-la. Mas se ela não obteve êxito, ele deveria usar uma outra estratégia dentre as opções disponíveis. Após aplicá-la, deveria analisar o resultado e então registrar o ocorrido. Esta seria uma funcionalidade adicional do mediador descrito neste artigo.

4.2 Modelo do Mediador

O Modelo do Mediador, diferentemente do Módulo Tutor da maioria dos STI, não faz a seleção e o seqüenciamento do assunto a ser apresentado. No presente modelo de aprendizagem por resolução de problemas, o problema é apresentado de uma única forma. Neste caso, assume-se que os estudantes já possuem conhecimento do domínio, pois o modelo tem o objetivo de auxiliar os estudantes a resolverem problemas sob um domínio que lhes é familiar. Espera-se que o sistema possa colaborar com os estudantes no sentido de perceberem e corrigirem conceitos errados que possuam sobre o domínio durante a atividade de resolução de problema.

O Modelo do Mediador inclui um agente de planejamento (Russel & Norvig, 2003) denominado de **agente mediador**. Ele é responsável por monitorar a participação individual e coletiva do grupo e assim ativar as estratégias de mediação correspondentes. Estas ocorrem basicamente de duas formas (1) quando o mediador age por conta própria e (2) quando um participante solicita a ajuda do mediador.

As estratégias da primeira forma estão baseadas nas observações das ações dos aprendizes, quanto à:

- a) **Comunicação** – verifica se a comunicação ocorre entre todos, ou seja, se há um diálogo entre todos os membros do grupo, buscando a participação de todos;
- b) **Participação na Resolução do Problema** – verifica se os membros do grupo chegaram a um consenso para tomarem uma decisão quanto às operações a serem realizadas para resolução do problema, de forma que, evitando assim a ação individual, onde um membro do grupo consiga por si só resolver o problema sem um acordo estabelecido entre todos;
- c) **Verificação e Análise de Ações Erradas** – verifica quando o grupo está direcionando a resolução do problema de forma errônea, de tal modo, que não conseguirão chegar a uma solução viável, buscando, desta forma, dar apoio relativo a este processo.
- d) **Análise da Solução Encontrada** – quando os alunos terminam de executar seu plano de ação e alcançam uma solução, o mediador os auxilia a verificar a qualidade desta solução.

Para que se compreenda o papel destas duas últimas estratégias de mediação (itens 'c' e 'd') é importante antes de qualquer coisa, ter compreensão do significado do erro no processo de aprendizagem e também ter bem definido o objetivo de ensino.

A forma como o professor, neste caso o mediador lida com uma situação de erro está diretamente ligada ao seu objetivo de ensino. Ou seja, se o objetivo é apenas obter uma situação de aprendizagem onde se verifica que os alunos são capazes de resolver o problema proposto, independente deles terem utilizado a melhor estratégia para resolver o problema, ou independente deles terem alcançado a solução mais eficaz. Neste sentido, o mediador não precisa instigar os alunos a buscarem uma solução melhor, ou seja, a partir do momento em que os alunos resolveram o problema, o mediador não faz mais nada. Caso contrário, o mediador tentaria incitar os alunos a refletirem sobre a solução encontrada.

Assim como é a proposta do tutor de Giraffa (1999), o agente mediador age a partir das informações sobre as ações do aluno que são construídas de forma dinâmica durante o seu curso de interação, das observações que faz do ambiente e do conhecimento que possui do domínio.

As estratégias de mediação são propostas não com o intuito de avaliar o grau e a qualidade da participação de cada aprendiz, mas sim, com a finalidade de realizar intervenções caracterizadas como mediações pedagógicas, sempre que (1) a participação não ocorrer de forma bilateral, ou seja, quando houver uma discrepância no grau de participação entre os participantes; e (2) no desenvolver das atividades pertinentes à resolução do problema quando identifica situações de erro, de conflito e de tomada de decisão. Estas estratégias estão baseadas na relação dos conceitos de Piaget e Vygotsky sobre a importância da interação e da intervenção no desenvolvimento da aprendizagem discutidos nas seções anteriores. Estas estratégias buscam atender também as sugestões de Polya (1995) e Pozo (1998) sobre como o professor pode

auxiliar seus alunos a resolverem problemas e, por conseguinte, ajudá-los a desenvolverem a capacidade de resolver problemas futuros por eles próprios.

As estratégias de mediação do segundo tipo dizem respeito às situações onde um participante solicita a ajuda do mediador. O Mediador deve também estar disponível para ajudar o aprendiz a realizar as atividades necessárias para resolver o problema. Com este intuito, o mediador possui uma base de conhecimento composta por uma relação de questões bem como suas respostas, que o(s) aprendiz(es) pode(m) fazer ao mediador. As questões foram elaboradas a partir das propostas de Polya (1995) e de Pozo (1998) e são referentes ao:

- a) **Funcionamento do Ambiente** – quando o aprendiz não está familiarizado com o ambiente de aprendizagem, por exemplo, o funcionamento de alguma ferramenta. Neste caso, o mediador deve ser capaz de explicar sobre todo o funcionamento do ambiente e sobre a funcionalidade de cada ferramenta disponibilizada.
- b) **Compreensão do Problema** – quando o aprendiz acredita não ter compreendido adequadamente o problema que ele precisa resolver. O mediador deve então, explicar de forma textual o contexto do problema. E ao final encaminhar a ele os devidos questionamentos.
- c) **Formulação de um Plano de Ação** – quando o aprendiz necessita de auxílio para formular seu plano de ação.
- d) **Execução de um Plano de Ação** – nesta etapa o aprendiz já formulou um plano de ação, mas possui dificuldades para executá-lo.
- e) **Verificação do Resultado** – nesta opção, além dos questionamentos sugeridos por Polya (1995), o mediador pode fornecer também um parecer sobre a solução encontrada pelo grupo, conforme item d) das estratégias de mediação do primeiro tipo.

Em Souza (2003) são apresentadas duas listas de exemplos de mensagens que podem ser utilizadas como referência para as intervenções do mediador quando este age por conta própria, sem o pedido do usuário, apenas por fatos observáveis e também quando este age conforme o tipo de solicitação feita pelo usuário.

É importante ressaltar que não há uma condição para que os aprendizes sigam o conselho do mediador. Até mesmo em uma situação em que eles não fazem nada, ou seja, não atendem ao conselho, esta pausa, poderia ser considerada como benéfica ao processo de reflexão. Acredita-se que, o simples fato do aprendiz parar para ouvir o mediador, pode muitas vezes fazer com que ele reflita sobre o que lhe foi sugerido. Neste momento ele então faz uma análise de seu estado mental frente ao conselho que lhe foi dado. Então se decide por aceitar ou não esta sugestão.

Isto por si só justifica as diversas situações em que o mediador tem um plano em que, após ser executado, nota-se que não há mudança no estado observável que ativou tal plano. Um caso típico pode ser exemplificado pela situação onde o objetivo era apenas sugerir (e não obrigar) a participação de todos os usuários na troca de mensagens.

4.3 Sistema de Planejamento do Mediador

O modelo do mediador está focado no uso de um sistema de planejamento como base para implementação das estratégias do mediador, com o objetivo de assistir e verificar a ocorrência de uma situação de aprendizagem. Uma situação de aprendizagem pode ser mapeada como uma rede de estados observáveis. Mas como saber se de fato os alunos estão engajados em uma situação de aprendizagem? A seção 5 apresenta um exemplo de como esta situação pode ser verificada.

Antes, é importante entender os conceitos que permeiam o sistema de planejamento do mediador. Tais conceitos determinam seu modo de execução:

Planos: definem o comportamento do mediador. Cada plano possui como entrada um ou mais estados observáveis, um conjunto de ações para processar as entradas e como saída um objetivo a ser atingindo.

Estados Observáveis: os estados observáveis são as percepções do agente. São constituídos de diversas situações que ocorrem durante um curso de interação com o ambiente.

Ações: as ações são passos estabelecidos para atingir o objetivo. Neste caso, as ações são descritas em conformidade com as estratégias de mediação.

Objetivo: descrição de uma situação que se quer alcançar, podendo ou não ser um novo estado observável.

Função de Monitoramento: esta função monitora a ocorrência de estados observáveis e ativa o plano correspondente a este estado.

Ambiente: local onde o agente atua. Neste caso o ambiente é composto por um grupo de estudantes que atuam em um sistema de aprendizagem colaborativa para resolução de problemas.

O **agente mediador** possui diversos planos a serem executados em função de um conjunto de estados observáveis. Pode-se inferir a existência de dois conjuntos e uma função que retrata a relação existente entre eles. Desta forma temos:

Seja O , o conjunto dos estados observáveis representado por $O = \{o_1, o_2, o_3, \dots, o_n\}$. Seja P o conjunto dos planos do agente mediador representado por $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_n\}$. A relação existente entre os estados observáveis (x) e os planos (y) é uma função definida como $F(x) = y$, que significa dizer que todo estado observável possui um plano.

Os estados observáveis são descritos em forma de regras do tipo *if-then*. Pode-se dizer então que o agente mediador trabalha a partir deste sistema de planejamento.

Um **sistema de planejamento** é então descrito em termos de:

- a) Modelo, necessário para compreender o algoritmo e estabelecer classes de problemas e tipos de solução;
- b) Algoritmo, necessário para resolver os problemas;
- c) Linguagem, para representar os problemas.

Desta forma, o algoritmo pode ser descrito a partir de uma linguagem formal (lógica de 1ª ordem) onde os estados e os objetivos são descritos como conjuntos de sentenças e as ações são descrições lógicas de pré-condições e efeitos.

Por exemplo: Seja o estado observável o_1 onde o número de usuários *on-line* no ambiente é maior do que o número de usuários que estão trocando mensagens.

As variáveis:

Qtde = a diferença entre a quantidade de usuários logados e a quantidade de usuários participantes da discussão;

Qtde_Log = quantidade de usuários logados;

Qtde_Part = quantidade de usuários participando da discussão em um dado momento;

As Funções:

Executar = função que ativa a execução de um plano (função de monitoramento);

Identificar Usuário = função que identifica o(s) usuário(s) que não participa(m) da discussão. Esta função retorna a identificação do usuário que não está participando

Enviar Mensagem(usuario) = função que envia uma mensagem a um destino específico;

Espera = função para contar um tempo pré-determinado "x" antes de verificar se o usuário passou a se comunicar com os demais

Para analisar a eficiência deste plano, a **função de mapeamento** $F(o_1, o_1') = \text{distância}(o_1, o_1', \text{obj}_1)$, seria responsável por analisar se a situação final (o_1') se aproximou ou não do objetivo (obj_1).

Em Souza (2003) há também uma representação do sistema de planejamento do mediador através da Teoria das Linguagens Formais e dos Autômatos (Menezes, 1997). Cada plano é representado como um Autômato Finito Determinístico (AFD) e, desta forma, cada estratégia de mediação foi modelada através deste sistema.

5 MODELO PARA MEDIAÇÃO SÓCIO-CONSTRUTIVISTA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA

A partir da elaboração das diretrizes, um Modelo para Mediação Sócio-Construtivista de Aprendizagem Colaborativa por Computador é especificado. Sua principal funcionalidade é auxiliar o desenvolvimento de CSCLs baseado na utilização do mediador.

5.1 Arquitetura do Modelo

O Modelo para Mediação Sócio-Construtivista de Aprendizagem Colaborativa possui uma arquitetura (Figura 1) constituída de cinco componentes principais: modelo de interação, modelo do mediador, modelo de domínio, modelo de grupo e modelo individual.

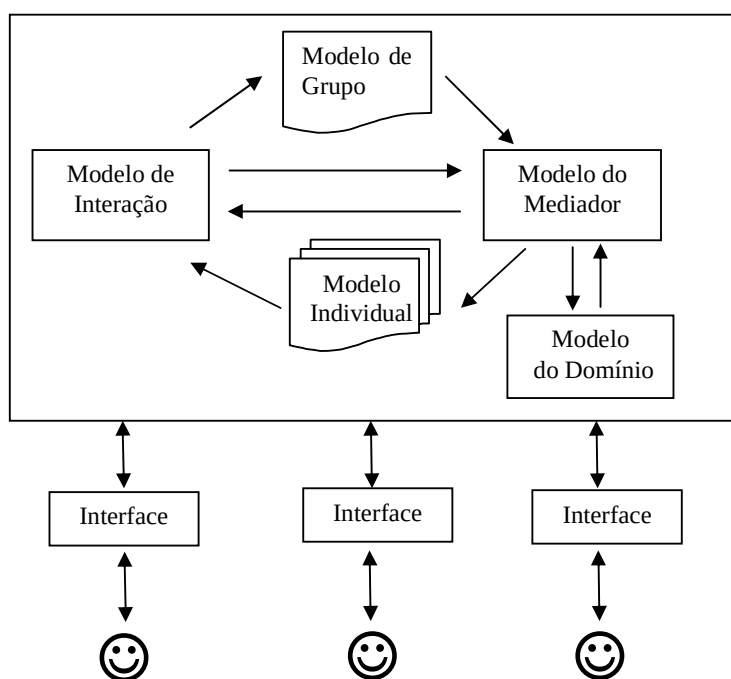


Figura 1: Arquitetura do Modelo

O **Modelo do Domínio** refere-se à descrição das soluções para o problema apresentado. Engloba a melhor solução possível e também as soluções aceitáveis. É a base de conhecimento do domínio. Uma estrutura hierárquica do tipo árvore é uma forma simples e eficaz para a representação do domínio. Considerando cada nó como um estado possível observável (estados intermediários) e os elos entre os nós representando as ações necessárias para a mudança de estado. O nó-raiz representa o estado inicial, ou seja, o estado em que o problema é proposto. O nó-raiz pode levar a diversos nós-finais ou estados finais, os quais por sua vez, representam as diferentes soluções do problema.

De um modo geral, as diferentes soluções de um problema não são todas consideradas da mesma forma. Geralmente uma pode ser melhor do que a outra, no que concerne ao número de passos para resolvê-la, no custo da implantação, entre outros fatores. Portanto, uma solução

poderia ser classificada considerando a sua otimização. Para representar este tipo de situação, o elo entre cada nó da árvore deve possuir um valor que quantifica o quanto esta ação contribui para a solução final do problema. Isto pode ser feito com a utilização da lógica *fuzzy* ou mesmo com o uso de algum critério criado para valorar cada passo na árvore de solução.

O **Modelo de Grupo** contém o caminho percorrido pelo grupo na busca da solução. Este caminho também é representado em forma de árvore construída dinamicamente, servindo como referência sobre o percurso percorrido pelo grupo. O modelo de grupo é utilizado para analisar o comportamento do grupo, como por exemplo, os erros cometidos. Isto é alcançado por meio do registro das intervenções feitas pelo mediador e dirigidas ao grupo, através, por exemplo, de sua estratégia de verificação de ações erradas.

O **Modelo de Interação**, componente central de todo o sistema é composto pelo histórico do diálogo e pelo processador de diálogo. A partir dele existem fluxos de informação que entram e saem para os demais componentes (modelo de grupo, modelo individual e modelo do mediador). O **histórico de diálogos** é uma base de dados que contém informações sobre a conversação desenvolvida através da ferramenta de *chat*, desta forma, ela provém informações para a análise dinâmica dos diálogos ocorridos. O **processador de diálogo** é responsável por esta análise.

O **Modelo do Mediador** é composto pela função de monitoramento, agente mediador e pelos seus planos. Sua estrutura e modo de funcionamento foram descritos nas seções 4.1 à 4.3.

O **Modelo Individual** é constituído das contribuições do estudante para a solução do problema, ou seja, o seu curso de interação. Ele deve ser capaz de prover um diagnóstico para cada ação do estudante, sendo que este diagnóstico é a entrada para o Modelo do Mediador. Desta forma, o sistema terá um Modelo Individual para cada estudante.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste artigo foi apresentada a sistematização de alguns princípios e elementos fundamentais para a construção de ambientes de aprendizagem sócio-construtivistas. Há ainda poucos estudos relatados sobre experiências sócio-construtivistas de aprendizagem colaborativa, o que enfatiza a necessidade de se investir no desenvolvimento de pesquisas nesta área. O trabalho contribuiu para representar o professor sócio-construtivista durante uma atividade colaborativa mediada e apoiada por computador.

Como trabalhos futuros, maior enfoque será dado ao modelo formal do mediador. Um estudo sobre sistemas de replanejamento e agentes com características de aprendizagem deve ser feito com o intuito de fazer com que o mediador possa aprender a partir da avaliação do *feedback* sobre a estratégia utilizada com a finalidade de tornar o processo de mediação mais efetivo. No modelo descrito, o mediador é incapaz de fazer intervenções dirigidas ao foco do diálogo, ou seja, ao assunto em pauta. Para tornar o mediador capaz de interpretar e responder à quaisquer questionamentos dos aprendizes são necessárias investigações em sistemas de tratamento de linguagem natural e sistemas que lidam com o gerenciamento de diálogo.

7 REFERÊNCIAS

- AKHRAS, Fabio N. & SELF, John A. **System Intelligence in Constructivist Learning**. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2000. Vol.11. pp. 344 – 376.
- GARNIER, Catherine *et al.* **Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista**. Escolas russa e ocidental. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. ISBN 85-7307-148-6.
- GIRAFFA, Lucia M.M. **Uma Arquitetura de Tutor Utilizando Estados Mentais**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, UFRGS, Porto Alegre (RS).
- GAVRILOVA, Tatjana; VOINOV, Alexander & CHERNIGOVSKAYA, Tatjana. **Student**

Modelling for Multi-Agent Intelligent Tutoring Systems. In S.P. Lajoie & M. Vivet (Eds.), Proceedings of 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education. Amsterdam: IOS Press, 1999. pp. 676 – 678.

HALFF, H.M. **Curriculum and Instruction in Automated Tutors.** In . Polson, M. & Richardson, J. J. Lawrence Erlbaum Associates Publishers Foundations (Eds.), Intelligent Tutoring Systems. New Jersey, 1988. pp. 79-108.

MENEZES, Paulo B. **Linguagens Formais e Autômatos.** Série Livros Didáticos, Sagra Luzzato Editores: Porto Alegre, 1997.

MOLINA, Maurício L. A. & AZEVEDO, Waldyr Jr. **Uma Experiência em Educação Assistida por Redes.** 2002. Disponível em <<http://www.Educeng.ufjf.br/viii/eee36.pdf>>. Acesso em 30 jul. 2003. Publicado nos Anais do VIII Encontro de Educação em Engenharia.

OLIVEIRA, Marta K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 2002. 4^a ed. ISBN 85-262-1936-7.

POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas: um novo aspecto do método matemático.** In Araújo, Heitor L. De (Trad.). Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

POZO, Juan Ignacio (Org.). **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Echeverría, María del Puy Péres; Castillo, Jesús Domínguez; Crespo, Miguel Ángel Gómez; Angón, Yolanda Postigo. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ROSATELLI, Marta C. **Novas Tendências da Pesquisa em Inteligência Artificial na Educação.** In R. C. Nunes (Ed.). Escola de Informática da SBC Sul. Porto Alegre (RS): Editora da UFRGS, Maio, 2000.

ROUANE, Khalid; FRASSON, Claude & KALTENBACH, Marc. **LKC: Learning by Knowledge Construction.** In Cerri, S. A., Gouardères, G. & Paraguaçu, F. (Eds.). Intelligent Tutoring Systems: 6th International Conference (ITS2002). Biarritz, France and San Sebastian, Spain, June 2-7, 2002. Proceedings. Vol. 2363. ISSN: 0302-9743. pp. 188–198.

RUSSELL, S. J. & NORVIG, P. **Inteligência Artificial.** In Publicare Consultoria (trad.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 2^a ed. ISBN 85-352-1177-2.

SILVA, Valdete T. **Módulo Pedagógico para um Ambiente Hipermídia de Aprendizagem.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis (SC).

SOBRAL, Maria E. G. & FERREIRA, Maria A. G. V. **Tutores Inteligentes para Ambientes de Ensino-Aprendizagem Cooperativos.** In Brito, Cláudio R. & Ciampi, Melany M. (Eds.). Anais VII International Conference on Engineering and Technology Education, INTERTEC, 2002. São Paulo, 17 –19 Mar. (cd-rom)

SOUZA, Patricia C. **Diretrizes para a Construção de Mediadores Sócio-Construtivistas em Sistemas de Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis (SC).

TEDESCO, Patricia C. A. R. **Mediating Meta-Cognitive Conflicts in Group Planning Situations.** 2001. Thesis (Doctor of Philosophy). Computer Based Learning Unit and School of Computing of the University of Leeds. Leeds (UK).

VICCARI, Rosa M. **Sistemas Tutores Inteligentes: Abordagem Tradicional x Abordagem de Agentes.** XIII Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial – XIII SBIA. SBC: Curitiba (PR), 1996.