

Aplicação de um modelo para gerenciamento de grupos em Sistemas Tutores Inteligentes

Eliane Pozzebon^{1,2}, Guilherme Bittencourt²

¹ Colegiado Engenharia da Computação
Universidade Federal do Vale do São Francisco
CEP 56304-917 Juazeiro – BA – Brasil

²Departamento de Automação e Sistemas
Universidade Federal de Santa Catarina
CEP 88040-900 Florianópolis – SC – Brasil

eliane@das.ufsc.br

Abstract. *This paper presents an use case of model for management of student groups in the Intelligent Tutoring System context. The model includes a predefined library of the group's activities. To establish a group activity, the teacher chooses a scenario from the library, supplies the parameters and the content of the activity. The information treatment of the student model is automatically included in the Petri Network's transition as preconditions and conditions. The considered model uses for its execution a multiagent architecture, which makes the group learning operational, providing the collaboration among learners from a same group and also among learners from different groups.*

Resumo. *Este artigo apresenta um estudo de caso do modelo para gerenciamento de grupos de estudantes no contexto dos Sistemas Tutores Inteligentes. O modelo inclui uma biblioteca de atividades de grupos pré-definida. Para estabelecer uma atividade do grupo, o professor escolhe um cenário da biblioteca, fornece os parâmetros e o conteúdo da atividade. O tratamento das informações do modelo do estudante é automaticamente incluído nas transições de uma Rede de Petri sob a forma de precondições e condições. O modelo proposto utiliza para a execução uma arquitetura multiagentes, que torna operacional o aprendizado em grupo, proporcionando a colaboração entre os aprendizes de um mesmo grupo e também entre aprendizes de grupos distintos.*

1. Introdução

O foco deste trabalho é a concepção e desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem voltados para grupos de estudantes. Trata-se de uma área complexa caracterizada pela interdisciplinaridade. A concepção de tais ambientes envolve principalmente aspectos das áreas de Educação, Computação e Pedagogia.

Esta área de estudos é profícua para o desenvolvimento de sistemas que visam o aperfeiçoamento da aprendizagem. Tais sistemas vão ao encontro das necessidades de alguns setores da sociedade, como organizações industriais, comerciais e ambientes acadêmicos.

Para proporcionar um melhor aprendizado ao estudante são necessários recursos que lhe ofereçam um aprendizado através da comunicação com seus colegas de estudo, compartilhando conhecimentos e dúvidas. Este enfoque de aprendizado em grupos tornou-se uma tendência na área de Inteligência Artificial na Educação (IAEd), que está buscando novas ferramentas e metodologias que possam ser apropriadas para o ensino e aprendizagem.

O objetivo deste artigo é apresentar o modelo para adaptação de interação e gerenciamento de inter e intra-grupos de aprendizes e sua aplicação num estudo de caso, denominado "dividir para conquistar". O artigo segue a organização: na seção 2 descreve sobre o modelo para suporte ao aprendizado em grupo num STI nos níveis de especificação e execução; na seção 3 descreve o estudo de caso; e na última seção, apresentam-se as conclusões.

Na literatura foram encontrados alguns trabalhos parcialmente semelhantes ao modelo apresentado neste artigo, tais como, a Reedem [Ainsworth 2007] que adapta o tutor para os estudantes do grupo utilizando o modelo de estudante e domínio, o WHITE RABBIT [Thibodeau et al. 2002] e o Modelo Computacional Baseado na teoria de Vygotsky [Andrade et al. 2001] que utilizam um agente como representante do estudante e agentes media-dores para o trabalho de grupos, a EASE [Aroyo et al. 2004] que utiliza as ontologias e regras, e a COLE [Azevedo and Scalabrin 2005] que utiliza a idéia de instanciação de cenários, mas não possui o armazenamento das informações numa biblioteca de cenários que poderá ser reutilizado pelos professores.

2. Modelo para o gerenciamento de intra e intergrupos de aprendizes

O modelo para suportar o gerenciamento de grupos de estudantes nos Sistemas Tutores Inteligentes é dividido nos níveis especificação e execução. O modelo é baseado em ontologias e em redes de Petri Objetos(RPO). Para suportar a adaptação de interação é explorado o modelo de estudante e o módulo de domínio. Maiores detalhes da metodologia estão descritos em [Pozzebon 2008].

2.1. Nível Especificação

O modelo inclui uma biblioteca pré-definida de cenários para as atividades de grupos. Para estabelecer uma atividade do grupo, o professor escolhe um cenário da biblioteca, fornece os parâmetros e o conteúdo da atividade. O tratamento das informações do modelo do estudante é automaticamente incluído nas transições de uma Rede de Petri sob a forma de precondições e condições.

O modelo de grupo de estudantes contém as definições dos conceitos necessários para especificar a atividade em grupos, que incluem: Cenário, Unidade de Atividade (gestão e conteúdo), Atividade do Grupo e Protocolo de Interação para as atividades intergrupos e intragrupo.

O cenário incluído neste modelo consiste num conjunto de definições operacionais para a atividade em grupos, sendo definido pelo desenvolvedor e armazenado numa biblioteca.

O conceito de Unidade de Atividade define as diferentes atividades que ocorrem num dado cenário. Existem dois tipos de Unidades de Atividade (gestão e conteúdo).

- As Unidades de gestão são usadas para definir as atividades típicas as interações de grupos, como formação do grupo, distribuição de problemas, negociação, competição, integração das soluções, instrução para membro do grupo, etc;
- As Unidades de conteúdo são usadas para definir as tarefas de resolução de problemas associadas a um dado cenário. Essas tarefas são definidas usando a especificação de Problema do Modelo de domínio do STI.

O conceito de atividade do grupo é o controle das atividades nos grupos. Cada grupo utiliza um cenário. O tipo de cenário poderá ser denominado Intergrupos ou Intra-grupo.

A especificação operacional da atividade do grupo é apresentada num Protocolo de Interação, isto é, a ordem na qual as unidades de atividade são executadas num dado cenário. É representado por uma rede de Petri hierárquica de dois níveis. A especificação de uma instância de um protocolo de interação é um processo de dois passos, Figura 1.

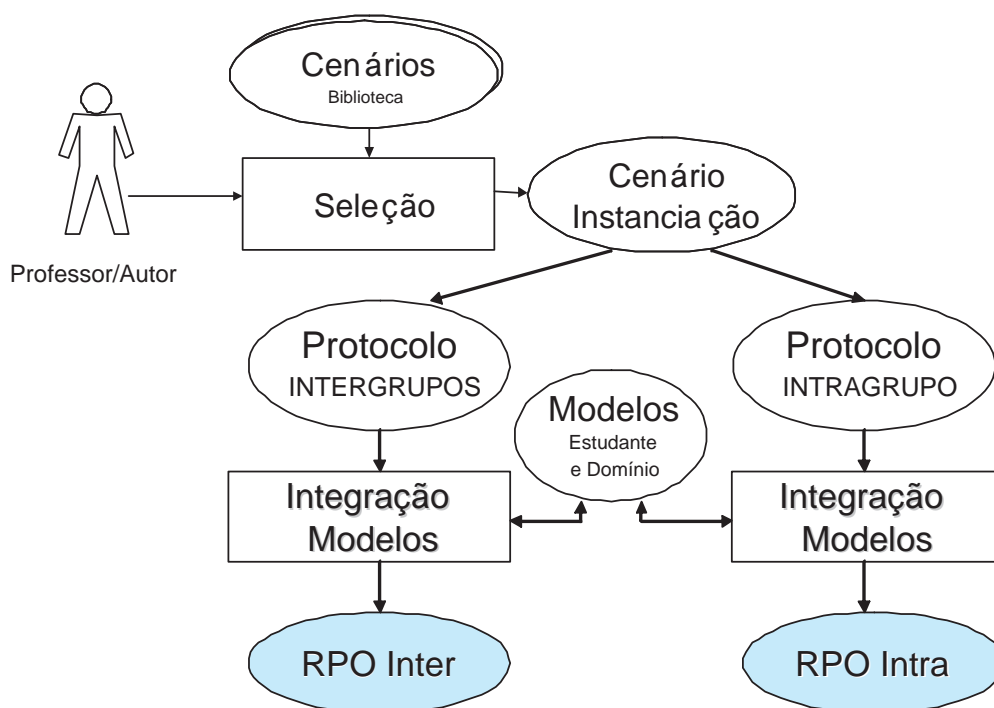


Figure 1. Instância de um protocolo de interação

Conforme a figura 1, o primeiro passo consiste da seleção de um cenário da biblioteca de cenários e da instanciação de todos os seus atributos. O segundo passo compila essa informação para produzir a rede de Petri que definem os protocolos de interação para as atividades intergrupos e intragrupo. O processo de compilação integra automaticamente os modelos de estudante e de domínio nas condições das transições da Rede de Petri. Essa integração fornece o caráter adaptativo do protocolo de interação.

2.2. Nível Execução

Para a execução é utilizada uma arquitetura multiagente, que torna operacional o aprendizado em grupo, proporcionando a colaboração entre os estudantes de um mesmo grupo e também entre estudantes de grupos distintos.

Foi criada uma sociedade heterogênea composta por agentes-aprendizes e agentes gerenciadores de grupos (coordenador de grupos e supervisores de grupos), onde os agentes-aprendizes são responsáveis por assistir o estudante e representá-los no sistema e o agente coordenador e os agentes supervisores de grupos são responsáveis por gerenciar os grupos de estudantes e acompanhar a interação entre os estudantes.

A Sociedade heterogênea de Agentes-Aprendizes e Gerenciadores de Grupos (S2AG) contém Agente-Aprendiz(AA), Agente Supervisor de Grupo(SG) e Agente Coordenador de Grupos (CG), conforme ilustrado na 2.

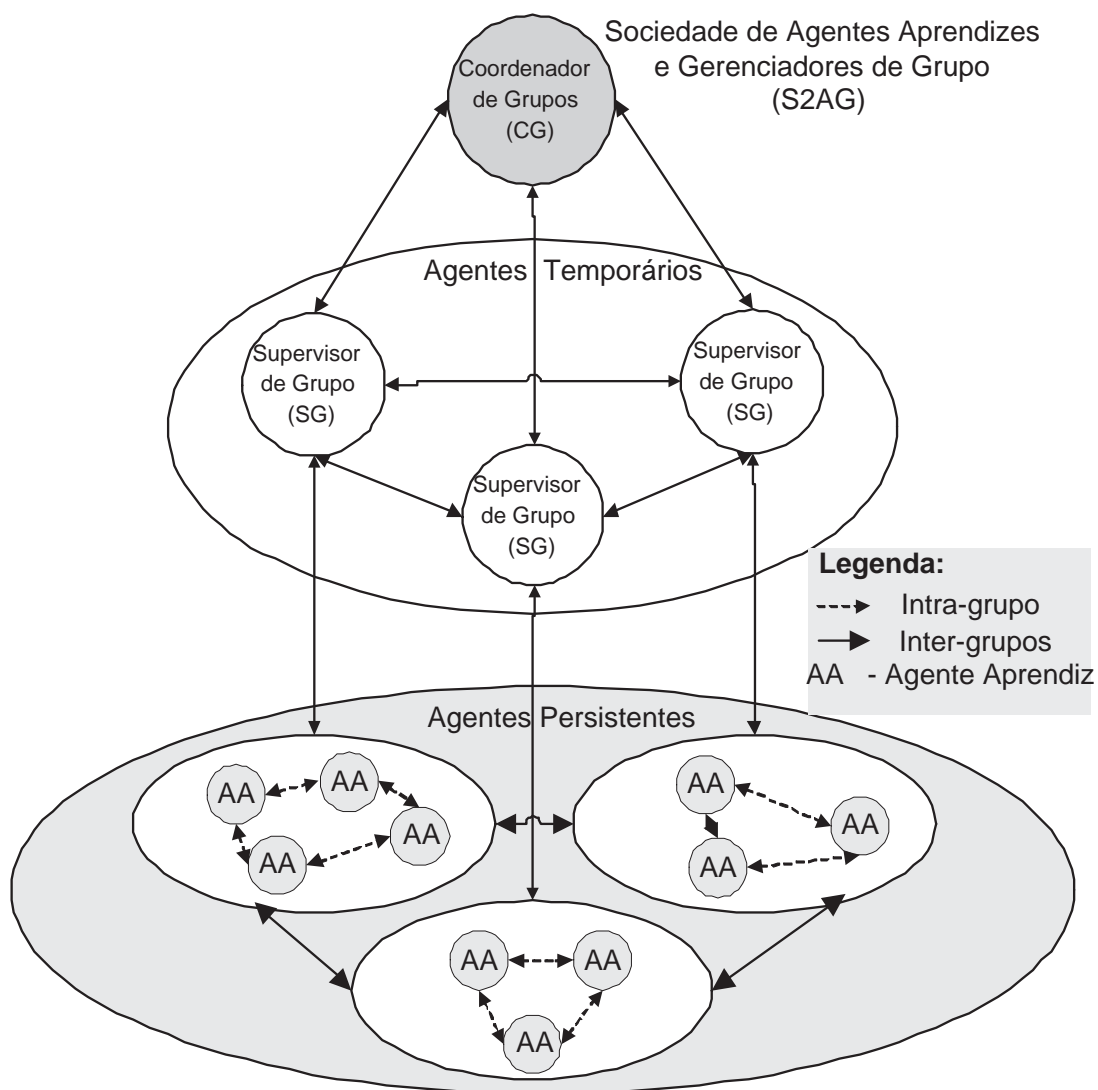


Figure 2. Sociedade heterogênea S2AG , extraída de [Pozzebon 2008].

As informações compiladas numa rede de Petri são as regras utilizadas pelos Agentes da S2AG para gerenciar as atividades dos grupos. Estas regras são armazenadas na base de conhecimento. A Base de conhecimento é constituída pelos modelos de estudante, domínio, pedagógico e grupo.

3. Aplicação do Modelo - Estudo de caso

Esta atividade de grupo desenvolve a estratégia “dividir para conquistar” para a resolução de problemas. Ela supõe um problema que pode ser repartido em um certo número de subproblemas. Cada subproblema pode ser solucionado independentemente e suas soluções devem ser combinadas para solucionar o problema original.

Conforme apresentado, na Seção 2, no nível de especificação de uma atividade de grupo os seguintes conceitos são definidos:

- **Grupo:** a atividade precisa de pelo menos um estudante por subproblema. A atividade inclui três papéis: supervisor, solucionador de subproblema e integrador da solução. O papel de integrador da solução deve ser dado a um ou mais estudantes que serão responsáveis pela integração das soluções dos subproblemas. A escolha desses estudantes é feita dinamicamente. Por exemplo, o primeiro a completar a solução de um subproblema ou o que tem a melhor nota num STI. O papel de solucionador do subproblema é dado aos estudantes que participam da atividade. Os membros dos grupos envolvidos na atividade devem ter a experiência necessária (verificadas no modelo do estudante) para solucionar o problema.
- **Cenário:** é definido pelas unidades de gestão e unidades de conteúdo.
- **Unidades de gestão:** as unidades de gestão são necessárias para controlar o cenário, por exemplo no nível intergrupos (Coordenador):
 - Formar o grupo: convida os estudantes, recebe aceites e controla o número de membro por grupo. Esta unidade foi detalhada na RPO ilustrada na figura 3.
 - Iniciar atividade Grupo: escolha do cenário e criação do agente supervisor responsável pelo grupo. Esta unidade dispara a atividade intragrupo, conforme figura 4.
 - Finalizar grupos: receber os resultados dos grupos e atualizar o modelo do grupo.

No nível intragrupo (Supervisor):

- Distribuir subproblemas.
 - Monitorar as soluções dos subproblemas.
 - Integrar e Coordenar os membros do grupos que implementaram incorretamente a interface entre suas soluções.
 - Integrar dos subproblemas: resultados.
- **Unidades de conteúdo:** os conteúdos do cenário, a serem fornecidos pelo professor através da interface de autoria FAST [Frigo 2007], consistem das seguintes descrições de problemas:
 1. Apresentar problema e subproblema: uma explicação geral do problema e de seus subproblemas.
 2. Executar subproblema: é utilizado o protocolo de resolução de problemas, onde para cada subproblema possui:
 - uma explanação detalhada;
 - um ou mais exemplos de soluções de problemas similares; e,
 - exercícios: um que teste a solução do subproblema e um que verifique a solução implementada.

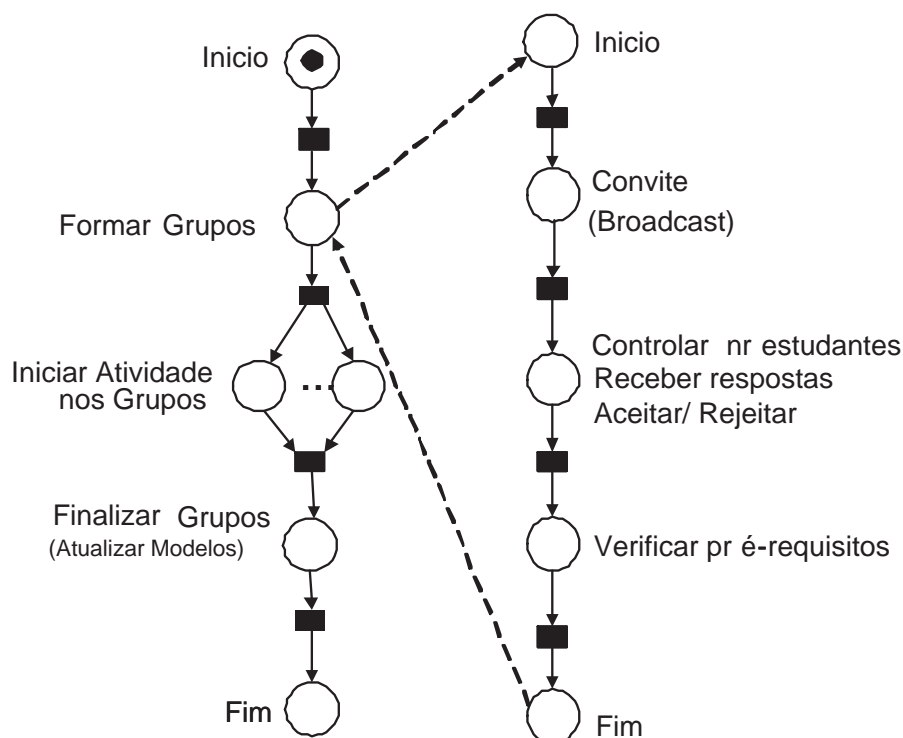


Figure 3. Protocolo RPO - Formar Grupos

Deve-se notar que esses conteúdos são instâncias do conceito do problema (e da unidade de interação) da ontologia do modelo do domínio [Pozzebon 2008], e podem também ser usados no contexto de uma interação individual com o STI subjacente.

- **Protocolo de interação:** o protocolo de interação é representado pelas RPO, na RPO intra-grupo é acrescentado a RPO para resolução de problemas com as unidades de interação apresentadas aos estudantes, ilustrados na figura (ilustrada na Figura 5)

Neste contexto, as fichas contêm uma instância do conceito do grupo. Por razões de legibilidade, foram omitida as pré-condições, ações e as regras de emissão das transições que atuam verificando nas instâncias de objeto representadas pelas fichas. A rede de Petri resultante apenas mantém os aspectos relativos à estrutura comportamental do protocolo. Entretanto, a partir desta estrutura de controle, diversas propriedades da rede de Petri podem ser provadas, como a presença de ciclos (seqüências de transições que podem ser infinitamente repetidas), blocagem ou impasse (estado de bloqueio a partir do qual nenhuma transição pode ocorrer), a (in)acessibilidade de um estado (final ou inicial), *boundness* (crescimento infinito do número de fichas) ou a perda de fichas num lugar/estado.

3.1. Instância de Cenário

Para instanciar a atividade de grupo para a estratégia de solução de problemas “dividir para conquistar”, foi implementada uma atividade de grupo baseada num STI existente de aprendizado individual para o domínio de Estrutura de Informação, em uma disciplina

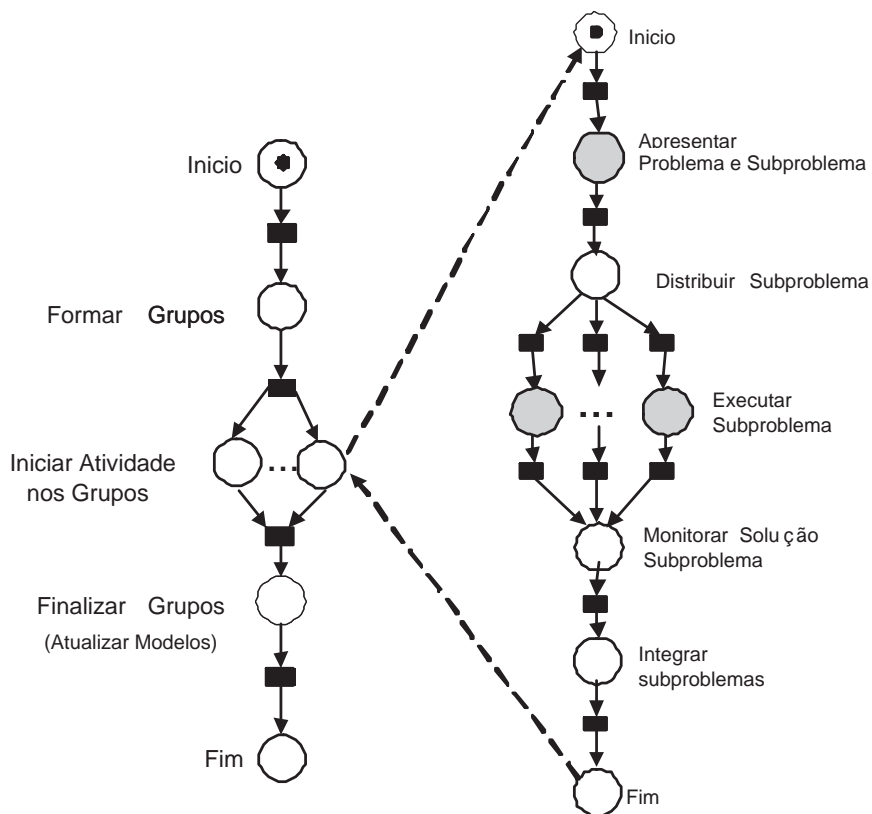


Figure 4. Protocolo de interação do cenário Dividir e Conquistar.

de graduação do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Catarina.

O problema a ser solucionado durante a atividade do grupo é definido como segue:

- Descrição do problema: dada uma linguagem de programação que suporta operações aritméticas sobre inteiros, como ela pode ser estendida para suportar operações para outros tipos de números (racionais, ponto flutuante e complexos).
- Subproblemas: pacotes de operação aritmética para cada um dos três novos tipos de números, incluindo funções de conversão.
- Integração: um pacote de função que integre todos os quatro tipos de números.

A atividade de grupo implementada deve ser desenvolvida durante uma disciplina presencial. As instâncias dos conceitos relevantes envolvidos na definição da atividade de grupo são definidas como segue:

Grupo: Os Estudantes que participarem da atividade devem ter completado as unidades pedagógicas necessárias, neste caso, programação básica e tipos abstratos de dados. As informações referentes as unidades pedagógicas realizadas pelo estudante são obtidas do modelo do estudante.

O papel de supervisor é dado ao professor da disciplina. O papel de solucionador do subproblema é dado a todos os estudantes da sala e o papel de integrador de soluções é dado aos Estudantes que forem membros do primeiro grupo a solucionar com sucesso o subproblema dado.

Unidades de gestão: para formar os grupos é enviado um convite à todos os estudantes da sala. Os Estudantes devem responder com a identificação de seu subproblema preferido. O sistema controla o tamanho máximo de cada grupo automaticamente. Os pré-requisitos necessários também são verificados para cada Estudante. O local da Formação de Grupo na rede de Petri é detalhado na rede de Petri ilustrada na Figura 3.

A distribuição de problemas é gerada automaticamente. O monitoramento de soluções dos subproblemas é baseado em exercícios incluídos nas unidades de conteúdo. A coordenação de problemas de interface é realizada sob a responsabilidade do supervisor, através de uma ferramenta de chat e um mural.

Unidades de conteúdo: a RPO de intragrupo implementa as unidades de subproblema e integração de problema é implementada usando a ferramenta FAST [Frigó 2007]. Sua forma geral é ilustrada na Figura 5, onde os lugares Exp, Exa e Exe são unidades de interação que apresentam aos estudantes as explicações, exemplos e exercícios.

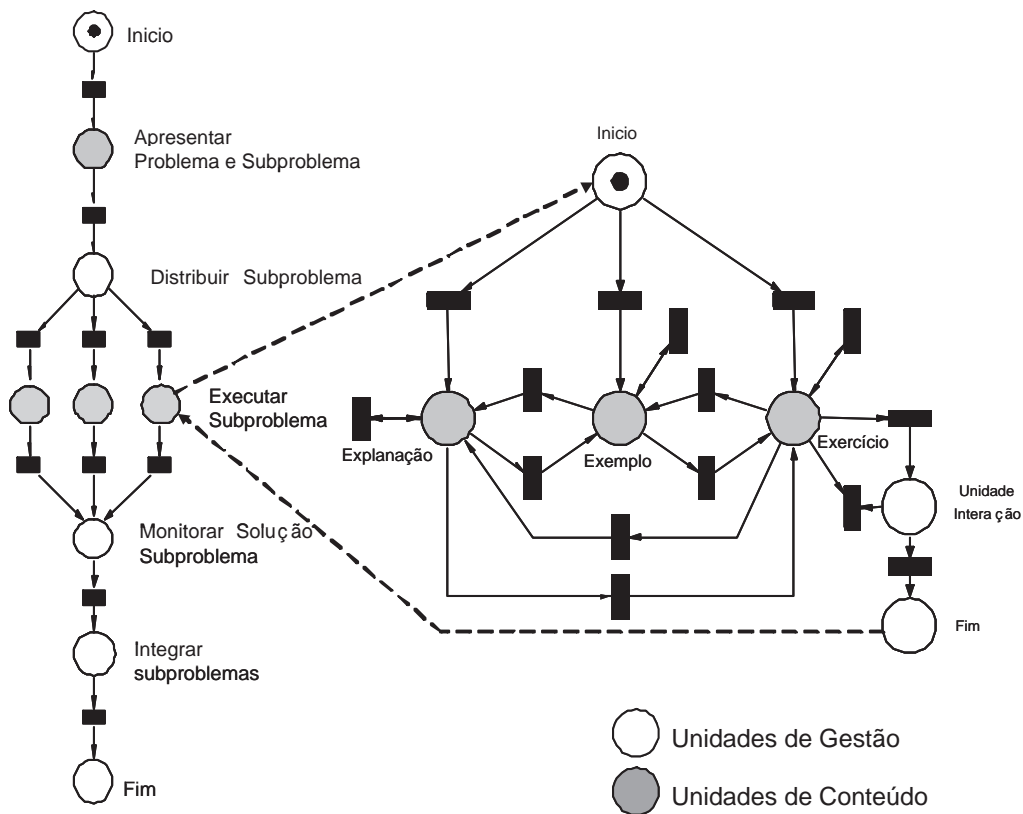


Figure 5. Segundo nível da RPO intragrupo e o detalhamento da execução do subproblema.

3.2. Implementação de Estudo de Caso: dividir para conquistar

Para a implementação deste estudo de caso foi utilizada a linguagem de programação JAVA, o servidor de *servlets* TOMCAT, a plataforma para criação e gerenciamento de agentes JADE, e *Java Expert System Shell* (JESS) para o mecanismo de inferência baseados em regras.

Neste estudo de caso são distribuídos vários problemas diferentes para cada participante com objetivo que os mesmos interajam entre si para buscar as soluções.

Há uma sociedade de agentes artificiais SATA [Costa et al. 1995], sendo que cada um destes agentes contém dentro de si, um sistema tutor completo. Esta sociedade de agentes se comunica com o módulo dos agentes gerenciadores de grupos S2AG.

Dentre os agentes implementados existem os que residem dentro do servidor Tomcat. Estes fazem parte da Interface do Estudante, por exemplo os agentes-aprendizes que são o elo de ligação entre o Estudante e os agentes da SATA e S2AG. Um Agente-Aprendiz é criado a primeira vez que o estudante entra no sistema e estas informações são armazenadas no modelo do estudante.

O Agente Coordenador é um agente do tipo persistente e é responsável pela formação dos grupos de estudantes quando solicitado por um professor ou quando determinados parâmetros são definidos. Por exemplo, quando existir um número mínimo de estudantes para uma determinada atividade.

O Agente coordenador faz o convite (*broadcast*) aos estudantes para participarem do grupo e os Estudantes representados pelos agentes-aprendizes confirmam a presença. Os confirmados serão a lista de nomes dos participantes (ficha) para o agente Supervisor iniciar e acompanhar a atividade em grupo.

O agente supervisor, definido como agente temporário, é criado pelo agente coordenador para o acompanhamento de um determinado grupo. O agente supervisor distribui uma nova tarefa para o grupo. O Agente supervisor é responsável também por inicializar a atividade em grupo e quando finalizada ele informa o resultado do grupo para o agente coordenador atualizar o modelo do grupo e é destruído depois da atividade em grupo.

O Agente supervisor envia uma mensagem convidando os estudantes para iniciar atividade em grupo. Os estudantes recebem o convite. Através do agente-aprendiz o estudante confirma o recebimento da mensagem e responde com os parâmetros (UP, Problema a fazer) que são enviados para o Agente supervisor.

Durante a atividade do grupo, os Estudantes podem interagir entre si. O agente supervisor interage com os agentes-aprendizes que representam os Estudantes. Por exemplo, o Agente Supervisor comunica a todos os participantes do grupo quando entra um novo integrante ou quando um Estudante consegue concluir uma determinada tarefa. Também pode enviar mensagens para motivar a colaboração entre os membros do grupo.

Neste estudo de caso implementado “dividir para conquistar” foi possível mostrar que o modelo criado para o gerenciamento de grupo é funcional para gerenciar uma atividade de grupo de estudantes. Uma avaliação mais detalhada já está em andamento para a validação com interações síncrona, isto é, com estudantes numa sala de aula, e assíncrona, com estudantes em locais e tempos diferentes.

4. Conclusões

Neste trabalho foi apresentado um estudo de caso do modelo para gerenciamento de grupos em Sistemas Tutores Inteligentes, que utiliza uma biblioteca com vários cenários de atividades de grupos. Para estabelecer uma atividade do grupo, o professor escolhe um cenário da biblioteca, fornece os parâmetros e o conteúdo da atividade. Esta informação é compilada numa rede de Petri, utilizada pelos agentes da S2AG para monitorar as atividades dos grupos de estudantes.

Neste estudo de caso é explorado modelo do domínio e as informações do modelo do estudante, além do modelo de grupo que foi criado de tal forma que o cenário é dividido em unidades. Cada unidade do cenário pode ser reaproveitada pelos Autores para construir novos cenários com novas estratégias pedagógicas.

Para a execução da atividade em grupos é utilizada uma arquitetura multiagentes. A arquitetura torna operacional o aprendizado em grupo, proporcionando a colaboração entre os aprendizes de um mesmo grupo e também entre aprendizes de grupos distintos .

A arquitetura multiagentes S2AG para controlar os grupos foi definida de tal forma que existe um agente supervisor por grupo e um agente coordenador de grupos que possui uma visão geral de todos os grupos de estudantes.

Uma das contribuições do modelo utilizado é que ele contempla tanto a aprendizagem intra-grupo, através da comunicação síncrona entre os agentes-aprendizes do mesmo grupo, quanto a aprendizagem inter-grupos, entre agentes-aprendizes de grupos distintos, podendo ser realizada de forma síncrona ou assíncrona.

References

- Ainsworth, S. (2007). Using a single authoring environment across the lifespan of learning. *Educational Technology and Society*, 10(3):22–31.
- Andrade, A. F. d., Jaques, P. A., Jung, J. L., and Bordini, Rafael H. and Vicari, R. M. (2001). A computational model of distance learning based on vygotsky socio-cultural approach. *X International Conference on Artificial Intelligence on Education*, 1(1):33–40. San Antonio-Texas 19-23 May 2001.
- Aroyo, L., Inaba, A., Soldatova, L., Mizoguchi, R., Lester, J., Vicari, R. M., and Paraguaçu, F. (2004). Ease: Evolutional authoring support environment. *Intelligent tutoring systems, Lecture notes in computer science*, 1(1):140–149.
- Azevedo, H. J. S. d. and Scalabrin, E. E. (2005). *Designing Distributed Learning Environment with Intelligent Software Agents*, volume 1, chapter A Humam Collaborative Online Learning Enviroment Using Intelligent Agents, pages 1–32. Information Science Publishing.
- Costa, E. B., Lopes, M. A., and Ferneda, E. (1995). Mathema: A learning environment based on a multi-agent architecture. In *SBIA95: Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Artificial Intelligence*, pages 141–150, London, UK. Springer-Verlag.
- Friço, L. (2007). *Um modelo para Autoria de Sistemas Tutores Adaptativos*. tese de doutorado, Curso de Pós Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina.
- Pozzebon, E. (2008). *Um modelo para suporte ao aprendizado em grupo em sistemas tutores inteligentes*. Tese (doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
- Thibodeau, M., Bélander, S., and Frasson, C. (2002). White rabbit.matchmaking of user profiles based on discussion analysis using intelligent agents. *Proceedings of 5th International Conference, ITS 2000*, 1:113–122.