

Reorganização de um Curso Técnico em Edificações com base na Utilização de um Modelo de Agentes $MOISE^+_{EDU}$

Gláucius Décio Duarte¹, Doutorando do PPGIE - UFRGS

Antônio Carlos da Rocha Costa^{2,4}

Mara Lúcia Fernandes Carneiro^{3,4}

¹CEFET-RS – EDI – Pelotas – RS – Brasil – 96015-360

²UCPel – ESIN – Pelotas – RS – Brasil – 96010-000

³UFRGS – Instituto de Psicologia – Porto Alegre – RS – Brasil – 90035-003

⁴UFRGS – PGIE – Porto Alegre – RS – Brasil – 90040-060

glaucius@cefetrs.tche.br, rocha@ucpel.tche.br, mara.carneiro@ufrgs.br

Resumo. Este artigo apresenta e detalha os elementos básicos para o modelo de agentes $MOISE^+_{EDU}$, a ser utilizado na reorganização de um curso técnico em edificações. A adoção do modelo proposto justifica-se como sendo um recurso facilitador, que inclui o uso de diagramas de especificações estruturais, funcionais e deontológicas de uma organização educacional, com o objetivo de facilitar a sua gestão em processos dinâmicos de alterações curriculares, conteúdos de unidades curriculares ou do corpo docente.

Palavras-chave. Informática educativa, gestão das organizações, sistemas multiagentes, reorganização de cursos.

Abstract. *This paper presents and details the basic elements for $MOISE^+_{EDU}$ agents' model, to be used in reorganization of a technician course in civil constructions. The adoption of the considered model justified as being a resource to easily, including the use of structural, functional and deontic specification diagrams in an education organization, with objective to facilitate its management in dynamic process of curricular modifications of curricular units or of the professors' group.*

Key words. *Computer science in education, management of the organizations, multiagent systems, reorganization of courses.*

1. Introdução

A reorganização de um curso técnico, a cada semestre letivo, exige do professor comprometido com o papel de coordenador de curso, a árdua tarefa de reformulação dos horários de unidades curriculares, envolvendo a inclusão, manutenção ou exclusão de comprometerimentos de professores com as turmas.

A educação profissional de nível técnico no Brasil, regulamentada pelo Ministério da Educação (MEC), inclui a necessidade de atualização permanente dos cursos e currículos, estabelecida no item VI, artigo 3.º, da resolução nº 4/99 do Conselho Nacional de Educação (CNE) e Câmara de Educação Básica (CEB). Este trabalho propõe uma metodologia para instrumentalização dessa necessidade, utilizando diagramas especialmente desenvolvidos para a modelagem de cursos nesta modalidade de ensino. Estes podem ser considerados como organizações educacionais, que estão constantemente passando por processos de reorganização.



Este trabalho, considera a existência de um processo permanente de reconstrução curricular e docente, agravado pelo alto índice de professores substitutos, que de acordo com a legislação vigente, podem permanecer somente pelo prazo máximo de dois anos.

1.1 Curso Técnico em Edificações: CEFET-RS

O Curso Técnico em Edificações (EDI), ofertado pelo CEFET-RS, de acordo com Sastre et al. (2004), tem sua existência justificada na medida em que visa fundamentalmente à formação de profissionais para atender a demanda da indústria da Construção Civil, setor responsável pelo suprimento do déficit habitacional no Brasil. A inexistência de um plano habitacional, de forma a eliminar as carências de unidades residenciais, estimadas em mais de vinte milhões, faz com que este déficit seja progressivo a cada ano.

O objetivo principal do curso consiste na formação de um profissional legalmente habilitado, que possua competências para atuar em: escritórios de projetos, orçamentos, levantamentos de material para estimativa de custo, laboratórios de materiais de construção e solos, levantamentos topográficos, planejamento e execução de obras de construção civil, coordenação de equipes de trabalho, seleção e treinamento de pessoal, realização de interfaces entre áreas técnica e administrativa das construtoras.

1.2 Reformas Curriculares

Toda reforma pressupõe uma intenção explícita de mudar, de melhorar, corrigir, aperfeiçoar, acrescentar, suprimir e indicar, se necessário, uma provável ruptura com o modelo existente, desvinculando-o do mesmo para criar uma nova proposta de trabalho, com objetivos que atendam às reais necessidades do mercado e das novas formas de relações de capital e trabalho. O surgimento de novas tecnologias, que evoluem a cada ano, faz com que velhos conceitos e formas de atuar sejam repensados.

Adaptar EDI às novas exigências do mercado, aliado à legislação vigente, consiste no objetivo maior das últimas reformas implantadas no CEFET-RS. As reformas não ocorrem somente em nível curricular, mas são fundamentalmente estruturais, tendo como uma das referências o sistema educacional estabelecido pela legislação educativa, assim como pelos exemplos e experiências adquiridas desde a implantação do curso na instituição.

Considerou-se, ainda, que os docentes comprometidos com o curso devem ter sua atuação fundamentada no desenvolvimento e aprofundamento de conhecimentos e habilidades em conteúdos específicos em suas áreas de atuação.

2. Desenvolvimento

2.1 Organização do Curso

“Todo conhecer depende da estrutura daquele que conhece [...] o que é a organização de algo? É alguma coisa ao mesmo tempo muito simples e potencialmente complicada. Trata-se daquelas relações que têm de existir, ou têm de ocorrer, para que esse algo seja [...] essa situação é universal, no sentido de que é algo que fazemos constantemente como um ato cognitivo básico. Este consiste em nada mais nada menos que gerar classes de qualquer tipo [...] os seres vivos se caracterizam por,

literalmente, produzirem de modo contínuo a si próprios.”
(MATURANA; VARELA, 2003, p.40;50;52)

A necessidade de produzir continuamente um curso de melhor qualidade, nos leva a considerar a possibilidade de organização do curso (EDI), estabelecendo inicialmente uma modelagem estrutural em função das seguintes necessidades:

- Estruturação do curso em módulos semestrais;
- Distribuição das disciplinas nos módulos semestrais;
- Comprometimento de docentes com os módulos;
- Comprometimento de docentes com as áreas do curso;
- Comprometimento de docentes com as disciplinas;
- Comprometimento de docentes com os conteúdos a serem ministrados nas disciplinas;
- Estruturação do espaço físico das instalações do curso;
- Alocação de espaços para equipamentos existentes no curso;
- Especificações didáticas;
- Especificações pedagógicas;
- Comprometimento de docentes com tarefas destinadas à organização do curso;
- Comprometimento do curso e docentes com projetos de extensão ou pesquisa.

2.2 Modelo *MOISE*⁺

O modelo organizacional *MOISE*⁺ (Hübner; Sichman; Boissier, 2002), estabelecido com base na tecnologia de sistemas multiagentes (SMA), permite estabelecer precisamente quais os componentes que formam uma organização e como estes podem contribuir para a finalidade do SMA (Briot; Demazeau, 2002) (Vázquez-Salceda; Dignum; Dignum, 2005). Os diagramas apresentados para este modelo, lembram de forma significativa, as convenções definidas pela *UML* (Miles; Hamilton, 2006).

Além desta função ontológica, o modelo *MOISE*⁺ foi desenvolvido para auxiliar, em uma etapa posterior, um processo de reorganização. Apresenta, portanto, características que suportam tanto a análise quanto o projeto de novas organizações.

2.3 Modelo *MOISE*⁺_{EDU} para Organização do Curso

O aspecto generalista proposto pelo modelo *MOISE*⁺ apresentado por Hübner (2003), que permite que este modelo possa ser aplicado a modelagem de qualquer tipo de organização, no contexto da aplicação neste trabalho, nos leva a estabelecer uma versão adaptada ao caso educacional, que será definida a partir deste ponto como *MOISE*⁺_{EDU}.

Para uma melhor compreensão deste modelo, Duarte, Costa e Carneiro (2007, Tabela 1, p. 4), apresentam as correspondências entre o modelo de curso e o SMA. Exemplos de diagramas de EE, EF, ED e EnO de um curso, foram apresentados por Duarte, Costa e Carneiro (2007), em um estudo de caso relativo à modelagem da organização de um curso a distância, ofertado pela UAB/CEFET-RS.

Por sua vez, este trabalho mostrará a seguir como a reorganização de EDI está sendo especificada utilizando-se o modelo proposto, em função das necessidades impostas por novas reformulações curriculares e do corpo docente.

2.4 Reorganização do Curso

“As modificações estruturais ontogênicas de cada célula são necessariamente diferentes, e dependem de como elas participam da constituição da referida unidade e do futuro de suas interações e relações de vizinhança [...] sem uma compreensão adequada dos mecanismos históricos de transformação estrutural não pode haver entendimento do fenômeno do conhecer.” (MATURANA; VARELA, 2003, p.92;106)

Esta seção se propõe, com base na proposta de reorganização de Hübner (2003) para um SMA, e na necessidade de registrar a história das transformações estruturais, a estabelecer um modelo adequado para que este tenha condições de readaptar-se a novos problemas e situações. Passam, então, a adquirir uma capacidade extra de adaptação à alterações na sua organização, aceitando modificações produzidas em seu contexto de atuação, ou então, para permitir a otimização de seu funcionamento.

A proposta de uma metodologia de reorganização que será apresentada a seguir, baseia-se na alteração dos processos definidos para a definição de um modelo de organização fundamentado em SMA. Isto quer dizer que se pretende produzir alterações, motivadas por necessidades específicas da organização (em nosso caso, educacional), no estado da EO e de seu instanciamento EnO.

Ao considerar-se a necessidade de produção da reorganização das especificações já apresentadas, e entre as possibilidades de mudanças de estado dessas, encontram-se:

- Adoção de um novo papel.
- Remoção de um tipo de grupo.
- Alterações das missões com que os agentes estão comprometidos.
- Alterações dos papéis com que os agentes estão comprometidos.
- Entrada de um novo agente na sociedade.
- Decisão de repartir com outros agentes, os papéis de um determinado agente que está comprometido com diversos papéis (surge muitas vezes motivada pela necessidade de economizar recursos da organização).
- Alterações na estrutura.
- Alterações no funcionamento da sociedade.
- Alterações nas relações deontológicas.
- Alterações nas descrições das missões.
- Alterações do período de tempo em que um agente estará comprometido com um papel ou conjunto de missões.
- A visão subjetiva que os agentes possuem das tarefas.
- Ramificação de tarefas e suas conseqüentes realocações aos agentes;
- Alterações nas restrições temporais previamente definidas, fazendo com que um determinado papel deixe de existir em um determinado período de tempo, voltando a existir passado algum tempo, ou sendo substituído por um novo papel.

Entre os tipos de reorganização, definem-se:

- A reorganização já está prevista na EO.
- Apesar de não se conhecer previamente quando a reorganização irá acontecer, o processo que altera a organização é conhecido.
- Não há qualquer controle explícito por parte do sistema para o processo de reorganização.

Por outro lado, entre as formas de produção de uma reorganização definem-se:

- Um agente ou vários agentes do sistema realizam uma etapa do processo de reorganização, podendo ocorrer neste caso, inclusive, uma espécie de auto-reorganização.
- Um usuário do SMA realiza uma etapa do processo de reorganização.

Hübner (2003) também define as três etapas empregadas em um processo de reorganização, que incluem:

- Identificação de uma situação onde a organização corrente não satisfaz mais o SMA (monitoração), construção de um conjunto de alternativas para a organização corrente (projeto).
- Seleção de alternativas apresentadas pela etapa de projeto, incluindo a definição de critérios de análise de propostas
- Alteração da organização (seleção e implantação).

2.5 Implementação do Modelo de Reorganização

2.5.1 Reorganização de Docentes

A Figura 1 apresenta uma reorganização dos docentes comprometidos com as unidades curriculares do Módulo Geral 1 (MG1) de EDI. Note-se que no diagrama ocorrem três casos distintos com relação aos agentes comprometidos com cada unidade curricular: o docente mantém o comprometimento anterior, o docente deixa de estar comprometido ou surge um novo comprometimento com a unidade curricular.

“Toda vez que há um fenômeno social há um acoplamento estrutural entre indivíduos [...] os organismos participantes satisfazem suas ontogenias individuais principalmente por meio de seus acoplamentos mútuos, na rede de interações recíprocas que formam ao constituir as unidades de terceira ordem.”
(MATURANA; VARELA, 2003, p.214)

Devido à ocorrência de novos acoplamentos estruturais, esta reorganização é necessária, no mínimo ao início de cada semestre, devido às alterações no corpo docente. Estas podem ser provocadas pelos seguintes fenômenos sociais: saída de docentes substitutos ao final de seus contratos temporários, saída de docentes afastados temporariamente para a realização de cursos ou que estejam em licença, saída de docentes provocada por aposentadorias, entrada de novos docentes substitutos ou efetivos, necessidades de realocação produzidas por questões pedagógicas ou de interesse pessoal.

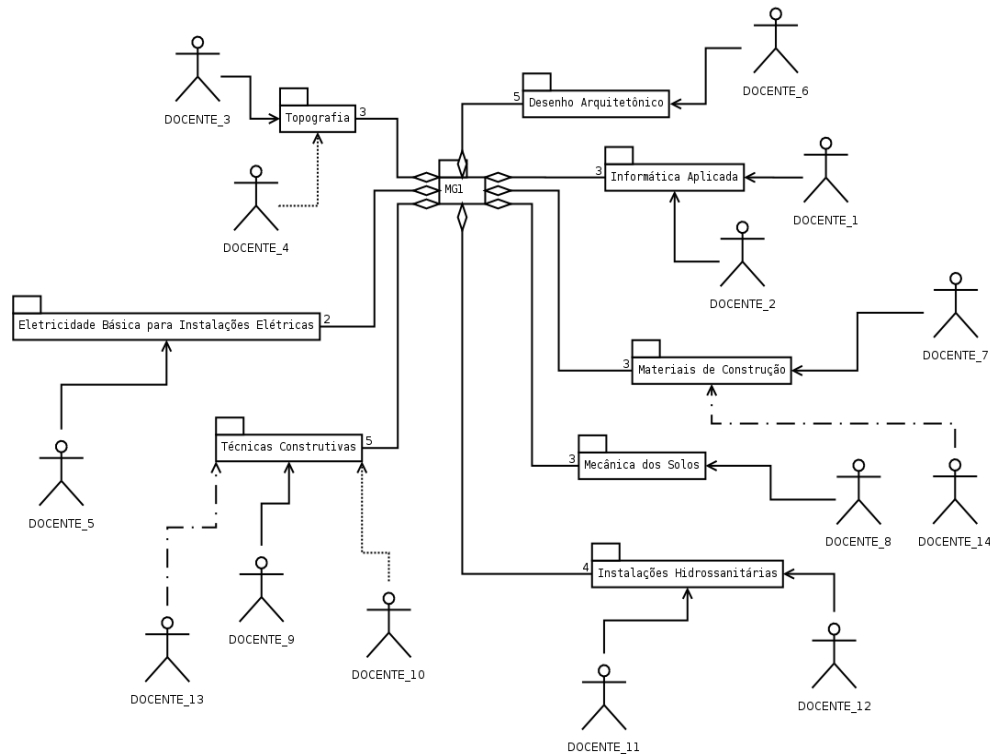


Figura 1 – Comprometimentos, descomprometimentos e novos comprometimentos de docentes com as unidades curriculares do MG1.

A simbologia adotada utiliza setas para a definição dos comprometimentos dos docentes, sendo que se a linha for contínua, sinaliza-se que o comprometimento está mantido. Caso o estilo de linha seja pontilhado, está caracterizada a situação de um descomprometimento do docente com a unidade curricular. Neste caso, o docente não será responsável pela unidade curricular em um determinado semestre, por exemplo. A situação que indica um novo comprometimento será assinalada com uma linha em estilo centrado (traço-ponto-traço). Por exemplo, com relação à unidade curricular de Técnicas Construtivas, o DOCENTE_9 mantém seu comprometimento, enquanto que o DOCENTE_10 deixa de estar comprometido. Por sua vez, o DOCENTE_13 passa a ter um comprometimento com a unidade curricular.

Os grupos de unidades curriculares são interligados ao grupo que define o módulo (MG1, para o primeiro semestre do curso), por uma relação de herança, assinalada por um losango na extremidade que indica o grupo principal, e um número na ligação com o ícone de grupo da unidade curricular. Este número será utilizado para indicar a multiplicidade de carga horária para cada unidade curricular. Por exemplo, a unidade curricular de Técnicas Construtivas terá cinco horas-aula semanais. Esta notação de herança é adotada também pela *UML* (Miles; Hamilton, 2006) e também é definida para o modelo *MOISE⁺* por Hübner (2003).

2.5.2 Reorganização de Turmas

A reorganização de turmas utilizando o modelo *MOISE⁺EDU* pode ser realizada conforme exemplificado na Figura 2, para o caso da unidade curricular de Materiais de Construção, ofertada no MG1 de EDI.

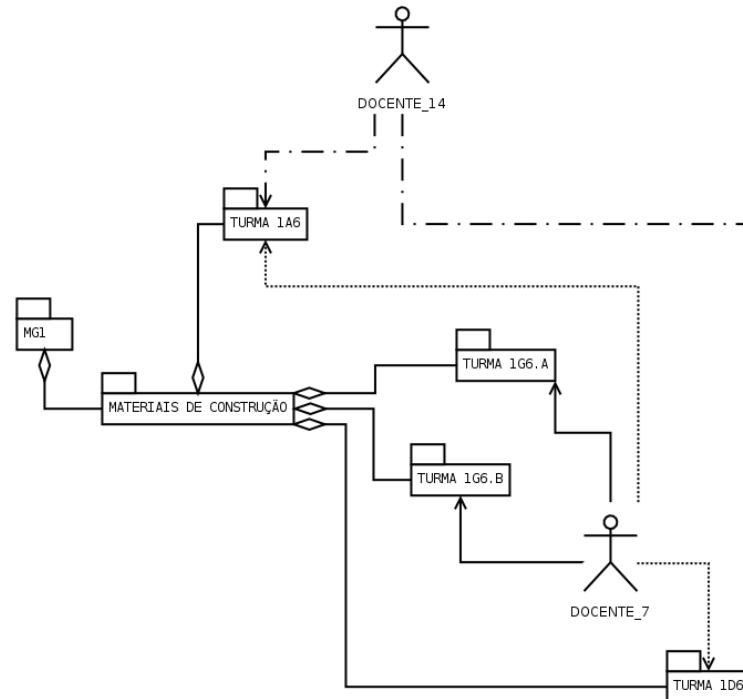


Figura 2 – Reorganização de comprometerimentos de docentes com as turmas da unidade curricular de Técnicas Construtivas no MG1.

O estudo de caso foi realizado para a situação analisada para o semestre 2007/2, sendo que o agente DOCENTE_7, anteriormente era o único docente comprometido com a unidade curricular (no semestre 2007/1). Após a reorganização, o agente DOCENTE_14 foi incluído para um novo comprometimento (estilo de linha centrado), sendo que será responsável pelos grupos TURMA 1A6 (turno da manhã) e TURMA 1D6 (turno da tarde).

Por sua vez, o agente DOCENTE_7 estará comprometido somente com os grupos TURMA 1G6.A e TURMA 1G6.B (turno da noite), abandonando os comprometimentos com os grupos TURMA 1A6 e TURMA 1D6 (estilo de linha pontilhado), que passam a ser responsabilidade do agente DOCENTE_14.

A visualização da nova situação é útil ao agente COORDENADOR_PEDAGÓGICO do curso, pois permite identificar visualmente os comprometimentos dos agentes DOCENTES envolvidos com as unidades curriculares, com suas respectivas turmas. É importante salientar, que o histórico das alterações realizadas não se perde, ajudando na compreensão da nova situação criada no curso, ao ingressar em um novo semestre letivo. Neste caso, é importante que o curso tenha em sua biblioteca virtual todos os arquivos gerados a cada semestre letivo, facilitando inclusive a inspeção pelos organismos competentes, o que passa a ser bastante útil no caso de uma avaliação do curso pelo MEC.

2.5.3 Reorganização de Conteúdos nas Unidades Curriculares

“Chamaremos de condutas culturais as configurações comportamentais que, adquiridas ontogeneticamente na dinâmica comunicativa de um meio social, são estáveis através de gerações.” (MATURANA; VARELA, 2003, p.223)

A configuração de uma determinada conduta cultural nos conduz a estabelecer a reorganização da especificação funcional, que relaciona os planos de uma unidade curricular, incluindo suas metas e missões, a Figura 3 ilustra um exemplo de diagrama para o modelo $MOISE^+_{EDU}$.

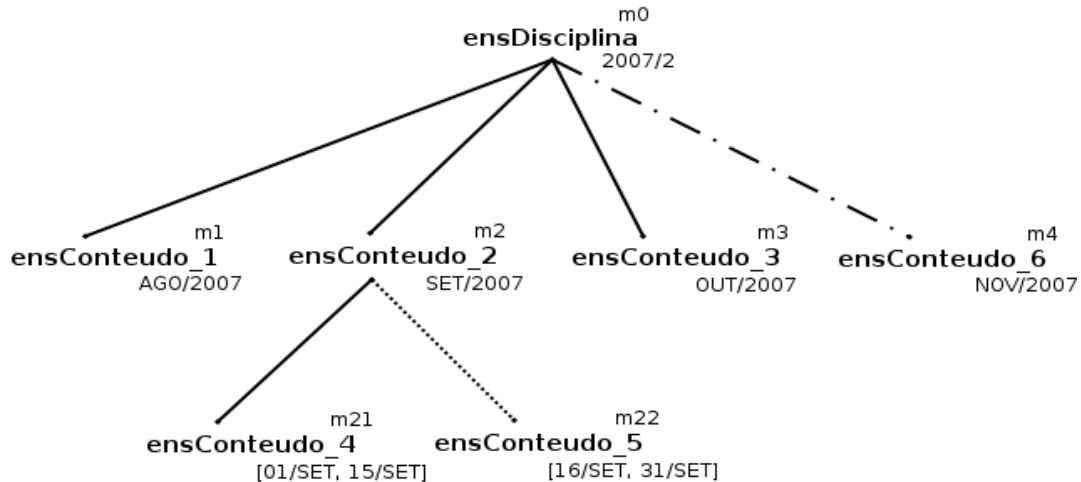


Figura 3 – Reorganização da especificação funcional de uma unidade curricular.

O diagrama mostra que as metas *ensConteudo_1* (a ser atingida em AGO/2007), *ensConteudo_2* (a ser atingida em SET/2007), *ensConteudo_3* (a ser atingida em OUT/2007), *ensConteudo_4* (a ser atingida no período de 01/SET até 15/SET), estão mantidas no semestre 2007/2 (usou-se como convenção, o estilo de linha contínua). Por sua vez, a meta *ensConteudo_5* (a ser atingida no período de 16/SET até 31/SET) deixa de fazer parte do conjunto de metas a serem atingidas (usou-se como convenção, o estilo de linha pontilhado).

Observe-se que esta alteração pode ser motivada por diversos fatores, que podem incluir, por exemplo, uma reformulação curricular prevista para o semestre reorganizado. Uma nova meta (*ensConteudo_6*, a ser atingida em NOV/2007) é incluída (usou-se como convenção, o estilo de linha centrado), devendo ser atingida pelo(s) agente(s) que estiverem comprometidos com a meta *ensDisciplina*, em 2007/2.

Com relação aos comprometimentos de docentes com as missões, este pode ser definido a partir de diagrama de especificação deontica, ilustrado na Figura 4. Neste caso, o agente *DOCENTE_A*, mantém seus comprometimentos com as missões *m1* e *m21* (setas em estilo de linha contínua), deixando de estar comprometido com as missões *m22* e *m3* (setas em estilo de linha pontilhado), enquanto que o agente *DOCENTE_B*, passa a ter comprometimentos com as missões *m3* e *m4* (setas em estilo de linha centrado).

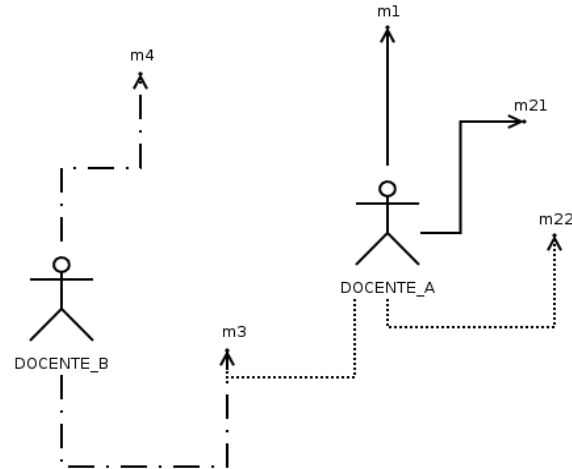


Figura 4 – Reorganização da especificação deôntica de uma unidade curricular.

3. Considerações Finais

O procedimento metodológico apresentado neste trabalho é fundamentado na modelagem da organização e reorganização de cursos, sendo mediada pelo uso da tecnologia de sistemas multiagentes, com utilização do modelo $MOISE^+$ (Hübner, 2003) (Hübner; Sichman; Boissier, 2002), adaptado ao caso educacional, passando a ser denominado $MOISE^+_{EDU}$. O objetivo principal na adoção da metodologia proposta consiste na obtenção de uma melhoria na qualidade de ensino, a partir de um melhor entendimento do funcionamento do curso modelado.

Pretende-se confirmar a eficácia do modelo, visto que está sendo utilizado pelos docentes e coordenador de EDI, na reestruturação de suas idéias e atividades didático-pedagógicas e de coordenação.

Na atual fase do desenvolvimento deste trabalho, está ocorrendo o trabalho de reorganização de EDI, com a participação do envolvidos, no desenvolvimento orientado de diagramas com aplicação do modelo. Os diagramas em desenvolvimento estão sendo utilizados na reorganização do curso, com o objetivo de encorajar os docentes a participarem mais ativamente na definição de novas metodologias de ensino, para a obtenção de melhores resultados nas atividades de ensino-aprendizagem, e conseqüentemente atingir o alvo principal, que é o aluno. Desta forma, pretende-se obter um curso melhor e mais adaptado ao mundo contemporâneo.

Note-se, ainda, que o envolvimento de cada docente responsável pelas áreas e unidades curriculares, inclui a construção pessoal de diagramas $MOISE^+_{EDU}$, com a devida supervisão do engenheiro de conhecimento e da supervisão pedagógica do curso.

Inclui-se, também, a possibilidade de uma futura inclusão de itens multimídia que seriam complementares aos diagramas, tais como imagens e vídeos relacionados aos itens constituintes das bases científicas e tecnológicas, relativas à área de construção civil. Isso possibilitará a conversão de dados educacionais complexos em formulários visuais que comportem recursos hipermídias que complementaríamos as informações apresentadas pelos diagramas do modelo $MOISE^+_{EDU}$. Pretende-se trabalhar com esta possibilidade em futuros trabalhos a serem desenvolvidos.

A modelagem de outros cursos, além de EDI, também está sendo experimentada no CEFET-RS, incluindo a implantação de um novo curso de EDI, na modalidade ensino integrado com as disciplinas do ensino médio.

A seqüência deste trabalho também deverá incluir a implementação de um editor gráfico hipermídia, especificamente desenvolvido para a construção dos diagramas propostos para o modelo $MOISE^+_{EDU}$. Pretende-se que através deste editor, de utilização semelhante ao *Cmap Tools* (Novak, 2002), o usuário (docente ou coordenador de curso) construa os diagramas, e o aplicativo gere automaticamente uma codificação XML (Dick, 2003), de forma a permitir o armazenamento das informações educacionais modeladas em uma base de dados que poderá ser visualizada através da Internet.

Espera-se, que a partir de consultas a esta base de dados, seja possível aos docentes e coordenadores uma análise mais adequada dos desenvolvimentos pedagógicos e curriculares envolvidos.

4. Referências Bibliográficas

BRIOT, J. P.; DEMAZEAU, Y. **Principes et Architecture des Systèmes Multi-Agents**. Paris: Hermes, 2002.

DICK, K. **XML: A Managers's Guide**. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003.

DUARTE, G. D.; COSTA, A. C. da R.; CARNEIRO, M. L. F. Diagramas $MOISE^+$ para Organização de Cursos na UAB/CEFET-RS. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, CINTED-UFRGS, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 1-10, jul. 2007.

HÜBNER, J. F. **Um Modelo de Reorganização de Sistemas Multiagentes**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, 2003. 224 p. Tese de Doutorado.

HÜBNER, J. F.; SICHMAN, J. S.; BOISSIER, O. $MOISE^+$: Towards a Structural, Functional, and Deontic Model for MAS Organization. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, Bologna, p.501-502, 2002.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. 3. ed. São Paulo: Palas Athena, 2003. 288 p.

MILES, R.; HAMILTON, K. **Learning UML 2.0**. Cambridge: O'Reilly Media, 2006.

NOVAK, J. D. Using concept maps to facilitate classroom and distance learning. SCUOLA & CITTÀ. Roma: La Nuova Italia, v.2, p.112-114, 2002.

SASTRE, J. R. de S. et al. **Curso Técnico de Edificações: Construção Civil – Projeto de Reforma**. Pelotas: CEFET-RS, 2004.

VÁZQUEZ-SALCEDA, J.; DIGNUM, V.; DIGNUM, F. Organizing Multiagent Systems. AUTONOMOUS AGENTS AND MULTI-AGENT SYSTEMS, Hingham-MA: Kluwer Academic Publishers, v.11, i.3, p.307-360, nov. 2005.