

Um Ambiente Integrado para Apoiar a Avaliação da Aprendizagem Baseado em Mapas Conceituais

Ana Marina Teixeira Araújo¹, Crediné Silva de Menezes¹, Davidson Cury¹

1Departamento de Informática – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Avenida Fernando Ferrari, s/n – 29.000-000 – Vitória – ES – Brasil
{amaraujo, credine, dede}@inf.ufes.br

Resumo. Propomos neste trabalho um ambiente para a avaliação do processo da aprendizagem baseado em mapas conceituais, com facilidades para atender de maneira particular tanto ao professor quanto ao aluno. Seu objetivo é integrar as tarefas de construção e avaliação de mapas conceituais, facilitando o acompanhamento da evolução do aluno e da turma como um todo, oferecendo *feedback* ao aluno e ajudando o professor a verificar a qualidade do seu material didático e planejar suas atividades futuras. Mapas Conceituais são uma valiosa ferramenta metacognitiva que vem sendo usada com bastante êxito em processos educacionais. Neste artigo discutimos também o uso deles como instrumento de avaliação, tendo em vista o crescente número de pesquisadores que os têm adotado por sua maior eficiência e confiabilidade quando comparados com os métodos tradicionais.

Palavras Chave: informática na educação, avaliação da aprendizagem, mapas conceituais.

1. Introdução

A avaliação da aprendizagem tem sido feita por meio de testes. Entretanto, as duas últimas décadas têm mostrado ampla insatisfação dos pesquisadores e educadores com relação à eficiência e confiabilidade desses testes principalmente porque os problemas relacionados à avaliação da aprendizagem são, em geral, difusos, complexos e, muitas vezes, intratáveis. Por exemplo, testes do tipo prova (múltipla escolha ou dissertativa) são comumente usados para contabilizar os acertos e descartar os erros. Sob um ponto de vista construtivista, as respostas não-esperadas ou não-pertinentes não são consideradas como erros, mas como componentes intelectuais valiosos a serem analisados. São esses supostos erros que podem trazer informações preciosas na busca do entendimento dos processos mentais envolvidos na aprendizagem.

Testes tradicionais só conseguem cobrir uma pequena parcela de todo conhecimento objetivado pela instrução. E pior, eles não dão nenhuma possibilidade ao aprendiz de mostrar como organizou e construiu seu conhecimento. Além disso, para um grupo de estudantes que tenham acertado as mesmas questões, fica impossível determinar o conhecimento relativo

de cada um, isto é, quem sabe mais ou menos sobre o assunto em foco. Testes que requerem apenas lembrança ou reconhecimento de informação bem específica podem ser adequados à avaliação da aprendizagem mecânica, mas falham quando as estruturas cognitivas do aprendiz foram modificadas. E são exatamente essas modificações que influenciam na aprendizagem futura, na resolução de problema e na criatividade [Nova 1998].

Testes objetivos (múltipla escolha, verdadeiro-falso), mesmo quando relativamente bem projetados, tendem a encorajar a memorização arbitrária de informação sacrificando, em geral, aqueles aprendizes que construíram, de maneira própria, conhecimento sobre um dado domínio. De acordo com Holden [Hold 1992], 95% dos itens dos testes de matemática avaliam não mais que habilidades superficiais de raciocínio, tal como memorização, e falham na avaliação das funções de nível mais profundo que ocorrem na resolução criativa de problemas.

A busca de mais fidelidade para a avaliação tem levado pesquisadores a identificar certas características (tais como, estrutura e logística, padrões de pontuação e classificação, confiabilidade, validade etc.) que os testes

devem possuir [Wigg 1989]. O problema é que a implementação de programas de avaliação que atendam a essas características é consideravelmente difícil. Algumas técnicas alternativas (portfólio, teste de desempenho, relatórios, entrevistas etc) têm sido experimentadas, mas além de serem difíceis de implementar, ainda cobrem apenas uma pequena quantidade dessas características e, assim mesmo, de forma questionável [Puck e Blac 1994].

Mais recentemente começam a surgir técnicas alternativas para avaliar a aprendizagem. Dentre elas, os Mapas Conceituais [Ausu, Nova e Hane 1979; Nova e Gowi 1984] ocupam posição destacada. Mapas Conceituais têm sido desenvolvidos por grupos de pesquisa com o objetivo de atender as necessidades da avaliação da aprendizagem. Os resultados obtidos demonstram com que facilidade e precisão eles mapeiam com sucesso as modificações - características fundamentais da aprendizagem construtivista - que ocorrem na estrutura conceitual do estudante. Validade e confiabilidade ficam, dessa forma, garantidas.

Entretanto, o advento dessa nova forma de avaliação traz consigo uma sobrecarga de trabalho necessário para o seu processamento, o que pode ser um fator de inibição de seu uso. Surge então a necessidade de se construir ambientes computacionais para apoiar professor e aluno nesta nova tarefa visando tirar o melhor proveito da abordagem.

Este artigo apresenta uma proposta de ambiente para apoiar a construção e avaliação de mapas conceituais, cujo objetivo é oferecer ao professor informações importantes a respeito da análise de mapas conceituais construídos pelos alunos. Essas informações visam ajudar o professor a conhecer melhor seus alunos, para que ele possa orientá-los mais adequadamente e planejar melhor as tarefas durante um curso.

Na próxima seção, apresentamos o conceito de mapas conceituais e sua utilização como ferramenta educacional. Na seção 3 é apresentado o uso específico dos mapas conceituais na educação como ferramenta de avaliação. A seção 4 propõe um ambiente computacional de apoio à avaliação utilizando mapas conceituais. A seção 5 traz as conclusões deste artigo e a seção 6 as referências bibliográficas.

2. Mapas Conceituais

Mapas Conceituais [Nova e Gowi 1984] são recursos para a representação de conhecimento que se constituem numa rede de nós, representando os conceitos ou objetos, conectados por arcos com rótulos descritores das relações entre pares de nós. Eles têm sido utilizados para o mapeamento dos conteúdos previstos ou estabelecidos em projetos educacionais e, portanto, ligados a propostas pedagógicas, e a interpretação dos mesmos é deixada para os professores ou para os especialistas (humanos) em educação. Mais recentemente começam a ser também utilizados para a representação de conhecimento de maneira tal que possam ser interpretados por computador. A figura 1 é um exemplo de Mapa Conceitual que representa uma parte significativa de todo o texto escrito até aqui.

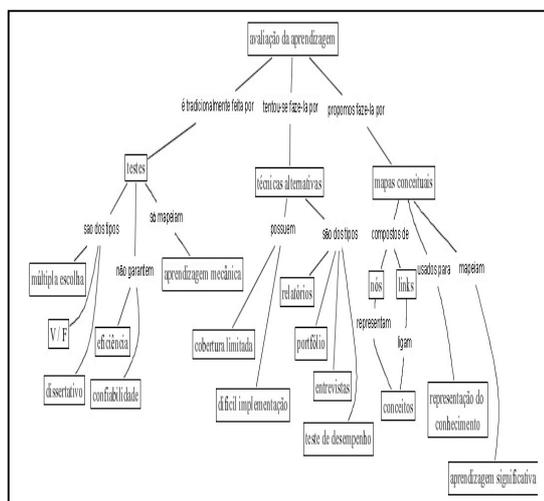


Figura 1 - Mapa Conceitual representando (parcialmente) o texto acima.

Os mapas conceituais vêm sendo utilizados em várias áreas, para vários fins. Na educação, para organizar o conteúdo a ser trabalhado durante um curso, para ajudar o estudante a interrelacionar os conceitos envolvidos em uma sessão de aprendizagem e para investigar o seu entendimento sobre um determinado tópico. Em gerenciamento, para representar as estruturas conceituais envolvidas na tomada de decisões, onde são conhecidos como mapas cognitivos. Na organização do trabalho em equipe, para planejar e avaliar projetos [Kats 1997]. Em inteligência artificial, para representar formalmente o conhecimento, onde são conhecidos como redes semânticas. Na aquisição de conhecimento, para levantar o conhecimento de especialistas; em história da ciência, para modelar processos de mudanças conceituais em revoluções científicas [Krem e Gain 1994].

2.1. Aplicações Educacionais para os Mapas Conceituais

Podemos encontrar na literatura vários benefícios da utilização de mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem, em detrimento ou em conjunto com outras ferramentas educacionais. Por serem considerados ferramentas “abertas”, já que não trazem informações prévias em excesso aos alunos, além de apenas um pequeno conjunto de regras para sua utilização, os mapas conceituais deixam os professores e alunos livres para explorar o conhecimento dentro do campo de estudo de seus interesses [Souz 2001].

Devido a sua representação gráfica, os mapas conceituais tiram proveito da capacidade humana de reconhecer padrões em imagens para facilitar a aprendizagem e recuperação de conhecimento.

Materiais didáticos estruturados sob a forma de mapas conceituais organizam o conhecimento de um determinado domínio, ajudando a tornar evidentes para o aluno os principais conceitos e proposições a serem aprendidos e ainda sugerir ligações entre o conhecimento novo e aquele que o aluno já conhece.

Os mapas conceituais são muito úteis para representar a estrutura cognitiva que um aprendiz possui a respeito de um domínio de conhecimento específico, mostrando os conceitos conhecidos pelo aluno e as ligações que ele reconhece entre estes conceitos. Podem ser usados tanto como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno, quanto para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante o processo de aprendizagem [More e Buch 1987].

A elaboração e re-elaboração de mapas conceituais e o compartilhamento com os outros pode ser visto como um esforço conjunto na atividade de pensar. Os mapas conceituais podem ser desenvolvidos individualmente, com a ajuda de um professor, ou por um grupo em um trabalho de colaboração. Devem ser redesenhados várias vezes para tornar cada vez mais claras as relações entre os conceitos representados no mapa.

Em resumo, os mapas conceituais podem ser úteis tanto para os alunos quanto para os professores em várias tarefas. Para o professor, os mapas conceituais podem auxiliar em suas tarefas rotineiras como, por exemplo [Nova e

Gowi 1984], [Taro, Anor, Fabr, Konr e Kell 2000]: planejar e organizar currículos; organizar o material didático a ser utilizado; identificar e explorar o conhecimento que o aluno já possui; mostrar aos alunos o que será apresentado ao longo do curso; manter a atenção dos alunos nos conceitos chave e nas relações entre eles; reforçar a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos; verificar a aprendizagem; avaliar o processo de ensino, durante ou após a conclusão do curso.

Podem ser usados pelo estudante, por exemplo, para [Taro, Anor, Fabr, Konr e Kell 2000]: expressar seu conhecimento a respeito de um determinado assunto; identificar a integração dos tópicos; fazer anotações; resolver problemas; planejar o estudo e/ou a redação de grandes relatórios; extrair significado em livros, estudos em laboratório, estúdio e campo; guiar a leitura de artigos em jornais, revistas e publicações científicas; planejar a construção de um trabalho, artigo ou exposição; preparar-se para avaliações; e, principalmente, desenvolver uma visão crítica da organização do seu próprio conhecimento.

As estratégias para ensinar alunos a utilizarem mapas conceituais para expressar seu conhecimento a respeito de um determinado domínio devem ser adaptadas de acordo com a idade e nível de graduação de cada turma. Vários autores sugerem uma seqüência de etapas que devem ser seguidas para facilitar a construção dos mapas como, por exemplo, [Kats 1997], [Kawa e Fern 1996], [Nova e Gowi 1984] e [Whit e Guns 1997].

Várias ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar a construção de mapas conceituais, dentre as quais podemos citar como exemplo o CMap Tools [Souz 2001] e o KMap [Gain e Shaw 1995], que vêm sendo utilizados em vários projetos desenvolvidos pelo mundo. De maneira geral, estas ferramentas oferecem aos seus usuários as seguintes facilidades: elaborar mapas individualmente ou em grupo; visualizar os mapas por inteiro ou por partes; criar vários tipos de nós, alterando sua forma e cor, para torná-los distintos e mais atrativos; relacionar mídias distintas (URLs, vídeos, imagens, sons, ícones, outros mapas etc.) aos conceitos representados no mapa; enviar os mapas via correio eletrônico ou publicá-los em servidores para apreciação de qualquer pessoa com acesso a Internet, permitindo, desta forma, compartilhamento entre estudantes do conhecimento expresso em mapas individuais; acessar os diversos mapas e mídias disponíveis

nos vários servidores distribuídos pela rede, a partir de qualquer nó.

3. Usando Mapas Conceituais para Avaliação da Aprendizagem

Escolher uma ferramenta de avaliação é um grande desafio para professores devido a diversidade de objetivos de aprendizagem, a diversidade de aspectos que evidenciam a aprendizagem, a diversidade de ferramentas e recursos disponíveis, e os vários aspectos a serem avaliados [Turn, Atma e Adam 2000].

O uso de mapas conceituais como ferramentas de avaliação requer a consideração de duas questões: como os mapas serão construídos e como serão interpretados. Para propósitos de avaliação, os mapas conceituais podem ser construídos de duas maneiras:

- Diretamente, o aluno constrói o mapa a partir de um conjunto fixo de conceitos ou se limitando a um domínio específico;
- Indiretamente, pelo professor ou por um sistema, a partir das respostas dadas pelo aluno a testes escritos ou entrevistas, ou ainda a partir das ações tomadas pelo aluno em um ambiente de apoio a aprendizagem;

O mapa conceitual construído por um estudante é uma representação explícita do seu entendimento a respeito de suas estruturas cognitivas que pode ser usada para comunicar este entendimento a outras pessoas [Temp e Mars 2001]. Não se pode considerar que um mapa conceitual seja a representação completa dos conceitos e proposições relevantes que o estudante conhece, mas podemos afirmar que é uma aproximação com a qual pode-se trabalhar a avaliação.

Pelo fato dos mapas conceituais serem explícitos, ou seja, mostrarem a representação que uma pessoa identifica para conceitos e proposições, eles possibilitam que professores e alunos compartilhem pontos de vista sobre a validade ou qualidade de uma ligação proposicional e ainda que se reconheçam ligações ausentes entre conceitos que sugerem a complementação da aprendizagem.

As conexões que o estudante consegue enxergar entre conceitos devem ser encaradas como o maior indicativo de sucesso na aprendizagem, pois quanto mais interconectada estiver a representação do conhecimento feita pelo estudante, mais provavelmente ele irá lembrar

a informação no momento que precisar utilizá-la.

Além do conhecimento adquirido pelo estudante, a avaliação de mapas conceituais consegue mostrar ao professor vários outros aspectos do processo de ensino/aprendizagem como, por exemplo, conceitos mal formados ou falhas no conhecimento; habilidade de organização; características cognitivas; profundidade com que o aluno processa um determinado conteúdo; estruturas conceituais; hierarquização, diferenciação, discriminação e integração de conceitos; mudanças conceituais e aprendizagem significativa [Know 2001].

A avaliação de mapas conceituais pode ser feita pelo professor de duas maneiras [Turn e Atman, 2000]:

- Através da análise individual do mapa conceitual construído pelo aluno, verificando características como, por exemplo, o número de conceitos representados, o número de ligações entre conceitos, o número de ligações cruzadas, o número de níveis hierárquicos e o número de exemplos citados;
- Através da comparação do mapa do aluno com um mapa desenvolvido por um especialista.

Em uma perspectiva quantitativa, geralmente são avaliados em um mapa conceitual o número de conceitos, a presença (ou ausência) de conceitos importantes, o número de links, o número de links cruzados (links entre conceitos localizados em regiões diferentes do mapa conceitual ou entre mapas distintos), a correção dos links, o número de níveis hierárquicos e o número de exemplos.

É importante lembrar que muitas vezes o professor não pode afirmar que uma ligação entre dois conceitos seja errada. É possível que o estudante construa ligações diferentes daquelas consideradas corretas pelo professor e não necessariamente erradas. Existem várias maneiras de se ligar dois conceitos e cada uma delas tem um significado ligeiramente ou até mesmo totalmente diferente, o que muitas vezes fica explícito através da nomeação das linhas de ligação entre conceitos.

Dessa maneira, uma avaliação qualitativa mostra-se mais justa e esclarecedora que a puramente quantitativa. A maneira mais adequada de se avaliar um mapa conceitual é não considerar os conceitos isoladamente, mas

sim os conceitos em relação a sua vizinhança. Geralmente, a avaliação qualitativa é feita a partir de uma comparação do mapa conceitual do aluno com um ou mais mapas construídos por especialistas ou por um sistema com base no conteúdo de um livro.

Uma abordagem interessante e muito enfatizada por vários autores é pedir aos estudantes para construir mapas conceituais na primeira semana de um curso. Estes mapas podem ser muito úteis para preparar os estudantes para uma sessão de aprendizagem, tornando-os conscientes das suas idéias a respeito do assunto a ser discutido e para fornecer ao professor uma visão dos conceitos já conhecidos pelos estudantes e do seu nível de entendimento.

A atualização dos mapas no decorrer do curso possibilita verificar a evolução do aluno, através das mudanças ocorridas nos pontos de vista do estudante a respeito do assunto. Espera-se que a mudança entre o mapa inicial e o mapa resultante ao final do curso reflita o desenvolvimento das idéias do estudante desde o estágio de pré-concepção até a estruturação do tópico da maneira que foi discutido no curso [Väis e Kurk 2001].

A análise dos mapas conceituais dos alunos como um todo, dentro de uma turma, fornece dados para o professor que possibilitam o refinamento dos objetivos da aprendizagem, o refinamento das estratégias pedagógicas, a identificação de ferramentas de avaliação adequadas a determinadas situações e o entendimento de como os objetivos da aprendizagem estão sendo percebidos pelos estudantes [Turn, Atma e Adam 2000].

Não se pode dizer que um mapa esteja mais certo que outro, mas pode-se inferir qual tipo de percurso e de material utilizado pode levar a uma melhor construção de conceitos [More e Buch 1987]. A estrutura do mapa conceitual do estudante possibilita a identificação de erros conceituais e do estado de percepção do estudante, possibilitando ao professor preparar correções didáticas no momento correto e soluções para remediar os erros.

4. Ambiente de Apoio à Avaliação Usando Mapas Conceituais

Propomos aqui um ambiente para atender a alunos e professores, com características particulares para auxiliar no trabalho de cada tipo de usuário. Seu objetivo é integrar as tarefas de construção e avaliação de mapas

conceituais, facilitando o acompanhamento da evolução do aluno e da turma como um todo, oferecendo feedback ao aluno e ajudando o professor a verificar a evolução dos alunos e qualidade do seu material didático e planejar suas atividades futuras. A figura 2 mostra a arquitetura do ambiente proposto.

4.1. Apoio Automatizado à Análise do Material Didático

Seu objetivo é identificar palavras relevantes dentro do conteúdo do material didático cadastrado no sistema. O professor pode definir uma frequência mínima desejada de ocorrência de uma palavra no texto para que o sistema a considere relevante. Com base nesta frequência, o sistema faz uma varredura no conteúdo do material didático e apresenta ao professor uma lista de palavras que considera importantes, com suas respectivas frequências de ocorrência dentro do material.

Avaliando a lista de palavras apresentada pelo sistema, o professor pode desconsiderar palavras que não considere relevantes; classificar as palavras como conceito ou relação; associar sinônimos às palavras da lista a fim de aumentar o conjunto de palavras que poderão ser usadas na construção dos mapas conceituais dos alunos; e cadastrar conceitos subseqüentes¹, que ele considera que o aluno deve conhecer antes de trabalhar com o material didático. Todas as palavras identificadas pelo analisador automático ou informadas pelo professor são guardadas em uma *Base de Conceitos e Relações*, relacionadas ao material didático analisado.

4.2. Planejamento de Atividades para os Alunos

O professor pode planejar as atividades a serem desenvolvidas pelos alunos de um curso. Cada atividade é definida por um material didático que deve ser lido por um aluno, a data de início da atividade, o prazo de entrega e uma ou mais perguntas (*focus questions*) feitas pelo professor, as quais servem para motivar a discussão e reflexão a respeito do assunto tratado no material didático.

Para cada atividade planejada, o aluno deve construir um mapa conceitual que representa seu entendimento a respeito do assunto tratado no material.

¹ Ponto de ancoragem de um novo conceito na estrutura cognitiva [Ausu 1968]

As atividades podem ser planejadas antes do início do curso e modificadas ao longo do período, de acordo com a percepção do professor, formada a partir das informações fornecidas pelo ambiente de avaliação sobre a evolução dos alunos. Caso considere necessário, o professor pode criar uma atividade individual para um aluno, por exemplo, quando perceber que o aluno está precisando de um reforço em um determinado tópico, ou considerar que um determinado material é mais adequado ao perfil de um aluno em particular ou ao nível de desenvolvimento em que ele se encontra.

Ao longo do curso, de acordo com as discussões em sala de aula, o professor também pode sentir a necessidade de incluir ou alterar uma pergunta motivadora associada à atividade para alguns alunos ou mesmo para toda a turma.

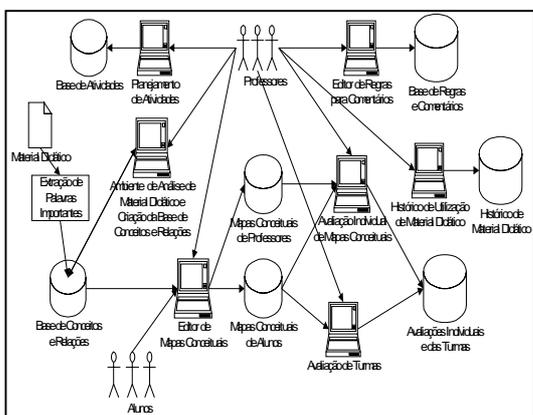


Figura 2 - Ambiente de Apoio a Avaliação Utilizando Mapas Conceituais

Após a programação da atividade o sistema oferece ao professor uma análise na qual ele verifica se os alunos para os quais o professor está planejando a atividade conhecem os conceitos subsunçores necessários para a aprendizagem dos conceitos abordados no material didático escolhido. O sistema verifica se estes subsunçores estão presentes nos mapas conceituais já construídos anteriormente pelos alunos, seja no mesmo curso ou até mesmo em cursos anteriores. Caso o sistema encontre alguma falta, ele apresenta ao professor a lista de alunos que precisam de um reforço e indica, para cada aluno, materiais didáticos a serem usados como introdução para a abordagem do assunto. A análise do material didático feita pelo professor e os registros feitos por outros professores a respeito do uso anterior desse material, fornecem os subsídios para que o sistema sugira a utilização de outros materiais didáticos introdutórios.

4.3. Programação de Avaliação da Turma

Durante o andamento do curso, o sistema realiza avaliações periódicas da turma como um todo para que o professor possa acompanhar o crescimento da turma e replanejar as ações, quando for conveniente.

4.4. Editor de Mapas Conceituais

O editor deste ambiente é responsável por oferecer ao professor e ao aluno uma série de facilidades para se criar e manipular mapas conceituais referentes a cada material didático utilizado durante o curso.

Caso o professor ache conveniente para fins de avaliação, a criação de um mapa conceitual pode ser feita a partir de um conjunto fechado de palavras, extraídas da Base de Conceitos e Relações. O sistema seleciona automaticamente estas palavras na base através do seu relacionamento com o material didático a ser mapeado.

Além disso, pode-se construir um mapa conceitual totalmente novo ou iniciar a construção de um mapa a partir de um outro mapa conceitual construído anteriormente para outro material didático, caso os assuntos tratados sejam relacionados.

O seguinte conjunto de funções estará disponível para o usuário durante a construção de mapas conceituais: adicionar novo conceito em uma posição específica do mapa; adicionar novo relacionamento entre dois conceitos já posicionados no mapa, indicando ou não um nome para o mesmo; incluir ligações entre um conceito ou relação e outro mapa conceitual; excluir um conceito, juntamente com todos os seus relacionamentos; excluir uma relação entre dois conceitos; mover um conceito para outra posição dentro do mapa; pintar um conceito com uma determinada cor podendo formar grupos de conceitos identificados por cores; gravar várias versões para um mapa conceitual; excluir um mapa conceitual e suas versões da base de dados do sistema; visualizar um mapa conceitual construído anteriormente (por exemplo, para verificar sua evolução durante o curso) ou por outro usuário; visualizar mapas conceituais construídos pelo Avaliador Automático de Mapas Conceituais (Mapa Evolutivo do Aluno, Mapa de Avaliação da Turma, Mapa Perfil do Aluno no Início de um Curso e Mapa Perfil da Turma no Início de um Curso).

4.5. Editor de Regras para Emissão de Comentários

Este editor é responsável por oferecer facilidades para que o professor, ao identificar no mapa de um aluno a ocorrência de algum aspecto que requeira orientação, crie um comentário a ser enviado ao aluno após a avaliação do mapa conceitual do mesmo, como forma de *feedback*. O ambiente “aprende” com as regras definidas pelo professor e, caso detecte a mesma situação em mapas conceituais de outros alunos, mesmo em turmas futuras, o comentário é enviado novamente.

Os comentários são pré-construídos pelo professor com base na identificação de situações comuns, reincidentes dentro de uma turma, e na previsão de formação indevida de conceitos e relações que o professor pode fazer com base no histórico de avaliações de turmas anteriores.

Para definir quando um comentário deve ser emitido a um aluno ou conjunto de alunos, o professor deve criar regras indicando o problema detectado e o consecutivo comentário a ser enviado, para os seguintes problemas: conceito colocado no mapa inadequadamente; conceito relevante ausente no mapa; relação entre conceitos colocada no mapa inadequadamente; relação relevante ausente no mapa; relação não rotulada. Podemos citar como exemplo regras do tipo:

- Caso não estejam presentes os conceitos x e y → emitir comentário A;
- Caso o conceito x esteja relacionado ao conceito y → emitir comentário B

4.6. Avaliação Individual do Aluno

A forma de avaliação proposta por este sistema não considera um mapa conceitual certo ou errado, mas procura identificar as formas como o aluno consegue representar os relacionamentos entre os conceitos estudados. As hierarquias sugerem a diferenciação entre conceitos por mostrarem inter-relações muito particulares entre conceitos. Variações na estrutura hierárquica permitem ao professor facilmente perceber possíveis mal entendidos ou a necessidade de uma integração mais cuidadosa entre conceitos.

No início de um curso, o sistema gera o mapa perfil para todos os alunos matriculados. Este mapa, que pode ser visualizado através do editor de mapas conceituais, tem o objetivo de possibilitar que o professor verifique se cada

aluno conhece os conceitos subsunçores necessários para a aprendizagem dos novos conceitos a serem trabalhados durante o curso, além de servir como base para a avaliação futura da evolução do aluno. Para cada item deste mapa perfil (conceito ou relação) é guardada a data em que o mesmo foi adicionado pela primeira vez em algum mapa conceitual do aluno. Além disso, os conceitos subsunçores recebem uma cor para destacá-los dos outros conceitos presentes no mapa conceitual.

O mapa conceitual construído pelo aluno é avaliado para se verificar quais os conceitos e relações, da lista de palavras consideradas relevantes pelo professor, durante a análise do material didático, foram representadas pelo aluno em seu mapa conceitual. Nesta etapa da avaliação, são analisadas as seguintes características do mapa conceitual do aluno: conceitos representados; conceitos não representados; relações válidas representadas; relações inválidas representadas; relações válidas não representadas; relações válidas rotuladas (com significado); relações válidas não rotuladas; níveis hierárquicos válidos dentro do mapa conceitual: associações onde o conceito subordinado é menos geral e mais específico do que o conceito desenhado acima dele; ligações cruzadas: relações válidas entre conceitos de diferentes segmentos da hierarquia representada no mapa conceitual (rotuladas e não rotuladas) e relações válidas com conceitos representados em outros mapas conceituais); exemplos: eventos ou objetos específicos que são instâncias válidas do conceito.

Após esta avaliação isolada, o mapa conceitual do aluno é comparado com os vários mapas construídos por professores referentes ao mesmo material didático e assunto, a fim de encontrar representações iguais ou semelhantes (análise de similaridade). Esta avaliação comparativa não se restringe a pares de conceitos, mas considera toda a vizinhança de um conceito a fim de tentar detectar relações subentendidas na representação do aluno.

O sistema faz ainda uma comparação entre o mapa conceitual que está sendo avaliado e mapas conceituais construídos anteriormente pelo aluno, a fim de sinalizar ao professor mudanças importantes que podem indicar o crescimento do aluno como, por exemplo:

- Um conceito ou relação que não consta do mapa conceitual do professor e havia sido colocado pelo aluno em algum mapa conceitual anterior, não aparece mais no mapa que está sendo avaliado. Este fato

pode indicar que concepções incompletas ou equivocadas foram resolvidas;

- O aluno, a partir de um conceito mais abrangente existente em mapas conceituais anteriores, conseguiu relacionar novos conceitos mais específicos, ou seja, o número de níveis hierárquicos partindo deste conceito aumentou. Este fato chama a atenção como um indicador preciso do grau de diferenciação de um determinado conceito para o aluno;
- Um conceito ou relação considerado válido estava presente em um mapa conceitual anterior do aluno e não aparece mais no mapa que está sendo avaliado. Este fato pode indicar que durante a aula ou a leitura do material didático concepções que já estavam aparentemente sedimentadas, foram reformuladas;
- O aluno representou um novo relacionamento entre conjuntos de conceitos ou proposições localizados em segmentos diferentes na hierarquia. Este fato pode indicar uma integração reconciliadora entre os conceitos envolvidos, o que leva a um melhor entendimento dos conceitos.

Finalmente, o sistema gera um mapa conceitual para possibilitar que, graficamente, o professor visualize a evolução do aluno durante o curso. Este mapa conceitual mostra o conjunto de todas as representações feitas nos mapas conceituais construídos anteriormente pelo aluno. Desta forma, são mostrados todos os conceitos e relações já incluídos pelo aluno, mesmo que já tenham sido excluídos. Para cada item deste mapa evolutivo (conceito ou relação) é guardada a data em que o mesmo foi adicionado pela primeira vez ao mapa ou a data em que ele foi excluído. Além disso, são atribuídas aos itens cores diferentes (variações no rgb) de acordo com sua frequência nas diversas versões do mapa do aluno. Este esquema de cores possibilita que o professor perceba quais os conceitos foram incluídos a mais tempo e os mais recentes.

4.7. Avaliação da Turma

No início do curso o sistema gera o mapa perfil da turma. Este mapa tem o objetivo de possibilitar ao professor verificar se a turma em geral conhece os conceitos subsunçores necessários para a aprendizagem dos novos conceitos a serem trabalhados durante o curso, além de servir como base para a futura

avaliação da evolução da turma no decorrer do curso. Para cada item deste mapa (conceito ou relação) é guardada a data em que o mesmo foi adicionado pela primeira vez em algum mapa de algum aluno. Além disso, os conceitos subsunçores recebem uma cor para destacá-los dos outros conceitos presentes no mapa conceitual. Esta cor varia de acordo com a frequência do conceito subsunçor nas diversas versões dos mapas conceituais dos alunos da turma.

No dia marcado para avaliação da turma, programado antecipadamente pelo professor, o sistema inicia automaticamente a avaliação da turma para o curso e assunto programados. Os resultados das avaliações individuais são sumariados, a fim de se detectar resultados recorrentes como, por exemplo: representações não existentes no mapa conceitual do professor que foram representadas por um número razoável de estudantes; o conjunto de conceitos e associações mais frequentes nos mapas dos alunos; o conjunto de conceitos e associações menos frequentes nos mapas dos alunos; relações não rotuladas recorrentes em mapas de alunos; a quantidade de alunos que não conseguiu incluir em seu mapa conceitual um determinado conceito; a quantidade de alunos que não conseguiu incluir em seu mapa conceitual uma determinada representação, ou seja, associação entre conceitos.

O sistema gera um mapa conceitual que representa graficamente o resultado desta avaliação. Para cada item deste mapa (conceito ou relação) é guardada a data em que o mesmo foi adicionado pela primeira vez ao mapa ou a data em que ele foi excluído. Além disso, são atribuídas aos itens cores diferentes (variações no rgb) de acordo com sua frequência nos diversos mapas de alunos da turma.

O sistema faz uma comparação entre o mapa conceitual gerado na avaliação da turma e os mapas gerados em avaliações anteriores, a fim de sinalizar ao professor mudanças importantes que podem indicar a evolução da turma como, por exemplo: conceitos ou relações menos frequentes em mapas da turma gerados em avaliações anteriores que passaram a aparecer no novo mapa da turma; conceitos ou relações muito frequentes em mapas da turma gerados em avaliações anteriores que não constam dos mapas conceituais construídos por professores e tiveram sua frequência diminuída no novo mapa da turma (isto pode significar que concepções mal formuladas anteriormente pelos alunos foram resolvidas); o aumento no número de

níveis hierárquicos dentro do novo mapa da turma gerado durante a avaliação (neste caso, pode estar ocorrendo diferenciação progressiva de alguns conceitos, aos quais outros conceitos mais específicos foram associados, o que também pode ser considerado uma evolução na aprendizagem).

Ao final de uma avaliação de turma, o ambiente apresenta ao professor todas as características comuns encontradas na comparação entre as avaliações individuais dos alunos da turma e o mapa de avaliação da turma gerado. Através destes resultados, o ambiente permite que o professor consiga, a cada instante, identificar qual o material didático é mais indicado para o ensino de determinado conceito, de acordo com o seu impacto na turma; estimar o que falta ser assimilado pelos alunos; verificar falhas em seu próprio mapa conceitual; e planejar melhor suas próximas atividades.

4.8. Registro de Experiência de Uso de Material Didático

A partir da avaliação de turmas, o sistema oferece ao professor informações que possibilitam identificar a “qualidade” de um determinado material didático, de acordo com a evolução que o mesmo causou em um aluno ou na turma. O professor pode registrar no sistema os resultados percebidos por ele na utilização de um determinado material didático para o ensino de um assunto dentro de um curso.

Podem ser guardadas informações como as turmas em que foi utilizado e os resultados obtidos em cada turma. Estas informações possibilitam a interação entre professores através das diversas opiniões e experiências registradas por todos, ajudando um professor futuramente a fazer uma escolha mais adequada do material didático a ser utilizado na exploração de um determinado conteúdo, para uma turma ou aluno em particular.

O professor fornece ao sistema as seguintes informações: estabelece uma nota para o material didático referente ao uso no ensino do assunto em questão (esta nota pode variar de -1 a 4 e deve refletir o impacto causado pelo mesmo na turma); indica os materiais usados em substituição ao mesmo, caso isto tenha ocorrido; indica materiais didáticos que foram usados em conjunto com o mesmo, caso isto tenha ocorrido; indica materiais didáticos que tratam dos subsunçores associados ao mesmo pelo professor, ou seja, que foram ou podem ser usados como materiais introdutórios ao assunto tratado no material em questão; indica outros

cursos e assuntos onde o material poderia ser utilizado; informa se o comentário é positivo ou negativo; escreve o comentário que desejar.

Caso no decorrer do curso, à medida que as avaliações vão sendo realizadas pelo sistema, o professor pode mudar sua opinião com relação a um determinado material didático ele pode modificar ou excluir o registro de sua experiência de uso feito a respeito do mesmo.

4.9. Consulta de Experiência de Uso de Material Didático

Ao ser alocado para ministrar um curso, o professor precisará fazer o planejamento de quais materiais didáticos irá utilizar para ensinar cada assunto programado para o curso. Além disso, no decorrer do curso, de acordo com os resultados das avaliações feitas pelo sistema, o professor poderá perceber que o material didático escolhido não foi eficiente para uma turma ou um aluno em particular e, então, decidir que precisa mudar seu planejamento, passando a utilizar outros materiais didáticos que não estavam programados.

Para ajudar nesta decisão de se fazer uma escolha dentre todos os materiais didáticos já cadastrados no sistema, o professor contará com uma ferramenta para buscar informações a respeito do uso anterior dos materiais, ou seja, os comentários registrados por ele mesmo ou por outros professores a respeito da experiência de uso do material didático para ensino de um assunto.

O professor pode fazer sua consulta por assunto, por palavra chave ou pelo nome do material didático. Além disso, os seguintes parâmetros de filtro podem ser configurados: autor do material didático; período de datas do cadastro do material didático no sistema; período de datas de registro da experiência de uso; período de utilização do material didático; mostrar somente comentários positivos, negativos ou ambos; nota mínima para que o material didático seja considerado.

Ao final da busca, o sistema apresenta, para cada comentário recuperado, as seguintes informações: dados gerais do material didático (nome, autores, etc.); nome do professor que registrou o comentário; data do registro da experiência de utilização do material didático; data da utilização do material didático; nota dada ao material didático; característica do comentário registrado (positivo ou negativo); materiais didáticos usados em substituição; materiais didáticos sugeridos para serem usados

em conjunto; materiais didáticos que tratam dos subsunçores associados; outros cursos e assuntos onde o material poderia ser utilizado; comentário escrito pelo professor.

5. Conclusão

Um protótipo para o ambiente proposto está sendo desenvolvido, com etapa de nossa pesquisa. Neste protótipo serão enfatizadas as ferramentas de avaliação individual de mapas conceituais e avaliação da turma, visto que vários editores de mapas conceituais podem ser facilmente encontrados no mercado e adaptados para o uso dentro deste ambiente.

Hoje já estamos utilizando os mapas construídos pelos alunos, a partir da leitura de artigos, como instrumento para orientar os debates durante as aulas, e a distância, em cursos de pós-graduação. Planejamos utilizar essa estratégia de avaliação em cursos de graduação e pós-graduação, logo que tivermos uma versão conveniente da ferramenta.

Consideramos que a construção de ambientes de apoio à avaliação usando mapas conceituais torna-se muito útil nos dias de hoje, quando os métodos tradicionais de avaliação vêm sendo bastante questionados pelos próprios professores e os mapas conceituais surgem como alternativa clara, consistente e justa de avaliação. A importância dos mapas se torna ainda maior quando nos damos conta que avaliações da aprendizagem mal feitas têm sido responsáveis por destruir uma parte considerável de nossos esforços em organizar informação e em assistir aprendizes na construção de seus conhecimentos, além de provocar consideráveis danos na estrutura psicológica do aprendiz.

6. Referências

- [Ausubel, Novak & Hanesian 1979] Ausubel, David P., Novak, Joseph D. e Hanesian, H. *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1979.
- [Aus 1968] Ausubel, David. *Psicologia Educacional: Uma Visão Cognitiva*. [2nd ed. 1978]
- [Gain e Shaw 1995] Gaines, Brian R.; Shaw, Mildred L. G. *Collaboration through Concept Maps*. Knowledge Science Institute. University of Calgary. Calgary, Canadá. Julho, 1995. Disponível na

Internet:

<http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/articles/CSCL95CM/>. Consultado em 12 de março de 2001.

- [Hol 1992] Holden, C. *Study flunks science and math tests*. Science, 258, 541, 1992.
- [Kats 1997] Katsumoto, S., *Q & A What is Concept Mapping*. Disponível na Internet: <http://trochim.human.cornell.edu/kb/conmap.htm> . Consultado em 14 de março de 2001.1997.
- [Kawa e Fern 1996] Kawasaki, Evelise I.; Fernandes, Clovis T. *Modelos para Projetos de Cursos Hiperídia*. Tese de Mestrado, Divisão de Ciência da Computação, Instituto Tecnológico da Aurenáutica. São José dos Campos. 1996.
- [Know 2001] Knowledge Manager: <http://www.conceptmaps.it/KM-Search-eng.htm>. Recuperado em 07/05/2001.
- [Krem e Gain 1994] Kremer, Rob; Gaines, Brian R. *Groupware Concept Mapping Techniques*. Proceedings SIGDOC'94: ACM 12th Annual International Conference on Systems Documentation. Pp. 156-165. New York: ACM Press, 1994.
- [More e Buch 1987] Moreira, Marco Antônio; Buchweitz, Bernardo. *Mapas Conceituais: Instrumentos Didáticos, de Avaliação e Análise de Currículo*. Editora Moraes. 1^a.ed. São Paulo.1987.
- [Nova 1998] Novak, Joseph D., *Learning, creating, and using knowledge*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass., Publishers, 1998.
- [Nova e Gowi 1984] Novak, Joseph D., Gowin, D. Bob. *Learning How to Learn*. United States of America: Cambridge,1984.
- [Puckett e Black, 1994] Puckett, M.B. e Black, J.K. *Authentic assessment of the young child: Celebrating development and learning*. New York: Macmillan, 1994.
- [Souz 2001] Souza, Renato R., *Usando Mapas Conceituais na Educação Informatizada Rumo a um Aprendizado*. Disponível na Internet: <http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edrenato.htm> . Consultado em 12 de março de 2001.

- [Taro, Anor, Fabr, Konr e Kell 2000] Tarouco, Liane M. R.; Amoretti, Maria S. M.; Fabre, Marie-Christine J. M., Konrath, Mary L. P.; Keller, Rodrigo S. *Construção Colaborativa de Mapas Conceituais: Similaridade Ideológica*. 2000.
- [Temp e Mars 2001] Temple, Brad; Marshall, Helen. *Using Concept Maps to Evaluate Teaching and Learning*. Royal Melbourne Institute of Technology University. Disponível no site da internet:
<http://ultibase.rmit.edu.au/Articles/june96/templ1.htm>. 1996. Recuperado em 07/05/2001.
- [Turn, Atma e Adam 2000] Turns, J., Atman, C.J., Adams, R. *Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assesment Functions*. IEEE Transactions on Education. No. 2, vol. 43. Maio, 2000.
- [Väis e Kurk 2001] Väisänen, Jukka; Kurki-Suonio, Kaarle. *The Use of Concept Maps in the Physics Teacher Education*. Departament of Physics, University of Helsinki. Disponível na internet:
<http://didactical.physics.helsinki.fi/didfys/cmmaps.htm>. Recuperado em 07/05/2001.
- [Whit e Guns 1997] White; Gunstone. *How to Build Concept Maps*. NASA Classroom of the Future Project. Disponível na Internet:
<http://penta.ufgrs.br/edu/telelab/10/concept.htm>. Consultado em maio de 1999. 1997.
- [Wigg 1989] Wiggins, G. *Teaching to the authentic test*. Educational leadership, vol. 49, 1989.