

# ANÁLISE DINÂMICA DE MAPAS CONCEITUAIS – UMA APLICAÇÃO NA ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

**Adelson Siqueira Carvalho** – acarval@iff.edu.br

Instituto Federal Fluminense, NIE – Núcleo de Pesquisa em Informática na Educação

Rua Dr Siqueira, 273

28030-130 – Campos dos Goytacazes - RJ

**Dante Augusto Couto Barone** – barone@inf.ufrgs.br e **Milton Antônio Zaro** – zaro@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PPGIE – Programa Pós Graduação em Informática na Educação.

Avenida Paulo Gama, 110

90040-060 – Porto Alegre - RS

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta tecnológica e pedagógica para análise de mapas conceituais durante sua construção em um curso de engenharia de controle e automação. A fundamentação teórica da proposta é a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel associada aos mapas conceituais de Joseph Novak, juntas configurando um potente arcabouço teórico para a análise dinâmica de mapas conceituais. A proposta tecnológica é a utilização da ferramenta CmapTools® para a construção dos mapas conceituais, concomitante ao Wink® para criar um registro temporal da criação do mapa. A técnica para utilização das duas ferramentas simultaneamente é apresentada, bem como um exemplo ilustrativo de mapa criado e analisado com o auxílio deste aparato tecnológico. Como resultado do trabalho tem-se a análise qualitativa dos mapas gerados sob a luz das teorias envolvidas.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa, Mapas conceituais, Engenharia de controle e automação.

## 1 INTRODUÇÃO

A ênfase no ensino de técnicas no lugar de conceitos resulta em um rápido esquecimento por parte dos alunos. O ensino da teoria desvinculado dos aspectos práticos não prepara adequadamente o aluno para o exercício da profissão. (VALLIM *et al.*, 2000).

Atualmente, iniciativas tem surgido com o intuito de alterar a realidade apresentada por Vallim *et al.* (2000), um dos caminhos que surge como possível solução para este problema é a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e sua utilização na prática docente. Diversos trabalhos têm utilizado tal teoria para melhoria do processo de ensino-aprendizagem tais como Moreira e Dionisio (1975) e Silveira (2008).

Os mapas conceituais são utilizados neste trabalho como formas de representação do conhecimento do indivíduo, por meio destes, será possível verificar como o conhecimento está organizado nas suas estruturas cognitivas.

O mapa conceitual depois de construído não é capaz de captar a dinâmica do processo de construção de um mapa, pois na maioria das situações esse mapa é solicitado pelo professor como uma atividade de sala de aula ou tarefa a ser entregue ao seu término. Em uma turma de alunos seria impossível o professor acompanhar o processo de construção dos mapas aluno por aluno.

Tendo em vista este contexto o presente trabalho apresenta uma proposta tecnológica/pedagógica para analisar o desenvolvimento da aprendizagem significativa em

alunos de um curso de engenharia de controle e automação. A proposta tecnológica se baseia na utilização de dois softwares – CmapTools® - para a construção dos mapas conceituais e Wink® - para o registro temporal da criação do mapa. A proposta pedagógica visa analisar sob a luz da teoria da aprendizagem significativa os mapas conceituais construídos pelos alunos.

Um experimento didático-pedagógico foi concebido, caracterizado e conduzido com o intuito de obter as produções que servirão de objeto de estudo da análise teórica. O modelo conceitual da proposta tecnológica é apresentado na Figura 1.

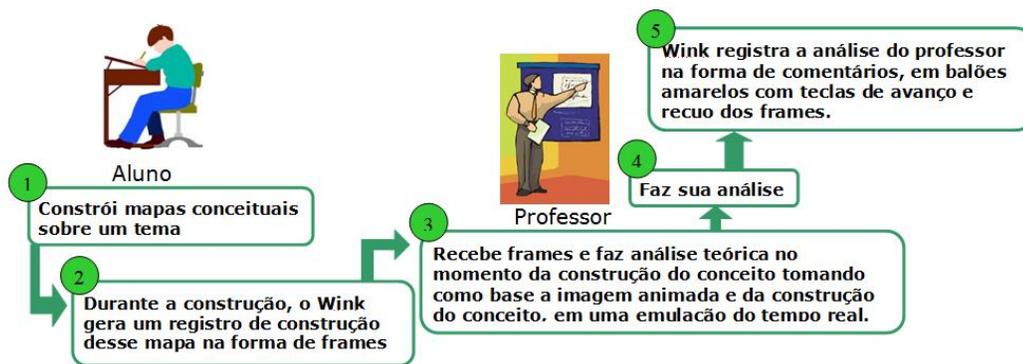


Figura 1 - Modelo conceitual da proposta tecnológica.

A aprendizagem significativa é utilizada como teoria da aprendizagem central neste trabalho devido a sua aderência ao ensino de engenharia. Tipicamente as aulas em um curso de engenharia possuem um público-alvo que já passou pelos estágios do desenvolvimento cognitivo, definidos por Piaget (2007), ou seja, os alunos já possuem as estruturas cognitivas necessárias para realizar operações sobre conceitos abstratos, enquadrando-se, portanto na categoria de operatório formal. Os alunos são submetidos a aulas expositivas e também aulas de descoberta, em ambos os casos, os alunos possuem algum esquema de significação que favorecem a aprendizagem. Ausubel *et al.* (1978) considera que este esquema de significação na verdade são os subsunçores necessários para o surgimento da aprendizagem significativa.

Faz-se necessário explicitar o quão relevante, bem como situar o leitor no que tange esta proposta, para tanto, na próxima seção será apresentada uma breve explanação sobre a aprendizagem significativa e os mapas conceituais. Na seção 3 é apresentado o problema de pesquisa deste trabalho. Na seção 4 é apresentado o experimento didático-pedagógico concebido, seguido da análise teórica realizada sobre as produções dos alunos.

## 2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E OS MAPAS CONCEITUAIS

A teoria da aprendizagem significativa foi criada por Ausubel *et al.* (1978) sendo, posteriormente, propagada e investigada em diversas áreas do conhecimento por pesquisadores como Novak (1977), Moreira (2006) entre outros.

Ausubel propõe que, para que a aprendizagem tenha realmente efeito modificador nas estruturas cognitivas do indivíduo, é necessário que ela seja significativa. Ao lançar mão desta premissa, Ausubel sugere a necessidade de que se defina a aprendizagem significativa e seu oposto, a aprendizagem não significativa.

Segundo Ausubel *et al.* (1978):

*É importante reconhecer que a aprendizagem significativa (independente do tipo) não quer dizer que a nova informação forma, simplesmente, uma*

*espécie de ligação com elementos preexistentes na estrutura cognitiva. Ao contrário, somente na aprendizagem mecânica é que uma simples ligação, arbitrária e não substantiva, ocorre com a estrutura significativa preexistente. Na aprendizagem significativa, o processo de aquisição de informações resulta em mudança, tanto da nova informação adquirida como no aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva ao qual essa se relaciona.*

Ausubel destaca ainda que, a aprendizagem para ser significativa necessita de alguns pontos em particular: que o aluno esteja motivado, interessado em aprender o conteúdo apresentado; que o material seja potencialmente significativo e que o aluno possua os subsunçores necessários para aprender o conteúdo.

Subsunçor é um conceito cunhado por Ausubel para representar o conhecimento prévio que o aluno possui sobre um dado conteúdo e que está presente em suas estruturas cognitivas.

Mesmo compreendendo este conceito, ainda assim, não é possível diferenciar uma aprendizagem significativa de uma aprendizagem não significativa. Isto se deve ao fato de que, os aprendizes conseguem memorizar símbolos, conceitos, proposições e até mesmo solução de problemas.

Para superar este inconveniente de simulação da aprendizagem significativa por parte dos aprendizes podem-se utilizar alguns artifícios como: formular de maneira diferente da apresentada durante a exposição os questionamentos dos principais conceitos envolvidos.

Para que se entenda razoavelmente como ocorre o processo de assimilação durante a aprendizagem significativa pode-se recorrer ao esquema apresentado por Moreira (2006):

*Passa pela idéia de que uma nova informação que possui potencial de significado é apresentada e logo relacionada a um dado subsunçor já existente na estrutura cognitiva, o que ocorre é o produto desta interação que dá origem a um novo complemento de informação modificada e estrutura cognitiva modificada. Ou seja, tanto a informação nova muda quanto o subsunçor muda passando a ser mais abrangente e mais forte podendo ser utilizado para um conjunto maior de novas informações.*

Isto pode ser resumido e expresso pelo seguinte:

O conceito  $a \rightarrow a'$  sempre que em contato com o seu correspondente subsunçor A, que também se torna  $A'$ , logo  $a \rightarrow a'$ .  $A \rightarrow a'$ .  $A'$ .

Os mapas conceituais são uma forma de representação do conhecimento criada por Joseph Novak, a partir da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, para representar graficamente o conhecimento presente nas estruturas cognitivas do indivíduo.

Novak desenvolveu esta ferramenta a partir de conceitos presentes na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. A teoria sugere que o conhecimento se organiza nas estruturas cognitivas do indivíduo a partir de ligações entre conceitos, conceitos estes adquiridos durante a interação entre o indivíduo o objeto de estudo. Os conceitos ao se conectarem uns aos outros, se estruturam de forma hierárquica onde os conceitos mais gerais subordinam os mais específicos ou particulares.

Um aspecto interessante sobre os mapas conceituais é suas possibilidades de utilização na prática docente. Segundo Moreira (1997) os mapas conceituais podem ser utilizados como:

- ✓ Organizadores de conteúdo em cursos;
- ✓ Estruturação de uma unidade de ensino para uma aula, mostrando relações entre os conceitos envolvidos;
- ✓ Planejamento de currículo;
- ✓ Instrumento de avaliação da aprendizagem.

Neste trabalho optou-se por utilizar os mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem de forma dinâmica, evolutiva e considerando a produção do aluno.

Atualmente a pesquisa sobre os mapas conceituais é desenvolvida em diversos pontos do mundo, mas seu criador, Joseph Novak, e colaboradores continuam desenvolvendo outros tipos de aplicações e melhorias dos mapas conceituais no IHMC (Institute for Human and Machine Cognition), sob supervisão de Novak e colaboração de Alberto Cañas, criador do CmapTools®, um software que auxilia na construção de mapas conceituais. O software em questão é utilizado neste trabalho para produzir os mapas conceituais apresentados.

Na próxima seção é apresentada a revisão bibliográfica do problema de pesquisa proposto neste trabalho, bem como a diferenciação da proposta concebida com relação às propostas até então apresentadas em trabalhos correlatos.

### 3 OS MAPAS CONCEITUAIS E O ENSINO DE ENGENHARIA

Os mapas conceituais são utilizados com bastante freqüência em trabalhos acadêmicos, derivados de pesquisas em educação nas quais esses mapas são utilizados para potencializar o processo de ensino-aprendizagem.

Os mapas podem ser utilizados em educação de diversas formas tais como:

- ✓ Organização de currículo;
- ✓ Desenvolvimento de material didático expositivo;
- ✓ Avaliação da aprendizagem;
- ✓ Organização de pesquisa;
- ✓ e outros.

Sendo assim, neste trabalho optou-se por delimitar a revisão bibliográfica do tema aos trabalhos que utilizam mapas conceituais como ferramentas de auxílio na avaliação da aprendizagem do aluno.

Araújo *et al.* (2002) apresentam o uso de mapas conceituais como ferramentas de auxílio à aprendizagem e enfatizam a necessidade da automatização dessa tarefa para evitar a sobrecarga de trabalho do professor. A proposta tecnológica do trabalho é um ambiente virtual que sirva de repositório/portifólio dos mapas desenvolvidos pelos alunos e para que o professor possa comparar os diferentes mapas desenvolvidos por um mesmo aluno.

Nota-se no trabalho de Araújo *et al.* (2002) a preocupação com o aspecto dinâmico na avaliação da aprendizagem por meio de mapas, inclusive propondo um ambiente de apoio para esta tarefa.

O trabalho de Dutra *et al.* (2004) apresenta uma nova perspectiva teórica influenciando a construção dos mapas conceituais, os quais são utilizados na formação de professores. A proposta teórica na qual está galgado o trabalho é a Epistemologia Genética de Piaget mais especificamente as implicações significantes. Esta base teórica é utilizada pelos pesquisadores para análise dos mapas conceituais produzidos pelos professores utilizando o software CmapTools® (NOVAK e CAÑAS, 2006).

Como aspecto positivo do trabalho de Dutra *et al.* (2004) pode-se destacar a consideração do aspecto dinâmico evolutivo dos mapas conceituais. Ao analisar um mapa inicial e sua versão modificada é possível realizar inferências sobre a evolução do aluno em seu processo de aprendizagem. A estruturação do mapa na maioria das vezes se dá a partir de um conceito central a partir do qual se desenvolve uma rede de relacionamentos entre os conceitos periféricos.

Outro trabalho que enfatiza a necessidade de intercalar momentos de autoria do educando com momentos de avaliação do mapa, é o trabalho de Tavares (2007). Nele é destacada a necessidade de oportunizar ao educando a criação e alteração do mapa conceitual criado, intercalando com momentos de pesquisa e reflexão do tema abordado, em consultas realizadas pelo aprendiz.

Segundo Tavares (2007) esse ir e vir entre a construção do mapa e a procura de respostas para suas dúvidas irá facilitar a construção de significados sobre conteúdo que está sendo

estudado. O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem.

Carvalho *et al.* (2010) apresentam uma proposta de análise dinâmica de mapas conceituais utilizando mapas construídos em quatro momentos distintos da aprendizagem em um curso de engenharia de controle e automação. Durante o experimento didático pedagógico os alunos produziam mapas conceituais em quatro momentos do semestre letivo, sendo assim eles maximizavam a quantidade e complexidade dos conceitos à medida que assimilavam novos conceitos e generalizavam novas relações.

Os mapas conceituais são representações gráficas do conhecimento organizado nas estruturas cognitivas do indivíduo, como tal, representam de forma bastante restrita a evolução dinâmica dessa organização, pois são “fotografias” estáticas em um determinado momento da aprendizagem.

Uma forma bastante simples de contornar essa limitação dos mapas conceituais é submeter o indivíduo a vários momentos de produção de mapas com o mesmo tema, dessa forma poder-se-á obter um registro dessas “fotografias” ao longo do tempo em diversos momentos da evolução. Ainda assim, o mapa conceitual depois de elaborado não é capaz de captar a dinâmica do seu próprio processo de construção, pois na maioria das situações esse mapa é solicitado pelo professor como uma atividade de sala de aula ou tarefa a ser entregue ao seu término. Em uma turma de alunos seria impossível o professor acompanhar o processo de construção dos mapas aluno por aluno.

Uma solução de compromisso para esse problema poderia ser a utilização de câmeras de vídeo posicionadas captando a tela do computador do aluno enquanto esse utiliza o software CmapTools® para construir o mapa. O professor poderia então ter acesso aos vídeos e analisá-los pausadamente em momento oportuno, e recorrer a um bloco de anotações para efetuar sua análise sobre o processo de construção dos mapas. Ainda assim não seria um material rico em termos de registro do processo de avaliação, pois aparta a parte visual, ou seja, o vídeo da construção do mapa, da parte analítica, as anotações do professor.

Existem iniciativas recentes de utilização de uma funcionalidade interna ao software CmapTools® - Gravador do Cmap - para registro dos passos realizados pelo aluno no momento em que está construindo o mapa conceitual, dentre eles destaca-se os que sugerem a utilização de tal funcionalidade, como os trabalhos de Immonen-Orpana e Åhlberg (2008) e Daley *et al.* (2008), bem como o trabalho de Magalhães (2009) que efetivamente a utiliza.

Em seu trabalho, Magalhães (2009) utiliza mapas conceituais como estratégia para o desenvolvimento de metacognição no estudo de funções matemáticas. Para tal, elabora um experimento didático pedagógico de construção de mapas conceituais por parte dos alunos para que durante a construção acionem a funcionalidade Gravador do Cmap dentro do CmapTools®, dessa forma o registro dinâmico da construção de cada mapa é gerado e depois analisado sob a luz da metacognição.

O trabalho de Magalhães (2009) fornece uma grande contribuição, no sentido de suprir a lacuna existente na análise de mapas conceituais durante seu processo de construção. Essa lacuna sempre existiu por limitações tecnológicas e quando superada pela ferramenta Gravador do Cmap, criou um campo de investigação poderoso, pois passou a permitir que diversas outras análises sejam feitas, sob a luz de diversas teorias e com diversos campos empíricos.

Todavia a ferramenta Gravador do Cmap tem suas limitações, por exemplo, a dificuldade de associar comentários analíticos por parte do professor ou do pesquisador sobre os registros da construção do mapa, os comentários acabam tendo que ser inseridos à parte, em documento de texto. Na Figura 2 é possível verificar no mapa conceitual gravado pelo CmapTools® que os comentários inseridos são apresentados minimizados, o que impede a

peessoa que vai utilizar esse material para estudo, de consultar os comentários da análise do ponto de vista do professor ou do aluno.

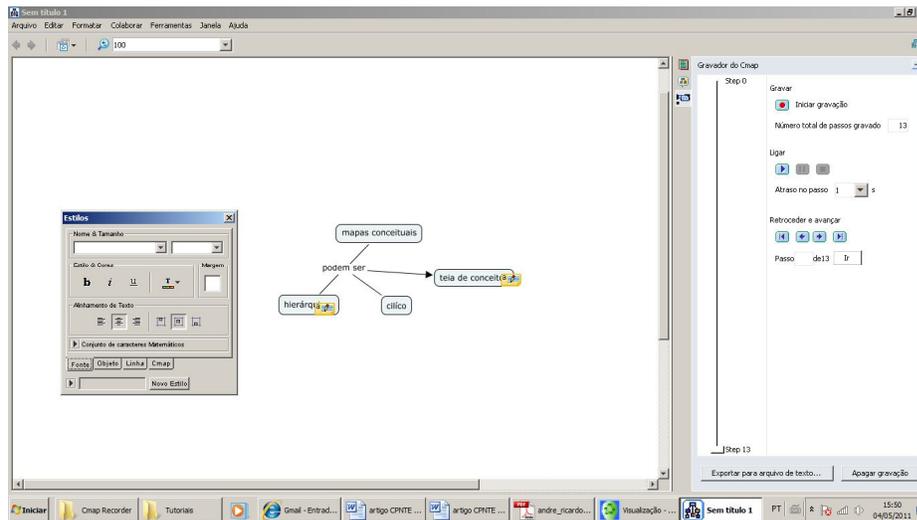


Figura 2 - Mapa conceitual gravado pela ferramenta Gravador do Cmap.

A proposta tecnológica deste trabalho vem justamente suprir essa lacuna, quando propõe a utilização de um software de captura de telas do PC para a obtenção de um registro dinâmico da construção do mapa conceitual, permitindo posteriormente a edição dos comentários do professor exatamente no momento da inserção de um novo conceito ou relação entre conceitos.

Essa dificuldade pode ser perfeitamente contornada com a proposta tecnológica deste artigo, quando faz uso do Wink® como ferramenta de registro dinâmico da construção do mapa. A ferramenta permite que os frames registrados sejam editados com comentários da análise do professor permitindo a criação de um material rico para o estudo de mapas conceituais como estratégia de avaliação da aprendizagem. A Figura 3 apresenta o comentário sobre o conceito criado pelo aluno e registrado no momento da criação do mapa conceitual.

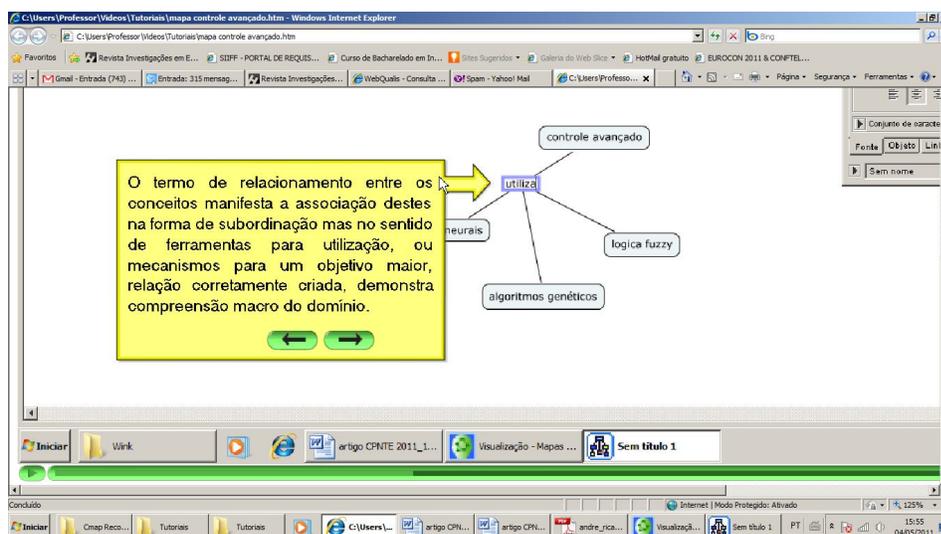


Figura 3 - Mapa conceitual gravado e editado pelo Wink no momento da construção.

Apesar de as duas proposições permitirem um registro dinâmico na criação do mapa conceitual, a ferramenta existente no CmapTools® não permite a inserção de comentários que fiquem aparentes no produto final, já o Wink® permite a apresentação destes comentários dando origem a um produto final mais rico em termos de informação para a avaliação da aprendizagem.

Na próxima seção é apresentado um exemplo ilustrativo envolvendo a proposta tecnológica e as produções dos alunos, sendo estas utilizadas como objeto de estudo neste trabalho.

#### **4 EXEMPLO ILUSTRATIVO**

A proposta tecnológica deste trabalho não estaria completa sem a possibilidade de verificar sua eficácia em um exemplo ilustrativo. Cabe salientar que este trabalho se propõe a apresentar uma proposta tecnológica e suas potencialidades do ponto de vista da aplicação no processo de ensino-aprendizagem, a aplicação da técnica em um exemplo ilustrativo não dispensa a necessidade de um estudo mais aprofundado por meio de um experimento didático-pedagógico concebido e governado sob a luz das teorias cognitivas propostas. Esse aspecto será novamente discutido na seção de considerações finais e desdobramentos.

O exemplo ilustrativo apresentado foi elaborado a partir de um mapa conceitual desenvolvido por um aluno do curso de controle avançado, em um curso de Engenharia de Controle e Automação. Foi proposto ao aluno a elaboração de um mapa conceitual sobre o tema “controle avançado” utilizando a ferramenta CmapTools®. Em instante anterior a construção do mapa foi acionada, em background, a ferramenta de captura de frames Wink®.

O aluno foi selecionado aleatoriamente em um grupo de 26 alunos que já são familiarizados com a atividade de construção de mapas conceituais utilizando o CmapTools®. Estes alunos encontravam-se, no momento do experimento, com 75% da execução do curso de controle avançado, portanto possuíam subsunçores suficientes para realização da tarefa proposta. Para realizar essa tarefa, ao aluno selecionado foi fornecido computador do tipo PC, com os softwares instalados CmapTools® e Wink®.

Os objetivos da experimentação podem ser elencados como:

- ✓ Confeção de mapa conceitual sobre controle avançado;
- ✓ Validação da proposta tecnológica como forma de registro dinâmico da construção do mapa conceitual;
- ✓ *A posteriori*, a análise do processo de construção do mapa sob a luz da teoria da aprendizagem significativa.

Para possibilitar apresentação de parte da análise realizada sob o produto final oriundo do processo de construção do mapa, serão dispostas imagens das telas do objeto contendo trechos do mapa e a análise. Nas figuras de 4-6 são apresentados os trechos do mapa registrado durante sua construção.

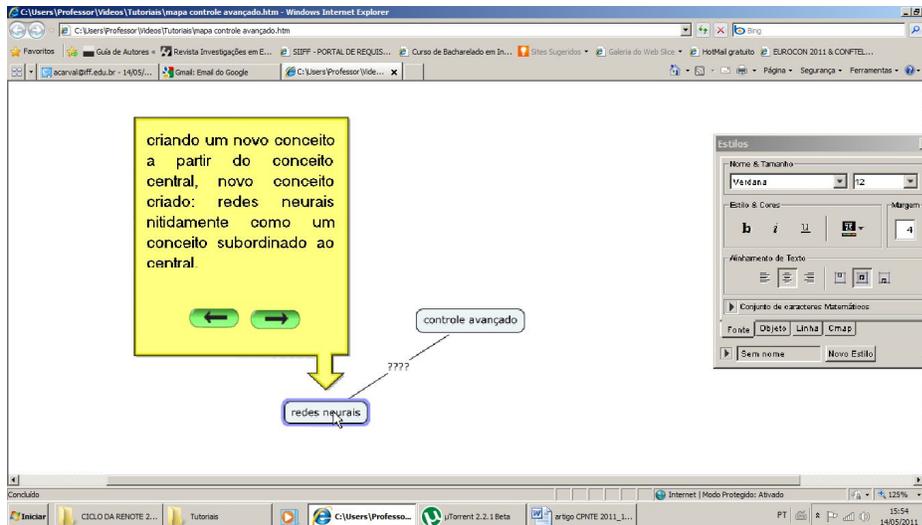


Figura 4 - Momento da criação de conceito subordinado ao conceito central.

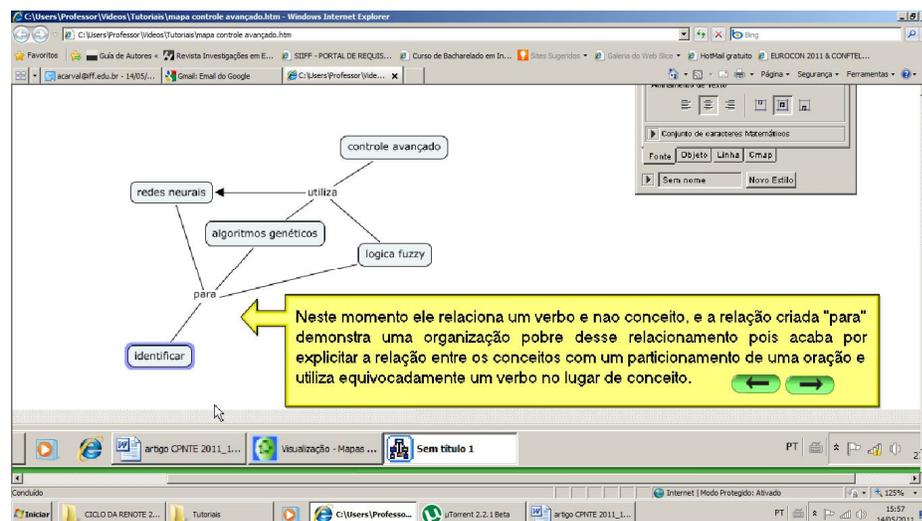


Figura 5 - Utilização de verbo no lugar de substantivo.

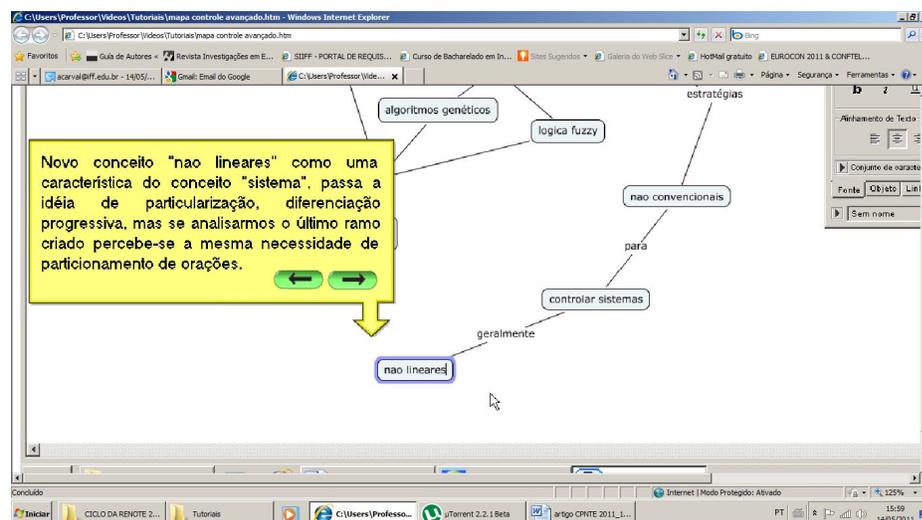


Figura 6 - Momento da criação de conceito por meio de diferenciação progressiva.

Pode ser percebido nas telas do objeto, que a análise do especialista sobre a produção do aluno é abalizada pela teoria da aprendizagem significativa, pois são utilizados nos comentários diversos conceitos dessa teoria em particular, mesclada à análise específica do campo de domínio do tema, ou seja, controle avançado.

A análise da produção do aluno detectou elementos importantes na manifestação da aprendizagem significativa, dentre eles destacam-se:

- ✓ A organização hierarquizada do mapa conceitual;
- ✓ Elementos de subordinação dos conceitos mais particulares pelos conceitos mais gerais;
- ✓ Particularização, característica inerente ao processo de diferenciação progressiva;
- ✓ Reconciliação integradora, quando apresenta a conclusão de que casos particulares isolados integram uma mesma classe de ferramentas.

Foi possível detectar também o estabelecimento de relações como fracionamento de orações, demonstrando um pouco de dificuldade por parte do educando em organizar o conhecimento assimilado na forma de conceitos e relações entre conceitos, o que pôde ser percebido mais claramente quando posicionou verbos no lugar de substantivos e vice versa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS

A partir do estudo bibliográfico realizado e da percepção de poucos trabalhos que abordam o tema com consistência teórica apropriada, este trabalho apresenta uma proposta tecnológica baseada na utilização de dois softwares existentes, para realizar o mapeamento cognitivo dos indivíduos durante o momento de construção dos mapas conceituais. A ausência de investigação pedagógica em nível de experimentação dos trabalhos analisados e o potencial do aparato tecnológico proposto ratificam a validade e relevância deste trabalho.

Essa proposta tecnológica pode ser utilizada também com grande potencial na formação docente. Os professores formadores apresentando não só o aparato tecnológico e como este poderia ser trabalhado em sala de aula, mas também, gerando objetos de aprendizagem bastante ricos, compostos por: 1. o desenvolvimento do aluno e 2. a análise do processo cognitivo sob a luz de alguma teoria da aprendizagem, juntos em uma única produção.

Diversas são as possibilidades de desdobramentos desta técnica, sobretudo de sua utilização em ensaios teóricos a partir de experimentos didático-pedagógicos com foco na análise do processo de construção de mapas conceituais sob a luz de diversas teorias da aprendizagem tais como: aprendizagem significativa, estilos de aprendizagem, epistemologia genética, teorias sócio-cognitivas, perfis conceituais, etc.

### Agradecimentos

Agradecimento a CAPES, ao Instituto Federal Fluminense e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, David Paul, NOVAK, Joseph Donald & HANESIAN, Hellen. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978. 625p.
- ARAÚJO, A.M.T.; MENEZES, C.S. e Cury, D. Um Ambiente Integrado para Apoiar a Avaliação da Aprendizagem Baseado em Mapas Conceituais. **Anais: XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – UNISINOS**, Porto Alegre-RS, 2002.
- CARVALHO, A. S.; BARONE, D. A. C. e ZARO, M. A. A aprendizagem significativa no ensino de engenharia de controle e automação. **In: RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, p. 1-10, 2010.

- DALEY, B.J.; CONCEIÇÃO, S.; MINA, L.; ALTMAN, B. A.; BALDOR, M. and BROWN, J. Advancing concept map research: a review of 2004 and 2006 CMC research. **Proceedings: Third Int. Conference on Concept Mapping** A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak, Eds. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 2008.
- DUTRA, I. M.; FAGUNDES, L. C.; CAÑAS, A. J. Uma proposta de uso dos mapas conceituais para um paradigma construtivista da formação de professores a distância. **Anais: X WIE - Workshop sobre Informática na Escola, 2004**, Salvador-BA, 2004.
- IMMONEN-ORPANA, P. and ÅHLBERG, M. Learning, pedagogical thinking and collaborative knowledge building by CmapTools. **Proceedings: Third Int. Conference on Concept Mapping** A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak, Eds. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 2008.
- MAGALHÃES, André Ricardo. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO – PUC/SP. **Mapas Conceituais Digitais como Estratégia para o Desenvolvimento da Metacognição no Estudo de Funções**, 2009, il. Tese (Doutorado).
- MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 2006. 185p.
- MOREIRA, M. A. e DIONISIO, P. H., Interpretação de Resultados de Testes de Retenção em Termos da Teoria de Aprendizagem de David Ausubel. **Revista Brasileira de Física, Vol. 5, n 2**, 1975.
- NOVAK, Joseph Donald. **A Theory of Education**. Ithaca, NY: Cornell University Press. 1977.
- NOVAK, J. D. & CAÑAS, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct them. **Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition**, Acessado em 15 de abril de 2010 em <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>, 2006.
- PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética**. Martins Fontes, São Paulo, 2007.
- SILVEIRA, F. P. R. A. Levantamento preliminar de habilidades prévias: subsídios para a utilização de mapas conceituais como recurso didático. **Revista Eletrônica Experiências em Ensino de Ciência, v. 3**, p. 85-96, 2008.
- TAVARES, R. Construindo mapas conceituais, **Ciências & Cognição, Vol 12**: 72-85, 2007.
- VALLIM, M. B. R; FARINES, J. e CURY, J. E. R. Em direção à melhoria do ensino na área tecnológica: a experiência de uma disciplina de introdução à engenharia de controle e automação. **Anais: XIII Congresso Brasileiro de Automática**, Florianópolis-SC, Brasil, 2000.

## DYNAMIC ANALYSIS OF CONCEPT MAPS: AN APPLICATION ON CONTROL ENGINEERING

**Abstract:** *This paper presents a proposal for technological and pedagogical analysis of concept maps during its construction in an ongoing control engineering and automation. The theoretical basis of the proposal is a meaningful learning theory of David Ausubel associated with concept maps of Joseph Novak, together setting a powerful theoretical framework for dynamic analysis of concept maps. The proposal is use the technological tool for the construction of the concept maps called CmapTools®, concurrent with Wink ® to create a record time of maps creation. The technique for simultaneous use of both programs is presented, and illustrative example of maps created and analyzed with the aid of technological apparatus. The results of this work are a qualitative analysis of the maps generated around the theories involved.*

**Key-words:** *Meaningful learning, Concept maps, Control engineering.*