



APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA : UMA METODOLOGIA DE ENSINO PARA A GEOMETRIA DESCRITIVA

Régio Pierre da Silva – regio@ufrgs.br

Tânia Luisa Koltermann da Silva – tlks@orion.ufrgs.br

Fábio Gonçalves Teixeira – fabio.teixeira@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Expressão Gráfica.

Rua Sarmiento Leite, 302/504

90050-170 – Porto Alegre – RS

Ricardo Miranda Barcia – rbarcia@eps.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção.

Campus Universitário – Trindade – Caixa Postal 476

88040-900 – Florianópolis – SC

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia de ensino que está sendo utilizada na disciplina Geometria Descritiva III, que é oferecida pelo Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Esta metodologia de ensino se fundamenta na teoria da assimilação ou da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Gowin. Segundo esta teoria, o fator mais importante para a aprendizagem é o conhecimento que o aluno já possui. A aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo. A implementação desta nova metodologia exige que sejam realizadas alterações na organização e apresentação do conteúdo programático, dos procedimentos de ensino, da seleção dos recursos e dos procedimentos de avaliação da disciplina. Desta maneira, a disposição axiomática (lógica) comumente encontrada no ensino tradicional da geometria descritiva passa a ter, gradualmente, um desenvolvimento psicológico, com ênfase nos conhecimentos prévios dos alunos. Para a consecução desta metodologia de ensino estão sendo utilizadas ferramentas e técnicas que foram criadas pelos autores acima citados, sendo elas: mapas conceituais, organizadores prévios e apoio empírico-concreto. Como apoio empírico-concreto da Geometria Descritiva III é usado o ambiente hipermídia de aprendizagem HyperCAL^{GD}. Os primeiros resultados da aplicação desta nova metodologia de ensino são positivos, pois além da boa receptividade demonstrada pelos alunos, possibilita o enfoque da disciplina de uma forma global.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Metodologia de ensino, Geometria Descritiva

1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem por objetivo apresentar a metodologia de ensino que está sendo implementada na disciplina Geometria Descritiva III, que é oferecida pelo Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Esta disciplina atende os alunos oriundos dos cursos de engenharia civil, mecânica, de minas e de produção.

A nova metodologia de ensino se fundamenta na teoria da assimilação ou da aprendizagem significativa, que foi desenvolvida por David Ausubel na década de 1960 e, posteriormente foi refinada, nas décadas seguintes, por Joseph Novak e David Gowin, ambos da Universidade de Cornell.

2. A ALTERAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO

Antes de efetuar a alteração da metodologia de ensino da disciplina Geometria Descritiva III foi realizado um levantamento dos principais equívocos apresentados pelos alunos quando estes resolviam as avaliações de conhecimento. Constatou-se que a maioria destes equívocos estava relacionada com os conhecimentos básicos de Geometria Descritiva. Este fato evidenciou que a aprendizagem desenvolvida na disciplina pré-requisito (Geometria Descritiva II-A) não proporcionou a clareza e a estabilidade dos conceitos trabalhados, portanto não foi significativa para a maioria dos alunos.

Com o objetivo de alterar este cenário, pesquisou-se uma teoria de aprendizagem que levasse em consideração os conhecimentos disponíveis pelos alunos, bem como apresentasse recursos para desenvolver a aprendizagem de uma forma significativa. A teoria de aprendizagem que melhor se adaptou a situação em estudo foi a teoria da assimilação ou teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (AUSUBEL *et al*, 1980).

2.1 Aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa, considera a construção intelectual do sujeito em função da utilização dos conceitos como organizadores da nova informação. Assim, esta nova informação adquire significado para o sujeito e contribui para consolidar e desenvolver a estrutura cognitiva já existente. Nesta concepção, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é o conhecimento prévio que o sujeito possui.

No contexto de aprendizagem de certos assuntos, Ausubel refere-se à estrutura cognitiva do sujeito como sendo o conteúdo e a organização de suas idéias naquela área particular de conhecimento. Assim, a estrutura cognitiva consiste num sistema de conceitos organizados hierarquicamente, no qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados aos conceitos mais gerais (MARTINEZ-MUT e GARFELLA, 1998)

A estrutura cognitiva apresenta três variáveis que influenciam a aprendizagem e a relação ou permanência do material logicamente significativo. São elas a disponibilidade, a discriminabilidade e a estabilidade das idéias de um sujeito em uma área específica do conhecimento ou de uma disciplina. Estas três variáveis serão explicadas a seguir.

A disponibilidade se refere à existência de idéias pertinentes (relevantes) na estrutura cognitiva em nível de inclusividade apropriado para o novo material. Caso isto não ocorra, o novo material será armazenado de forma arbitrária (aprendizagem mecânica). Se este novo material for relacionado com idéias pouco pertinentes produzirá uma significação ambígua e instável. A disponibilidade, além de se referir aos conhecimentos prévios e suas propriedades

organizativas, também faz referência ao desenvolvimento cognitivo, ou a adequação da estrutura cognitiva às atividades de aprendizagem.

A discriminabilidade se refere a capacidade de distinguir o material novo dos conhecimentos prévios. Se o sujeito estabelecer uma determinada semelhança do novo material à estrutura cognitiva existente, ou não conseguir estabelecer diferenças entre ambos, ele produzirá significado ambíguo e confuso pela falta de dissociabilidade. Os organizadores comparativos têm a função de auxiliar nesta diferenciação, facilitando a aprendizagem objetiva. Não sendo necessários caso as idéias inclusivas sejam claras e estáveis.

A estabilidade e clareza das idéias tornam possível a permanência da informação na memória e a transferência sobre a aprendizagem de novos conhecimentos, que se relacionam significativamente com os inclusores na memória de longo prazo (MARTINEZ-MUT e GARFELLA, 1998)

As idéias e informações novas podem ser aprendidas e retidas na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito, funcionando como ponto de ancoragem para as novas idéias e conceitos. Neste processo de assimilação, ocorre uma interação entre os conceitos mais relevantes e inclusivos com as novas informações. Os primeiros funcionando como ancoradouro, abrangendo e integrando as novas informações e, ao mesmo tempo, modificando-se em função do novo material incluído (MOREIRA e MASINI 1982)

Desta forma, a aprendizagem significativa consiste em um processo, pelo qual a informação a ser assimilada se relaciona com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito (conceitos inclusores ou subsunçores), possibilitando que tal informação adquira significado para ele, conforme a Figura 1.

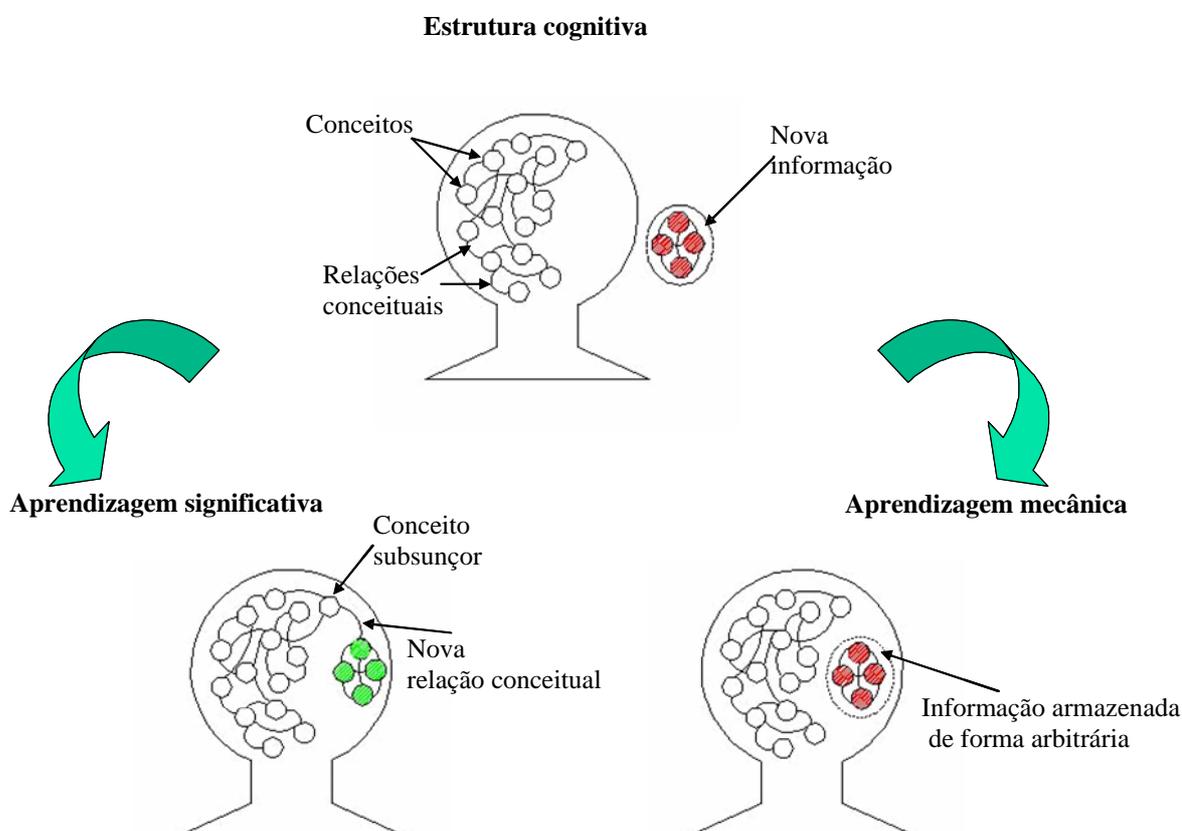


Figura 1 – Aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica

Segundo a teoria de Ausubel, o desenvolvimento de conceitos relacionados a uma área específica de conhecimento, ou de uma disciplina, é facilitado quando as idéias mais gerais, mais inclusivas de um conceito são introduzidas inicialmente. E, posteriormente, através de um processo progressivo, vai se diferenciando em termos de detalhe e de especificidade. Este processo de diferenciação progressiva estabelece hierarquias conceituais organizadas na estrutura cognitiva, permitindo que os conceitos adquiram cada vez mais complexidade. Esta aprendizagem significativa impulsiona o incremento dos conceitos existentes.

O desenvolvimento da estrutura cognitiva, também, é explicado por outro mecanismo estabelecido por Ausubel. Trata-se da reconciliação integrativa, que consiste no delineamento explícito das relações entre idéias, de assinalar semelhanças e diferenças entre as mesmas, e de reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Na medida em que a reconciliação integrativa permite esclarecer os significados, estabelecendo-se hierarquias conceituais e compreendendo-se a vinculação entre elas, encontra-se uma solução para os conflitos gerados por uma dissonância cognitiva.

Em FARIA (1989) são apresentadas algumas estratégias e procedimentos de ensino importantes para a aprendizagem significativa por recepção. Estas estratégias também podem contribuir para resolver ou impedir os conflitos (ou problemas de aprendizagem). Entre estas estratégias e procedimentos destacam-se: os organizadores prévios, os apoios empírico-concretos e os mapas conceituais, que serão explicados a seguir. Do ponto de vista do planejamento do ensino, estes recursos devem ser preparados com base nas características de cada unidade de ensino.

2.2 Organizadores prévios

Os organizadores prévios são materiais introdutórios, pertinentes e inclusivos, usados para facilitar a aprendizagem de um determinado conteúdo ou unidade de disciplina. Eles têm por finalidade servir de pontes cognitivas entre os conhecimentos prévios do aluno (subsúcores) e os novos conteúdos e, assim, facilitar a significância da aprendizagem. Deve-se recorrer a esta estratégia, quando a relação conceitual não se estabelece de maneira direta e clara para o aluno. Estes organizadores são apresentados no início de uma unidade de ensino, antes do próprio material a ser aprendido, oferecendo uma visão geral deste material. No entanto, não podem ser confundidos com resumo ou introdução, pois estes não apresentam hierarquia conceitual (generalidade e inclusividade) (MOREIRA e MASINI, 1982).

Considerando as características de cada unidade de ensino, os organizadores prévios podem ser classificados como organizador expositivo e organizador comparativo. O organizador expositivo é utilizado quando a unidade de ensino é pouco familiar ao aluno, sendo constituído de conceitos ou proposições relevantes, em um nível superior de inclusividade, mas próximo em relação ao novo material. O organizador comparativo é utilizado quando o novo material é relativamente familiar ao aluno. Além de prover uma estrutura conceitual que serve de ancoragem, aumenta a discriminabilidade do novo material de aprendizagem com idéias similares disponíveis na estrutura cognitiva do aluno, e que podem gerar conflitos, que podem ser verificados através de avaliações (FARIA, 1989).

2.3 Apoios empírico-concretos

Os apoios empírico-concretos, em geral, estão relacionados a elementos tangíveis da realidade que nos cerca como objetos genuínos ou figuras que os representam. No entanto, estes apoios podem ser também verbais. Assim, palavras que expressam exemplos particulares ou atributos de um conceito são apoios empírico-concretos adequados para

aprendizagem de proposições abstratas e conceitos secundários. No caso de se tratar de relações entre conceitos secundários expressos em uma proposição complexa a ser aprendida, o professor deve certificar-se de que o aluno conhece estes conceitos, utilizando técnicas apropriadas para este fim. Para, então, apresentar os apoios empírico-concretos, auxiliando na compreensão das relações entre os conceitos secundários. Isto é válido tanto para o aluno que se encontra no estágio das operações concretas, quanto para o aluno que já se encontra no estágio das operações formais ou lógico-formais, mas que ingressa em um novo e complexo campo de aprendizagem (FARIA, 1989).

2.4 Mapas conceituais

Outra técnica que foi desenvolvida com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é o mapa conceitual. O mapa conceitual foi desenvolvido por Joseph Novak, e representa uma tentativa de utilização desta teoria como um sistema de referência para a preparação de materiais de ensino, que facilitem a aprendizagem significativa por recepção.

Os mapas conceituais são diagramas que apresentam os conceitos e as relações hierárquicas entre os mesmos. Estas relações são significativas e estabelecidas na forma de proposições (relação semântica), explicitadas nas linhas que ligam os conceitos contidos nos mapas, conforme Figura 2.

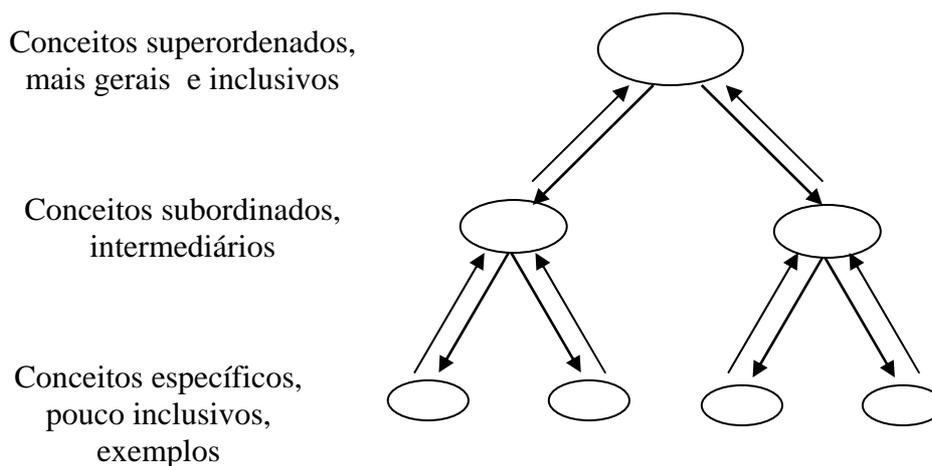


Figura 2 – Um modelo para mapa conceitual (MOREIRA e MASINI, 1982)

A forma hierárquica de elaboração do mapa conceitual não infere que o mesmo seja um recurso de exploração unidirecional, pois para promover a reconciliação integrativa, o ensino deve ser organizado de tal forma que possibilite um movimento bidirecional durante a exploração das relações contidas no mapa (subordinação e superordenação), a medida em que uma nova informação seja apresentada. A aprendizagem subordinada é o aprendizado de um novo conceito ou proposição que pode ser relacionado a conceitos relevantes, mais inclusivos, já existentes na estrutura cognitiva do sujeito. A aprendizagem superordenada é o aprendizado de um novo conceito ou proposição que pode abranger idéias relevantes, menos inclusivas, presentes na estrutura cognitiva do sujeito.

Como recurso pedagógico, os mapas conceituais apóiam tanto a ação do professor quanto a ação do aluno. Para o professor, eles oferecem um meio de planejar e organizar as atividades direcionadas a uma aprendizagem significativa, a partir dos conhecimentos prévios do aluno. Para o aluno, eles auxiliam na tomada de consciência de suas construções pessoais,

a partir da explicitação dos conhecimentos prévios, com o objetivo de estabelecer relações com os novos conhecimentos, reestruturando os esquemas e as estruturas cognitivas já existentes.

Os mapas conceituais são instrumentos capazes de:

- enfatizar a estrutura conceitual dos conteúdos de uma disciplina ou unidades desta, e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento (MOREIRA e MASINI, 1982);
- mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, e apresentar estes conceitos numa ordem hierárquica de inclusividade, facilitando a aprendizagem e retenção destes (MOREIRA e MASINI, 1982);
- descobrir as concepções equivocadas ou as interpretações não aceitas de um conceito (MARTINEZ-MUT e GARFELLA, 1998);
- promover a diferenciação progressiva, explorar explicitamente as relações entre proposições e conceitos, evidenciar similaridades e diferenças significativas e reconciliar inconsistências reais e aparentes (MOREIRA e MASINI, 1982).

Estes mapas devem ser introduzidos quando os alunos têm alguma familiaridade com o assunto. Além disso, devem-se tomar alguns cuidados quando da elaboração destes mapas: eles devem ter significado para os alunos, para que não sejam considerados como mais um material a ser memorizado; e devem ser claros e completos, não confusos nem muito complexos, para que os alunos possam entendê-los.

2.5 O planejamento de ensino segundo a abordagem ausubeliana

Segundo MARTINEZ e LAHONE (1977), planejamento é um processo de previsão de necessidades, de racionalização do emprego dos meios materiais e dos recursos humanos disponíveis, com a finalidade de alcançar objetivos concretos, em prazos determinados e em etapas definidas, a partir do conhecimento e avaliação científica da situação original.

Assim, pode-se aplicar o conceito de planejamento nas mais diversas atividades humanas, principalmente na área educacional. Para ENRICONE *et al*(1998), o planejamento de ensino é um processo de tomada de decisões bem informadas que visam racionalizar as atividades do professor e do aluno, em situação de ensino-aprendizagem, possibilitando melhores resultados e maior produtividade.

O planejamento de ensino deve estar alicerçado no planejamento curricular do curso. Indicando uma atividade direcionada, metódica e sistematizada, empreendida pelo professor junto aos seus alunos, na busca dos objetivos definidos. Consiste, então, na previsão sistemática da ação educativa e na racionalização dos meios para atingir os resultados desejáveis. No entanto, este planejamento deve apresentar um aspecto dinâmico e flexível em função da avaliação dos resultados obtidos através dos meios empregados. Neste sentido, o planejamento de ensino consiste num processo de tomada de decisões com objetivos de: racionalizar as atividades educativas; assegurar um ensino efetivo e econômico; conduzir os alunos ao alcance dos objetivos e verificar o desempenho do processo educativo.

Neste trabalho foi utilizado o modelo de planejamento de ensino desenvolvido por MOREIRA (1983) como um sistema de referência para a organização do ensino de Física. Neste modelo, o autor apresenta uma forma para planejar o ensino de uma disciplina em conformidade com a teoria da Ausubel. As primeiras tarefas, consideradas as mais difíceis de serem executadas, tratam: da determinação da estrutura conceitual e proposicional da disciplina que vai ser ensinada; da identificação de quais subsunçores (conceitos relevantes) devem estar presentes para a aprendizagem do conteúdo; e do mapeamento da estrutura

cognitiva do aluno. Esta última tarefa tem por finalidade verificar se o aluno apresenta os subsunçores necessários para a aprendizagem do novo material. Caso isto não aconteça, uma série de ações deve ser realizada, tais como a confecção de organizadores prévios e o uso de instrução adicional prévia para um processo de nivelamento dos conhecimentos dos alunos, e assim disponibilizar os subsunçores para os mesmos. Este modelo pode ser visto na Figura 3.

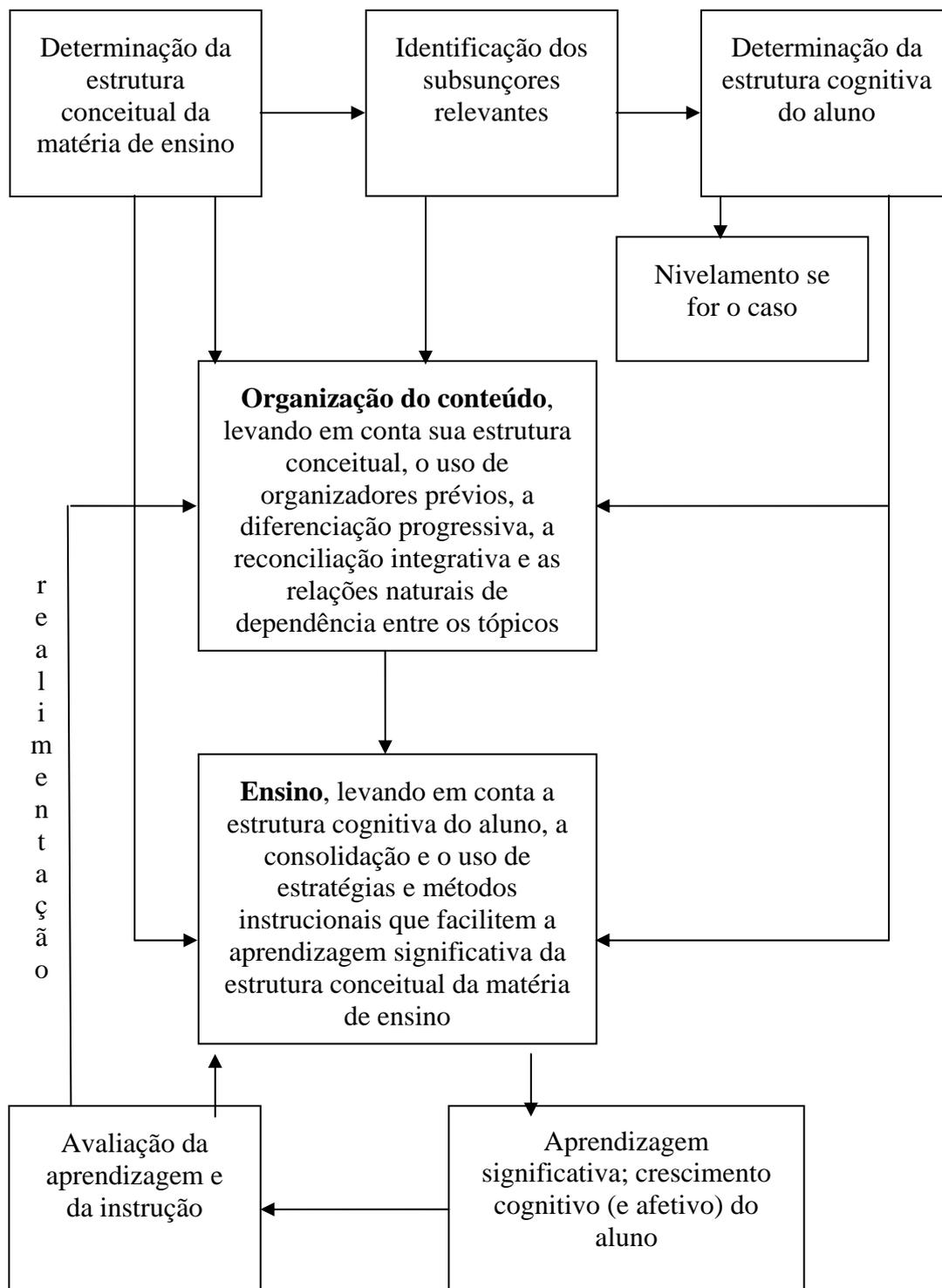


Figura 3 – Um modelo de organização do ensino (MOREIRA,1983)

2.6 A implementação da nova metodologia de ensino

Para que esta nova metodologia de ensino fosse implementada foram realizadas alterações na organização e na apresentação do conteúdo programático. Além destas, ocorreram mudanças nos procedimentos de ensino, na seleção dos recursos didáticos e dos procedimentos de avaliação da disciplina. Desta forma, a disposição axiomática (lógica) comumente encontrada no ensino tradicional da geometria descritiva passou a ter, gradualmente, um desenvolvimento psicológico, com ênfase nos conhecimentos prévios dos alunos.

As primeiras ações executadas foram a determinação da estrutura conceitual da disciplina, a identificação dos conceitos subsunçores que seriam necessários existir na estrutura cognitiva dos alunos e, em seguida a determinação da estrutura cognitiva do aluno. As duas etapas iniciais foram desenvolvidas com o auxílio de um colegiado de professores da disciplina Geometria Descritiva III, que trabalham com esta disciplina a mais de dez anos. A determinação da estrutura cognitiva dos alunos foi obtida através de teste de conhecimentos prévios e testes de associação escrita e dirigida de conceitos (TAEDC).

Em seguida foi possível organizar de que forma dispor conteúdo programático da disciplina. A partir das etapas iniciais, verificou-se a necessidade de trabalhar com organizadores prévios, que apresentariam as informações, de forma antecipada, e reforçariam os conceitos já trabalhados na disciplina pré-requisito. Os organizadores prévios confeccionados foram textos sobre os novos conhecimentos a serem desenvolvidos, como também, exercícios que indicavam a necessidade de um determinado conceito já disponível na estrutura conceitual do aluno.

Além dos organizadores prévios, foram confeccionados mapas conceituais da disciplina, que tinham por principal objetivo, apresentar o conjunto dos assuntos que seriam tratados e as relações existentes entre os diversos conceitos e assuntos. Um exemplo de mapa conceitual pode ser visto na Figura 4.

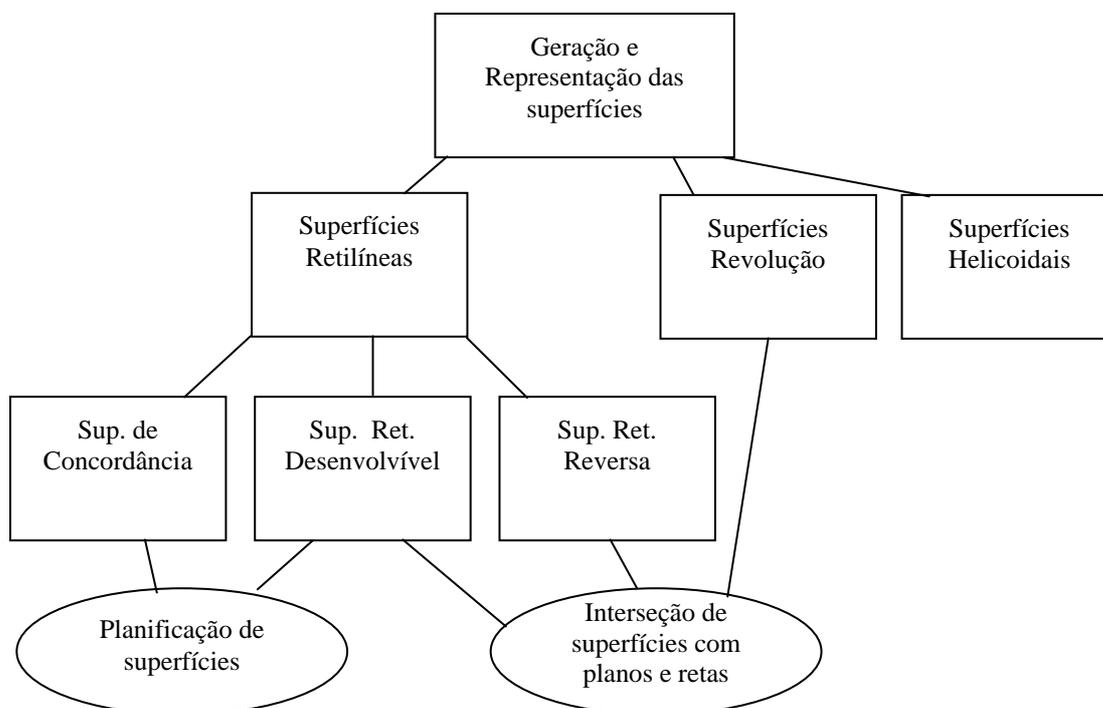


Figura 4 – Um mapa conceitual da disciplina Geometria Descritiva III (SILVA, 2004).

Outra ferramenta utilizada na aplicação da nova metodologia de ensino é o HyperCAL^{GD}. Este ambiente hipermídia de aprendizagem para geometria descritiva está sendo usado como apoio empírico-concreto. Pois é através deste ambiente que o aluno consegue visualizar todas as superfícies trabalhadas na disciplina. Além da visualização das superfícies, é possível entender os processos e operações para a execução dos exercícios.

O HyperCAL^{GD} foi desenvolvido com a tecnologia Html Help utilizando o software de desenvolvimento com Microsoft Html Help Workshop. O Html Help apresenta todas as vantagens da linguagem Html, como o uso de hipertexto, imagens, animações, realidade virtual (VRML), associados a um sistema de navegação não linear e à velocidade de programas compilados e não interpretados, como é o Html tradicional (SILVA *et al*, 2001). Algumas potencialidades do HyperCAL^{GD} pode ser vista na Figura 5.

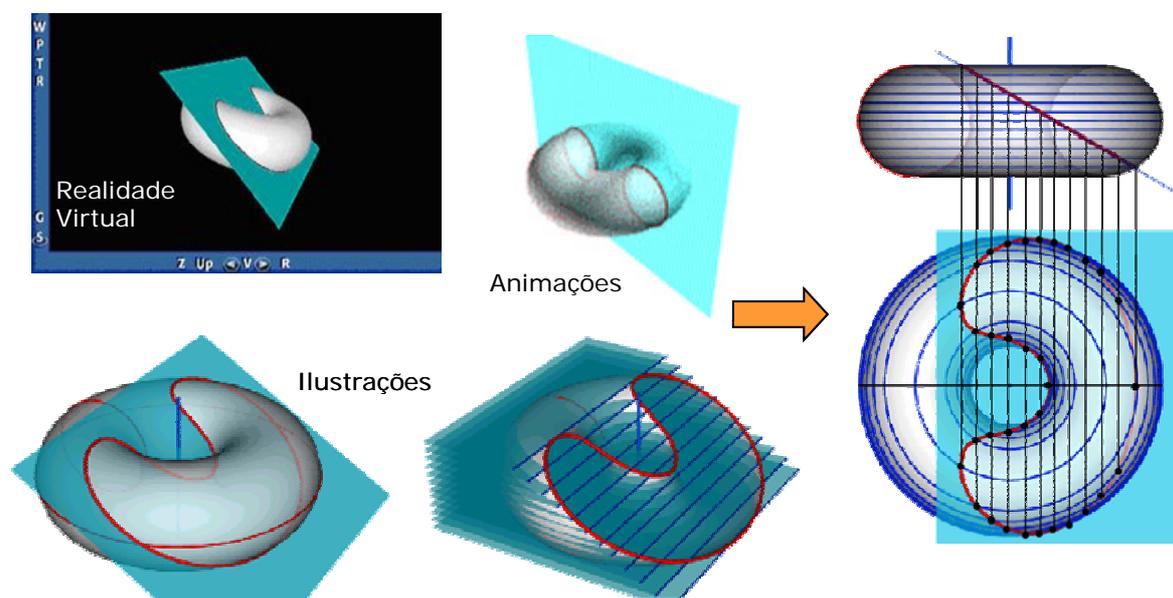


Figura 5 – Potencialidades do HyperCAL^{GD} (SILVA *et al*, 2001).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os primeiros resultados da aplicação desta nova metodologia de ensino são positivos, pois além da boa receptividade demonstrada pelos alunos, possibilitou o enfoque da disciplina de uma forma global.

O uso dos mapas conceituais permitiu trabalhar a disciplina dentro de um contexto de currículo, não só da área da expressão gráfica, mas também, considerando os diversos cursos de engenharia.

Por último, convém ressaltar que a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel visa, prioritariamente, potencializar a assimilação dos conhecimentos que estão sendo construídos. Esta potencialização tem que ser trabalhada tanto na aprendizagem por descoberta quanto na aprendizagem por recepção, que é o caso deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P. *et al.* **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- ENRICONE, D. *et al.* **Planejamento de ensino e avaliação**. Porto Alegre: Sagra-Luzzatto, 1998.
- FARIA, W. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Editora Ática S.A., 1989.
- MARTINEZ, M. J.; LAHORE, C. O. **Planejamento escolar**. São Paulo: Saraiva, 1997.
- MARTÍNEZ-MUT, B.; GARFELLA, P. “A construção humana através da aprendizagem significativa: David Ausubel”. In: MINGUET, P. A. (org.) **A construção do conhecimento na educação**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da física: a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983.
- SILVA, R. P. *Et al.* “O uso da realidade virtual no ensino da geometria descritiva”. In: **Anais do 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2001**. São Paulo: Comissão organizadora do GRAPHICA 2001, 2001.
- SILVA, R. P. **Avaliação da perspectiva cognitivista como ferramenta de ensino-aprendizagem da geometria descritiva a partir do ambiente hipermídia - HYPERCAL^{GD}**. 2004. Exame de Qualificação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MEANINGFUL LEARNING: A TEACHING METHODOLOGY TO DESCRIPTIVE GEOMETRY

Abstract: *The goal of this paper is to present the teaching methodology of Descriptive Geometry III course, offered by the Department of Expressão Gráfica (DEG) of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS). This teaching methodology is based in the meaningful learning theory of Ausubel, Novak and Gowin. According to this theory, the most important factor for learning is the learner's prior knowledge. Meaningful learning is a process what new information is related to an existing relevant aspect of an individual's cognitive structure. The new methodology requires alterations in presentation and organization of the programmatic content, teaching procedures, resources selection and evaluation procedures of the course. Thus, the axiomatic disposition (logic) usually found in the traditional approach teaching of the descriptive geometry to modify, gradually, to psychological development with emphasis in the student's prior knowledge. For the achievement of this teaching methodology are used tools that were created by authors above cited, for instance: concept maps, advance organizers and empiric support. The empiric support of the Descriptive Geometry III course is the learning hypermedia environment – HyperCAL^{GD}. The results of application of this teaching methodology are very positive.*

Key-words: *Meaningful learning, Teaching methodology, Descriptive Geometry*