



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

O REDESIGN DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ESPACIAL NO ENSINO DE ENGENHARIA

Lucilene I. Gargioni de Souza - ligsouza @cce.ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Expressão Gráfica
Campus Universitário
CEP 88040-900 - Florianópolis – Santa Catarina

Resumo: *Este trabalho visa divulgar um Redesign das informações em nível contextual, organizacional e metodológico a respeito do desenvolvimento de habilidades representativas gráficas construtivas e visuais em relação à técnica do Sistema Mongeano, base para qualquer tipo de estrutura gráfica. Tem como finalidade melhorar e facilitar a organização, a codificação (formação, registro) e a recuperação (evocação) das informações, com o objetivo de desenvolver a habilidade viso-espacial do aluno, por meio de uma estrutura de raciocínio, baseada nos procedimentos da memória humana, através do emprego da teoria da Rotação Mental, do processo de Relembrar, associado à construção de Mapas Mentais/Conceituais. Estrutura esta, transformada em disciplina obrigatória dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, Produção Mecânica e Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina, intitulada Representação Gráfica Espacial.*

Palavras-chave: *Representação gráfica espacial; rotação mental; mapas mentais/conceituais; raciocínio; memória.*

1. INTRODUÇÃO

A expressão visual é um meio de comunicação que necessita de compreensão dos meios visuais humanos.

- Se a expressão visual através da linguagem visual é o meio de comunicação universal, por que há tanta dificuldade de aprendizado (memorização)?
- Por que os alunos não conseguem compreender as informações que estão sendo transpostas, processá-las (formação da memória) e, muito menos, resgatá-las (evocação)?
- Se o Sistema Mongeano de representação gráfica tem como objetivo principal o desenvolvimento da habilidade viso-espacial, através de uma estrutura lógica de raciocínio, por que então não atingimos esse desenvolvimento?

Experiências vivenciadas demonstraram que:

- Havia uma deficiência na estrutura de conteúdo no sistema bi-projetivo mongeano;
- Havia falta de conhecimento prévio (ancoragem) sobre os processos perceptivos humanos que concedesse sentido e significado à estrutura do conteúdo técnico a ser desenvolvido. E isto parecia ocasionar uma dificuldade muito grande na compreensão e na memorização das informações propostas por este conteúdo;
- Não havia, portanto, uma estrutura lógica que delineasse a trajetória do raciocínio, que possibilitasse a formação (codificação) e evocação (recuperação) da memória, que fixasse o aprendizado e estimulasse o desenvolvimento da capacidade viso-espacial.
- Havia, no entanto, necessidades urgentes de um *Redesign* em toda a estrutura do ensino-aprendizagem sobre o Sistema Bi-projetivo de Monge na tentativa de sanar as falhas detectadas por estas observações. E compreendê-lo em nível de projeto gráfico, porque somos incapazes de vê-lo e compreendê-lo naturalmente como meros expectadores.

Para sairmos da posição de simples expectadores e nos colocarmos numa posição de profissionais executores, construtores gráficos, nós, professores e alunos, necessitamos reconhecer os procedimentos da estrutura técnica mongeana, como ferramenta de controle da percepção visual humana, com o objetivo de desenvolver a habilidade viso-espacial destes, na execução do projeto gráfico.

Após vários anos de estudos e experimentações com alunos de Engenharia, percebemos que para atingir o objetivo proposto pelo sistema mongeano: “o desenvolvimento da habilidade viso-espacial do aluno”, estes precisam conhecer e compreender a estrutura visual básica em nível de organismo humano e em nível de métodos e técnicas. Por quê? Porque esses conhecimentos facilitam o entendimento da origem da técnica mongeana e a construção da mesma, através de suas relações, facilitando sua codificação e seu resgate (procedimentos da memória humana), sem os quais seria impossível o ensino-aprendizagem dos conteúdos propostos pela técnica.

- Em nível de organismo humano, mencionamos: os processos fisiológicos visuais, os perceptivos e os cinestésicos.
 - Os processos fisiológicos visuais requerem estruturas ópticas envolvidas na formação da imagem: córnea, cristalino, íris, pupila, retina (cones e bastonetes), onde a energia luminosa será transformada em impulsos elétricos que serão transportados pelos nervos ópticos até áreas destinadas à visão no cérebro.
 - Os processos perceptivos: Em relação ao reconhecimento de objetos, nós humanos não vemos em círculo; não vemos em raio-X; não vemos uma imagem panorâmica; nem objetos, mas partes deste objeto, pois vemos em 2D $\frac{1}{2}$, projetamos em 2D e construímos a tridimensionalidade no cérebro. E ainda, o cérebro gira formas, através da teoria da rotação mental (Pinker, 1999).
 - As forças cinestésicas: O equilíbrio vem do constructo vertical e horizontal e as inclinadas vêm dos ajustamentos destas, justificando as direções dos planos vertical e horizontal de projeção, e todas as direções dos elementos básicos de construção, existentes na técnica mongeana. A construção do processo de visualização precisa identificar o equilíbrio, caso contrário entra em conflito, causando desequilíbrio.

- Em nível de métodos e técnicas:
 - Métodos: todos os procedimentos metodológicos devem ser desenvolvidos através de uma estrutura de raciocínio com base na organização e procedimentos da memória humana, através da construção de mapas mentais/conceituais, facilitando a codificação (formação da memória) e o seu essencial resgate (recuperação da memória).
 - Técnicas: o Sistema Bi-projetivo de Monge com suas imagens gráficas, projetadas em 2D sobre os dois planos de projeção (imagens), vertical primário e horizontal secundário e de sua intersecção que resultam na linha de terra, representa a projeção do olho humano. Este sistema técnico, redesenhado em nível contextual, organizacional e metodológico de acordo com os procedimentos perceptivos e com os procedimentos da memória humana é uma ferramenta poderosa no desenvolvimento da habilidade viso-espacial, porque funciona como suporte de controle dos processos perceptivos humanos. E desta forma, este sistema redesenhado funciona como conhecimento básico para qualquer outro tipo de representação gráfica e visual.

Os conhecimentos prévios em nível de organismo humano, estudados pela neurociência, é a fonte necessária básica a qualquer técnica representativa gráfica visual, porque justifica os procedimentos dos processos técnicos. É necessário, portanto, conhecê-los (conhecimentos prévios) de forma mais próxima, mais real e prática possível, porque são os mesmos que mostram a origem como suporte ao entendimento das técnicas, designando a estas, um significado.

A técnica mongeana projeta imagens bidimensionais, porque é a imagem produzida pelos nossos olhos quando visualizamos uma figura plana ou mesmo um objeto. Por outro lado, a técnica necessita trabalhar com duas imagens, vertical primária (porque é a primeira imagem que nós vemos) se analisarmos através das forças cinestésicas (por meio do constructo vertical e horizontal); porque os olhos precisam identificar o dimensionamento real das três dimensões: altura, largura e profundidade; para que o cérebro possa construir mentalmente, espacialmente a tridimensionalidade e, posteriormente, os olhos possam ver o objeto real em 2D $\frac{1}{2}$, que é o produto da nossa visão.

O neurofisiologista britânico David Marr (1946-1981), descreveu que “o produto da nossa visão é um esboço em 2D $\frac{1}{2}$. A profundidade é rebaixada em $\frac{1}{2}$ dimensão porque não define o “meio” o qual a informação visual é mantida (diferentemente da altura e largura). É apenas uma informação mantida nesse meio” (Pinker, 1999, p.277). Gargioni de Souza diz que é importante justificar que este meio ($\frac{1}{2}$) que Marr coloca, é algo maior que 2D e menor que 3D.

Como o objetivo estratégico desta estrutura mongeana de conhecimento é desenvolver a habilidade de viso-espacial através de uma estrutura de raciocínio, de acordo com os procedimentos da memória humana, dividimos os elementos básicos de construção também em primários e secundários, facilitando a organização à construção de mapas mentais/conceituais da estrutura mongeana de conhecimento como ferramenta auxiliar no processo de codificação das informações.

Os elementos básicos primários correspondem à reta, ao plano e ao ponto. Os secundários correspondem aos dois mecanismos de determinação de verdadeira grandeza: rebatimento e mudança de plano, indispensáveis à determinação da verdadeira grandeza da base, face e altura do objeto. Sem os quais seria impossível a sua representação.

Deste modo, ao representarmos os elementos básicos primários de construção, redesenhamos a organização lógica existente na maioria das bibliografias da área, com base no suporte teórico efetuados e experimentos pelos psicólogos Cooper, Shepard, confirmados

pelos psicólogos Tarr e Pinker, autor do livro “*Como A Mente Funciona*”, onde revela que “o cérebro gira formas em torno de um referencial e que a rotação mental é um dos truques por trás da nossa capacidade de reconhecer objetos e apontam a “rotação mental” como chave fundamental no reconhecimento de formas” (Pinker, 1999, p.302). Essa afirmação se deve ao fato de que quando uma forma aparece numa direção ou numa posição habitual e freqüente as pessoas identificam com maior rapidez e quando aparece em orientações ou direções novas e desconhecidas, inclinadas, por exemplo, precisam ser giradas para alinhar-se a uma visão conhecida mais próxima da forma habitualmente ou comumente conhecida (Pinker, 1999).

Como o sistema mongeano trabalha com imagens em várias direções, o emprego da teoria da rotação mental segundo um referencial é essencialmente importante, porque, primeiro, induz a um procedimento cognitivo organizado da informação gráfica-visual; segundo, cada novo elemento é integrado a informação de forma associativa, em função do elemento anterior. Isto induz o aluno à descoberta da informação posterior, mesmo antes dela ser divulgada; terceiro, a informação é construída de acordo com a lógica compatível com os procedimentos cognitivos, ao processo de lembrar durante e após a aprendizagem, conduzindo a construção dos mapas mentais/conceituais, os quais facilitam o processamento da informação na memória de longo prazo, já que a mesma trabalha com relações e associações, atingindo elevados estágios de raciocínio. Esta teoria é desenvolvida na prática desde o primeiro momento quando da apresentação dos elementos básicos de construção dos objetos para fins de reconhecimento e representação gráfica dos mesmos.

Ao iniciarmos o processo de apresentação e de representação gráfica do primeiro elemento de construção, usamos a reta na direção fronto-horizontal como referencial, porque sua direção em relação aos planos de projeção permite projetar imagens paralelas tanto à reta do espaço (reta real) quanto à linha de terra (que também é o referencial em relação aos planos de projeção). Esta direção permite visualizar imagens projetadas com a mesma dimensão (grandeza) e direção, tanto em relação ao plano vertical de projeção, quanto em relação ao plano horizontal de projeção. Isso nos parece insignificante, porém faz a grande diferença em relação à clareza do emprego prático e entendimento da teoria da rotação mental na construção do raciocínio. Tal teoria, quando associada ao processo de lembrar, durante e após a aprendizagem, conduz a uma organização prévia da trajetória da construção das informações, facilitando à execução da construção do mapa mental/conceitual (gráfico) como ferramenta auxiliar no processo de codificação (formação) da memória. E a partir da reta na direção fronto-horizontal, como direção referencial, busca-se encontrar todas as outras possíveis direções. Mantendo-a paralela ao plano horizontal secundário, girando num ângulo qualquer em relação ao plano horizontal secundário, determina-se a reta na direção horizontal e num ângulo de 90° determina-se na direção de topo. Por sua vez, estas três direções de reta originam um plano na direção horizontal, que conseqüentemente contém as três direções de reta pertencentes ao mesmo.

Neste sentido, tendo como ponto de partida a reta referencial, todas as outras direções de reta são conhecidas em função da direção da reta anterior, que passa a ser conhecimento prévio das direções seguintes. O conhecimento do ponto (o terceiro elemento básico de construção) é inserido na estrutura mongeana de forma quase imperceptível durante a busca e a representação da reta e de forma mais visível ainda, quando da inserção da figura em direção ao conhecimento dos dois mecanismos de determinação de verdadeira grandeza: rebatimento e mudança de plano que são conhecidos também, da mesma forma, com base em conhecimentos prévios que fazem parte da estrutura do conhecimento técnico. Nenhuma informação é integrada ao processo de forma isolada, independente, mas sempre como parte integrante, associada à estrutura do sistema mongeano.

E desta forma, compreende-se a estrutura de cada elemento isolado, a diferenciação progressiva existente entre os mesmos como parte essencial à construção e entendimento de

toda a estrutura de conhecimento, promovendo uma reconciliação integrativa mostrando o significado dos mesmos. Esta nova concepção contextual, organizacional e metodológica redesenhada trabalha as informações em nível de estrutura, ligada sempre à informação anterior, facilitando o processo de codificação e o seu alojamento na memória de longo prazo, possibilitando com isso o seu possível resgate, porque as mesmas serão dificilmente esquecidas. Segundo Ausubel, apud Moreira e Masini, (2002) a aprendizagem significativa ressalta a organização da informação no cérebro. A nova informação ligada à estrutura pré-existente conduz a um organizador prévio levando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa; uma hierarquia conceitual, possibilitando a construção de mapas conceituais. Bruner, Ausubel, Robson, Breux, Hermann e Strike apud Casas (1999) dizem ainda que as informações se tornam mais significativas ainda quando desenvolvidas através de uma descoberta orientada, pois nos leva a aprender como aprender.

O emprego da teoria da rotação mental, no desenvolvimento da técnica mongeana, abre as portas para o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição dos procedimentos gráficos. Isto acontece porque desenvolve no aluno a visualização mental dos procedimentos de busca das informações posteriores, elaboradas através do raciocínio indutivo e dedutivo, quando da descoberta de direções seqüenciais. Pois as mesmas são determinadas e integradas à estrutura de conhecimento de forma associativa, mostrando claramente a origem das direções dos elementos básicos de construção e o que estes significam na construção dos objetos em várias direções como ferramenta básica no desenvolvimento da habilidade viso-espacial do aluno (Gargioni de Souza, 2004).

1.1 A teoria da rotação mental no desenvolvimento do raciocínio e da memória

Gargioni de Souza (2004) revela que a teoria da rotação mental, bem desenvolvida em toda a estrutura da técnica mongeana, proporciona a percepção do movimento, conduzindo a percepção da trajetória do raciocínio que organiza as estratégias de codificação das informações, através de uma atenção ativa, de forma integrativa e associativa, estimulando e facilitando o processo de formação (codificação) da memória de longo prazo, porque a nova informação estará sempre vinculada à informação anterior (prévia), conectada ao conjunto das informações constantes de toda a estrutura de conhecimento que está sendo desenvolvida. Evita-se assim que ocorra apenas a formação da memória de curto prazo, a qual é uma memória de permanência temporária. Segundo Mason & Smith (2006, p.87-86), “codificar requer o uso das funções cognitivas mais elevadas para que as redes neurais que contêm as lembranças sejam elaboradas e aprofundadas. Quanto melhor a codificação, mais fortes serão as redes neurais que contêm a memória. Se não criarmos redes neurais bastante fortes é pouco provável que consigamos recuperar a informação com facilidade”.

Por isso, com base nestas afirmativas, já comprovadas através de seus experimentos com alunos de Engenharia, Gargioni de Souza (2004) revela ainda que quanto mais estruturadas forem as informações mongeanas, com metas bem definidas e apenas com informações relevantes, eliminamos os fatores de distração, que induzem à má codificação e conseqüentemente ao não resgate das mesmas. O excesso de informações torna o processo de compreensão e a codificação da memória mais lentos, principalmente, quando trabalhados dentro do princípio gráfico, prejudicando o desenvolvimento do seu objetivo.

Izquierdo (2005) diz em suas últimas pesquisas que os sistemas relacionados à capacidade da memória são saturáveis; precisamos tê-los livres, para podermos usá-los. David Marr revelou que “a visão é um processo que produz a partir de imagens do mundo externo, uma descrição que é útil para aquele que vê e que não está misturada com informações irrelevantes” (Pinker, 1999, p.2229).

Gargioni de Souza (2004) diz que, como os sistemas de memória são saturáveis, é necessário desenvolver recursos práticos, ferramentas fundamentadas através de uma estrutura lógica de raciocínio, organizadas compativelmente com os procedimentos da memória, ‘apenas com informações relevantes’, integradas de forma associativa, conectadas sempre a conhecimentos anteriores (prévios) evitando assim a extinção de informações importantes que podem interromper as conexões mentais necessárias e levarem a desconstrução da informação, ao esquecimento. E, por conseguinte, podendo prejudicar o desenvolvimento dos procedimentos que conduzem ao processamento das informações.

Por outro lado Izquierdo (2006), diz que a memória de curto prazo sobrevive o tempo necessário para a informação ser utilizada. Exemplo: qualquer conteúdo que é decorado para uma prova permanece no cérebro até o aluno entregar o documento ao professor. Se ele tiver boa nota, talvez nunca mais se lembre do que estudou. Não forma arquivos. Só vira memória de longo prazo se encontrar vínculo com outra informação já armazenada ou pela repetição. Salienta ainda, que, a memória de longo prazo fica mais tempo no cérebro e é aquela que todo professor gostaria de fomentar em seus alunos. Quando dura anos, vira memória remota. Reforça ainda que, uma informação permanece no cérebro porque, quando foi apreendida, seus estímulos geraram novas sinapses, desencadearam síntese de proteínas, ativaram genes e provocaram a sua consolidação como conhecimento apreendido.

Gargioni de Souza (2004) diz para que haja a consolidação do conhecimento aprendido e conseqüentemente a formação da memória de longo prazo é necessário que busquemos recursos práticos que atuem diretamente no controle da codificação da mesma durante todo o processo. O ‘contexto’ e os ‘procedimentos metodológicos-lógicos-organizacionais da informação’ devem facilitar e possibilitar a condução das mesmas à memória de longo prazo. Neste sentido, a construção dos mapas mentais/conceituais como instrumento organizador da estrutura de conhecimento mongeano é um meio auxiliar e eficaz no controle da formação da memória longo prazo, porque este mapeamento fotografa externamente, o mapa cognitivo interno (individual), fazendo uma releitura de toda a estrutura de conhecimento na formação do conceito, quando trabalhado associado ao processo de lembrar durante e após a aprendizagem porque seleciona as informações mais relevantes.

1.2 Mapas mentais/conceituais associado ao processo de lembrar

Gargioni de Souza (2004) conceitua essa estrutura de Mapas mentais/conceituais e explica que são mapas ‘mentais’ porque são estruturas individuais e ‘conceituais’ porque são baseadas em conceitos.

A construção dos mapas mentais/conceituais desenvolve no aluno a habilidade de organização das informações mongeanas, possibilitando a este que o processo de armazenamento das informações seja incorporado a uma estrutura do cérebro (memória de longo prazo) de modo que o aluno possa manipular estas informações e utilizá-las em seus projetos gráficos futuros.

Segundo Buzan (1996, p.120) Mapas Mentais são “fotografias” exteriores das complexas inter-relações do pensamento, em qualquer momento, que permitem ao cérebro “ver-se a si próprio, com maior clareza, otimizando todo o espectro das suas capacidades de pensamento: acrescentarão competência e satisfação crescentes à sua vida”.

Segundo Ausubel apud Moreira e Masini (2002) Mapas Conceituais são diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual, indicando relações entre os conceitos de uma disciplina ou de parte de uma disciplina.

Segundo Gargioni de Souza (2004), Mapas Mentais/Conceituais são representações gráficas hierárquicas individuais baseadas em conceitos que criam estratégias de gerenciamento das informações, controlando o encadeamento das informações de relações

inter e intrapessoais, através da organização associativa das palavras relevantes, baseados no raciocínio lógico, conectados ao processo de relembrar, que age como um atrator de identificação (não extinção) das informações mais importantes, necessárias à formação (codificação) e à evocação (recuperação) da memória no processo de ensino-aprendizagem.

Isso acontece, porque há um *feedback*, que possibilita visualizar graficamente o caminho em direção ao foco principal da informação. Não de forma direta, mas passando por todos os caminhos que deram origem àquela informação. Uma palavra relevante, bem situada, pode ser o suficiente para reativar todo aquele circuito de memória no processo de resgate das informações (Gargioni de Souza, 2004).

Ao organizarmos as informações através de ferramentas estruturadas de forma mais compativelmente com os procedimentos de funcionamento da memória, integrando informações e estabelecendo associações adequadas, estaremos estimulando o cérebro a estabelecer conexões pelas vias mais eficientes e mais ajustadas, estabelecendo prioridades e concentrando-se no que realmente interessa, naquilo que é mais relevante, descartando automaticamente as informações que congestionam o processo de codificação das mesmas, interrompendo a formação da memória (Gargioni de Souza, 2005).

E para facilitar ainda mais os procedimentos de construção dos mapas mentais/conceituais, devemos acrescentar paralelamente a eles, o processo de relembrar, durante todo o período de aprendizagem, enfocando as informações mais importantes (relevantes), pois este processo auxilia a construção e a visualização da trajetória do raciocínio que leva à construção do mesmo.

E ao agregar estes dois procedimentos: a construção de mapas mentais/conceituais e o processo de relembrar ao *redesign* da representação gráfica espacial, estes operam como um “controlador dos procedimentos da memória”, pois facilitam a organização, o registro e a recuperação das informações, mantendo o nível de compreensão e memorização sempre elevados. Possibilitando, assim, o deslocamento e a codificação das informações para a memória de longo prazo, já que a memória de longo prazo trabalha com associações de idéias conectadas a informações anteriores.

Buzan (1996) diz que, se os processos de revisão forem organizados adequadamente, é possível manter a capacidade de relembrar no ponto mais elevado que se alcança pouco tempo depois de terminadas às experiências de aprendizagem. Para alcançar este objetivo, é necessário recorrer a um padrão programado de revisão, no qual cada revisão é feita exatamente antes de se ocorrer à queda da capacidade de relembrar. Depois deste período de tempo, o conhecimento estará alojado na memória de longo prazo. Isto significa que este conhecimento particular será tão familiar como o de um número de telefone pessoal, necessitando de uma ativação mínima para ser mantido.

Gargioni de Souza (2004) afirma que durante o processo de relembrar se enfatiza as informações mais importantes. E ao executarmos este procedimento, induzimos o aluno a trabalhar a atenção ativa através da percepção de quais são os pontos da informação que são mais relevantes, como devem ser estruturados e que tipo de associações devem ser estabelecidas durante o processo de construção gráfica dos mapas mentais/conceituais, essenciais a formação da memória de longo prazo.

Por sua vez, estas associações adequadas desenvolvidas na construção dos mapas mentais/conceituais, associadas ao processo de relembrar promove: a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Um contraponto à prática de texto de separar idéias e tópicos em capítulos e seções.

Além disso, um dos aspectos mais significativos que se tem percebido numa revisão bem executada é o efeito acumulativo que este exerce em todos os aspectos de aprendizagem, pensamento e memória. Este efeito acumulativo pode aproximar o efeito de primazia com o

efeito de recência, necessários à continuidade no raciocínio lógico entre as informações, indispensáveis à formação da memória de longo prazo.

Além disso, Gargioni de Souza (2004) diz que a percepção da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, evidenciadas durante o processo de revisão bem executado facilita a construção dos mapas mentais/conceituais, e evidenciam o efeito acumulativo que estes exercem em todos os aspectos de aprendizagem, pensamento e memória, podendo aproximar o ‘efeito de primazia’ ao ‘efeito de recência’. Diminuindo desta forma, ou até diluindo, o espaço entre estes dois efeitos, tão prejudiciais na construção da trajetória do processo de construção do raciocínio, essencial ao processo de codificação da memória. Porque como se recorda mais das partes iniciais e finais, e menos das intermediárias, cada novo elemento negligenciado impossibilita o estabelecimento de novas informações na memória, pois a mesma não encontra um arquivo para o aporte.

Gargioni de Souza (2004) ressalta que se deve manter o programa de revisão continuada, durante todo o processo de exposição do conteúdo mongeano, num período de aula. Quando se percebe que o nível de compreensão e memorização começa a decair, devido à ruptura da trajetória do raciocínio, deve-se estabelecer imediatamente a revisão com base no conhecimento que se dispõe na memória, desde o primeiro momento, no primeiro dia de aula, a partir do início da apresentação do conteúdo, antes de dar continuidade ou introduzir um novo assunto.

Através desta estrutura apresentada, o aluno vai percebendo a construção e a importância dos vários elementos no processo de construção da informação e que sem o conhecimento dos mesmos não seria possível concluir o processo de construção de objetos, graficamente, em várias direções, desde os objetos mais simples até ao mais complexos, permitindo interceptá-los, seccioná-los, planificá-los e modelá-los.

Por outro lado ao internalizar as experiências fornecidas por uma contextualização, uma organização e uma metodologia bem estruturadas, o aluno reconstrói individualmente, com base em conhecimentos prévios (desenvolvimento de toda a estrutura mongeana transposta), os modos de ação realizados externamente e aprende a organizar os próprios processos mentais, através de uma intensa atividade mental controladas pelo emprego teoria da rotação mental, do processo de relembrar e da construção dos mapas/mentais conceituais. Mas para que isso ocorra, a estrutura de conhecimento proposta por nós professores, precisa desafiar, estimular o sistema cognitivo através de suas redes neurais, atingindo estágios elevados de raciocínio na formação do conceito, potencializando o desenvolvimento da habilidade viso-espacial. Vygotsky apud Rego (1995) ressalta, no entanto, que se o meio não desafiar, exigir e estimular o intelecto, este estágio pode atrasar ou não se completar, não atingindo estágios mais elevados de raciocínio na formação do conceito.

Gargioni de Souza (2004), diz que as vantagens de estabelecer relações significativas durante todo o desenvolvimento da estrutura de conhecimento entre as informações mongeanas, a partir da estrutura visual humana, percebe que o assunto influencia na emoção dos alunos e o conteúdo passa a ter uma maior importância e um maior valor em termos de aprendizado. E o cérebro, por sua vez, responde positivamente a essas situações, ajudando-o a fixar não os fatos isolados, mas os procedimentos efetuados pela técnica como gerador responsável na formação do conceito.

2. RESULTADOS OBTIDOS

Após a experimentação deste *redesign* em nível contextual, organizacional e metodológico constata-se os seguintes resultados:

- Entendimento da origem dos procedimentos técnicos mongeanos, não como algo isolado, mas ancorados no funcionamento visual humano. Isto os faz compreender o porquê das coisas e para quê, estimulando-os a atingir a meta proposta: o desenvolvimento da habilidade viso-espacial;

- Visualização da presença e do emprego constantes da teoria da rotação mental, porque esta desenvolve no aluno a habilidade:

- da percepção do movimento dos elementos básicos de construção dos objetos;
- da percepção da construção da trajetória do raciocínio indutivo e dedutivo;
- da organização das estratégias de codificação das informações;
- da atenção ativa, porque ela trabalha com a integração das informações de forma associativa. Essa atenção estimula e facilita o processo de formação (codificação) da memória de longo prazo, evitando apenas o uso da memória temporária, de curto prazo;
- da percepção de que a nova informação é sempre vinculada à informação anterior (prévia), conectada ao conjunto das informações constantes em toda a estrutura de conhecimento que está sendo desenvolvida;
- do uso das funções cognitivas mais elevadas, porque as lembranças são elaboradas e aprofundadas, promovendo codificações mais fortes e resgates mais facilitadores;
- da percepção da estruturação dos procedimentos técnicos, na busca dos elementos básicos necessários à construção dos objetos e, tais procedimentos, quando associados ao processo de relembrar bem estruturado, apenas com informações relevantes, conduzem a construção dos mapas mentais/conceituais com grande facilidade.

- Comprovação que a contextualização, a organização e a metodologia empregadas neste *redesign* estimulam a capacidade de raciocínio, fator determinante no processo de codificação (formação) da memória e no seu resgate, pois os indivíduos percorrem por caminhos já trilhados através da teoria da rotação mental, do processo de relembrar e da construção dos mapas mentais/conceituais;

- Constatação de que a teoria da rotação mental, associada ao processo de relembrar durante e após a aprendizagem e a construção dos mapas mentais/conceituais empregados diretamente no desenvolvidos da estrutura mongeana, atuam como controladores dos procedimentos da memória, mantendo o nível de compreensão e memorização sempre elevados. Possibilitando desta forma, o deslocamento informações gráficas para a memória de longo prazo.

- Verificação de que a complexidade não se traduz em dificuldade, criando uma competitividade benéfica de superação de seus próprios limites;

- Autonomia na proposição e resolução de qualquer tipo de problema – quanto mais complexos, mais estimulante se tornam. Pois o estímulo à compreensão das informações gráficas mongeanas é desenvolvido pela estrutura do próprio conteúdo.

- Proporciona, ao aluno o poder de discernir, particularizar e generalizar.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao aplicarmos este *Redesign*, o aluno percebe que a técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo de Monge e as estratégias representativas específicas da técnica estão intimamente ou diretamente ligadas ao sistema visual humano, fazendo com que os alunos compreendam a origem do desenvolvimento dos elementos básicos constituídos pela técnica representativa, não como algo isolado, mas originário do funcionamento visual humano.

Além disso, os alunos percebem que todos os conhecimentos prévios são importantes para entender que a visão tem sérias limitações quanto ao espaço tridimensional; que os olhos só conseguem visualizar em duas dimensões e meia; e que é o cérebro o responsável pela construção tridimensionalidade. E, ainda, para que possamos compreendê-la e atuar na área de projeto gráfico e projetá-los em duas dimensões, precisa-se desenvolver essas potencialidades, porque as mesmas não são desenvolvidas sem esforço, isto é, automaticamente.

Por sua vez, o conhecimento em profundidade dos processos perceptivos que regem as respostas aos estímulos visuais, intensifica o controle do significado da técnica, educando as estratégias construtivas, oferecendo critérios para controlar os rumos do conteúdo a ser conhecido e os rumos da estrutura lógica da técnica representativa, que levam ao desenvolvimento da habilidade de raciocínio viso-espacial. Essa técnica, auxiliada pela teoria da rotação mental, que são procedimentos hierárquicos de informações visuais simbólicas, desenvolve de forma integrada e associada à construção gráfica dos objetos.

A construção organizada do conhecimento através de uma estrutura lógica compatível com a organização e com o funcionamento visual humano através da teoria da rotação mental leva e facilita a construção do mapa mental/conceitual (MMC), fotografando externamente o desenvolvimento e a elaboração do mapa cognitivo interno. A construção destes mapas, demonstrada através do MMC por apontamentos dos alunos, os conduz à trajetória do pensamento individualizado da construção do conhecimento, sobre o sistema bi-projetivo de Monge, desenvolvendo o raciocínio viso-espacial. E quando associado ao processo de relembrar, mantêm o nível de compreensão e de memorização elevados, facilitando, com isto, a codificação na memória de longo prazo, havendo necessidade de ativação mínima para recuperá-la.

Ao desenvolver a habilidade de organização da técnica mongeana, o aluno percebe os conceitos fortemente associados, que o leva a uma diferenciação progressiva. E quando reforçado por um processo de revisão durante e após a aprendizagem diretamente ligada à construção dos MMC por apontamentos, leva-o a uma reconciliação integrativa que possibilita a ampliação do raciocínio e da memória de longo prazo, pois encontra arquivos já formados, para abrigar a nova informação, aproximando o efeito de primazia ao efeito de recência. Possibilitando, com isto, a construção individualizada da informação, gerando motivação interna independente, estimulando e ampliando a aprendizagem, facilitando a codificação e o resgate das mesmas. Proporcionando, dessa forma, ao aluno, o poder de discernir, particularizar e/ou generalizar. Ele aprende que a complexidade não se traduz em dificuldades, pois os procedimentos estão ancorados numa única estrutura de conhecimento, conduzindo-os a uma autonomia na resolução de problemas.

Neste sentido, os efeitos de se criar estruturas de ensino-aprendizagem, baseadas em estudos da neurociência, é que se podem explicar todos os procedimentos por meio de um caminho científico estruturados na prática, visando um melhor entendimento das estruturas de conhecimento e podendo-se informar ao cérebro o que se deve guardar e como se deve guardar, o que se deve descartar e como se deve descartar, para facilitar e melhorar o processo de codificação e resgate das mesmas.

Enfim, este “*Redesign*” desenvolvido pela Prof^ª. Dra. Lucilene Inês Gargioni de Souza, em sua tese de doutorado, que busca aprimorar as estratégias de ensino-aprendizagem, foi transformado em disciplina obrigatória da primeira fase dos Cursos de Engenharia da UFSC, denominada “Representação Gráfica Espacial”, com o objetivo de possibilitar ao aluno o desenvolvimento da sua habilidade viso-espacial, ampliando o seu potencial de variações e expressões criativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUZAN, Tony. **Saber Pensar**. Tradução de Antônio Branco Vasco. Editora Presença. Lisboa, Portugal, 1ª edição, 1996 (Título original: Use Your Head).

CASAS, Luis Alberto Afaro. **Contribuição para a modelagem de um Ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**. Florianópolis, 1999, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPEGP/UFSC, 1999.

GARGIONI DE SOUZA, L. I. **O Redesign da Informação no Processamento da Imagem**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

IZQUIERDO, Ivan. **Conhecendo como o cérebro guarda informações você vai ajudar os alunos a fixar os conteúdos estudados em classe**. (<http://www.escolavesper.com.br/memoria.HTM>), acessado em 17/04/2006

MOREIRA, Marco A. & MASINI, Alice F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Centauro, 2001.

PINKER, Steven. **Como a Mente Funciona**. Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1998. (Título original: How the mind works).

REGO, Teresa Cristina. Vygotsky: **Uma Perspectiva Sócio Cultural da Educação**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

THE REDESIGN OF THE SPACE GRAPHICAL REPRESENTATION IN THE ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *This work aims at to divulge a Redesign of the information in contextual, organizacional and metodológico level regarding the development of constructive and visual graphical abilities representative in relation to the technique of the Mongeano System, base for any type of graphical structure. It has as purpose to improve and to facilitate the organization, the codification (formation, register) and the recovery (mandate) of the information, with the objective to develop the aim at-space ability of the pupil, by means of a structure of reasoning, based on the procedures of the memory human being, through the use of the Theory of the Mental Rotation, the process of Remember, associated to the construction of Mentais/Conceituais Maps. Structure this, transformed into obligatory classes of the courses of Mechanics Engineering, Civil Engineering, Mechanics Production Engineering and Civil Production Engineering , of the Federal University of Santa Catarina, intitled Space Graphical Representation.*

Word-key: *Space graphical representation; mental rotation; mentais/conceituais maps; reasoning; memory.*