

MAPAS MENTAIS, POEIRA DE CANTOR E INTERDISCIPLINARIDADE

Tabajara L. de Almeida - dmttaba@super.furg.br

Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG - RS

Robert Betito - docbetit@super.furg.br

Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG - RS

Helena N. Cury - curyhn@pro.via-rs.com.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC - RS

***Resumo.** Adquirimos consciência do mundo pela percepção de nossas experiências, o que gera um mapa mental particular da realidade em cada um de nós. A análise do conjunto destas visões singulares é análoga à da Poeira de Cantor, base dos Sistemas Dinâmicos, onde a unidade não pode ser perceptível quando vista por um subconjunto qualquer de seus fragmentos. O processo educacional é um sistema dinâmico, onde acumulamos conhecimento que nos é repassado de modo fragmentado, em disciplinas estanques. Pensamos que nossas decisões seguem uma trajetória lógica, linear e estruturada, mas, em ocasiões relativas à sobrevivência, agimos de modo imprevisto. Isto é decorrente da intervenção do instinto, que nos proporciona uma tomada de decisões por raciocínio não linear. O que nos leva a questionar: a educação como ela vem sendo praticada, não é uma simplificação do que realmente deveria ser? A educação acadêmica tem sido baseada no reducionismo e paradoxalmente, quando atingimos os maiores títulos, confrontamo-nos com interações exigidas com outras áreas do saber, forçando-nos a engendrarmos pelo holismo. A proposta da interdisciplinaridade caminha neste sentido: propiciar que o conhecimento da complexidade de interações entre as várias áreas do saber possa despertar mais cedo, favorecendo tanto a conscientização profissional como pessoal.*

***Palavras-chave:** Educação, Sistemas dinâmicos, Informação, Interdisciplinaridade.*

1. MAPAS MENTAIS

Verdadeiramente, como a luz manifesta-se a si mesma e a escuridão, assim a verdade é o padrão de si mesma e do erro. Espinosa, Ética, Pt. II, Prop. 43.

Em defesa de uma Educação de Qualidade Almeida & Gomes (1997, 1998), baseados nos trabalhos de Bandler & Grinder (1975) e de Glasser (1986), afirmam que existe uma grande diferença entre o mundo real e a nossa experiência com ele. Na aplicação destas teorias argumenta-se que os estudantes não podem ser considerados dependentes dos professores, mas indivíduos responsáveis pela sua própria formação (Almeida, 1999). A idéia que temos do mundo real – nossos mapas mentais – é apenas uma representação desse mundo no qual vivemos – o território. Como o mapa não é o território, nenhum de nós conhece o mundo real,

mas apenas possui uma idéia parcial e subjetiva dele. O grande dilema, portanto, constitui-se em assumir com responsabilidade nossas próprias escolhas de vida, sem que em nenhum momento tenhamos consciência do total de informações que nos cerca.

Por que nosso mapa é incompleto? Isso se deve a filtros – neurológicos, sociais ou culturais e individuais – e a mecanismos que utilizamos para aprender, para experimentar o mundo real: as generalizações, as eliminações e as distorções. Tais filtros e mecanismos, necessários para o desenvolvimento biológico de nossa espécie, são ao mesmo tempo as causas de muitos de nossos problemas de relacionamento.

Mesmo que dois indivíduos sejam geneticamente iguais, como é o caso de gêmeos univitelinos (desenvolvidos a partir de apenas um único óvulo fecundado), seus mapas mentais serão diferentes, pois ao longo do tempo, desde sua concepção, cada gêmeo sofre intervenções do meio ambiente que o outro não sofreu, nem no mesmo momento ou intensidade nem na mesma seqüência de importância. Instala-se assim, na progressiva complexidade das relações humanas interpessoais, a torre de Babel, o consenso de como é difícil tratar com a psique de outros seres humanos na formação de uma Sociedade com boa Qualidade de Vida (Lorenz, 1988).

Como professores de Engenharia, é preciso que, com a *humildade* para reconhecer que temos mapas mentais pessoais incompletos, desenvolvamos a *compreensão* em relação aos mapas alheios e, através da *cooperação* (Chung, 1995), possamos desenvolver e ampliar os nossos, além de ajudarmos nossos estudantes a desenvolver e ampliar os seus para que, com a integração desses mapas, possamos conhecer melhor o território e ajudar a resolver os problemas de nossa sociedade (Monod, 1971; Chapple, 1972; Dawkins, 1979; Axelrod, 1990).

Uma tomada de decisão correta é diretamente proporcional não apenas à quantidade de informações que se tem mas, principalmente, à qualidade que esta informação possui como na Teoria da Informação (Shannon & Weaver, 1949). Provavelmente todos nós já tenhamos passado por uma situação como a seguinte na retrospectiva de algum acontecimento: “se eu soubesse daquilo naquela época, teria feito outra escolha diferente daquela que tomei”. Isto evidencia o quão importante uma simples unidade de informação representa em uma certa tomada de decisão. Quando esta unidade não está contida em nosso mapa mental, a percepção dos fatos é totalmente diferente do que quando ela é incorporada ao banco de informações, constituindo um mapa mais amplo.

Nosso comportamento é regido simultaneamente por dois componentes: o *instintivo*, do qual já nascemos com instruções precisas de como devemos nos comportar e o *aprendido*, que aprimora ou adapta os comportamentos potenciais instintivos às condições do ambiente (Lorenz, 1995). Está aí a grande importância em se conhecer os mecanismos do processo de ensino-aprendizagem, pois será somente neste nível que uma unidade de informação poderá ser incluída para aperfeiçoar e/ou melhorar a qualidade dos comportamentos de um dado indivíduo, aqui no caso, os estudantes.

Quando adultos, em função da progressiva carga de nosso aprendizado, pensamos que nossas decisões seguem uma trajetória lógica, linear e estruturada, mas, em ocasiões relativas à sobrevivência, agimos de modo imprevisto. Isto é decorrente da intervenção do instinto (Lorenz, 1995), que nos proporciona uma tomada de decisões por raciocínio não linear. Pode-se citar como exemplo desta situação a escolha de nosso(a) parceiro(a) sexual. Haverá uma dualidade entre o que o raciocínio determina como parâmetros de escolha com o que nossos sentidos dizem sobre aquele parceiro, sendo que muitas vezes a escolha lógica não condiz com o que realmente sentimos e desejamos.

Este tipo de conflito interno é a raiz dos traumas psíquicos, onde o indivíduo deve confrontar o que o faz sentir bem com a imposição de certas regras sociais que ele próprio não controla. Esta abordagem pode ser estudada pelos conceitos da teoria dos sistemas dinâmicos.

2. SISTEMAS DINÂMICOS E EDUCAÇÃO

Não existe nada em que um homem livre pense menos que a morte; sua sabedoria é meditar não sobre a morte, mas sobre a vida. Espinosa, Ética, p. IV, Prop. 67.

Os mapas mentais podem ser considerados como situações análogas às singularidades existentes na análise dos sistemas dinâmicos, momentos nos quais o sistema tem que decidir pelo que optar para se desenvolver. Para modelar a interpretação psicológica dos mapas mentais pode-se empregar o conceito da Poeira de Cantor (Fig.1). O matemático Cantor criou um conjunto a partir do seguinte procedimento: dividiu o intervalo fechado $[0,1]$ em três partes iguais e retirou o terço médio desse intervalo. A seguir, em cada intervalo restante, repetiu o processo, indefinidamente. Os pontos não retirados formam o conjunto que leva seu nome. A partir da n -ésima etapa da construção desse conjunto, restam intervalos de comprimento $1/3^n$. Assim, um intervalo aberto de comprimento x , contido no intervalo fechado original, não resta incólume se x for maior que $1/3^n$, ou seja, não se consegue reconstruir o intervalo original. (Lima, 1976). Utilizando procedimento semelhante, mas sem retirar o terço médio do segmento, para efeito desta reflexão, cria-se também, no limite das divisões, uma poeira. Cada elemento gerado (o ponto, ou unidade de informação) difere totalmente da unidade original que a gerou, apesar de estar contida nela. Além disto, a partir da visão do elemento gerado, não é possível ter-se uma idéia do segmento de reta original, nem do processo adequado para sua reconstrução.

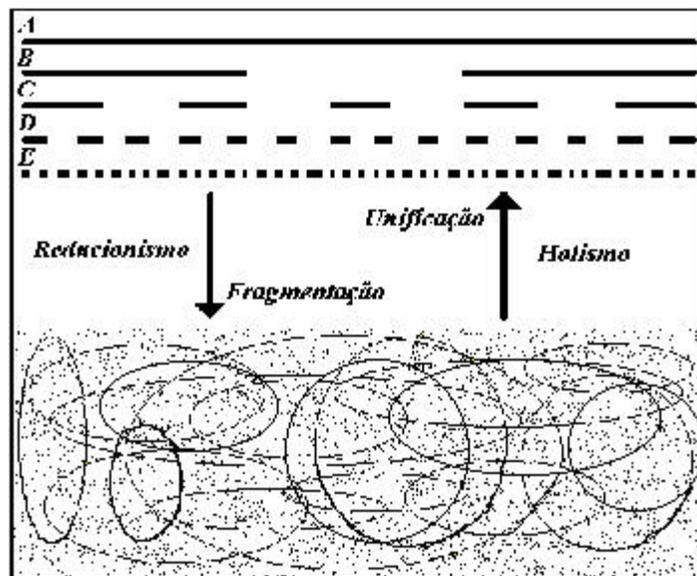


Figura 1 - Poeira de Cantor e mapas mentais

Os círculos e elipses na figura representam diferentes mapas mentais, possuindo quantidades e qualidades diferentes de informação, alguns sem nenhum ponto de interseção em comum. Moran (2000) distingue ensino de educação: "Ensino e educação são conceitos diferentes. No ensino organizam-se uma série de atividades didáticas para ajudar os [estudantes] a que compreendam áreas específicas do conhecimento (ciências, história, matemáticas). Na educação o foco, além de ensinar, é ajudar a integrar ensino e vida, conhecimento e ética, reflexão e ação, a ter uma visão da totalidade". O papel do ensino seria o de ampliar os mapas mentais, colocando dentro deles o maior número possível de fragmentos de informação. O papel da Educação, porém, está no sentido complementar, é o

de fazer perceber a unidade. Porque aprendemos? Onde queremos chegar com estes conhecimentos que adquirimos?

Em termos de ensino de matemática para estudantes de Engenharia, por exemplo, em geral nos preocupamos com programas e cronogramas, procurando sempre apresentar o maior número possível de tópicos, com a desculpa de que serão necessários para as próximas disciplinas matemáticas ou profissionalizantes. No entanto, esses conteúdos ficam dispersos, porque os professores de Matemática, em geral, não sabem dizer onde o conteúdo vai ser utilizado no currículo profissional do curso e os professores desta parte do currículo pressupõem os conhecimentos já adquiridos.

Falha, então, a concepção mais ampla, que é a de Educação. Pois educar, nesse exemplo citado, seria fazer com que o estudante tivesse a visão do todo, entendesse a razão pela qual um engenheiro estuda matemática, em função da relevância defendida na Teoria da Escolha (Almeida, 1999) e conseguisse modelar um problema de sua área a partir das ferramentas que lhe foram apresentadas. A correta Educação caminha na direção da visão holística da profissão também.

A visão holística interfere na Qualidade. Os engenheiros bem sabem a diferença entre um pedreiro que assenta um tijolo sobre o outro para construir uma parede, que não lhe diz respeito, de outro que faz o mesmo tipo de serviço só que sabe que está construindo uma catedral. A relevância do que se está fazendo no momento, de acordo com um planejamento de longo prazo, gera muito mais significado à vida do que ser mero espectador das ocorrências. O que nos aflige, no entanto, não é o que sabemos, mas sim o quanto não sabemos (área externa de um determinado mapa). Por mais que se aprenda, o que sabemos sempre é muito menor do aquilo que não sabemos. Toda nossa conduta, nosso comportamento, diário ou de médio e longo prazo, é determinada pelas restrições deste mapa.

A abstração de Cantor permitiu o desenvolvimento teórico dos sistemas dinâmicos não lineares, que se diferenciam dos lineares por não obedecerem ao princípio da superposição, onde: $f(A) + f(B) \neq f(A + B)$ (Piqueira, 1992), ou seja, “a soma das partes não garantem o conhecimento do todo”, ou, “a soma dos conhecimentos das partes que formam um todo é diferente do conhecimento do todo”. Isto implica que para atingir o todo é necessário que ocorram novas propriedades, ditas emergentes (Odum, 1983) a medida que surgem novas interações entre os elementos constituintes (Burns *et al.*, 1991) (Fig. 2).

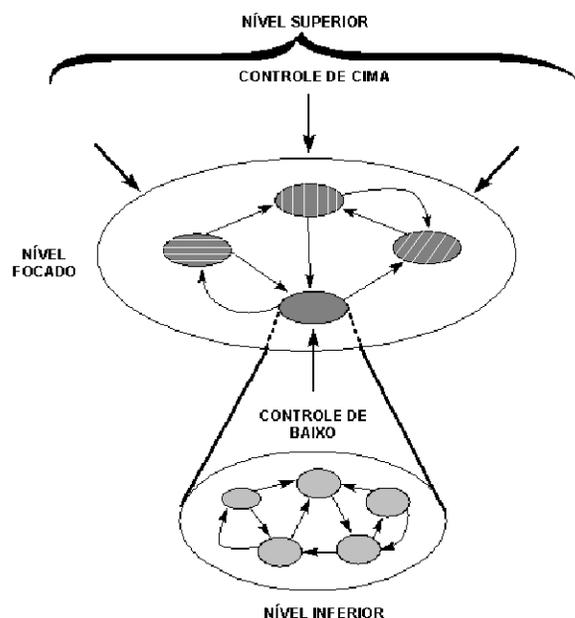


Figura 2. Concepção de uma propriedade emergente segundo BURNS *et al.* (1991).

Todos os sistemas dinâmicos possuem propriedades intrínsecas (Thom, 1972; Bertalanffy, 1977; Ulanowicz, 1986; Piqueira, 1992):

- 1) as variáveis estão em função do tempo e o comportamento de todo o sistema é extremamente sensível e dependente da caracterização das condições iniciais do processo;
- 2) a complexidade aumenta de acordo com a progressiva interação entre seus elementos, em busca da obtenção da maior probabilidade de estabilizar o sistema (entropia mínima);
- 3) seus elementos estão sujeitos a variabilidade, adaptando cada um deles ao sistema, gerando o potencial da plasticidade (flexibilidade de resposta), possibilitando que sejam testadas simultaneamente várias estratégias de evolução;
- 4) os acontecimentos são irreversíveis, em consequência do tempo progressivo.

Um sistema dinâmico pode ser representado pelo gráfico da dobra (Teoria da Catástrofe) (Arnold, 1989) (Fig.3) São definidos três eixos ortogonais entre si para atuar sobre a mudança de um sistema: o eixo da motivação ou esforço (E), o eixo da técnica (T) e o eixo do ambiente (A). Com técnica e motivação adequadas o sistema está preparado para a mudança, mas ela só acontecerá se o ambiente for propício, momento em que acontecerá o salto de Qualidade (ou a *catástrofe*). Se algum dos eixos, motivação ou técnica não for suficientemente desenvolvido (1), a probabilidade de mudança no sistema, mesmo com um ambiente propício será muito baixa. Partindo-se da posição 3 na dobra, percebemos que no plano ficam projetadas as duas alternativas de evolução do sistema. Se a força do eixo A direcionar o sistema para o nível superior da dobra, alcançamos o ponto 2. Se, ao contrário, a força for no sentido oposto, alcançamos o ponto 4. O efeito de dobra está caracterizado pela descontinuidade da projeção do ponto 2 que, de uma situação na área dos gênios, passa para a situação dos maníacos. Isto implica que, em determinados momentos cruciais (3), os elementos têm que optar por qual caminho seguir no sistema, o que pode ser interpretado como uma alternativa desejada na Teoria da Escolha (Glasser, 1998).

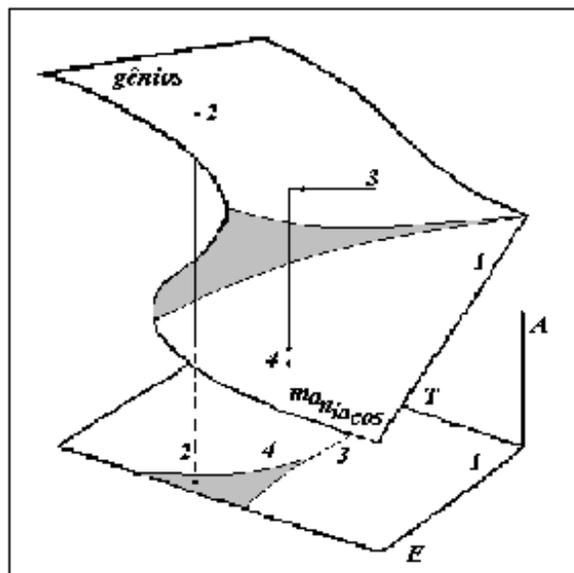


Figura 3 - Dobra da Teoria da Catástrofe

Em cada situação de conflito (2 ou 4), onde uma escolha deve ser tomada, realiza-se uma análise de risco com o banco de informações que se possui, avaliando-se as vantagens e desvantagens prováveis, como numa aplicação de estatística bayesiana, (Kinas, 2000), inerentes a cada escolha. Esta circunstância, apesar de poder ocorrer em um intervalo de tempo infinitamente pequeno, pode ser equacionada pela Teoria dos Jogos (Maynard Smith, 1982).

Podemos passar essas considerações para o sistema de ensino-aprendizagem de disciplinas matemáticas, como exemplo. As dificuldades na aprendizagem dessas disciplinas são notadas em todos os cursos da área de Ciências Exatas. Na Engenharia, os problemas se avolumam, pois, à falta de motivação, aliam-se recursos instrucionais ultrapassados (quadro-verde e giz) e ambientes de trabalho inadequados, em geral com grande número de estudantes em sala de aula.

Quando conseguimos, por exemplo, implementar condições tecnológicas adequadas — laboratórios de informática, com microcomputadores equipados com programas de computação algébrica e simbólica — temos que encontrar meios de motivar os estudantes. O programa computacional, em si, apesar do apelo lúdico que possa ter para alguns estudantes, não se sustenta como elemento motivador, pois eles, ao realizar uma tarefa solicitada pelo professor, não estão formulando *suas* próprias questões.

Assim, é difícil a mudança no ensino de matemática, especialmente porque as experiências que têm sido feitas preocupam-se apenas com um dos "eixos": na maior parte delas, procuram utilizar computadores, na crença de que a tecnologia resolve todos os problemas. Alguns pesquisadores, descrentes das soluções "mágicas" representadas pela simples solicitação de tarefas padronizadas no computador, voltam-se para a criação de ambientes de aprendizagem em que os estudantes têm atendimento individualizado, em que são respeitados seus estilos de aprendizagem e seus ritmos de trabalho.

Mas temos que levar em conta a imbricação de todos esses fatores e de outros ainda que estão relacionados com os três eixos já citados. Por exemplo, a motivação dos próprios professores têm que ser levada em conta, bem como os seus ambientes de trabalho. Há uma gama bastante complexa de relações sociais, psicológicas, profissionais e político-acadêmicas envolvidas na atuação dos docentes.

Vale citar Pinker (1998): “O comportamento é o resultado de uma luta interna entre muitos módulos mentais e é jogado no tabuleiro das oportunidades e restrições definidas pelo comportamento de outras pessoas”.

Quanto ao ditado de Espinosa citado anteriormente, todos reconhecemos o impacto na Qualidade de Vida do eixo A quando pensamos na morte ou na vida! Para a Educação, níveis baixos do eixo A representam a ignorância, em contraposição da sabedoria dos níveis elevados.

Vários sistemas não lineares, como por exemplo a evolução de um ecossistema, a meteorologia, a flutuação da bolsa de valores, a turbulência, os campeonatos esportivos, etc., são totalmente imprevisíveis, dificultando a tomada de decisão quando há conflito de interesses nas possíveis opções. Os sistemas dinâmicos, porém, descrevem um universo que, embora exiba aparente desordem e acaso, oculta, em si próprio, uma estrutura termodinâmica ordenada (auto-organização) (Thom, 1972; Allen & Starr, 1982; Odum, 1988; Murray, 1989; Cramer, 1993), em busca da maior estabilidade dinâmica possível (entropia mínima), gastando o mínimo de energia para sustentar o sistema (regra do mínimo esforço). Em decorrência, há pouca quantidade de energia livre disponível, pois toda ela está sendo direcionada com máxima eficiência na função de estabilizar o sistema, o que significa dizer que cada elemento reconhece sua importância no conjunto (qualidade holista) para o benefício da manutenção do todo (Prigogine & Prigogine, 1977; Prigogine, 1980; Allen & Starr, 1982), propósito inquestionável da Educação (Moran, 2000).

Por outro lado, o nível de ignorância em um sistema dinâmico, derivado das restrições dos mapas mentais, pode ser avaliado pela teoria da informação (Shannon & Weaver, 1949). A quantidade de informação produzida pela complexidade do sistema determina os expoentes de Lyapunov, que refletem quantitativamente a entropia e o estado de estabilidade deste sistema (Fiedler-Ferrara & Prado, 1992). Expoentes de Lyapunov positivos indicam produção de informação, porém, quanto mais maduro for um sistema menor é a quantidade de informação

gerada por ele. Assim, um observador que em $t = 0$ tenha uma certa informação sobre o sistema, à medida que o tempo passa sua informação diminui, ou seja, sua ignorância aumenta. Essa situação é típica dos processos caóticos não lineares, devido a sua imprevisibilidade. Certamente, o processo educacional brasileiro está longe de ser um sistema amadurecido (Hofstede, 1983), havendo ainda muita energia livre (esforço inútil), empregada de forma ineficiente (reducionismo), impedindo a melhor situação de estabilidade (Qualidade).

3. INTERDISCIPLINARIDADE

Em textos sobre educação, às vezes encontramos uma certa confusão entre os termos “multidisciplinaridade”, “transdisciplinaridade” e “interdisciplinaridade”, entre outros. Em Assis (1993), encontramos que na interdisciplinaridade há um pressuposto comum a um conjunto de disciplinas conexas. Desta forma, os esforços em prol da melhoria da qualidade de ensino em um determinado curso vão ser coordenados por essa idéia comum.

No entanto, não é o que vemos, em geral, nos currículos dos cursos de Engenharia. Os professores das disciplinas do currículo básico (da área de Matemática e Estatística, por exemplo) não têm informações sobre os pressupostos que embasam a organização do curso em questão. Na maior parte das vezes, as turmas são heterogêneas, compostas não só por estudantes dos vários cursos de Engenharia, como também de outros de outras áreas.

Ainda que as diretrizes curriculares para a Engenharia (MEC, 1999) proponham habilidades e competências comuns a todos os cursos, é necessário que a equipe responsável por um determinado curso reúna-se periodicamente e discuta não só a fundamentação teórica para o currículo, mas também as ligações entre os conteúdos programáticos, as dificuldades encontradas pelos docentes, as possibilidades de mudança, os conteúdos que devem ser mais enfatizados, as aplicações mais importantes de uma disciplina em outras.

Nas disciplinas de matemática para a Engenharia, por exemplo, os professores conhecem deduções, demonstrações e aplicações de frias regras a exercícios padronizados. Mas não sabem aplicar os conteúdos à prática da Engenharia, ou seja, ignoram a relevância das regras. Como disse Lakatos (1981), “o ensino de ciências e de matemática está desfigurado pela usual apresentação autoritária”, porque apresenta o conhecimento pronto e não menciona os problemas que o originaram nem as dificuldades encontradas pelos cientistas ao resolvê-los. Por que matemáticos e engenheiros não trabalham e aprendem juntos?

Morin e Kern (1995) consideram que “...nossa educação nos ensinou a separar, a compartimentar, isolar e não a ligar os conhecimentos, portanto nos faz conceber nossa humanidade de forma insular, fora do cosmos que nos cerca e da matéria física com que somos constituídos.” Na educação matemática essa premissa está mais viva, devido à grande influência de Descartes na formação do pensamento dos matemáticos.

As regras cartesianas para “bem conduzir a razão na busca da verdade” tornaram-se características do pensamento científico. Considera-se que um estudante *sabe* resolver um problema, quando divide as dificuldades, examinando-as uma a uma, começando pelas partes mais simples. Esse reducionismo, no entanto, é insustentável, se considerarmos o processo global, pois se perde a capacidade de ver o todo e as suas inter-relações.

Ensinar a difícil tarefa de ver o todo, examiná-lo em suas partes e voltar ao todo com uma nova visão obtida a partir da análise das partes, deveria ser um dos objetivos de qualquer disciplina de um currículo escolar, em qualquer nível. Não obstante, na maior parte das vezes, é enfatizada a redução às partes, “picotando-se” os conteúdos programáticos e impedindo, por consequência, uma visão global. Essa postura, em termos de avaliação, por exemplo, reflete-se no momento em que há a preocupação de descontar pontos por erro cometido em uma

solução, sem tentar entender o raciocínio global, o caminho pelo qual o estudante chegou a aquele erro, a mensagem que ele passa a respeito de suas dificuldades.

Como apontamos anteriormente, o papel da Educação é o de fazer perceber a unidade, o que, num currículo poderia ser entendida como a unidade de objetivos das diferentes disciplinas que o compõem. Os professores, em geral preocupados com a *quantidade* de conteúdos a ser ministrado, “empilham” regras e procedimentos, de uma forma fragmentada e fora de contexto. Os estudantes, não conseguindo ter a visão do todo, perdem não só o interesse pelos assuntos, como o entusiasmo pela profissão que escolheram, uma vez que não vêem, por muitos semestres, o que significa, efetivamente, ser um *engenheiro*.

Salum (1999) comenta que a integração dos conhecimentos adquiridos em alguns cursos de Engenharia só é realizada ao final, em algum trabalho de conclusão. No entanto, seria interessante se essa integração ocorresse desde o início, ligando conteúdos, objetivos, métodos de ensino e procedimentos de avaliação da aprendizagem.

O processo educacional acadêmico tradicional é um sistema dinâmico, onde se acumula o conhecimento que é repassado de modo fragmentado, em disciplinas estanques (variabilidade do sistema). Com o decorrer do tempo e aumento das informações oriundas das diferentes disciplinas promove-se um somatório progressivo de conhecimento (mapas), possibilitando ao indivíduo novas interações, aumentando a complexidade (Fig. 2). O nível de interpretação, por sua vez, não depende exclusivamente da quantidade destas informações, mas sim da capacidade individual de inter-relacioná-las de forma cada vez mais complexa (habilidade de aprender), propiciando o surgimento das propriedades emergentes (o saber), momentos nos quais se dá a iluminação interior ou "insight" (saltos de qualidade, Fig. 3) (Schenberg, 1991; Natvig, 1993; Sendov, 1994). No entanto, a formação de profissionais em áreas exclusivas de conhecimento, como engenheiros, médicos, advogados, agrônomos, etc., apesar de limitar seus mapas de atuação, corresponde a uma possibilidade de gerar variabilidade no sistema, mas que prejudica a visão holística da Vida de cada elemento como cidadão do Universo (Almeida, 1999). Este não aproveita o potencial máximo das propriedades do sistema, por utilizar pensamento lógico racional linear, restrito e fragmentado.

A educação moderna está pagando o ônus das decisões anteriormente tomadas, o que caracteriza a propriedade da irreversibilidade. O que nos leva a questionar: a educação como ela vem sendo praticada, não é uma simplificação do que realmente deveria ser? O futuro é imprevisível, mas, como educadores, devemos explicitar as melhores opções para a Educação, aumentando a eficiência dos processos ensino-aprendizagem baseados nas propriedades do sistema educacional, melhorando sua Qualidade. A palavra Qualidade está empregada com a conotação daquilo que é bom para todas as pessoas, em qualquer tempo, em qualquer lugar, sem distinção de credo, raça ou pátria (Almeida, 1999). Valerá o conceito empregado por Demo (1994) de que Qualidade “aponta para a dimensão da *intensidade*. Tem a ver com profundidade, perfeição, principalmente com participação e criação. Está mais para *ser* do que para *ter*”.

Que opções são essas? Educação é para todos, indiscriminadamente, onde cada elemento deve estar sujeito em seu meio a aprender potencialmente de tudo, com máxima eficiência, apesar da variabilidade de seus mapas mentais. Fatores biológicos irão determinar sua capacidade inata de aprendizagem (Lorenz, 1995), mas a informação obrigatoriamente tem que estar disponível, em todo lugar, em todo momento. Esta condição holista só pode ser almejada praticando-se a interdisciplinaridade, ensinando a relevância de como tudo está conectado com tudo, induzindo o pensar de modo complexo, propício a geração de novas informações emergentes (Monod, 1971; Odum, 1983, 1988; Burns *et al.*, 1991).

A motivação da educação acadêmica vai em sentido da especialização do conhecimento (reducionismo) e paradoxalmente, quando o profissional atinge seus maiores títulos, ele confronta-se com as interações exigidas com outras áreas do saber, além da evolução da

complexidade das tarefas do cotidiano, sendo forçado a engendrar pelo holismo. Como um indivíduo acostumado a aprender por fragmentos alcança o holismo, o espírito GAIA (Lovelock, 1988), a unidade? A proposta da interdisciplinaridade caminha neste sentido, propiciar que o conhecimento da complexidade de interações entre as várias áreas do saber possa despertar em nós mais cedo, favorecendo tanto a conscientização profissional como pessoal sobre o sentido da vida, dando-nos mais tempo para aplicar corretamente o que deduzimos desta aprendizagem, à busca de uma melhor Qualidade de Vida.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, T.F.H.; STARR, T.B. **Hierarchy: perspectives for ecological complexity**. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1982. 310 p.
- ALMEIDA, Tabajara Lucas de. **Qualidade e Produtividade em sala de aula: um enfoque nas relações interpessoais**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 247 p.
- ALMEIDA, Tabajara Lucas de; GOMES, Luiz Vidal Negreiros. **As idéias de William Glasser no ensino de engenharia**. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. (1997 : Salvador). **Anais**. p.1868-1877.
- ALMEIDA, Tabajara Lucas de, GOMES, L V N. **Mapas, filtros e mecanismos de aprender**. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. (1998: São Paulo). **Anais**. v.2. p.583-594.
- ARNOLD, V.I. **Teoria da catástrofe**. Campinas: Unicamp, 1989.
- ASSIS, L.F.S. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade? **Jornal do PADCT**, p.17-18, abril 1993.
- AXELROD, Robert. **The evolution of cooperation**. London: Penguin Books, 1990. 241 p.
- BANDLER, Richard; GRINDER, John. **The structure of magic**. Palo Alto: Science and Behavior, 1975.
- BERTALANFFY, L. von, Teoria geral dos sistemas. 3. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1977. 351 p.
- BURNS, T.P.; PATTEN, B.C. & HIGASHI, M. Hierarchical evolution in ecological networks: environs and selection. In: HIGASHI, M. & BURNS, T.P. (Eds.). **Theoretical studies of ecosystems: the network perspective**. New York: Cambridge Univ. Press, 1991. p.210-239.
- CHAPPLE, E.D. **El hombre cultural y el hombre biológico**. Antropologia de la conducta. Agencia para el Desarrollo International. Mexico: Edt. Pax, 1972. 439 p.
- CHUNG, Tom. **Qualidade começa em mim** : manual neurolingüístico de liderança e comunicação. 3. ed. São Paulo : Maltese, 1995.
- CRAMER, F. **Chaos and order, the complex structure of living systems**. New York: VCH Publ., 1993. 249 p.
- DAWKINS, R. **O gene egoísta**. São Paulo: EDUSP, 1979. 230 p.
- DEMO, Pedro. **Educação e Qualidade**. Campinas, SP: Papirus, 1994.
- FIEDLER-FERRARA, N.; PRADO, C.P.C. **Introdução à teoria de estabilidade e ao caos determinístico**. São Paulo: USP, Instituto de Física, 1992. 345 p.
- GLASSER, William. **Control theory in the classroom**. New York : Perennial Library, 1986.
- GLASSER, William. **Choice theory** : a new psychology of personal freedom. New York: Harper Collins, 1998.
- HOFSTEDE, G. **Cultural dimensions in management and planning**. Efficiency in higher Education. UNESCO, 1983. p. 70-91.
- KINAS, P.G. **Introdução à estatística bayesiana**. Rio Grande: FURG, 2000. Cadernos de Oceanografia. 152 p.

- LAKATOS, I. **Matemáticas, ciencia y epistemología**. Madrid: Alianza Editorial, 1981.
- LIMA, Elon Lages. **Curso de análise**. Rio de Janeiro: IMPA, 1976.
- LORENZ, K. **Os oito pecados mortais do homem civilizado**. São Paulo: Brasiliense, 1988. 116p.
- LORENZ, K. **Os fundamentos da Etologia**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995. 466 p.
- LOVELOCK, J. **The ages of GAIA**. New York, W.W. Norton Ed., 1988.
- MAYNARD SMITH, J. **Evolution and the theory of games**. New York: Cambridge Univ. Press, 1982. 224 p.
- MONOD, J. **O acaso e a necessidade**. Ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna. Rio de Janeiro: Vozes, 1971. 219 p.
- MORAN, José M. **Ensino e educação de qualidade**. <http://www.eca.usp.br/prof/moran>, 2000.
- MORIN, Edgar; KERN, Anne B. **Terra-pátria**. Porto Alegre: Sulina, 1995.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Ensino Superior. *Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia*. http://www.gov.br/Destaq/ds_frm.htm , 1999.
- MURRAY, J.D. **Mathematical biology**. Biomathematics 19. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 767 p.
- NATVIG, J.B. **Immunology in a changing world**. The role of applied science and technology for a sustainable society, São Paulo: IEA - USP, 1993. p.80-84.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 434 p.
- ODUM, H.T. Self-organization, transformity and information. **Science**, n. 242, p.1132-1139, 1988.
- PIQUEIRA, J.R.C. **O conceito de estabilidade estrutural**. Col. Documentos, IEA - USP. *Ciência Cognitiva*, (5), 1992. 19 p.
- PINKER, S. **Como a mente funciona**. São Paulo: Cia. Das Letras, 1998.
- PRIGOGINE, I. **From being to becoming: time and complexity in the physical sciences**. New York: W.H. Freeman & Company, 1980.
- PRIGOGINE, N.G.; PRIGOGINE, I. **Self organization in nonequilibrium systems**. New York: John Wiley & Sons, 1977.
- SALUM, Maria José G. Os currículos de engenharia no Brasil: estágio atual e tendências. In: LINSINGEN, Irlan von et al. **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p.107-118.
- SCHENBERG, M. Formação da mentalidade científica. **Estudos Avançados**, USP, v.5, n.12, p. 123-151, 1991.
- SENDOV, B. Entrando na era da informação. **Estudos Avançados**, v.8, n.20, p. 28-32, 1994.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana, USA: Univ. of Illinois Press, 1949. 117 p.
- THOM, R. **Stabilité structurelle et morphogénèse**. Essai d'une théorie générale des modèles. Mass, USA: W.A. Benjamin, Inc., Advanced Book Program Reading, 1972. 362 p.
- ULANOWICZ, R.E. **Growth and development: Ecosystem phenomenology**. New York: Springer-Verlag, 1986. 203 p.