



## A PONTE ENTRE O SIMBÓLICO E O RACIONAL NO ENSINO DE ENGENHARIA

**José C. T. da Silva**<sup>1</sup> – carlos.tavares@ucp.br  
**Gisele M. R. Vieira**<sup>2</sup> – gisele.vieira@ucp.br  
Universidade Católica de Petrópolis,  
Rua Barão do Amazonas, 124, Centro  
25685-070 – Petrópolis – RJ

<sup>1</sup>Faculdade de Informática

<sup>2</sup>Escola de Engenharia

**Resumo:** Neste documento apresentamos uma proposta para o ensino em Engenharia baseado na técnica de Aprendizagem guiada por Problemas, aplicada tanto a nível básico como profissional. Também relatamos a fundamentação teórica que sustenta a estratégia de aprendizagem ativa e sua relação com os aspectos biopsicodinâmicos da aprendizagem. Nossas experiências iniciais apontam para uma maior motivação e participação dos alunos, uma vez que são chamados a cooperar e a construir o conhecimento à medida que problemas reais sejam abordados, auxiliando na construção de uma base capaz de proporcionar condições de sedimentação do conhecimento. Tal proposta se mostra adequada à uma abordagem da educação no contexto da pós-modernidade onde a interação é a chave para a adaptação do indivíduo ao contexto social e profissional do mundo moderno.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Colaborativa, Simbólico, Raciocínio, Aprendizagem Baseada em Problema, Ensino em Engenharia.

### 1. INTRODUÇÃO

O problema do ensino em Engenharia, notadamente no curso básico é que a maioria dos alunos apresentam dificuldades para elaborar abstrações da ordem lógica matemática. Não raro, reprovações em massa são denunciadas e as justificativas não passam do já conhecido recurso de apontar falhas na educação nos níveis fundamental e médio. É uma questão crônica que merece uma abordagem, senão definitiva, ao menos eficaz. Pensando sobre esse prisma, procuramos estudar alternativas pedagógicas de apoio ao aluno com vistas ao estabelecimento de uma ponte entre o concreto ditado pelas aulas e o abstrato que é a introjeção do conceito pelo aluno a fim de compor sua base de conhecimentos.

Denominamos de campo simbólico ao espaço interno ao sujeito caracterizado pela composição de idéias e conceitos acerca dos objetos externos com os quais ele deve lidar na sua vida em sociedade.

PIAGET (1964) nos reporta as fases evolutivas da formação do símbolo na mente, baseando sua teoria em bases psicogenéticas, onde o indivíduo evolui da fase inicial de imitação, passando pelo jogo intuitivo, pela compreensão de que é capaz de sonhar e de produzir imagens mentais sobre o mundo que o cerca e culmina com o desenvolvimento da capacidade de representação desse mundo.

VYGOTSKY (1993) afirma que são as experiências que o sujeito vive que provoca e estimula suas estruturas para o aprendizado. As visões de Piaget e Vigotsky não se contradizem. Tais autores dão conta de que o processo de formação do simbólico acontece

de forma sedimentar e tem duplo aspecto: por um lado está fortemente relacionado com as experiências vividas pelo sujeito e por outro, tais experiências estimulam estruturas previamente existentes no mecanismo psicológico do mesmo. Se a aprendizagem ocorre de fora para dentro ou de dentro para fora não é relevante. O relevante é o que deve ser feito para facilitar que ela ocorra. Esta é a função do professor, acreditamos.

O conhecimento de como as funções elevadas do pensamento, tais como inteligência, memória, percepção, etc. são estimuladas através das relações com o meio também é algo a se levar em conta quando se pretende viabilizar a aprendizagem. Ainda e igualmente importante, importa para o processo o modo como os afetos são estimulados no contexto de aprendizagem. A motivação do aluno não nasce do nada. Ela pode ser sustentada e também pode ser continuamente estimulada a crescer. Os recursos do professor são muitos e variados. Porém, é sabido que a via régia da aprendizagem se dá no eixo entre a cultura, o simbólico e a linguagem.

AUGRAS (1998) afirma que “o que distingue o homem dos outros animais é a sua capacidade de orientar-se em termos simbólicos”. Ainda, a autora nos reporta que a função do simbólico é a relação entre o objeto e o seu referente simbólico que o sujeito percebe e por isso também se transforma, já que o mundo exterior é agora modificado pelo percebido. Perceber é então uma atividade, de domínio intuitivo, que faz o sujeito responder aos estímulos e efetuar uma mudança na cadeia associativa de representantes simbólicos internos à sua mente. Assim, de modo nenhum é ato mecânico. O indivíduo constrói seu universo através da função simbólica: a linguagem. A gênese do símbolo vem dos tempos mitológicos, que ainda permanecem arquetipicamente embutidos em cada um de nós. Foram as várias tentativas de explicação do mundo em termos simbólicos que deram origem ao mitológico, que trabalhado ao longo do tempo, pela função lógica da linguagem se consolidou como conhecimento de um grupo constituindo sua cultura. A cultura assim é repositório do simbólico de um grupo, o simbólico é a função diferencial humana para compreender os fenômenos do universo e a linguagem é a ferramenta de apoio à formação do simbólico.

A inteligência humana tal como vista por GARDNER (1994) é distinta de indivíduo para indivíduo e se compõe como combinação de vários estilos de inteligência que este considerou como básicos. Para a Engenharia é fundamental que o sujeito seja estimulado a utilizar vários tipos de inteligência, dentre eles, principalmente a inteligência lógica-matemática, a visual-espacial, e a lingüística e, num plano de sustentação, a inteligência harmônica, a intrapessoal e a interpessoal. E apoiando todo o processo a inteligência corpóreo-cinestésica e a naturalista. Ainda é importante notar que a neurobiologia nos reporta que o processo biológico de evolução mental do aluno é dado por completo por volta dos 16 anos de idade. Assim, levando em consideração que os alunos chegam cada vez mais cedo na Universidade, pelo menos nos dois primeiros anos é conveniente que levemos em consideração tais aspectos formadores do indivíduo.

LÉVY (2000) apresenta uma teoria de trabalho cooperativo, baseado no que denomina por inteligência coletiva. Para o autor inteligência coletiva “*é uma inteligência distribuída por toda a parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta de uma mobilização efetiva das competências.*” Para ele a fala é destacada do sopro vivo e tornada eterna pelo registro escrito e os signos então, representam as coisas, tornam presentes as coisas ausentes. O signo reporta ao símbolo, que provoca o cognitivo humano transformando-o símbolo em conhecimento.

BRITTO (1986) propõe uma aprendizagem centrada no estudante, levando em consideração os aspectos cognitivos e afetivos do mesmo. Sua proposta acentua a necessidade de uma visão bidirecional, de mutua responsabilidade. Centrar a aprendizagem no estudante não significa transferir para este a total responsabilidade de aprender. É antes, uma abordagem que leva em conta as diferenças culturais e morais de cada aluno. A autora ainda nos convida

a um exercício de trabalho colaborativo onde a mútua confiança e mútuo apoio leva a um gradiente de aprendizado mais significativo.

Como se vê, não estamos diante de algo trivial. Não basta entrarmos em sala de aula e capricharmos na exibição de uma boa aula, importa o que acontece na mente do aluno a cada etapa. Essa é a visão deste trabalho: buscar fulcros sólidos para viabilizar a formação do simbólico na mente.

Esse trabalho está composto em cinco seções. Na seção 2, apresentamos as fundamentações filosóficas pedagógicas, apresentamos o modelo de aprendizagem baseada em problemas, e a relação com o mitológico. Na seção 3, estabelecemos os detalhes do modelo de aprendizagem colaborativa e sua forma de avaliação global. Na seção 4 está descrita a aplicação desta estratégia a uma turma de alunos de engenharia. Na seção 5 descrevemos os principais resultados e os futuros passos na consolidação do processo de aprendizagem baseada em problema.

## **2. Fundamentação**

Tendo em mente a complexidade do processo já balizada pela seção introdutória, abordaremos nesta seção uma fundamentação para uma aplicação bem sucedida da estratégia de aprendizagem baseada em problema. A Psicologia Moderna define o indivíduo como sujeito da cultura, isto é, ele se constitui a partir de valores culturais, busca identificação com esses valores e se torna um referencial de valor para os seus pares. É dotado de capacidades intelectuais e afetivas, que vistas de modo dissociado fragmenta o indivíduo e o coloca em desvantagem em relação aos demais. Ainda, como indivíduo é único e distinto. A tentativa de avaliar a todos sob um mesmo critério é ilusória. Uma uniformização só seria alcançável se houvesse um modo de tornar a todos iguais em capacidade e em performance. Assim, toda avaliação é permeada de um certo grau de imponderabilidade, daí decorrendo manifestações afetivas que podem ser prejudiciais ao aprendizado.

O sujeito chega ao ensino superior por muitas vias e diferentes influências. Ele chega para uma nova etapa de aprendizagem. É assim que é visto por todos e passa a ser objeto alvo do processo de ensino o qual já se encontra cristalizado em suas bases tradicionais. A questão que se coloca é: dado que o processo importa mais que o sujeito objeto desse processo, como é possível mudá-lo (tanto o sujeito, quanto o processo)? Nossa percepção é de que a via que melhor responde é a de centrar no sujeito e não no processo as estratégias de apresentação dos conteúdos a serem aprendidos.

Conceituar indivíduo, processo e estratégias de aprendizagem é fundamental para o sucesso do trabalho. Por indivíduo é preciso entender um sujeito que já aprendeu algo, que já tem um modo de se relacionar com a tarefa de aprender, que traz vícios e virtudes a administrar, que vem de uma cultura própria, que pensa estar vocacionado para a profissão que escolheu, mesmo que parem dúvidas sobre a questão, e essencialmente já tem seu modo de dar significado às experiências pelas quais passará. Por processo é preciso entender uma seqüência, um rol de etapas e de desafios a serem apresentados ao indivíduo para que este formule uma representação interna e disso possa tirar vantagem nas novas experiências. Por estratégias de aprendizagem entende-se as diretivas de orientação para o aprendizado. Estas podem ser compostas de vários modos e de diferentes abordagens metodológicas. Contudo, é a relação indivíduo-aprendizagem-conteúdo que interessa ao processo educativo. Note-se que toda resposta do indivíduo é comportamental. Só é possível saber do que um indivíduo aprendeu se, ao apresentar uma variação do desafio que produziu a formulação simbólica, este indivíduo consegue generalizar, particularizar, perceber similitudes e diferenças e for capaz de projetar a melhor solução, segundo sua própria experiência prévia e segundo os parâmetros escolhidos para a avaliação. Então, não se avalia apenas o conteúdo, deve-se também avaliar o

comportamento demonstrado pelo indivíduo ao manipular os conteúdos e dar solução ao problema.

No ensino conhecimento do sujeito que é também objeto da aprendizagem. Começamos pela abordagem cultural. Uma grande parcela do comportamento humano em sociedade é visível através da cultura na qual ele se insere. As assinaturas comportamentais de cada um são variações do comportamento dos seus pais, professores e outras pessoas que o indivíduo elegeu como seus referenciais no passado. Assim, não se pode pensar que o professor tem a capacidade de mudar o indivíduo, mas é este quem muda muito mais influenciado pelas experiências que vivencia cumulativamente do que pelas consultas aos livros e assistência às aulas.

O fenômeno cultural se estabelece sobre uma base simbólica e constitui-se como crença dos que vivem sob a mesma cultura. A herança mitológica está aí para não deixar dúvidas quanto ao argumentado. Quando se diz a um aprendiz que dada a sua performance ele poderá não alcançar êxito na aprendizagem, estamos metaforicamente repetindo o efeito Pigmalião, o qual não se dissocia do efeito Galatéia. Pigmalião, um exímio escultor, apaixonou-se por sua obra, uma escultura feminina belíssima a que chamou de Galatéia. Pigmalião, ao desejar profundamente que Galatéia tivesse vida, conspirou para que tal vida fosse dada à Galatéia, assim, os deuses resolveram atender a vontade do escultor. Galatéia, agora viva, cria a expectativa de ser amada por ele. Podemos ver esse efeito ocorrendo na relação professor aluno. Se um professor afirma a possibilidade do fracasso, está conspirando para que isso aconteça, e o aluno repete o efeito Galatéia, passa a desejar que isso aconteça. Notemos que tais arquétipos encontram-se no inconsciente de todos nós. A interação professor-aluno é permeada de arquétipos que se conjugam, daí se conclui ser necessário muito cuidado ao demonstrar negativismo/positivismo aos demais. Nenhum participante de um processo ensino-aprendizagem é neutro. Todos estão sendo observados por todos e não se aprende apenas conteúdo, aprende-se também comportamentos. Todos somos alvo dessa profecia auto-realizadora, é esse o nome dado em Psicanálise ao efeito Pigmalião.

Uma ilusão comum decorre da atitude de eleger uma autoridade para avaliar os demais. Se todos são distintos, e se não é possível conhecer amiúde a todos, algum grau de imperfeição haverá de surgir. A cultura provê modos de avaliação, modos de visão de mundo e modos de comportamento. A moral e a ética provêm as regras de comportamento válidas, mas estas só tem valor se forem compartilhadas por todos. O bem, a justiça e a verdade são virtudes que o homem busca desde os primórdios da Humanidade. Alguém pode dizer que de fato os encontrou? Esses valores filosóficos que orientam toda a atividade humana, não poderiam deixar de ser um norte a guiar a avaliação no processo ensino-aprendizagem. Contudo, parece que a justiça continua cega, a verdade continua inexpugnável e o bem, diga-se o bem comum, continua algo utópico. Mas é preciso avaliar... então que os três valores sejam norteadores do processo de avaliação e não apenas a justiça.

Por fim, é importante observar o duplo aspecto ensino-aprendizagem, nas suas duas direções. Ao projetar-se uma estratégia de aprendizagem, não se passa a responsabilidade total para o aprendiz. Só se aprende com quem deseja ensinar e só se ensina a quem deseja aprender. Há uma dupla responsabilidade neste contexto. É preciso evitar a tática “do professor que finge ensinar e do aluno que finge aprender” por que a sociedade não pode fingir que não depende do conhecimento dos seus indivíduos. É evidente que isso não é regra geral, mas a lei do menor esforço leva ao dito acima e nunca é demais tal alerta.

O indivíduo é para a cultura objeto e sujeito da sua evolução. O saber modifica a cultura e a cultura impulsiona o desejo do saber. A cultura é portanto datada no tempo e o indivíduo a registra como representação interna e a utiliza comportamentalmente para transferência aos seus pares. Ocorre ainda que no mundo moderno vivemos grandes e rápidas mudanças. Tem-se a tecnologia como aliada no processo de evolução. Tem-se fácil e rápido acesso a

informação e esta carece do mal da rápida obsolescência. Isso aponta para que todos alcancem mobilidade e adaptatividade. A globalização modifica rapidamente os valores de uma cultura introduzindo novos valores a velocidades nunca antes experimentada. É preciso forjar comportamentos adaptativos e compartilhar da idéia de que nunca antes a auto-aprendizagem foi tão necessária.

É nessa direção que se propõe a estratégia de aprendizagem baseada em problemas. Segundo esta estratégia o aprendiz é colocado diante de desafios e deve buscar a solução destes, atuando colaborativamente com os demais aprendizes e suportado por um professor-facilitador de informações compatíveis com o problema apresentado. Numa tal estratégia não se dá o conteúdo apenas, estimula-se o aprendiz a usar a inteligência naturalista, estimula-se o aprendiz a buscar fontes de conhecimento, a pesquisar em conjunto com os demais, a praticar reuniões de abordagem do problema e a se comprometer com a solução.

PICHON-RIVIÈRE (1981 e 1982) estabeleceu uma técnica denominada grupos operativos e desenvolveu a Teoria do Vínculo, onde demonstra a possibilidade de aumento de capacidade do grupo, onde cada um exerce um determinado papel em dado momento do processo de resolução da tarefa. Esta constitui-se num bom mecanismo de avaliação e de auto-avaliação. Ao invés de centrar o indivíduo no grupo, o grupo constitui-se centrado na tarefa, e todos devem caminhar nesta direção. É uma técnica compatível com a teoria de LÈVY (2000) muito utilizada várias áreas de atividade não sendo incompatível a sua utilização também na administração do ensino.

Há três modos de ver um grupo em ação. Um deles é centrar no indivíduo para o grupo, outro é centrar no grupo para o grupo e o terceiro é centrar no grupo voltado para a tarefa. Neste triplo aspecto fica evidente que ou um grupo se transforma em equipe ou todos do grupo parecem como indivíduos, por que o fracasso será a medida da capacidade de cada um.

Na seção 3, apresentamos uma proposta de caracterização do simbólico como fundamento para o racional em bases vivenciais.

### **3. APRENDIZAGEM COLABORATIVA E APRENDIZAGEM GUIADA POR PROBLEMAS**

#### **3.1 – A teoria do Vínculo e o Processo Grupal**

Pichon-Rivière conceituou a Teoria do Vínculo. Através dela o autor estabelece um modo de observação do grupo enquanto dedicado a resolução de uma tarefa. Para ele o grupo operativo é um instrumento de trabalho, uma metodologia que se caracteriza por estar centrado, de forma explícita, em uma tarefa que no nosso caso é o aprendizado guiado por um desafio proposto ao grupo de aprendizes. A premissa principal da Teoria do Vínculo é a focalização do indivíduo inserido em um grupo, percebendo a intersecção entre sua história pessoal até o momento de sua afiliação.

O grupo, tal como caracterizado por PICHON-RIVIÈRE (1981), é um conjunto restrito de pessoas, ligadas por uma afinidade, definida no tempo e no espaço, que atuam articuladas por uma mútua representação interna, e cuja finalidade e existência é a união para a resolução de uma tarefa, simples ou complexa. Num tal grupo, o indivíduo é visto como um resultante dinâmico no interjogo estabelecido entre o sujeito e os objetos internos e externos, e sua interação dialética e por que não dizer também dialógica que se configura através do *vínculo*. Este é definido como “*uma estrutura complexa que inclui um sujeito, um objeto e sua mútua inter-relação com processos de comunicação e aprendizagem*” .PICHON-RIVIÈRE (1982).

Num grupo, cada participante tem uma representação interna diferente sobre a tarefa, notemos que o simbólico existente advém da cultura e desse modo, cada um no grupo opera

com suas assinaturas comportamentais, interferindo na atividade dos demais e recebendo a interação de todos. Isso prepara cada um para um efeito gestáltico que não está em cada um mas acaba por existir enquanto atuando de modo grupal. Segundo o autor, passa a existir uma relação metaforicamente representável como uma espiral dialética onde tanto o sujeito como os objetos se realimentam mutuamente, quebrando assim a tão conhecida linearidade e polaridade da relação professor-aluno clássica. Toda a abordagem da situação-problema constitui-se em forma de espiral contínua, onde o que a comunicação se dá por exemplo- interpretação, produzindo a reação do aprendiz e que é assimilada pelo facilitador e pelos demais que, por sua vez, a reintroduz em uma nova interpretação.

A teoria do vínculo propõe um terceiro na relação bilateral. Esta estrutura triangular introduz um esquema de referência baseado no conceito de um mundo interno em interação contínua, que atinge o inconsciente produzindo imagens fantasmáticas que necessitam de testes de realidade para a sua elaboração. Tais imagens se dão tanto no domínio do conteúdo como também no domínio afetivo. As dúvidas são compartilhadas, o desafio é triturado em pedaços compreensíveis, e uma representação interna comum é construída criando condições para a solução surgir. Essas fantasias inconscientes são produto de interações de vínculos entre os objetos do grupo interno. Podem condicionar uma imagem distorcida tanto do conteúdo como da relação com ele, em distintos graus do mundo exterior, dado que se baseiam nos papéis dos *outros* que também produzem percepções a partir das situações de reencontro dos objetos desse grupo interno. Tais percepções são compatíveis em forma, conteúdo e demais atributos com as representações internas comunicadas pelos outros, criando assim um processo de uniformização de conceitos, idéias e afetos e estabelecendo a ponte para decidir sobre o conhecimento comum. O grupo é, então, produtor de conhecimento e referencial do simbólico constituído a partir da dinâmica grupal.

O vínculo se constitui e se fortalece no processo grupal evoluindo concomitantemente dado que o processo é dinâmico e ativo. Num primeiro momento, há um bloqueio da atividade grupal em função das fantasias básicas universais do grupo as quais induzem a utilização de técnicas defensivas que estruturam a mudança. Nos momentos iniciais onde o grupo parte para a execução da tarefa acontece a abordagem e elaboração das ansiedades, e ocorrem saltos por somação quantitativa de *insight* através do qual cada um se identifica com os outros, se estabelece uma relação diferenciada e dá-se o surgimento dos papéis.

O grupo operativo age fornecendo aos participantes, a possibilidade de elaborar e explorar as fantasias, criando as condições de mobilizar e romper suas estruturas estereotipadas em função das assinaturas comportamentais previamente adquiridas. Aí se encontra uma chave para uma boa avaliação. Nas relações objetivas em atividade operativa, não há um único vínculo em ação. Há uma divisão promovida pelas diferentes representações internas de cada participante. Há quem se manifeste do modo esperado, há quem espere do grupo a solução atuando de forma incipiente na resolução e há quem de fato, no momento, não tem condições de operar. Há manifestações positivas e negativas no campo afetivo, mas isso é esperado que aconteça e deve ser objeto de inspeção e gerenciamento do facilitador. O processo de aprendizagem da realidade externa (objetiva) é determinado pelos aspectos ou características obtidas da aprendizagem prévia da realidade interna que se dá entre o sujeito e seus objetos internos num processo intangível. Este processo só é percebido pela via comportamental, pelo que um sujeito expõe aos demais, através da linguagem e de outras formas de comunicação, quando escolhe e exerce seu papel no grupo.

Na aprendizagem centrada no estudante, os conceitos de papel e vínculo se entrecruzam e por isso um avaliador deve abordar tanto a estrutura do vínculo, como os diversos papéis, os quais facilitador e aprendizes se atribuem. O papel é decisivo na situação do vínculo. É transitório e possui uma função determinada, que pode aparecer de forma

específica e particular em uma determinada situação e em cada pessoa. A forma como os aprendizes lidam com determinados contextos concretos influenciará a atitude de cada um, essa forma comportamental é denominada papel.

Para uma avaliação bem sucedida PICHON-RIVIÈRI (1981) desenvolveu uma conceituação que chamou de “cone invertido”. Para ele, um grupo opera melhor quando há pertinência, afiliação, centramento na tarefa, empatia, comunicação, cooperação e aprendizagem no conjunto de pessoas em ação. A pertinência pode ser vista como a qualidade da intervenção de cada um no grupo. A afiliação é a intensidade do envolvimento do indivíduo no grupo. O centramento na tarefa é o eixo principal da cooperação, refere-se ao grau de interação com que um participante mantém o vínculo com o trabalho a ser efetuado, e avalia a dispersão e a realização de esforço útil do indivíduo. A empatia é o modo como o grupo pode ganhar força para operar cada vez mais significativamente. A comunicação é essencial para o entrosamento e a cooperação é o modo pelo qual o trabalho ganha qualidade e operatividade. Se observarmos como opera um grupo quando resolvendo uma determinada tarefa de aprendizagem, poderemos compreender que se trata de um grupo operativo centrado na tarefa de dominar o problema e dar uma solução. Os vários papéis desempenhados pelos participantes, tem nomes já conhecidos, há quem assuma o papel de líder, há quem assuma o papel de bode expiatório, há o conformado, há o sabotador, etc.

*“Através desses papéis, os participantes se apresentam para o grupo e o faz operar. As forças motivacionais são normalmente intrínsecas e agem sobre cada um e gestalticamente sobre todos. Essas, a princípio não podem ser medidas de forma automática, mas podem ser avaliadas por um observador humano que terá no grupo essa atribuição. No nosso caso, entendemos que este deve ser um dos papéis do professor”.* SILVA e FERNANDES (2000)

Cada tema para aprendizagem deve ser proposto em forma de desafio, e espera-se que o mesmo tenha sido previamente discutido em atividades e contatos diversos afim de que os participantes venham preparados para as reuniões plenárias. Numa reunião plenária ocorrem debates e o que interessa é o nivelamento do conhecimento previamente pesquisado pelos participantes. Espera-se que o grupo ganhe conteúdo e coesão a cada etapa consecutiva. Ao final do curso pode-se avaliar a performance global de cada um e atribuir um grau nas participações plenárias como parte da avaliação do aprendiz.

### **3.2 – A Aprendizagem Guiada por Problemas**

Quebrar a rotina, desenvolver novas abordagens no Ensino da Engenharia tem sido objeto de estudo de muitos colegas professores, contudo a questão é complexa e dá-se então preferência a trilhar caminhos já consolidados. Mas esquece-se que o aprendiz de hoje tem uma representação interna distinta dos alunos de outrora. Eles vem de diferentes escolas e muitas delas já utilizam metodologia diferenciada, voltada para o construtivismo e outras linhas pedagógicas que objetivaram uma maior vivência, uma maior participação do aluno nas aulas. O que espera então o aluno que foi alvo de tais metodologias? Que algo nesse sentido, isto é, compatível com suas assinaturas comportamentais lhe seja oferecido. Ele espera que algo lhe exija “suar a camisa”, vencer a inércia, enfim, ele espera vivência participativa.

O aprendiz vem para a Engenharia com suas fantasias acerca da profissão. O que ele encontrar na Escola será decisivo para a sua continuidade. Não importa se a Escola é pública ou privada, o aluno se sente um cliente do processo de aprendizagem e julga que algo lhe será oferecido em seu benefício. As aulas clássicas tem seu lugar, é claro. Mas se faz necessário que elas não sejam a única forma de dar ao aprendiz o que julgamos que ele precisa para ser um bom profissional. O processo clássico pode ser metaforicamente referenciado como um modelo econômico, isto é, os professores “depositam” conhecimento e aferem o depositado,

para mais tarde o aprendiz “sacar” dessa bagagem aquilo que precisar para enfrentar os desafios da profissão. Esse modelo contrasta com a experiência prévia do aprendiz, faz-se então necessário buscar alternativas.

A aprendizagem guiada por problemas, conhecida como abordagem PBL (Problem Based Learning) é muito utilizada nas escolas de medicina, no exterior, mas não é exclusiva da área biomédica. Há muitas possibilidades de uso desta estratégia de aprendizagem em muitas áreas da Engenharia. É uma metodologia educacional centrada na discussão e na aprendizagem que deriva de problemas de domínio específico de conhecimento. É também um método que encoraja a auto-aprendizagem e dá ao aprendiz condições de praticar seus conhecimentos, aplicando-os a situações práticas, fazendo com que compreenda suas falhas de conhecimento, de compreensão quando se trata de problemas práticos e oferecendo condições para o aprendiz se esmerar na busca de solução, pesquisando o material que lhe foi orientado, compreendendo a situação problema e agindo individualmente ou em grupo para alcançar competência na compreensão e na solução de problemas. Assim, o aprendiz é levado a conhecer em profundidade as questões relativas ao problema, apresentando interesse, aplicando conhecimento de diversos domínios correlatos e quebrando assim a cadeia linear produzida pela organização curricular tradicional.

Os objetivos da aprendizagem guiada por problemas são, entre outros:

- desenvolver a habilidade de identificar os aspectos relevantes do problema em estudo, que garantam discussões oportunas ou auto-estudo dentro do contexto de um cenário específico de um domínio de conhecimento;
- desenvolver uma apreciação da natureza inter-relacional entre diferentes domínios conexos e mecanismos comportamentais que devem ser aplicados na resolução do problema;
- desenvolver uma base de conhecimento necessária para definir e administrar os problemas do domínio;
- reforçar o desenvolvimento de um processo de raciocínio efetivo incluindo a síntese, a geração de hipóteses, a avaliação crítica da informação acerca do problema, a análise dos dados e a tomada de decisão;
- cultivar comportamentos necessários para se transformar num aprendiz auto-dirigido, conhecendo as necessidades pessoais e as necessidades daqueles do grupo do qual é participante, em termos educativos, de modo a fazer bom uso dos recursos de aprendizagem disponíveis;
- ter função efetiva como participante ativo dentro de pequenos grupos centrados na tarefa de aprender e prover soluções;
- reconhecer, desenvolver e manter características pessoais e atitudes necessárias para a carreira escolhida;
- cultivar habilidades de relacionamento, mostrar discernimento e compreensão com os demais indivíduos e avaliar o progresso pessoal, tanto dos outros membros do grupo quanto o próprio progresso do grupo.

A metodologia se compõe de atividades-problemas que são colocadas como desafios aos grupos de trabalho. Cada atividade-problema deve consistir de redação clara e objetiva quanto ao propósito a que se destina e deve estar ligada a uma atividade típica da profissão e habilitação específica dentro da profissão. Tal design visa o desenvolvimento de habilidade característica da função profissional do aprendiz.

É elaborado um planejamento para guiar o processo de aprendizagem que produza uma via segura de busca de conhecimento. Esse planejamento deve ser compartilhado com os aprendizes de cada grupo, visando adequação ao tipo de problema a ser resolvido. Em alguns casos haverá possibilidade de marcar visitas a empresas, noutros não, assim o plano não deve ser geral para todos os grupos, deve ser compatível com as necessidades de cada grupo.

Convida-se o grupo a produzir um cronograma básico de controle de atividades, e marca-se pontos no tempo, onde acontecerão reuniões de discussão e de avaliação e auto-avaliação. O facilitador poderá agir nestas reuniões como moderador e orientador em casos de necessidade. Espera-se do grupo que haja participação ativa e compromisso com o progresso na atividade proposta. Pode ser oferecida mais de uma atividade-problema.

A tarefa de modelar, diagnosticar falhas e aplicar conhecimento para determinar uma solução é do grupo auxiliado pelo professor facilitador. Não se trata de transferir a responsabilidade da aprendizagem, trata-se de estimular a auto-aprendizagem efetiva e de gerar condições para o aprendiz produzir uma resposta global, tanto racional quanto comportamental diante do desafio.

A base de um bom processo de raciocínio reside na representação interna, no modelo abstraído das circunstâncias e características da atividade-problema. Conforme FRANKLIN (1995) uma mente consciente não opera como um computador, ela se baseia em cadeias associativas e não pode ser considerada um monolito, é antes um agregado. A recuperação de informação não se dá como quem vai a uma página de texto ou a uma gaveta retirar um dado. Ela se dá por reconstrução através das cadeias associativas que são disparadas pela percepção de um fenômeno externo à mente. A mente humana é simbólica e sua função principal é produzir a próxima decisão. O raciocínio operará sobre os símbolos despertados, introjetados ou ambos. Ao mesmo tempo, é o processo do raciocínio que elaborará estas representações internas operando em conjunto com os processos afetivos. A motivação é o resultado de todo esse complexo agregado de símbolos. Os limites de cada um vão gradativamente se ampliando quando se opera em grupo, através da *gestalt* gerada pelo grupo, numa projeção que PICHON-RIVIÈRE (1982) denomina por tele ou empatia. A aprendizagem acontece durante o processo, e é construção lenta e cumulativa. Não é responsabilidade única do facilitador, é antes de tudo, abertura do aprendiz para aprender com os demais. Um aprendiz ao aprender reforça a própria motivação.

Como avaliação pode-se lançar mão de recursos convencionais de provas ou testes, mas não é recomendável que fique apenas nessa dimensão de atribuir medida ao conteúdo aprendido. É fundamental que se faça uma avaliação ao estilo preconizado na teoria do Vínculo. Os vetores de Afiliação, Pertinência, Centramento na Tarefa, Comunicação, Cooperação, Empatia e Aprendizagem podem ser associados a outros para formar uma matriz de avaliação do sujeito enquanto trabalhando em grupo. Também podem ser utilizados para uma auto-avaliação. O conjunto dessas medidas forma uma base efetiva para uma boa avaliação.

#### **4- UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO**

Uma turma de quinze alunos do décimo período do Curso de Engenharia Mecânica, cursando a disciplina de Planejamento e Controle da Produção foi escolhida para uma experiência com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas.

Logo de início, o professor entra em sala com uma trena, uma cadeira escolar e diz, vamos dimensionar um processo de produção dessa cadeira. O que vocês acham? As respostas variaram, desde demonstrações de surpresa até demonstrações de interesse. perguntas como: O senhor vai nos dar o mapa da mina? Haverá alguma restrição a cumprir? Que conteúdos usaremos? Mestre, isso é loucura, como vamos conseguir isso?

Passada a fase inicial, surgiram demonstrações de adesão à idéia. Um aluno resolveu pedir a trena e começou a medir e categorizar as partes. Outro já perguntava sobre o lay-out da planta de fabricação, outro sugeriu uma visita a uma empresa metalúrgica, enfim, notou-se que a idéia de ter aulas diferentes era interessante. O grupo resolveu em comum acordo, por proposta do professor, dividirem-se em dois subgrupos para produzirem propostas concorrentes. Proposta aceita, cada grupo pôs-se a discutir detalhes da tarefa. Dividiram as responsabilidades e assumiram, inicialmente a postura de que proporião uma solução por si mesmos. Passou a primeira semana, o entusiasmo deu lugar à apreensão, as aulas começaram, a teoria começou a ser “triturada” pelos alunos, o interesse pelo conteúdo de administração de estoques, dos algoritmos PERT/CPM, da técnica da celularização, do controle *kanban*, etc. Os conteúdos não mais eram algo que aprenderiam para depositar na “prateleira” e ser usado depois. Eles tinham algo objetivo, algo imediato, que produziu o vínculo e manteve o grau de motivação. Afinal, haveria um melhor projeto do que outro. Acrescenta-se que era o último período do curso deles. A oportunidade gerada pela já visível possibilidade de acesso ao mercado de trabalho ajudou na motivação. A “dança das cadeiras” permeava a mente dos alunos, a expectativa foi criada, eles conspiravam para dar solução ao problema. Foi feita uma visita técnica à uma empresa de porte no ramo de metalurgia, e eles puderam vivenciar o *lay-out* celularizado, controlado pelo sistema *kanban*, aliás implantado por um ex-aluno que proporcionou a visita técnica ao local. O aspecto de contato com a realidade profissional estava definido. As atividades de aula eram entremeadas com reuniões do grupo para resolução de um plano de fabricação para as cadeiras. O facilitador foi definindo a cada etapa, junto com os alunos, as técnicas, o *lay-out* básico e as características a modificar no produto que poderiam otimizar custos e garantir as propriedades do mesmo. As avaliações parciais eram realizadas como mais uma atividade, reduzindo assim a ansiedade das provas convencionais, já que a atividade-problema tinha despertado motivação suficiente para que eles, sem dar conta, se aproximassem do conteúdo programático sem traumas ou rejeições.

A fase intermediária do projeto foi alvo de menor entusiasmo e maior atenção. E o projeto caminhava. Ora o grupo estava de acordo com o projetado, ora não, tipicamente quando um novo conteúdo era oferecido em classe. A cada avanço significativo o projeto sofria revisões. Na fase final, quando deviam apresentar o projeto, ocorreram manifestações de frustrações uma vez que o que o grupo idealizou já dava sinais de perder força diante dos testes de realidade sofridos pelo grupo ao longo do projeto. Apareceram com mais intensidade as características afetivas. Os papéis de cada aluno começaram a se evidenciar. O facilitador tratou de esfriar os ânimos, que não chegaram a extremos, mas que chegaram a limites que poderiam influenciar negativamente o projeto.

Enfim, chegada a hora de exibir a solução cada grupo esmerou-se em vender seu produto. O outro grupo questionou positivamente o projeto em apresentação, e quando da sua vez o grupo assistente inicial foi questionado pelo grupo que apresentou primeiro. Todos reconheceram as qualidades e defeitos apontados e concluíram com proficiência, demonstrando conhecimento dos conteúdos, que o produto de cada um teria espaço no mercado, e opinando sobre melhorias no projeto alheio.

Os projetos fizeram parte da avaliação global, perfazendo metade da nota. Foi solicitada a auto-avaliação como parte da avaliação global, e provas e testes completaram o processo.

#### 4- CONCLUSÃO

Entendemos que a proposta da aprendizagem guiada por problemas é efetiva no seu propósito, contudo, é de complexa administração. Não temos experiência com turmas numerosas mas acreditamos na possibilidade de adequação da proposta, também para esses casos.

O efeito produzido por essa abordagem é certamente mais interessante e positivo do que a proposta de aulas expositivas onde o aluno sai da sala para debruçar-se nos livros e fazer exercícios que, não raro, são artificialmente projetados para uma dada finalidade. O uso combinado das duas estratégias, a convencional e a definida pela aprendizagem guiada por problema produziu bons resultados nesta turma o que nos motiva a continuar experimentando essa composição.

A pós-modernidade exige ação e espetáculo. Esse mundo do espetáculo é reconhecível atualmente em toda atividade humana e faz parte da complexidade do mundo moderno de que nos fala Edgard Morin. Que o digam as propostas recentes da televisão, onde pessoas comuns são convidadas a participar dos chamados “*reality-shows*”. Em essência, o que dá o tom do sucesso a todo um projeto de comunicação no mundo de hoje é a interatividade.

Como competir com as novas tecnologias, senão aliando-se a elas? Ao invés de apostarmos na contra-mão da evolução cultural, escolhamos dar curso ao pensar e buscar alternativas de ação que favorecessem a aprendizagem segundo a cultura, o simbólico e a linguagem comportamental do terceiro milênio. Continuamos experimentando alternativas, mas entendemos ter alcançado um bom começo. É preciso que nossos engenheiros saibam que como os conteúdos, tão importante é saber como lidar com eles nas situações diárias da profissão.

Uma ponte para cobrir o “*gap*” entre o simbólico - tão necessário no mundo moderno, como o era na Antigüidade – e que continua a exigir do homem intensos esforços de adaptação e resignificação do mundo em que vive, faz-se mais que necessária: É absolutamente imprescindível. Nossa proposta é fazer ao estilo “*bottom-up*”, partindo de um problema real, despertar todas as necessárias ferramentas mentais, que mediadas pelo racional, levam à construção do saber competente e eficaz, não destoando da cultura nem do estilo de pensar do aprendiz de hoje. Este espera um convite ao aprendizado natural, espontâneo e efetivo. Espera uma companhia confiável que o ajude na travessia entre o que ele ignora e a descoberta de um novo conhecimento. Espera interatividade e completa imersão ao trabalho do aprender. Claro é que não há aprendizagem sem ensino. Mesmo na auto-aprendizagem, o sujeito está cumprindo o papel de ensinar-se. Ao interagir em grupo, aproveitando o suporte da inteligência coletiva e recebendo a orientação segura do professor-facilitador, aprende mais que conteúdos, aprende como viver numa nova comunidade onde todos compartilham o valor do aprender sempre. A ponte é portanto, de base afetiva e cognitiva é feita de assinaturas comportamentais intrinsecamente interligadas e mutuamente apoiadas.

O homem integral é aquele que sabe do que é capaz, que sabe da interdependência estrutural que dá forma à uma sociedade e que sabe buscar mais saber. Para nós, professores da área da Engenharia, engenheiros não são máquinas de pensar, são criadores de novas plataformas estruturais, de novos saberes, de novas invenções. Mas sobretudo são humanos...demasiadamente humanos para não nos darmos conta da sua humanidade. A ponte é bem mais antiga do que possa parecer, não é nenhuma novidade entre nós. Simbolicamente falando e confiando na formação, é um “*simple bastão*”. Aquele que transferimos aos futuros engenheiros. Aquele que condensa o registro de toda uma imensa gama de esforços intelectuais. O registro de um texto onde se diz: Diploma de Engenheiro. Que o símbolo indique a competência, a confiança e a proficiência de juntar razão e fé, a fim de que, acreditando na função, possam estes proporcionar os esperados benefícios à Humanidade.

### ***Agradecimentos***

Esse trabalho foi apoiado pela Escola de Engenharia e pela Faculdade de Informática da Universidade Católica de Petrópolis. Nossos agradecimentos às respectivas direções.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGRAS, M., **A Dimensão Simbólica**, Petrópolis, Editora Vozes, 3ª. Edição, 1998.
- BRITTO, S.P., **A Psicologia da Aprendizagem Centrada no Estudante**, Campinas 2ª. Edição, Papirus Livraria e Editora, 1986.
- DANIELS, H., **Vygotsky em Foco: Pressupostos e Desdobramentos**, São Paulo, Papirus Editora, 2ª Edição, 1995.
- FRANKLIN, S., **Artificial Minds**, Cambridge, MA: MIT Press(1995).
- GARDNER, H., **Estruturas da Mente: A teoria das Inteligências Múltiplas**, Porto Alegre, Editora Artes Médicas, 1ª Edição, 1994.
- LÈVY, P., **A Inteligência Coletiva**, São Paulo, Edições Loyola, 3ª. Edição, 2000.
- PIAGET, J., **A Formação do Símbolo na Criança**, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan S.A., 1978
- PICHON-RIVIÈRE, E., **Teoria do Vínculo**, São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1ª Edição Brasileira, 1982.
- PICHON-RIVIÈRE, E., **O Processo Grupal**, São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1ª Edição Brasileira, 1981.
- SILVA, J.C.T. & FERNANDES, J.R., Amon-Ad: Um Agente Inteligente para Avaliação de Aprendizagem em Ambientes Baseados na Web. In: VI WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, II WORKSHOP DE AGENTES DE SOFTWARE NA EDUCAÇÃO - XX CONGRESSO DA SBC, 2000, Curitiba, Paraná.

## THE BRIDGE BETWEEN THE SYMBOLIC AND THE RATIONAL ON THE TEACHING OF ENGINEERING

**Abstract:** : *This document presents a Problem Based Learning approach to teach Engineering either on a professional level or a basic one. Also we related the theoretical foundations that support active learning strategy and the relationship with the biopsychodynamics of the learning process. Our initial experience points to an increasing level of both learners' motivation and participation. Learners are invited to cooperate and to construct their knowledge solving real problems and helping one each other on the construction of a basis capable to support knowledge sedimentation. Such proposal is adequate to an educational approach in the context of post-modernity where interaction is the role to play in the way of individual social and professional context adaptation to the world we are living now.*

**Key words:** *Cooperative Learning, Symbolic Reasoning, Problem Based Learning, Teaching Engineering.*