O Ensino da Engenharia Por Meio da Metodologia da Problematização

Tiago Franco de Góes Teles[1], Amélia Moreira Santos[2] e Mabelle Cristina Marinho da Rocha[2]

[1]Professor do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica – IFBA. e-mail: tiagoteles@ifba.edu.br
[2]Graduandas em Engenharia Elétrica - IFBA. Bolsistas do CNPq. e-mail: amelia_melmm@hotmail.com e mabelle_marinho@hotmail.com

Resumo: Diante a frequente constatação da predominância da Pedagogia da Transmissão no Ensino Superior, um ensino centrado no docente e seu saber ao invés da aprendizagem do discente, neste artigo apresenta-se a Metodologia da Problematização, como uma vicissitude metodológica com grande potencial pedagógico para preparar o futuro profissional e cidadão, requerido para uma sociedade em rápidas transformações. As características dessa Metodologia para a Engenharia são explicadas, discutidas, analisadas, com apoio de experiências realizadas num projeto das disciplinas de Mecânica Geral e Resistência dos Materiais, ambas ministradas no Curso Superior de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia-IFBA, Campus Vitória da Conquista, onde é destacado o suporte do processo de ação-reflexão, para as hipóteses de solução e aplicações possíveis à realidade do contexto próximo do discente, a partir do qual foi formulado o problema.

Palavras–chave: engenharias, ensino-aprendizagem, ensino superior, métodos de ensino

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a sociedade tem experimentado um processo de imediata e permanente evolução das ciências e, consequentemente, da tecnologia, resposta de um processo histórico-social que tem culminado na globalização. Desde 1980 a educação vem passando por significativas reflexões políticas e filosóficas com desígnio a um processo de mudança que requere uma revisão de valores éticos, morais e legais, bem como a anuência de concepções e condutas mais críticas, suscitando assim novos paradigmas. A necessidade de propiciar nas Universidades um ensino que dialogue com a sociedade é impreterível. Designar situações de aprendizagens que possam levar os discentes a construírem o conhecimento científico e a percepção de que a Universidade pode contribuir para modificar a sociedade é um desafio para os docentes. A concepção tradicional de ensino, fundamentada no autoritarismo do docente e na passividade do discente, passa a dar lugar à pedagogia crítico-reflexiva (VEIGA, 2003).

Nesse contexto, o escopo desse artigo foi corroborar a compreensão dos discentes sobre as diferentes abordagens pedagógicas sobre a teoria e a prática em projetos relacionados a treliças ou sistemas articulados planos. Assim, percebe-se que o mundo globalizado vem auxiliando, de forma gradual, na redução das distâncias, na transposição de fronteiras, favorecendo, ainda, a socialização de conhecimentos e tecnologias, integrando diferentes realidades sociais e promovendo o intercâmbio entre diversas culturas.

Além disso, conjuntamente com o processo social vislumbrado pelo intensificar da globalização, têm-se o refletir e o avaliar diferentes práticas pedagógicas; isto é, o sistema educacional, principalmente neste último século, tem constatado a emergência de diversas perspectivas, distintos modelos teórico-práticos, visando indicar e viabilizar caminhos para que ocorra o processo de ensinar e aprender. A educação, nessa visão, precisa constituir-se uma práxis educativa integrada à dinâmica cotidiana do indivíduo, possibilitando a ampliação de seus horizontes e a autonomia de pensar suas ações e escolhas, bem como o desenvolvimento da consciência crítico-reflexiva de si, do outro e do seu meio (VASCONCELLOS, 2000).

Considerando-se que os indivíduos vivenciam diferentes contextos sociais, o processo educativo interativo favorece o intercâmbio de saberes e oferece os subsídios necessários para o crescimento de todos os participantes envolvidos e, desse modo, apresenta-se como um importante instrumento de transformação social. Portanto, o fazer pedagógico precisa estar fundamentado em uma abordagem interdisciplinar que possibilite a compreensão de aspectos cognitivos, afetivos, socioeconômicos,

ISBN 978-85-62830-10-5
VII CONNEPI©2012

políticos e culturais, constituindo uma prática pedagógica socialmente contextualizada. Atualmente, os indivíduos vivenciam constantes modificações no nível do saber, da técnica e da ciência, evidenciando a necessidade de superação do atual paradigma bancário educacional pautado em modelos pedagógicos por vezes estanques, contraditórios e, sobretudo, descontextualizados (DIMESTEIN, 1997).

2. METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO

Ao mencionarmos a Metodologia da Problematização, é incessantemente sugerido o nome do educador e filósofo Paulo Reglus Neves Freire (Recife, 1921-1997) que sempre resguardou essa forma pedagógica. Paulo Freire é estimado como um dos pensadores mais insigne da história da Pedagogia Mundial, tendo inspirado e influenciado o movimento denominado Pedagogia Crítica (BORDENAVE & PEREIRA, 1982).

A sua praxe didática fundamenta-se na convicção de que o educando assimilaria o objeto de estudo fazendo uso de uma prática dialética com a realidade, em contraposição à por ele denominada educação bancária, tecnicista e alienante: o educando criaria sua própria educação, fazendo ele próprio o caminho, e não seguindo um já previamente construído; libertando-se de chavões alienantes, o educando criaria a direção do seu aprendizado, mostrando que a educação deve servir para a libertação do ser humano, bem como para ampliação da sua consciência (FREIRE, 1996).

A Metodologia da Problematização inicia-se ao incitar o discente a observar a realidade de modo crítico, possibilitando que o mesmo possa relacionar esta realidade com a temática que está estudando. Esta observação mais atenta permitirá que o mesmo perceba por si só os aspectos interessantes. A partir dos conhecimentos prévios os discentes e docentes serão capazes de perceberem os aspectos problemáticos desta realidade analisada. “Em síntese, trata-se de uma oportunidade de aprendizagem efetiva, no contato e no confronto o mais direto possível com a realidade, onde a ação humana ou os fenômenos da natureza ocorrem concretamente” (BERBEL, 1999).

Essa Metodologia também foi estudada por Charles Maguerez, que desenvolveu uma teoria chamada Método do Arco. Exemplificamos o Método do Arco no esquema que desenhamos mostrado na Figura 1. Na Metodologia do Arco, se tem como base à realidade vivida, onde se procura trabalhar a vida real, ou seja, a realidade como ponto de partida, onde se prossegue toda a problemática do estudo e por fim retorna a essa mesma realidade para que o problema seja solucionado.

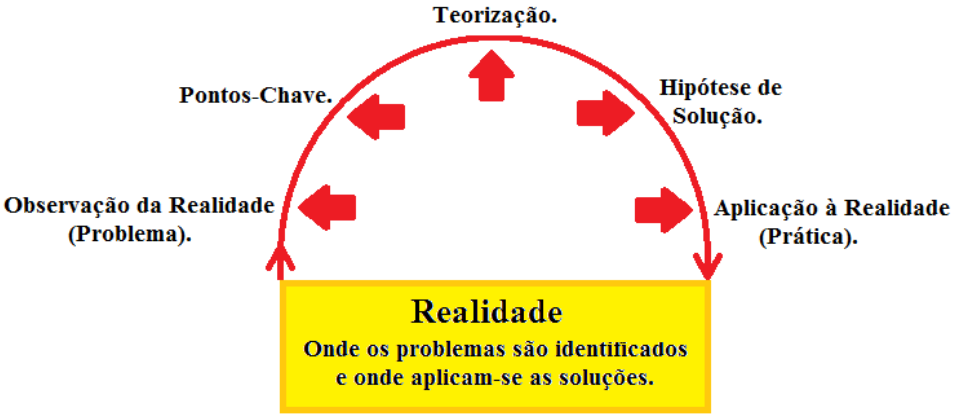

Figura 1 – Esquema do Arco de Maguerez.

A Metodologia da Problematização, assim como no Arco de Maguerez, é dividida em 4 etapas, explicadas com as seguintes características:

- Observar a realidade vivida analisando todos os aspectos. Verificando como pode ser trabalhado, corrigido e aperfeiçoado. Buscando identificar quais fatores estão associados ao problema,

o que o gerou e após ter estas respostas procurar determinar o porquê dos problemas existirem e porque esses fatores deram início ao problema;

- Estimular a síntese e a análise sobre o tema. Também é o momento de escolher a forma de estudo de acordo com a fonte de informação. Esta etapa é chamada teorização, que é onde se define a Metodologia para realizar o estudo propriamente dito;
- Elaborar hipóteses de solução. Esta etapa sugere que se estimule a criatividade, pois se devem ter ações novas sobre o assunto. O problema já é conhecido, as ações devem ser diferentes, para que se possa exercer uma diferença na realidade de onde se extraiu o problema; e
- A etapa prática, da aplicação à realidade, de ação concreta sobre a mesma realidade de onde foi extraído o problema.

Assim, o docente deve fazer sua ação educativa a partir das razões do discente. Colocar os mesmos para observar a realidade, decidir o problema de estudo, os aspectos do problema que julga necessários estudar e todas as outras elaborações, permitindo sua expressão e valorizando- a. A vigilância do docente democrático é a de buscar a coerência entre o seu discurso e sua ação, entre a teoria e a pratica. Pela Metodologia da Problematização, chega-se a ação pratica transformadora, fruto da teoria trabalhada, passando antes pelas hipóteses de solução elaboradas pelos próprios discentes. Em suma, o discente só aprende quando se envolve profundamente com a situação. Esse envolvimento o leva a fazer a relação entre a teoria e a pratica. O desejo de agir, a determinação de agir de alguma maneira, porque ele fez o estudo teórico e muitas vezes também o estudo empírico, tendo oportunidade de elaborar suas próprias ideias (BERBEL, 1999).

3. PEDAGOGIA DE TRANSMISSÃO

A Pedagogia de Transmissão parte da premissa de que as ideias e conhecimentos são os pontos mais importantes da educação e, como consequência, a experiência fundamental que o discente deve viver para alcançar seus objetivos é a de receber o que o docente ou o livro lhes oferecem. O discente é considerado como uma “página em branco” onde novas ideias e conhecimentos de origem exógena serão impressos. As possíveis consequências desta pedagogia seriam, no âmbito individual, a elevada absorção de informação, passividade do discente, falta de atitude crítica, distância entre teoria e prática e falta de “problematização“ da realidade. Já no âmbito social, o individualismo, falta de participação e cooperação e a falta de conhecimento da própria realidade e, consequentemente, imitação de padrões intelectuais, artísticos e institucionais estrangeiros (VASCONCELLOS, 2000).

Parece evidente que a Pedagogia da Transmissão não coincide com as aspirações de um desenvolvimento baseado na transformação das estruturas, o crescimento pleno das pessoas e sua participação ativa no processo de mudança. Finalizando, é bom lembrar que no processo ensino/aprendizagem de capacitação existe um sério perigo em adotar a Pedagogia da Transmissão: o fato de que se transmitem não só conhecimentos ou ideias, mas também procedimentos e práticas, não altera o caráter transmissivo do fenômeno, já que os procedimentos inculcados provêm integralmente de uma fonte que já o possui e o discente não faz outra coisa senão receber e adotar (por repetição). Assim sendo, fica evidenciada a falha pela falta de uma postura reflexiva diante de possíveis problemas que venham a surgir (VEIGA, 2003).

4. TRELIÇAS

Os sistemas triangulados ou sistemas articulados, mais conhecidos como treliças, são estruturas formadas por elementos rígidos aos quais se dá o nome de barras. Estes elementos encontram-se ligados entre si por articulações que se consideram, no cálculo estrutural, perfeitas. Nas treliças as cargas são aplicadas somente nos nós, não havendo qualquer transmissão de momento fletor entre os seus elementos, ficando assim as barras sujeitas apenas a esforços normais, axiais e uniaxiais de tração ou compressão. Um sistema articulado plano (SAP) rígido é definido como sendo um sistema de barras rígidas coplanares ligadas entre si (por extremidades rotuladas) e com o exterior de modo a formar um sistema estável. Na análise destas estruturas, adotam-se, em geral, as seguintes hipóteses simplificadoras:

- As articulações das extremidades das barras não têm atrito; e
- As cargas da estrutura são caracterizadas por forças aplicadas apenas nos nós (de um modo geral o peso próprio destas estruturas é consideravelmente inferior às cargas a que estão sujeitas pelo que é desprezado) (BEER & RUSSEL, 1994).

A estabilidade de um SAP garante que ele não terá qualquer movimento livre segundo qualquer direção. Para tal, o sistema de barras que constitui o SAP é, em geral, formado por associações de triângulos contíguos, dado esta figura geométrica ser invariavelmente estável e rígida. Através de princípios geométricos (lei dos senos) é possível verificar que o triângulo é a única forma poliédrica que não pode alterar sua forma sem igualmente alterar o comprimento dos seus lados. Portanto, um SAP rígido formado por um triangulo não sofrerá qualquer deslocamento por ação do seu peso ou por ação de outras forças exteriores como mostra a Figura 2, ao contrário do que acontece com outras formas geométricas (SCHMIDT & BORESI, 2003), mostradas na Figura 3.

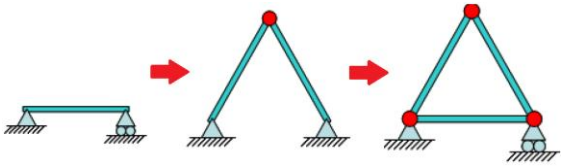

Figura 2 - Configuração estável de uma treliça – formato de um triângulo.

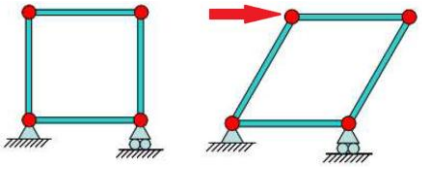

Figura 3 - Configuração instável – quadrado.

Em termos de convenção de sinais, é usual admitir que uma barra tracionada esteja sujeita a um esforço positivo, enquanto que uma barra comprimida, a um esforço negativo “Figura 4”. Esta convenção não deve, no entanto, interferir com a convenção de sinais arbitrada para a definição das equações de equilíbrio que permitem resolver a estrutura.

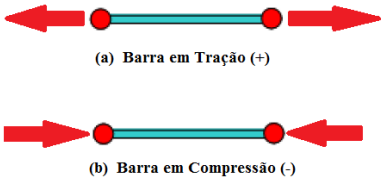

Figura 4 - Convenção de sinais para tração (+) e compressão (-).

Quando uma força é exercida pontualmente sobre um nó de um elemento triangular, ela se distribui pelas barras que formam os lados do triângulo até atingir um equilíbrio em cada nó entre as forças de cada barra que convergem nesse nó. Devido ao fato das diversas barras serem bielas, o seu equilíbrio corresponde a terem esforços apenas segundo o seu eixo, não sendo necessário qualquer elemento adicional para garantir a sua estabilidade (o que explica porque a maioria dos telhados de edifícios é triangular). Apesar de a forma triangular ser incondicionalmente estável, um SAP poderá, no entanto, ser formado por conjuntos isoladamente estáveis e conjuntos isoladamente instáveis criteriosamente dispostos, de modo a formar um conjunto global estável (BEER & RUSSEL, 1994).

5. METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

São muitos os desafios e barreiras que impedem um avanço mais veloz nos níveis educacionais do Ensino Superior. A análise dessas barreiras só foi possível através do apoio de técnicas de observação e análise dos resultados obtidos por parte dos discentes em virtude da Metodologia de avaliação indagada pelo docente que consistia num projeto de construção de uma ponte treliçada utilizando palitos de picolé. A turma da disciplina de Resistência dos Materiais continha 28 discentes e a de Mecânica Geral continha 29 discentes que foram divididos em grupos de 3 alunos, o que totalizou 19 grupos.

- As normas para a construção da ponte treliçada utilizando palitos de picolé eram as seguintes:
- Máximo 30 cm de altura;
- Máximo 20 cm de largura;
- Máximo 120 cm de comprimento;
- Pesar no máximo 1 kg; e
- Utilizar no máximo 1000 palitos de picolé.

Os critérios de avaliação repassados aos grupos foram divididos em 3 etapas, etapas essas explicadas a seguir:

- 1ª Etapa: Desenho da ponte com clareza, atendimento às normas e informações suficientes para construção.

Nessa etapa, os grupos desenharam o esquema da ponte que os mesmos iriam construir. Foram utilizados diversos modelos e diversos softwares para desenho como *Coreldraw®*, *Google SketchUp®* e *Paint®*. O desenho teria que conter respectivas medidas de altura, largura e comprimento de cada treliça, bem como o comprimento e altura total da ponte a ser construída. Um dos modelos desenhados pelos grupos pode ser exemplificado na Figura 5.

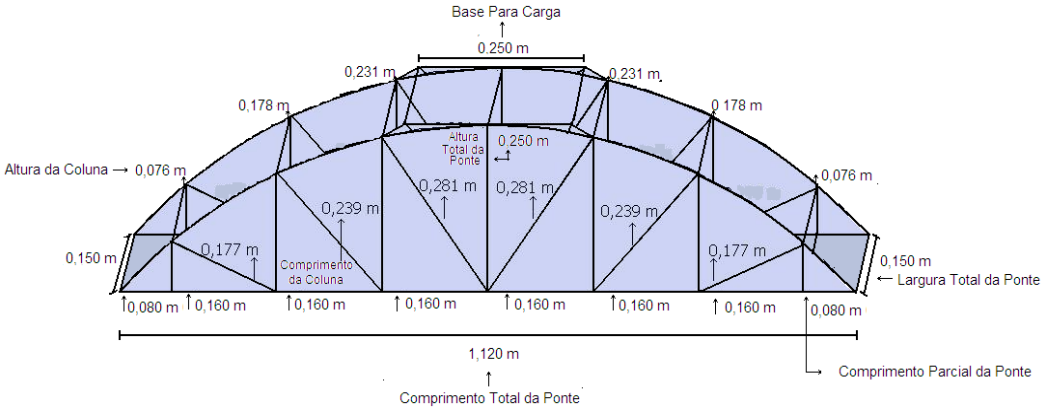

Figura 5 - Desenho esquemático de uma ponte treliçada em forma de arco.

- 2ª Etapa: Memória de cálculo com estimativa do peso da ponte e carga máxima que a mesma suportará no teste.

Nessa etapa, os grupos tiveram que entregar um novo desenho com as estimativas para o dimensionamento de carga em cada treliça, bem como a carga máxima que a ponte suportaria sem quebrar. Além dessas informações, os grupos também tinham que relatar a quantidade de palitos que iriam utilizar e o peso total da ponte, levando em conta uma margem de erro de 20% tanto para mais como para menos em todas as medidas. Esta tolerância, aparentemente alta, deve-se a não uniformidade dos palitos e colas utilizados na construção da ponte. Também é importante destacar que não existe um laboratório específico na instituição para a caracterização das propriedades mecânicas dos materiais aplicados. Foram utilizados diversos softwares como *AutoCad® e Ftool®* para estimar a carga e o peso da ponte. Um dos modelos realizados pelos grupos pode ser exemplificado na Figura 6.

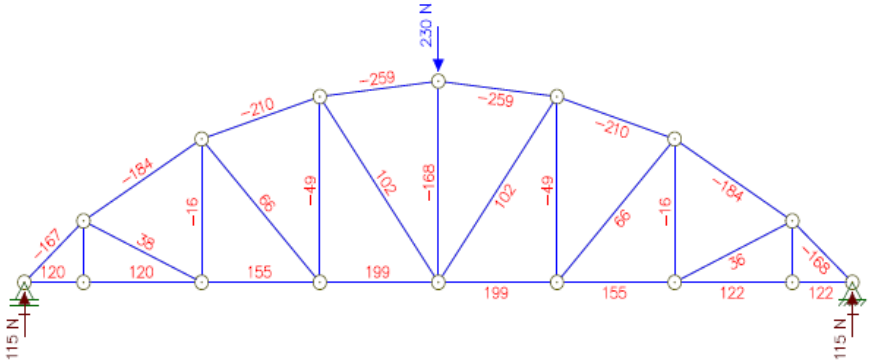

Figura 6 - Desenho esquemático da estimativa de carga suportada pela ponte.

• 3ª Etapa: Teste de carga com verificação da execução do projeto e atendimento aos critérios.

Nessa etapa, todos os grupos levaram suas pontes para que o docente pudesse aferir se as mesmas estavam nas normas estipuladas por ele. Depois dessa aferição houve o teste de carga como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Teste de Carga.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a construção e teste de carga das pontes, o discente pode observar como uma estrutura trabalha, como cada um dos vários membros componentes da ponte age sob pressão ou compressão, e a função de cada cálculo para que a ponte suporte eficientemente o peso estabelecido. Cada etapa foi pontuada com os seguintes critérios de avaliação:

• Desenho da ponte com clareza, atendimento às normas e informações suficientes para construção (2,0 pontos);

• Memória de cálculo com estimativa do peso da ponte e carga máxima que suportará no teste (4,0 pontos); e

• Teste de carga com verificação da execução do projeto e atendimento aos critérios (4,0 pontos).

Os resultados alcançados em cada etapa por cada grupo estão exemplificados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados alcançados pelos grupos nas três etapas do projeto.

1ª ETAPA		2ª ETAPA		3ª ETAPA	
GRUPO	PONTUAÇÃO	GRUPO	PONTUAÇÃO	GRUPO	PONTUAÇÃO
01	2,0	01	4,0	01	4,0
02	2,0	02	3,5	02	3,0

03	1,5	03	3,0	03	4,0
04	2,0	04	4,0	04	3,0
05	1,5	05	3,0	05	4,0
06	1,0	06	3,5	06	4,0
07	0,5	07	2,0	07	4,0
08	2,0	08	4,0	08	2,0
09	1,0	09	2,0	09	3,0
10	1,0	10	2,0	10	2,0
11	2,0	11	4,0	11	4,0
12	2,0	12	0	12	4,0
13	2,0	13	2,0	13	4,0
14	2,0	14	0	14	4,0
15	1,5	15	2,0	15	2,0
16	2,0	16	4,0	16	4,0
17	2,0	17	4,0	17	4,0
18	2,0	18	4,0	18	4,0
19	1,5	19	3,0	19	4,0

Na 1ª etapa 83% dos discentes desempenhou satisfatoriamente com êxito o critério que julgava a clareza, atendimento às normas e informações suficientes para construção da ponte. Apenas 17% não conseguiram rendimento satisfatório ou teve muita dificuldade em elaborar o desenho, situação essa, mostrada na Figura 8 (A). Na 2ª etapa 71% dos discentes desempenhou satisfatoriamente com êxito o critério que julgava os cálculos feitos, a estimativa de peso e a estimativa da carga máxima que a ponte suportaria no momento do teste de carga da 3ª etapa. Apenas 29% não conseguiram desempenho satisfatório ou teve muita dificuldade em realizar os cálculos ou estimar o peso da ponte, situação essa, mostrada na Figura 8 (B). Na 3ª etapa 88% dos grupos teve êxito no teste de carga com verificação da execução do projeto e atendimento aos critérios. Apenas 12% não conseguiram desempenho satisfatório na estimativa com precisão da carga máxima suportada, levando-se em conta a margem de erro de 20% tanto para mais como para menos, situação essa, mostrada na Figura 8 (C).

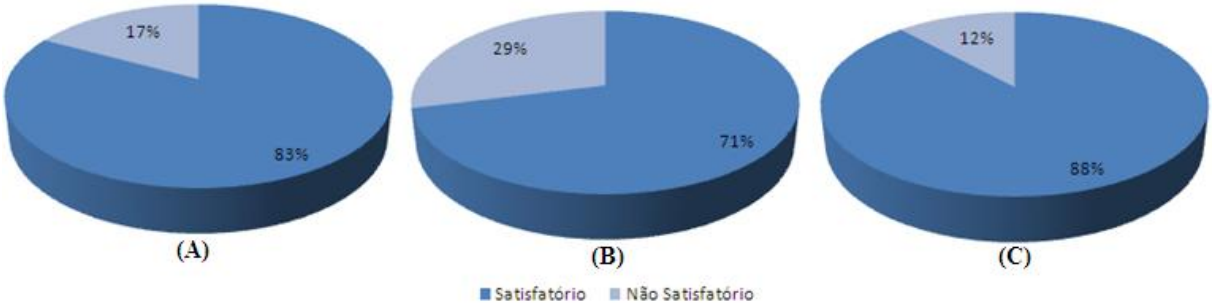

Figura 8 – Desempenho geral (A) 1ª etapa, (B) 2ª etapa e (C) 3ª etapa.

Como resultados obtidos nas atividades propostas, pode-se perceber que o discente se tornou apto a elucidar o quê é uma treliça, identificar os principais componentes de uma ponte treliçada, identificar os vários tipos de pontes treliçadas, explicar os seguintes conceitos fundamentais de Engenharia Estrutural: força, carga, reação, equilíbrio, tração e compressão, explorar como uma ponte treliçada trabalha (como cada componente individual contribui para que toda a estrutura trabalhe bem e possa suportar a carga.), bem como ver que a qualidade de uma construção afeta o desempenho da estrutura.
Esse resultado valida a Metodologia da Problematização em relação à Pedagogia de Transmissão que, dentro desta perspectiva, as duas propostas assumem dimensões distintas, porque a primeira é uma opção do educador e a segunda é uma opção de todo um corpo docente, administrativo e acadêmico, já que as consequências afetam a todos, durante todo o curso. A opção pela Metodologia da Problematização não requer grandes alterações materiais ou físicas na escola. As mudanças são mais

na programação das disciplinas. Requer sim alterações na postura do docente e dos discentes para o tratamento reflexivo e crítico dos temas de estudo e aprendizagem, já que a realidade social é o ponto de partida e de chegada dos estudos realizados pelos grupos.

7. CONCLUSÕES

Na Metodologia da Problematização, os problemas são identificados pelos discentes, pela observação da realidade, na qual as questões de estudo estão acontecendo. Observada de diferentes ângulos, a realidade manifesta-se para os discentes e docentes com suas características e contradições, nos fatos concretos e daí são extraídos os problemas. Não há restrições quanto aos aspectos incluídos na formulação dos problemas, já que são extraídos da realidade social, dinâmica e complexa. O entendimento profundo do potencial de cada uma dessas propostas provavelmente permitirá uma atuação docente criativa, crítica e também cada vez mais conscientemente política (no sentido da postura político-pedagógica).

O professor/educador, que é consciente de seu papel mediador entre o mundo e o ser humano, busca o seu desenvolvimento e, certamente encontrará na Metodologia da Problematização, um importante auxílio para concretizar seu permanente movimento nessa busca. A discussão aqui efetivada não se encerra. Pelo contrário, há muito a se estudar, realizar e discutir tanto sobre a Pedagogia de Transmissão quanto à sua prática com a Metodologia da Problematização, pois o papel do educador é estimular e administrar a curiosidade.

Por último, podemos reforçar que o conhecimento das características das duas propostas como as ensaiadas aqui, as já descritas em outros textos e muitas outras que podem ser descobertas com a experiência, não permitirá confundi-las, mas com certeza tomá-las como alternativas inspiradoras de um Ensino Superior inovador, que ultrapasse a insistente abordagem tradicional.

REFERÊNCIAS

BEER, F, e RUSSEL J. **Mecânica vetorial para engenheiros**. São Paulo. 5ª ed. revisada. Editora Pearson Mekron Books. 1994.

BERBEL, N. **Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações**. Londrina (PR): Ed. UEL; 1999.

BORDENAVE, J. ; PEREIRA, A. **Estratégias de ensino aprendizagem**. 4. ed., Petrópolis: Vozes, 1982.

DIMESTEIN, G. **Aprendiz do futuro: cidadania hoje e amanhã**. São Paulo: Ática, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 23ª ed. São Paulo (SP): Paz e Terra; 1996.

VASCONCELLOS, C. **A Construção do conhecimento em sala de aula**. São Paulo: Liberdad, 2000.

VEIGA, I. **As dimensões do Processo Didático na Ação Docente**. 7 ed Campinas, SP: Papirus, 2003.

SCHMIDT, R. BORESI, A. **Formulações alternativas do equilíbrio de Forças Coplanares** In: Estática. Ed. Thomson Pioneira, São Paulo, 2003, p. 160 – 163;