



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus de Ponta Grossa



**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:  
UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE ESTRUTURA EM METAL EM ARQUITETURA  
E URBANISMO**

**MANUAL PARA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM  
BASEADA EM PROBLEMAS NA DISCIPLINA DE ESTRUTURA EM METAL NO  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

**Franciele Braga Machado Tullio**

**PONTA GROSSA  
FEVEREIRO - 2017**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Planta de cobertura .....	15
Figura 2 Pré-projeto da treliça .....	16
Figura 3 Elevação da treliça.....	19
Figura 4 Execução da maquete.....	20
Figura 5 Execução da maquete em fase mais avançada .....	21
Figura 6 Maquete de treliça executada .....	21
Figura 7 Maquete executada representando a estrutura completa.....	22

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
2.1 ENSINO EM ARQUITETURA E URBANISMO.....	5
2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS .....	6
3 ESTRUTURA DAS AULAS E AVALIAÇÃO.....	12
4 ROTEIROS.....	14
4.1 ATIVIDADE 1 - INTRODUÇÃO À ESTRUTURA EM METAL.....	14
4.2 ATIVIDADE 2 - PROJETO ARQUITETÔNICO.....	15
4.3 ATIVIDADE 3- PRÉ-PROJETO DA TRELIÇA.....	16
4.4 ATIVIDADE 4 - CÁLCULO DOS CARREGAMENTOS.....	16
4.5 ATIVIDADE 5 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS.....	17
4.6 ATIVIDADE 6 - DIMENSIONAMENTO DAS TERÇAS .....	17
4.7 ATIVIDADE 7 - DIMENSIONAMENTO DA TRELIÇA.....	18
4.8 ATIVIDADE 8 - PROJETO DA ESTRUTURA METÁLICA.....	19
4.9 ATIVIDADE 9 - MAQUETE DA ESTRUTURA.....	19
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
REFERÊNCIAS.....	24
APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	26
APÊNDICE B - CONHECIMENTO EXISTENTE .....	27
APÊNDICE C - ETAPA: PRÉ-PROJETO .....	28
APÊNDICE D - ETAPA: CARREGAMENTO .....	29
APÊNDICE E - ETAPA: DIMENSIONAMENTO DE TERÇAS.....	30

## 1 INTRODUÇÃO

Os alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo apresentam uma resistência significativa frente às disciplinas que envolvem o cálculo de estruturas, em especial a disciplina de Estrutura em Metal, pois os alunos não conseguem visualizar a aplicabilidade destes temas. O aluno de arquitetura tende a crer que o cálculo estrutural deve ser atribuição única e exclusiva de engenheiros e por isso não valorizam a disciplina. Soma-se a essa percepção a pouca afinidade com a matemática e física, tornando a aprendizagem desinteressante.

Diante do exposto, o ensino tradicional pode se mostrar pouco eficiente no processo ensino-aprendizagem da graduação, especificadamente no ensino de estrutura em metal para futuros arquitetos. Os acadêmicos não visualizam aplicabilidade para os conceitos apresentados, pois o material utilizado para transmissão do conhecimento se reduz a textos e exercícios.

Dessa forma, os alunos não fazem uso da crítica e nem da reflexão sobre os temas abordados, e muitas vezes ignoram as relações entre os conceitos e suas atividades profissionais. Ribas (2004) faz uma crítica sobre esta abordagem, nos mostrando que no ensino tradicional, o acadêmico tende a obter uma visão estática, compartimentada e padronizada do conhecimento, onde o sistema considera que todos os estudantes recebem a mesma informação, aprendem da mesma maneira e no mesmo ritmo.

Visando uma abordagem em que os estudantes podem desenvolver habilidades atitudinais, aliada ao aprendizado dos conceitos técnicos, o PBL pode ser uma alternativa para o ensino da disciplina Estrutura em Metal para o curso de Arquitetura e Urbanismo, pois é uma metodologia na qual os alunos atuam mais efetivamente na construção de seus conhecimentos, a partir de problemas reais.

Nesse contexto, pretende-se por meio deste manual, que foi elaborado a partir dos resultados da dissertação de mestrado intitulada de “A Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma Perspectiva no Ensino de Estrutura em Metal no Curso de Arquitetura e Urbanismo”, levar orientações gerais sobre a metodologia de aprendizagem baseada em problemas (PBL), com bases teóricas. O objetivo desse manual é de fornecer informações aos leitores de como elaborar, aplicar o método PBL em qualquer disciplina no curso de Arquitetura e Urbanismo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ENSINO EM ARQUITETURA E URBANISMO

A arquitetura trata-se de um ofício ligado à prática, uma profissão relacionada à ação de pensar no espaço, e dessa forma, pensar na sua construção. (VIDIGAL, 2010), demandando um conhecimento que envolva outras esferas de crescimento de quem estuda.

Vidigal (2010) ainda faz uma reflexão sobre a interdisciplinaridade da arte de construir, em que de um lado existe o operário e do outro o arquiteto e os demais projetistas. O arquiteto é o grande responsável, mas considera todos os agentes envolvidos são responsáveis pela tomadas de decisões. Ou seja, engenheiros e arquitetos são responsáveis pela construção de edifícios e dentro desta atuação, existem outras atividades intrínsecas, que exigem dos profissionais a habilidade de pensar de forma criativa e crítica, e fazer uso das novas tecnologias.

Por sua vez, Schön (2000) considera que profissionais competentes devem ser capazes de resolver problemas com situações conflitantes, integrando variáveis que não somente problemas técnicos a partir de dados claros e consistentes entre si.

Para Vidigal (2010), quando se trabalha com projeto, cada problema pode nos trazer um leque de respostas, e cada resposta gera novas ramificações. Desta forma, não é possível prever qual é o resultado final, a não ser quando todas as respostas do problema inicial são respondidas. Vidigal (2010) observa que esse não é um processo matemático, e um processo amplo e menos lógico. Desta forma, o autor propõe o método de ensino em ateliê, onde o professor atua sobre a ação do aluno. O aluno trabalha em sua produção, e o professor ajuda-o no desenvolvimento de cada etapa. A proposta do autor está pautada no ensino prático reflexivo proposto por Schön (2000).

A formação de profissionais generalistas está presente nas recomendações do Ministério da Educação para os cursos de Arquitetura e Urbanismo:

A proposta pedagógica para os cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo deverá assegurar a formação de profissionais generalistas, capazes de compreender e traduzir as necessidades dos indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, à organização e à construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação, o paisagismo, bem como a conservação e a valorização do

patrimônio construído, a proteção do equilíbrio do ambiente natural e utilização dos recursos disponíveis. (BRASIL, 2010, p.1).

Muitos arquitetos são responsáveis pela execução e gestão de obras, contratando serviços que são atribuições de outros profissionais. Dessa forma, o arquiteto necessita conhecer todas as etapas da obra, de forma que possa desenvolver um senso crítico sob todos os aspectos.

Uma das etapas de uma obra é o projeto estrutural da edificação. O arquiteto, responsável pela gestão de uma obra, deve possuir conhecimentos suficientes sobre o assunto, de forma que ele consiga analisar orçamentos visando à economia e os projetos observando a segurança no caso de subdimensionamento, conforme prevê o Ministério da Educação, nas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Arquitetura e Urbanismo:

O curso de Arquitetura e Urbanismo deverá possibilitar a formação profissional que revele, pelo menos, as seguintes competências e habilidades... a compreensão de sistemas estruturais e o domínio da concepção e do projeto estrutural, tendo por fundamento os estudos de resistência dos materiais, estabilidade das construções e fundações. (BRASIL, 2010, p.3).

Nesse sentido, é dever dos profissionais formadores de arquitetos que contribuam de forma a estimular o interesse dos alunos pelas disciplinas de cálculo, tornando o aprendizado mais significativo.

Um tipo de abordagem de ensino que pode promover o interesse dos estudantes pelas disciplinas que envolvem o cálculo estruturas é a PBL, uma vez que a construção de seus conhecimentos partem de problemas reais.

## 2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A Aprendizagem Baseada em Problemas, ou na expressão mais corrente no original em inglês *Problem-Based Learning* ou simplesmente PBL, é uma abordagem pedagógica baseada na utilização de problemas reais como estratégia de ensino-aprendizagem, com a finalidade de desenvolver o pensamento crítico, as habilidades de resolução de problemas e adquirir conhecimentos importantes na área de estudo (BARROW e TAMBLYN, 1980; VALLIN, 2008).

Em meados da década de 60, a população de Hamilton, uma cidade do Canadá sofria graves problemas de saúde, tendo em vista o meio ambiente industrial, somado às más condições socioeconômicas dos habitantes daquela região. Nem sempre esses problemas eram tratados adequadamente. Diante deste

panorama, administradores e docentes da Universidade McMaster, no Canadá perceberam que seus egressos do curso de medicina não tinham capacidade para aplicar os conteúdos conceituais nas situações práticas. Daí surgiu a necessidade de aprimorar a formação desses profissionais, visando às condições reais da população. A partir desta reflexão, surgiu a Aprendizagem Baseada em Problemas (ALBANESE e MITCHELL, 1993; RIBAS, 2004; RIBEIRO, 2008; VALLIN, 2008; FREITAS, 2012).

O PBL é uma abordagem de ensino no qual os estudantes constroem seu conhecimento com base em problemas da vida real. A sua proposta propõe estimular habilidades atitudinais, tais como liderança, comunicação, pensamento crítico, tomada de decisões, criatividade e trabalho multidisciplinar. O estudante deve ser capaz de compreender o problema e abordá-lo adequadamente (BARROW e TAMBLYN, 1980; BARROWS, 1986; SAVIN-BADEN, 2000; RIBAS, 2004). Barrow e Tamblyn (1990) e Freitas (2012) enfatizam que ao colocar o aluno como centro do cenário de sua aprendizagem, contribui para formar hábitos de estudo, iniciativa e capacidade resolutive.

No ensino tradicional a transmissão do conhecimento parte do professor para o aluno. Portanto, o aluno é visto como um recipiente que recebe a informação do professor simples e acabada, e com suas próprias percepções. Se o aluno estiver satisfeito simplesmente com as informações recebida, ele corre o risco de deter de informações obsoletas ou até mesmo incorretas (BARROWS e TAMBLYN, 1980).

Sobre a responsabilidade pela própria aprendizagem, Dewey (1979) faz uma analogia sobre o ensino como uma mercadoria. Ninguém vende se ninguém compra. Portanto, o ato de aprender deve partir dos próprios estudantes, ou seja, a iniciativa lhes cabe. O professor deve atuar como um guia, mas a energia propulsora deve partir dos que aprendem. O professor deve ser visto como uma pessoa, e conforme observa Rogers (2009, p.331), o professor não deve ser encarado como “uma encarnação abstrata de uma exigência curricular ou um canal estéril através do qual o saber passa de geração a geração”.

No entanto, Barrows e Tamblyn (1980) advogam que, para o ensino centrado no aluno, é necessária uma maior maturidade e disciplina por parte dos estudantes, que podem se sentir inseguros quanto aos caminhos de estudo a percorrer. Por outro lado, a metodologia exige um preparo muito maior dos professores, que

deverão estar preparados para os rumos que os estudantes podem tomar (ALBANESE e MITCHELL, 1993).

Para Ribeiro (2004) o PBL é um método de ensino que caracteriza-se pela utilização de problemas para iniciar e motivar a aprendizagem de conceitos e promover habilidades aos estudantes na sua resolução, diferentemente do método tradicional em que é apresentado um conteúdo e depois é colocado um problema de aplicação. Dewey (1979) nos mostra que a necessidade de solução de uma dúvida é fator primordial para o mecanismo da reflexão, caso contrário os nossos pensamento fluem ao acaso.

A proposta de Aprendizagem Baseada em Problemas é de que o aluno crie hábitos de estudo e pensamento por meio da experiência reflexiva (BARROWS, 1986; ALBANESE e MITCHELL, 1993; FREITAS, 2012). Desta forma, tende a melhorar o desempenho escolar dos estudantes e promove a autonomia de aprendizagem, e de trabalho em equipe, como se espera que ocorra em sua vida profissional (BARROWS, 1986; ALBANESE e MITCHELL, 1993; FREITAS, 2012; GIL,2007).

Albanese e Mitchell (1993) discorrem ainda sobre uma maior satisfação que os alunos possuem ao estudar através da metodologia em PBL do que ensino tradicional. Para os estudantes, a aquisição de conhecimento através de palestra se torna muito mais desinteressante do que o aprendizado autônomo.

Ribas (2004) evidencia que a abordagem PBL pode ser aplicada individualmente ou em grupos. Nos trabalhos em grupos, os acadêmicos podem compartilhar conhecimentos entre seus integrantes, o trabalho pode ser organizado de forma mais eficiente, o desenvolvimento de habilidades interpessoais é facilitado. Porém, pode apresentar desvantagens, tais como fenômenos de parasitismo, em que somente parte do grupo realiza o trabalho efetivamente e o restante se beneficia somente com os resultados. No entanto, as vantagens superam os inconvenientes e ainda pode proporcionar uma plataforma ideal para extrair dois recursos psicológicos: a rivalidade e a colaboração (RIBAS, 2004).

Gil (2007) elenca algumas vantagens do uso do PBL em relação ao ensino tradicional:

- Uma melhor compreensão dos assuntos, uma vez que a apresentação do problema, discussão em classe, assessoria do professor e a

pesquisa cooperativa contribuem para atribuir um maior significado e aplicabilidade aos conceitos aprendidos;

- A retenção dos conhecimentos é facilitada, uma vez que a compreensão do assunto contribui significativamente para a memorização;
- A transferência dos conhecimentos e habilidades adquiridas em classe para o mundo do trabalho é maior, já que os problemas são apresentados num contexto real;
- Os estudantes tendem a se tornar mais competentes na busca de informações, uma vez que os professores não são vistos como fontes de respostas, mas como facilitadores da solução de problemas;
- O desenvolvimento de habilidades interpessoais e o aprimoramento do espírito de equipe, já que as atividades requerem interação social dos estudantes;

O ensino por problemas privilegia a formação de conceitos e influencia a formação de novas estruturas de pensamento. Dewey discorre sobre o problema, afirmando que “a natureza do problema a resolver determina o objetivo do pensamento e este objetivo orienta o processo do ato de pensar.” (DEWEY, 1979, p. 24).

Para formar conceitos, o acadêmico precisa identificar a origem da construção teórica de seu objeto de estudo, suas relações, funções e contradições que são envolvidas. O aluno adquire conhecimento científico e faz parte de seu processo investigativo, conforme descreve Freitas (2012) que sintetiza os princípios da PBL da seguinte forma:

- O ensino é centrado no aluno, visando o seu processo de aprendizagem;
- A responsabilidade pelo processo ensino-aprendizagem é do próprio aluno, que se torna o principal agente na aquisição do conhecimento;
- Deve haver consideração sobre conhecimento pré-existente do aluno;
- Aprendizagem ativa, interativa e colaborativa faz parte do processo de aprendizagem. O aluno necessita agir para assumir sua responsabilidade na aprendizagem, precisa interagir entre os pares,

respeitando a opinião alheia e colaborar entre o grupo para resolução dos problemas propostos;

- Contextualização do ensino. As situações reais da vida profissional servem de motivação para o estudante buscar as soluções necessárias à resolução do problema;
- A aprendizagem é indutiva, tal como na prática profissional, onde todas as soluções não estão relatadas nos livros exatamente como elas são. Faz-se necessária a busca das soluções por meio da prática;
- O papel do professor é de instrutor/tutor, criando situações problema e coordenar sua solução. O professor deixa o papel de transmissor do conhecimento, passando a facilitador;
- O problema ou a situação problema antecede a teoria, e não como no ensino tradicional em que ocorre o contrário.

Ribeiro (2005) e Vallin (2008) pautam alguns fundamentos da PBL da seguinte forma:

- A motivação intrínseca do estudante atua como uma força interna que leva o indivíduo a conhecer o mundo;
- O conhecimento prévio do estudante determina que a qualidade e quantidade de conhecimentos novos que ele pode adquirir. O problema é capaz de promover uma elaboração da estrutura cognitiva do indivíduo, capaz de facilitar a recuperação de conhecimentos relevantes à resolução do problema;
- A interação social permite que os estudantes expressem suas ideias, compartilhem as responsabilidades e argumentem sobre seus pensamentos e identifiquem as diferentes perspectivas sobre o problema.

A motivação intrínseca do estudante abordada por Ribeiro (2008) e Vallin (2008) corrobora com o pensamento de Dewey (1978, p. 25), quando ela afirma:

A atividade educativa deve ser sempre entendida como uma libertação de forças e tendências e impulsos existentes no indivíduo, e por ele mesmo trabalhado e exercitado e, portanto, dirigidos, porque sem direção eles não se poderiam exercitar.

A direção aqui observada faz parte do papel do professor como orientador do processo de aprendizagem do aluno, indicando as vantagens da opção deste ou daquele caminho a ser percorrido.

Essa motivação interna também concorda com o pensamento de Rogers (2009) quando ele diz que uma das condições presentes na aprendizagem está no desejo em aprender e se modificar diante de uma dificuldade sentida.

### 3 ESTRUTURA DAS AULAS E AVALIAÇÃO

O objeto deste manual é aplicação da abordagem PBL na disciplina Estrutura em Metal, oferecida ao sexto período do curso de Arquitetura e Urbanismo de uma faculdade particular na cidade de Ponta Grossa – Paraná, podendo ser adaptada para qualquer disciplina do curso.

A disciplina tem uma carga horária de 60 horas divididas em 18 encontros durante o semestre letivo. Durante o primeiro encontro, deve ser explanado o funcionamento da disciplina e proposto o projeto a ser executado durante o semestre letivo e suas etapas. Deve-se apresentar a bibliografia existente na biblioteca sobre o assunto e explicitar a liberdade de utilização de qualquer outro recurso de informação, tal como sugere Rogers (2000) em seu capítulo de aprendizagem significativa na educação.

Durante os encontros, a maior parte do tempo deve ser destinada à execução do projeto e o professor ajuda os grupos orientando suas pesquisas e auxiliando na busca pela resolução dos problemas encontrados, tal como o ensino prático reflexivo sugerido por Shön (2000).

A execução do projeto está baseada na utilização de problemas para iniciar e motivar a aprendizagem, conforme descreve Ribeiro (2005) pautado no pensamento de Dewey (1978; 1979).

O aluno no centro de sua própria aprendizagem baseia-se na proposta de Barrow e Tamblyn (1990) e Freitas (2012), quando eles dizem que dessa forma, o estudante forma hábitos de estudo e iniciativa enquanto aumenta sua capacidade resolutive. Essa teoria corrobora com o pensamento de Schön (2000) e Rogers (2000).

O papel que o professor assume nessa proposta é de facilitador, conforme sugere Freitas (2012) e Rogers (2000), indicando a bibliografia existente sobre o assunto, auxiliando os alunos a encontrar os dados necessários para a execução de seus trabalhos e auxiliando quanto às dúvidas existentes.

Orienta-se formação de grupos, conforme sugere Ribas (2004). Os grupos formados por no máximo seis integrantes, de modo que o professor tenha condições de atender todos os grupos adequadamente.

A avaliação proposta deve ocorrer da seguinte forma: Durante o primeiro bimestre realizar as etapas do projeto que somadas totalizam seis pontos, e realizar

uma avaliação escrita com o valor de dois pontos. A nota faltante para atingir os dez pontos deve ser realizada pela média da nota que os alunos atribuíram na auto avaliação e avaliação dos colegas de grupo, e a avaliação docente sobre a participação dos integrantes do grupo na realização dos trabalhos. Durante o segundo bimestre a avaliação escrita pode ser substituída pela execução de uma maquete do projeto executado.

A avaliação dos pares e auto avaliação é realizada pela média aritmética da nota atribuída por cada integrante do grupo na ficha de avaliação realizada por eles em cada etapa do projeto, conforme o Apêndice A e a nota atribuída pelo mediador que adota os seguintes critérios:

- 1) Estava presente durante todo o tempo de aula?
- 2) Executou todas as atividades propostas?
- 3) Buscou materiais relevantes para a resolução do problema?
- 4) Possui condições de descrever as atividades necessárias para a execução do problema?

As atividades descritas nos roteiros somam 16 encontros. Para totalizar os 18 encontros, destina-se 1 encontro para a realização da avaliação escrita do primeiro bimestre e 1 encontro para a devolutiva de todos os trabalhos desenvolvidos durante o segundo bimestre.

## 4 ROTEIROS

### 4.1 ATIVIDADE 1 - INTRODUÇÃO À ESTRUTURA EM METAL

**Duração:** 1 encontro

**Objetivos:** Reflexão sobre o projeto em estrutura metálica e avaliar os conhecimentos pré-existentes a respeito de estruturas.

**Conteúdos a serem trabalhados:** Apresentação do plano de ensino. Proposta de elaboração de projeto em estrutura metálica; Discussão sobre elementos de estrutura metálica.

**Materiais utilizados:** Formulário conforme Apêndice B.

**Desenvolvimento da atividade:** Dividir a turma em grupos para debater sobre projetos em estrutura metálica. Realizar duas perguntas de partida para iniciar o debate: “Que elementos são relevantes na execução de um projeto de estrutura metálica?” e “Que elementos compõem uma estrutura metálica treliçada?” conforme formulário contido no Apêndice B. O debate tem o objetivo de fazer com que os alunos reflitam sobre o projeto em estrutura metálica e avaliar sobre os conhecimentos pré-existentes a respeito de estruturas. Segundo Schmidt (1993) a abordagem PBL está pautada na suposição de que o conhecimento prévio determina a natureza e a quantidades de novos conhecimentos a serem adquiridos. Desta forma, a discussão na PBL promove a elaboração dos conhecimentos existentes, facilitando o aprendizado de novas informações.

## 4.2 ATIVIDADE 2 - PROJETO ARQUITETÔNICO

**Duração:** 1 encontro

**Objetivos:** Realizar o projeto arquitetônico em que o projeto estrutural será baseado.

**Conteúdos a serem trabalhados:** Execução do projeto arquitetônico. Discussão sobre as vantagens e desvantagens da estrutura metálica. Produtos siderúrgicos. Normas para projeto e obras em estrutura metálica.

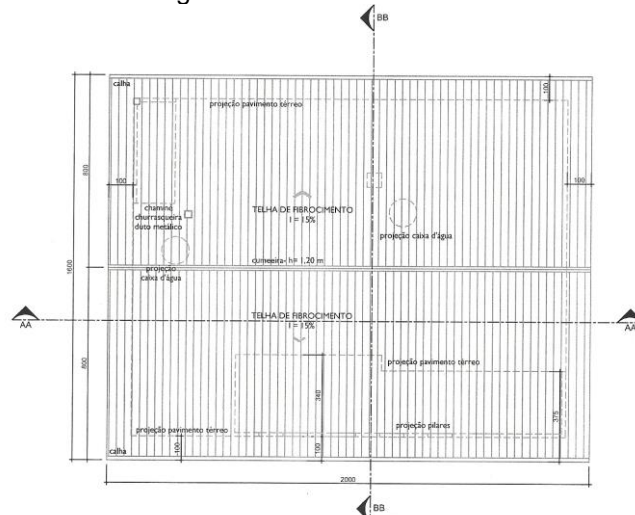
**Materiais utilizados:** Livros, catálogos de produtos, computador, internet;

**Desenvolvimento da atividade:** Os grupos devem trabalhar durante um encontro pesquisando sobre os tipos de materiais que irão trabalhar e suas especificações, tais como o tipo de telhas, suas aplicações, inclinações recomendadas, etc.

Os alunos utilizam o tempo em sala de aula para as pesquisas e início do desenho do projeto. O restante do projeto arquitetônico deve ser executado fora de sala de aula, pois a entrega dessa etapa ocorre no encontro seguinte.

Um exemplo de projeto executado pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 Planta de cobertura



Fonte: Arquivo da autora (2017)

### 4.3 ATIVIDADE 3- PRÉ-PROJETO DA TRELIÇA

**Duração:** 1 encontro

**Objetivos:** Realizar a configuração da tesoura do telhado baseados no tipo de material escolhido no projeto arquitetônico.

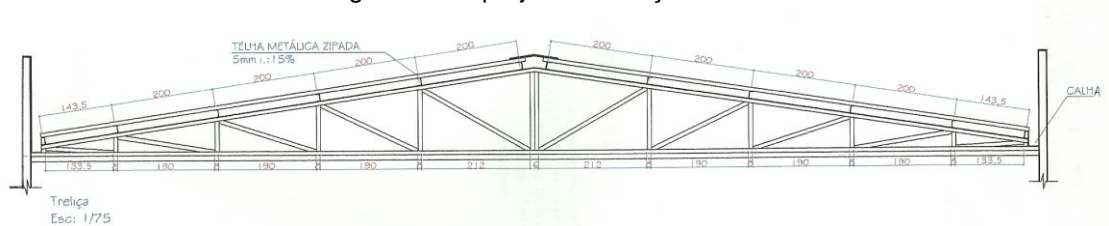
**Conteúdos a serem trabalhados:** Execução do pré-projeto da treliça. Aplicação de estruturas metálicas.

**Materiais utilizados:** Livros, catálogos de produtos, computador, internet.

**Desenvolvimento da atividade:** Antes da execução do pré-projeto da treliça, os estudantes devem discutir sobre os tipos de esforços que as peças da estrutura estão submetidas, conforme Apêndice C.

Nessa fase os estudantes realizam a configuração da tesoura do telhado baseados no tipo de material escolhido na etapa anterior, demonstrando o espaçamento de terças, e a inclinação adotada, conforme podemos observar o exemplo na Figura 2.

Figura 2 Pré-projeto da treliça



Fonte: Arquivo da autora (2017)

### 4.4 ATIVIDADE 4 - CÁLCULO DOS CARREGAMENTOS

**Duração:** 2 encontros

**Objetivos:** Levantar a cargas atuantes na estrutura

**Conteúdos a serem trabalhados:** Classificação de estruturas quanto à carga. Identificação dos subconjuntos estruturais. Determinação da carga dos nós na treliça. Determinação de carga nas terças.

**Materiais utilizados:** Livros, computador e internet.

**Desenvolvimento da atividade:** Antes do início da etapa do projeto, sugere-se aos alunos identificar as informações necessárias para o cálculo do carregamento da estrutura, conforme formulário no Apêndice D.

Na fase de cálculo dos carregamentos os alunos precisavam levantar quais cargas que a estrutura está submetida, buscar as informações de peso dos materiais escolhidos e demais elementos, tais como influência do vento. Para esse fator buscar na bibliografia existente um valor médio, tendo em vista não terem embasamento técnico suficiente, tampouco tempo hábil para realizar os cálculos conforme determina a norma NBR 6123, referente a Forças Devido ao Vento em Edificações.

#### 4.5 ATIVIDADE 5 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS

**Duração:** 4 encontros

**Objetivos:** Levantar os esforços que a estrutura está submetida

**Conteúdos a serem trabalhados:** Execução da etapa de cálculo dos esforços na treliça e terças.

**Materiais utilizados:** Livros, computador e internet.

**Desenvolvimento da atividade:** Realizar os cálculos dos esforços da tesoura através do método analítico para determinação das forças nas barras da treliça proposto por Rebello (2005).

#### 4.6 ATIVIDADE 6 - DIMENSIONAMENTO DAS TERÇAS

**Duração:** 2 encontros

**Objetivos:** Realizar o dimensionamento das terças a partir dos esforços a que estão submetidas.

**Conteúdos a serem trabalhados:** Dimensionamento de barras submetidas a momento fletor e esforço cortante.

**Materiais utilizados:** Livros, computador, internet e catálogos de produtos siderúrgicos.

**Desenvolvimento da atividade:** Antes de iniciar o dimensionamento de terças, solicitar aos alunos que reflitam sobre os elementos necessários para a realização dos cálculos, conforme o Apêndice E.

Os alunos devem realizar as pesquisas sobre as tabela de perfis existentes no mercado e sugere-se a utilização da metodologia de dimensionamento de barras submetidas a momento fletor e força cortante sugerida por Rebello (2005).

Antes dos alunos iniciarem os cálculos, realizar uma reflexão com os alunos a respeito dos perfis utilizados nesse tipo de projeto, observações sobre o formato e posições da peça, etc.

#### 4.7 ATIVIDADE 7 - DIMENSIONAMENTO DA TRELIÇA

**Duração:** 2 encontros

**Objetivos:** Realizar o dimensionamento da treliça a partir dos esforços que as peças estão submetidas.

**Conteúdos a serem trabalhados:** Dimensionamento de barras submetidas à tração e compressão.

**Materiais utilizados:** Livros, computador, internet e catálogos de produtos siderúrgicos.

**Desenvolvimento da atividade:** Os alunos devem realizar as pesquisas sobre as tabela de perfis existentes no mercado e sugere-se a utilização da metodologia de

dimensionamento de barras submetidas à tração e compressão sugerida por Rebello (2005).

#### 4.8 ATIVIDADE 8 - PROJETO DA ESTRUTURA METÁLICA

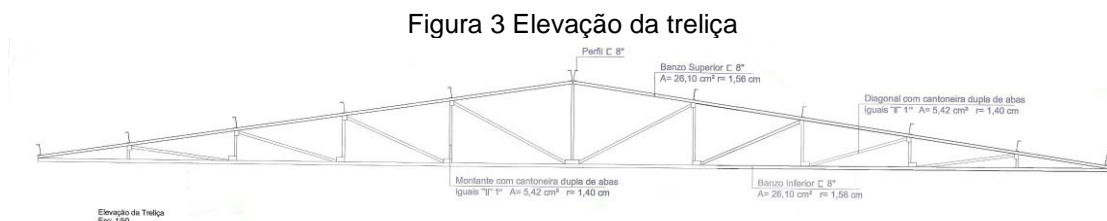
**Duração:** 1 encontro

**Objetivos:** Realizar o projeto da estrutura, a partir do dimensionamento das peças realizadas nas etapas anteriores.

**Conteúdos a serem trabalhados:** Execução da etapa do projeto da estrutura metálica.

**Materiais utilizados:** Livros, computador e internet.

**Desenvolvimento da atividade:** A penúltima fase, a fase do projeto da estrutura metálica, os alunos devem representar através do projeto os perfis utilizados em cada peça da estrutura metálica, anteriormente dimensionados, conforme exemplo da figura 3.



**Fonte:** Arquivo da autora (2017)

#### 4.9 ATIVIDADE 9 - MAQUETE DA ESTRUTURA

**Duração:** 2 encontros

**Objetivos:** Realizar a maquete da estrutura metálica.

**Conteúdos a serem trabalhados:** Execução da maquete da estrutura.

**Materiais utilizados:** Livros, computador, internet, papel duplex, madeira balsa, cola, etc.

**Desenvolvimento da atividade:** Para a execução da maquete dar a liberdade de escolha dos grupos de executar a maquete da cobertura total, ou somente detalhar uma tesoura com a indicação das terças.

O objetivo dessa etapa é de que os estudantes consigam visualizar o trabalho exercido durante o semestre letivo de forma mais próxima à realidade, utilizando os materiais que julguem mais convenientes.

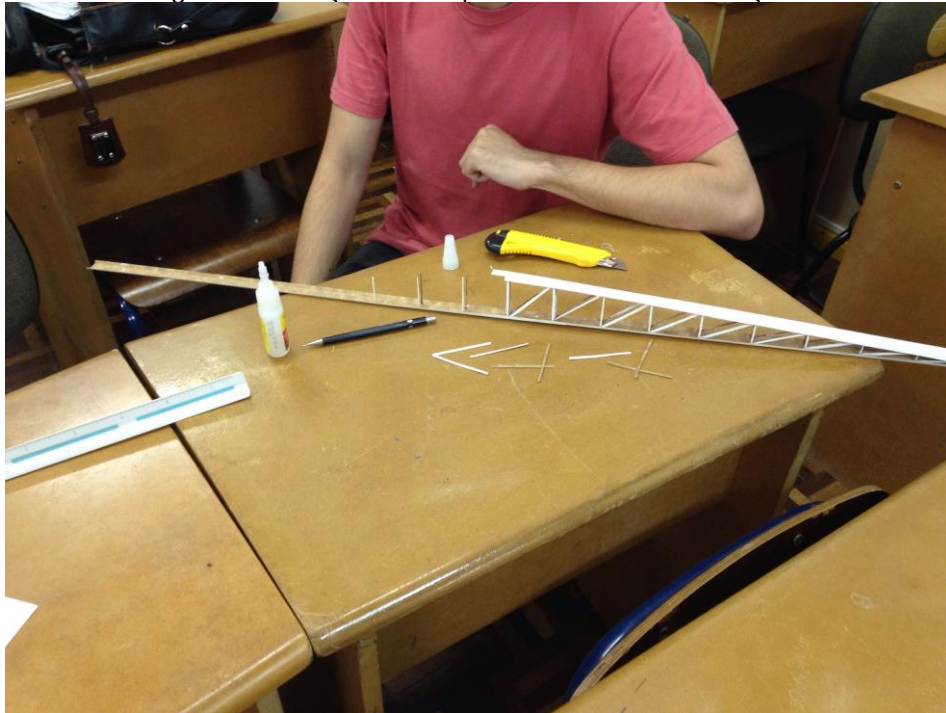
Os estudantes que optam por executar a maquete da estrutura completa devem se preocupar em representar as medidas e posicionamento de cada peça das tesouras e terças. Já os estudantes que optam por representar uma única tesoura têm condições de representar melhor os perfis utilizados em cada componente da estrutura. Etapas da elaboração das maquetes podem ser visualizadas nas figuras de 4 a 7.

Figura 4 Execução da maquete



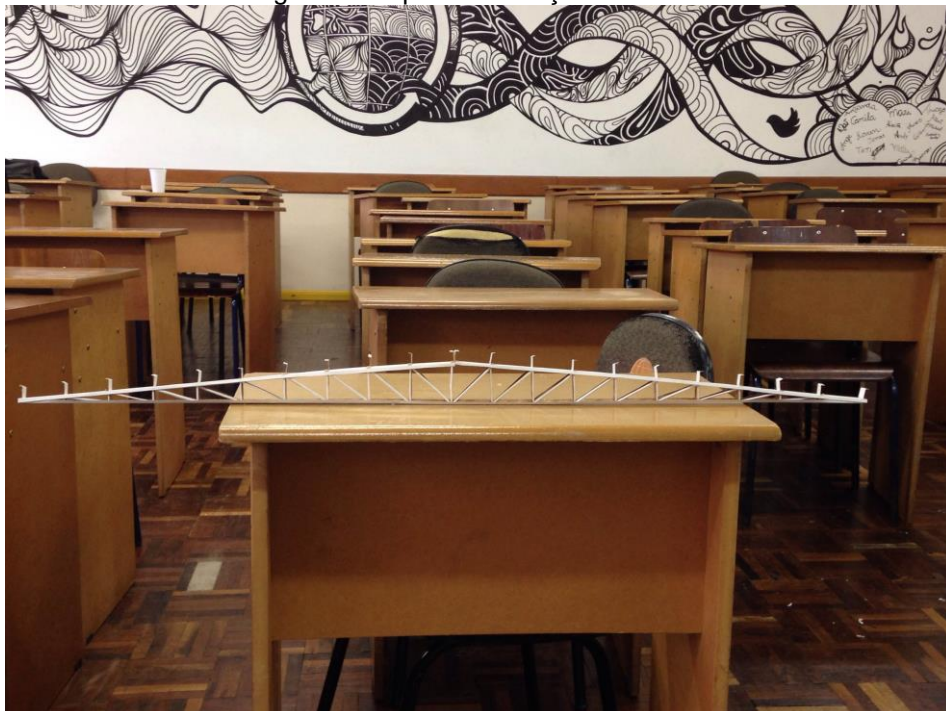
Fonte: Arquivo da autora (2017)

Figura 5 Execução da maquete em fase mais avançada



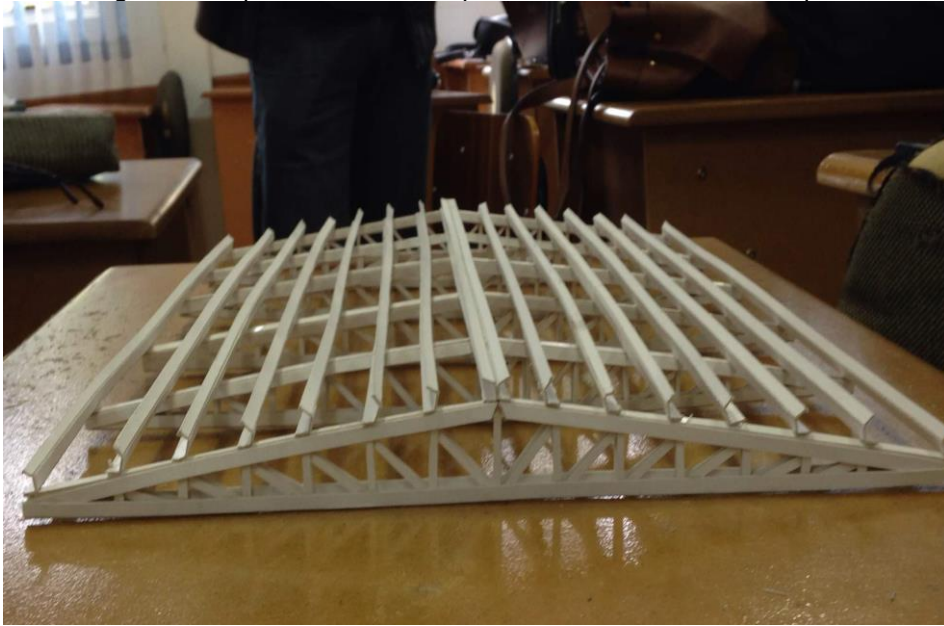
Fonte: Arquivo da autora (2017)

Figura 6 Maquete de treliça executada



Fonte: Arquivo da autora (2017)

Figura 7 Maquete executada representando a estrutura completa



Fonte: Arquivo da autora (2017)

## 5 CONCLUSÃO

Considera-se que o resultado da aplicação desse tipo de abordagem tenha resultados satisfatórios. É importante ressaltar que nenhuma metodologia de ensino seja uma fórmula mágica para sanar todos os problemas do ensino tradicional e muitas variáveis são envolvidas, tais como características socioeconômicas dos estudantes, perfil das instituições de ensino, e características do professor.

A aplicação da metodologia PBL visa promover a mudança nas atividades de ensino da disciplina Estrutura em Metal e está de acordo com a visão curricular descrita nas DCN's. Mudança de papel dos alunos de agente passivo para ser o agente ativo de seu aprendizado promove novas experiências de aprendizado e integram os conhecimentos científicos e habilidades atitudinais.

O PBL auxilia na percepção docente à medida que estimula a buscar a compreensão das atitudes dos estudantes diante de cada experiência. Dessa forma, contribui para o aprimoramento dos conhecimentos docentes dos professores sem formação pedagógica.

É importante salientar que a abordagem PBL exige esforços de todos os atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. O professor como mediador, o estudante num processo mais ativo e a instituição de ensino colaborando para que essa proposta seja difundida entre todo o currículo.

## REFERÊNCIAS

ALBANESE, Mark A.; MITCHELL, Susan. Problem-Based Learning: A Review of Literature on Its Outcomes and Implementation Issues. **Academic Medicine**, 1993.

BRASIL. Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino de graduação em arquitetura e urbanismo. Brasília, 2010. Disponível em: - <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=12991:diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12991:diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao)> Acesso em: 07 jul 2014.

BARROWS, Howard S. A Taxonomy of Problem-Based Learning Methods. **Medical Education**, Illinois, 1986.

\_\_\_\_\_.; TAMBLYB, Robyn M.; **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Springer Publishing Company, 1980.

DEWEY, John. **Vida e Educação**. São Paulo: Melhoramento, 1978.

\_\_\_\_\_. **Como Pensamos**: Como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. São Paulo: Editora Nacional, 1979.

FREITAS, Raquel Ap. M. da M. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, abr./jun. 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2007.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

\_\_\_\_\_. **Estruturas de Aço, Concreto e Madeira**: Atendimento da Expectativa Dimensional. São Paulo: Zigurate Editora, 2005.

\_\_\_\_\_. **Bases para Projeto Estrutural na Arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editora, 2007.

RIBAS, Antoni F. Líneas maestras del Aprendizaje por Problemas **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Barcelona, 2004. 18(1), 79-95.

RIBEIRO, Luis Roberto de C.; NUZUKAMI, Maria da Graça N. A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no Ensino Superior: O Modelo da Faculdade de Engenharia e Ambiente Construído da Universidade de Newcastle. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2004, Brasília. **Anais**, Brasília, COBENGE, 2004.

\_\_\_\_\_. **A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. 209p. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

ROGERS, Carl R. **Tornar-se Pessoa**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

SAVIN-BADEN, Maggi. **Problem-based learning in higher education: untold stories**. Philadelphia, 2000.

SCHÖN, Donald A. **Educando o Profissional Reflexivo: Um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed: 2000

VALLIN, Marcos B. R. **Um Modelo Reflexivo para Formação de Engenheiros**. 2008. 184p. Tese de doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VIDIGAL, Emerson José. **Ensino de Projeto Arquitetônico: Um estudo sobre as práticas didáticas no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Paraná**. 2010. 330 p. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

## APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

### AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Disciplina:	Grupo:
Nome:	Data:
Etapa:	

Utilizando uma escala de 1 a 5, avalie a si mesmo e os membros de seu grupo, considerando os seguintes aspectos:

- 1) Estava presente em todos os encontros em sala de aula?
- 2) Participou na realização das tarefas em sala de aula?
- 3) Buscou materiais relevantes para a resolução do problema?
- 4) Contribuiu para a organização geral da equipe?

Membros do grupo	Avaliação
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	

Comentários: (Utilize este espaço para comentar algum aspecto relevante da sua avaliação)

---



---



---



---



---



---



---



---

Comentários sobre a atividade: (Utilize este espaço para relatar as dificuldades encontradas pelo grupo e a forma como foram trabalhadas as dificuldades)

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**APÊNDICE B - CONHECIMENTO EXISTENTE**

Disciplina:	Data:
Grupo:	
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	

- 1) Que elementos são relevantes na execução de um projeto de estrutura metálica? Justifiquem suas respostas:

Elementos	Justificativa

- 2) Que elementos compõe uma estrutura metálica treliçada? Se julgarem necessário, poderão representar através de um croqui.

**APÊNDICE C - ETAPA: PRÉ-PROJETO**

Disciplina:	Data:
Etapa: Pré-projeto	
Grupo:	
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	

- 1) Que tipo de esforços estão submetidas cada peça da estrutura? Se julgarem necessário, represente com um croqui.

- 2) Identifique as informações necessárias para a realização do pré-projeto da treliça:

---

---

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE D - ETAPA: CARREGAMENTO

Disciplina:	Data:
Etapa: Carregamento	
Grupo:	
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	

- 1) Identifique as informações necessárias para cálculo do carregamento dos elementos da estrutura e onde pretende busca-las:

Dados	Fonte

## APÊNDICE E - ETAPA: DIMENSIONAMENTO DE TERÇAS

Disciplina:	Data:
Etapa: Dimensionamento de terças	
Grupo:	
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	

1) Identifique as informações necessárias para o dimensionamento de terças e como pretende buscá-las:

Dados	Fonte