

Aprendizagem baseada em problemas: disciplina de estruturas de concreto armado do curso de engenharia civil

Problem-based learning: teaching of concrete structures for civil engineers

DOI:10.34117/bjdv7n4-073

Recebimento dos originais: 07/03/2021

Aceitação para publicação: 05/04/2021

Sérgio Trajano Franco Moreiras

Doutor em Geotecnia pela Universidade de São Paulo
Professor Associado da Universidade Estadual de Maringá
Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambrê- Umuarama PR cep
87506-360
E-mail: strajano@gmail.com

Carolina de Amorim Boucault

Especialista em Gestão Pública
Avenida Ângelo Moreira da Fonseca 1800 – Saida para Xambrê- Umuarama PR cep
87506-360
E-mail: carol.buco@hotmail.com

Frank Kiyoshi Hasse

Mestre em Engenharia Civil pela UFSC/UEM
Professor da Universidade Estadual de Maringá
Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambrê- Umuarama PR cep
87506-360
E-mail: fkhasse@uem.br

Leandro Vanalli

Doutor em Estruturas pela Universidade de São Paulo
Professor da Universidade Estadual de Maringá
Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambrê- Umuarama PR cep
87506-360
E-mail: leovanalli@yahoo.com.br

Luana Jessica Capelin

Mestre em Engenharia Urbana UEM
Professora da Universidade Estadual de Maringá
Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambrê- Umuarama PR cep
87506-360
E-mail: luanacapelinengcivil@gmail.com

João Henrique de Freitas

Mestre em Engenharia Civil - UEM
Professor da Universidade Estadual de Maringá
Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambrê- Umuarama PR cep
87506-360
E-mail: joaohenriquedefreitas@gmail.com

Tiago Tadeu Amaral de Oliveira

Mestre em Engenharia Civil - UEM

Professor da Universidade Estadual de Maringá

Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambê- Umuarama PR cep
87506-360

E-mail: tiago_tao@hotmail.com

Germano Franciscisco Romeira

Mestre em Mecatrônica pela UFBA

Professor da Universidade Estadual de Maringá

Avenida Angelo Moreiras da Fonseca 1800 – Saida para Xambê- Umuarama PR cep
87506-360

E-mail: gfsromera2@uem.br

RESUMO

O objetivo do presente artigo é aplicar uma metodologia de ensino ativa baseada na solução de problemas (PBL) para o curso de engenharia civil. Dez acadêmicos do primeiro ano farão uma disciplina denominada: “Concreto: da produção ao cálculo estrutural”. O conteúdo programático deste curso foi obtido da grade curricular das disciplinas de Materiais de Construção I, Materiais de Construção II e de Estruturas de Concreto I do curso de engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá. Durante o curso serão ministradas seis atividades/problemas. Cada atividade será composta de três etapas: i) planejamento da solução do problema; ii) execução da solução do problema e iii) apresentação do conteúdo referente ao problema executado. Como principal resultado o artigo apresenta o planejamento de seis atividades que serão aplicadas a metodologia PBL para o estudo do concreto do ponto de vista dos materiais de construção e do cálculo estrutural de concreto.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP); Metodologias ativas para o ensino de engenharia civil; ensino de cálculo estrutural de concreto

ABSTRACT

The goal of this paper is to apply a teaching methodology, known as problem based learning (PBL) for civil engineering course. To develop this methodology ten students of the first grade attended a subject named as “concrete: manufacturing up to structural design”. The discipline was based on the constructions materials and concrete structural design subjects of the curriculum of the civil engineering course of the Maringá State University. In the course the students have to develop six activities where they solve specific engineering problems. During the course, six activities / problems will be taught. Each activity will consist of three steps: i) problem solving planning; ii) execution of the problem solution and iii) presentation of the content related to the executed problem. As a main result, the article presents the planning of six activities that will be applied to the PBL methodology for the study of concrete from the point of view of construction materials and the structural calculation of concrete.

Keywords: *Problem Based Learning* (PBL); new methodologies for civil engineering teaching, concrete structural design teaching.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas observou-se o aumento do uso de inovações tecnológicas na sala de aula, como um reflexo natural da informatização da sociedade. Como exemplo direto, pode ser citada a introdução do aparelho *datashow*, que permitiu aos docentes de Engenharia apresentarem seus conteúdos, imagens, tabelas e gráficos de uma forma muito mais rápida e com melhor qualidade do que com o projetor de transparências, usado por décadas

Outro exemplo de inovação tecnológica no ensino dos últimos anos foram as transmissões de aula à distância via *webconference*, que permitiram aulas sem a preferência física do professor. Essa tecnologia foi fundamental para a criação de sistemas de ensino à distância (EAD). Segundo Lyra (2010), a evolução das tecnologias de informação e comunicação, bem como o aparecimento de novas metodologias e técnicas de ensino orientadas para o aluno promoveram uma mudança paradigmática no contexto pedagógico, levando ao surgimento do *e-learning* e das ferramentas multimídia a serviço da educação.

Porém, os sistemas metodológicos de ensino tradicionais pouco variaram ao longo dos anos. Nessas metodologias o conteúdo é transmitido somente via explanação do professor para com o aluno. O professor especializado numa determinada disciplina prepara o conteúdo a ser ministrado na sala de aula com base na bibliografia específica. A participação do aluno se restringe a poucos questionamentos sobre o conteúdo ministrado.

Mais especificamente nas áreas das exatas e das engenharias (Gerab e Valerio, 2014), após ministrar um tópico teórico específico da disciplina o professor disponibiliza aos alunos uma lista de exercícios para resolverem. A avaliação periódica, em grande parte dos casos, está baseada nas listas de exercícios dos conteúdos ministrados. Os questionamentos dos alunos, como medida de interação com os professores, ocorrem dentre aqueles que alcançaram algum entendimento mínimo do conteúdo, conseguindo assim elaborar suas questões. Por isso é comum que apenas alguns alunos por turma consigam dominar o conteúdo ministrado numa aula e conseguem seguir a linha de raciocínio do professor.

Desta maneira, infere-se que a classe de aula tradicional provavelmente não favorece a individualidade cognitiva do discente e, assim, grande parte da turma não consegue dominar o conteúdo ministrado após o término da disciplina, sendo que a sua

busca por nota se resume, muitas vezes, na resolução de uma lista de exercícios com a teoria ministrada em aula.

Em suma, no ensino tradicional de engenharia o aluno é treinado a resolver problemas específicos do conteúdo com ferramentas também específicas disponibilizadas pelo professor. O desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico para a solução de problemas é pouco desenvolvido em sala de aula, prejudicando a sua formação na capacidade de em equacionar problemas reais e simples de Engenharia do dia a dia.

Nesse contexto, para motivar o aluno a buscar o aprendizado diversas metodologias vêm sendo desenvolvidas no ambiente acadêmico. Nessas metodologias, conhecidas como ativas (Pavanello e Lima, 2017), o professor deixa de ser a única fonte de transmissora do conhecimento, com o mesmo professor passando a orientar o aluno, ou grupo de alunos, a buscar o conhecimento a partir do desenvolvimento de um projeto ou a partir da busca de resolução para um problema.

De acordo com Hillman (2003), é importante que o aluno seja cativado pelo desafio de solucionar problemas de engenharia Durante a orientação para a solução do problema em questão, com a metodologia ativa, o professor vai aos poucos introduzindo a teoria específica, recomendando bibliografias e alternativas para solução do problema. Esse novo aluno, engajado, passa a ser o principal agente no aprendizado, buscando o conhecimento com a tutoria do professor. Para o ensino de Engenharia a metodologia ativa que mais tem se mostrado adequada é o Aprendizado Baseado em Problemas (ABP)¹

De acordo com Mills e Treagust (2003) e Graaf e Kolmos (2009) a metodologia de ensino baseada em problemas vem sendo aplicada desde a década de 60 do século passado na Canadá nos cursos de Medicina. No Brasil, no ano de 2001, o Ministério da Educação lançou um programa intitulado de “Projeto de Incentivo às Mudanças Curriculares”, também para os cursos de Medicina e que, atualmente, redundou na disposição normativa de que para a abertura de novos cursos de medicina no País o MEC

¹ *O PBL tem origem conceitual nas idéias do psicólogo americano Jerome Seymour Bruner e do filósofo Jonh Dewey (1859–1952). Bruner foi o principal proponente da proposta educacional denominada Learning by Discovery (Aprendizagem pela Descoberta) que consistia, em essência, no confronto de estudantes com problemas e na busca de sua solução por meio da discussão em grupos. A filosofia de Dewey (1959) fundamentava-se nos conceitos da educação como reconstrução da experiência e crescimento e na motivação como força motriz da aprendizagem.*

exige que os conteúdos das disciplinas sejam transmitidos somente por metodologias ativas.

No contexto brasileiro, também temos diversos artigos publicados relativo à prática PBL na área de Engenharia (SOUSA, 2011), porém, especificamente no ensino de Estruturas de Concreto Armado, ainda a metodologia PBL é um assunto provavelmente ainda não abordado. Esse é um dos tópicos fundamentais do curso de engenharia, nos quais os acadêmicos e profissionais encontram as maiores dificuldades.

Nesse sentido, o objetivo principal deste artigo é apresentar uma proposta de aprendizagem em metodologia de ensino ativa para a área de projeto em estruturas de concreto armado, abordando especificamente: (a) Empregar metodologia de ensino baseada em problemas para o ensino associado das disciplinas de materiais de construção e cálculo estrutural de concreto armado. (b) Empregar metodologia de ensino de aprendizagem significativa para avaliação da aprendizagem dos conceitos básicos.

2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

A educação está em constante modificação e adaptação, partindo dos jesuítas e passando por pensadores como Rousseau, Dewey e Paulo Freire, o sistema de ensino sofreu muitas influências através de diversos movimentos educacionais questionadores dos modelos pedagógicos. Na busca de compreender o real papel da escola perante a sociedade, diversas obras literárias tentam responder qual a finalidade da educação, se a escolarização é direcionada para a vida ou para a sociedade.

O modelo predominante no Brasil, chamado de abordagem tradicional de educação, é centrado no professor; a relação professor-aluno é verticalizada, ficando sob responsabilidade do docente a transmissão de conhecimentos finalizados/acabados que deverão ser memorizadas pelos discentes. As aulas expositivas, características da prática pedagógica tradicional, promovem uma percepção fragmentada e reducionista das diversas áreas de conhecimento científico, tecnológico, social e cultural, resultado de um processo passivo de aprendizagem (SOUZA, DOURADO, 2015).

Libâneo (2006) afirma que “a educação problematizadora revela a força motivadora da aprendizagem”, através da codificação de uma situação-problema, da qual é feita a análise crítica que requer exercício de abstração e representação da realidade concreta. A aprendizagem não é consequência da memorização de conteúdos impostos, mas sim do processo de compreensão, reflexão, incorporação e engajamento.

Visando uma aprendizagem mais significativa, algumas estratégias metodológicas alternativas foram desenvolvidas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas, originada na década de 60 a partir do curso de medicina da Universidade canadense McMaster (SOUZA, DOURADO, 2015). Segundo Ribeiro (2008), “o modelo de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada”, que utiliza situações-problema para direcionar e estimular a aprendizagem através do desenvolvimento de variadas habilidades dos alunos. Nesse modelo o discente é o centro do processo educacional e o professor assume o papel de organizador e mediador das ações para a busca e construção do conhecimento. O método alternativo em questão, tem como objetivo a formação integral do indivíduo, o estímulo da capacidade investigativa, o desenvolvimento da criatividade, do espírito de liderança, da autonomia e do pensamento crítico no processamento de informações e organização cognitiva na construção de múltiplos saberes.

O professor/mediador inicia as atividades de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) introduzindo um problema real a cerca de um tema aos alunos organizados em pequenos grupos de três a nove integrantes. Diversos autores divergem a respeito da quantidade ideal de participantes em cada grupo, pois pode haver limitação nas oportunidades de participação quando os grupos são muito grandes, sendo importante ressaltar que o fato de se trabalhar em grupo não exclui a possibilidade de haver atividades individuais. A próxima etapa configura-se na busca, pelos alunos, de informações em diversas fontes escolhidas por eles num processo de construção de uma estratégia para solucionar o problema proposto. Essa prática capacita os membros de cada grupo a ter autonomia na organização do tempo, espaço, recursos e na escolha de meios e fontes de informação. A motivação está relacionada com a intensidade do estímulo do ambiente e do mediador, porém a real força propulsora encontra-se na autoaprendizagem, ficando retido aquilo que se incorpora à atividade do aluno pela descoberta pessoal, compondo a estrutura cognitiva para ser aplicado em outras descobertas (LIBÂNEO, 2006).

De acordo com Marcilio (2019), o problema deve estar atribuído a um sentido que contextualize a problemática, e estimule a cooperação e a capacidade de tomada de decisão entre os envolvidos. Segundo a autora, quanto mais diversa é a equipe, maior a troca de experiências e pontos de vistas, porém tal diversidade pode causar conflitos entre os integrantes, por isso é necessária a presença do professor para mediar as divergências de ideias na ação de solucionar um problema. Importante ressaltar que trabalho em grupo

se difere de trabalho em equipe, pois o espírito de equipe não permite evitar riscos e esconder potenciais, assim, deve-se revelar habilidades e experiências, se opor quando preciso e respeitar e trabalhar as divergências.

Na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o papel do professor mediador é possibilitar que o problema seja analisado com autonomia pelos discentes sem impor o processo que deverá ser adotado, sua atuação é determinante para o desenvolvimento do raciocínio, contribuindo para que o ensino centrado na independência dos alunos ocorra com sucesso. Ribeiro (2008) aponta as dificuldades encontradas pelo docente ao ter que ativar conhecimentos prévios, corrigir conceitos equivocados e obter o equilíbrio entre a discussão livre entre os alunos, as inferências necessárias para nortear a construção do saber e o momento de recusar-se a responder para estimular o raciocínio autônomo. Libâneo (2006) caracteriza o professor como um orientador e um catalisador que se mistura ao grupo para uma experiência reflexiva em comum. A importância do conhecimento do professor se torna secundária neste método que visa o estímulo aos alunos buscarem os conhecimentos por conta própria, ou seja, ser autor de seu próprio conhecimento. Se os alunos são livres frente ao professor, também este o é em relação aos alunos” (LIBÂNEO, 2006, P. 37).

Toda forma de aprendizagem é complexa e não é possível prever todo o andamento da aula no planejamento que o professor elabora, desta maneira, os professores devem possuir diversas estratégias para permitir uma aplicação plástica, o que não pode significar agir por improviso (ZABALA; ARNAU, 2014). Em situações de o professor não possuir o conhecimento necessário para responder uma questão, sem temor de parecer inferior, deve-se encaminhar o aluno a buscar a resposta com outro professor disponível, pois muitas vezes o método problematizador extrapola os conhecimentos de determinada disciplina.

No processo de ensino espera-se que os alunos atinjam objetivos pré-determinados no planejamento, e para verificar o alcance desses objetivos a avaliação é usada em diversos momentos, de modo a identificar de que forma o aluno aprende, quais as estratégias de aprendizagens e as dificuldades encontradas e avaliar também a eficiência das atividades propostas. Busca-se reconhecer na avaliação a capacidade de o aluno aplicar o que foi proposto em situações reais (ZABALA; ARNAU, 2014). Segundo Marcilio (2019), no método de Aprendizagem Baseada em Problemas, a avaliação não deve ser aplicada ao final do trabalho de busca do conteúdo, mas sim ao longo de todo processo, sendo fundamental a aplicação no início das atividades para realização de uma

avaliação diagnóstica que indicará os conhecimentos prévios dos alunos, incluindo também a autoavaliação como ferramenta avaliativa, incentivando o aluno a alcançar e superar padrões esperados.

3 METODOLOGIA

A disciplina que será ministrada será intitulada " **Concreto: da produção ao cálculo estrutural**". Essa disciplina terá caráter multidisciplinar e terá conceitos pertinentes a disciplina de materiais de construção (referente ao tópico de concreto e seus componentes) e conceitos de cálculo estrutural de estruturas de concreto armado. Com isso, pretende-se que o aluno tenha uma visão sistêmica dos conceitos da produção do concreto aliados ao dimensionamento estrutural.

Na primeira etapa do projeto, a turma inicialmente será composta de 10 (dez) alunos do primeiro ano do curso de engenharia civil e as aulas serão presenciais no laboratório de materiais de construção de Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá

3.1 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Para o conteúdo pertinentes à área de Materiais de Construção, relativo ao concreto armado será utilizados os componentes curriculares vigentes no curso de Engenharia Civil do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá, que são divididos em duas disciplinas (Materiais de Construção I e II). Os componentes curriculares referentes ao dimensionamento estrutural foram obtidos na disciplina de Estruturas de Concreto I.

A disciplina Materiais de Construção I é ministrada no primeiro semestre do segundo ano e tem carga horaria semanal de 4 horas/aula (h/a) com carga horária total de 68 (h/a). Relativo ao concreto armado estuda-se os agregados miúdo (areia) e graúdo (brita) e, também, o aglomerante cimento Portland. Esse conteúdo corresponde a 35 (trinta e cinco) % da carga horária total da disciplina.

A disciplina Materiais de Construção II é ministrada no segundo semestre do segundo ano letivo e tem carga horaria semanal de 4 (h/a) e carga horária total de 68 (h/a). Relativo ao concreto são estudados os aspectos de produção, dosagem, características no estado fresco e no estado endurecido, ensaios e demais aspectos. Esse conteúdo corresponde a 50 % da carga horária total da disciplina.

A disciplina Estruturas de Concreto I é ministrada para o primeiro semestre do terceiro ano, tem carga horária semanal de 5 h/a com totalidade de de 85 h/a anuais. Serão abordadas noções gerais de cálculo estrutural e do dimensionamento de vigas. Esse conteúdo corresponde a 60 (sessenta) % da carga horária total da disciplina.

Os componentes relativos a disciplina de Materiais de construção I, de Materiais de construção II e de Cálculo estrutural de estruturas de concreto são encontrados respectivamente nos quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1 – Conteúdo programático da disciplina Materiais de Construção I aplicado no Curso prático PBL Concreto: da produção ao cálculo estrutural.

Conteúdo Programático	Identificação do conteúdo
1.AGREGADOS PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS A BASE DE CIMENTO PORTLAND	
Agregados miúdos: classificação, obtenção e características tecnológicas	(i)
Agregados graúdos: classificação, obtenção e características tecnológicas	(ii)
2.CIMENTO PORTLAND	
Definição	(iii)
Constituintes	(iv)
Propriedades físicas: massa específica, finura, tempo de pega, resistência e exsudação.	(v)
Propriedades químicas: estabilidade, calor de hidratação, resistência a agentes agressivos e reação álcali agregado	(vi)
Classificação	(vii)
Fabricação, transporte e armazenamento	(viii)

Quadro 2 – Conteúdo programático da disciplina 9097- Materiais de Construção II aplicado no Curso prático PBL Concreto: da produção ao cálculo estrutural.

Conteúdo Programático	Identificação do conteúdo
1.CONCRETO	
Preparo, transporte, lançamento adensamento e cura	(ix)
Dosagem racional do concreto	(x)
Propriedades do concreto na condição fresca: massa específica, trabalhabilidade, exsudação e segregação.	(xi)
Propriedades do concreto endurecido: resistência mecânica e durabilidade	(xii)
Controle tecnológico do concreto: Ensaio de resistência à compressão, determinação do módulo de Young, ensaio de abatimento do tronco de cone e ensaios não destrutivos.	(xiii)
Principais patologias.	(xiv)
Outros Materiais a base de cimento Portland	(xv)
2.AÇOS PARA CONCRETO	
Características dos aços para concreto armado	(xvi)
Diagrama tensão versus deformação	(xvii)

Quadro 3 – Conteúdo programático da disciplina 6548 - Estruturas de concreto I aplicado no Curso prático PBL Concreto: da produção ao cálculo estrutural.

Conteúdo Programático	Identificação do conteúdo
1. Propriedades dos componentes do concreto armado	(xviii)
2. Ações e seguranças nas estruturas de concreto armado	(xix)
3. Concepção estrutural de edifícios de concreto armado	(xx)
4. Vigas de concreto armado	(xxi)
Cálculo e detalhamento da armadura de flexão para vigas retangulares simples	(xxii)
Cálculo e detalhamento da armadura de flexão para vigas retangulares tramada	(xxiii)
Cálculo e detalhamento da armadura transversal de cisalhamento.	(xxiv)

3.2 ESTUDOS DE CASO BASEADOS NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A partir do conteúdo de concreto selecionado entre as três disciplinas da grade curricular do curso de Engenharia Civil serão preparadas seis atividades denominadas de PBL 1, PBL 2, PBL 3, PBL 4, PBL 5 e PBL 6,. Cada uma composta de três etapas, sendo elas o planejamento da atividade, a sua execução e a apresentação de conteúdos complementares pertinentes ao conteúdo trabalhado, as quais são melhor detalhadas a seguir:

a) Etapa 1 - Para cada problema proposto haverá a apresentação da atividade no laboratório de materiais de construção do Departamento de Tecnologia da UEM. Após essa exposição, os alunos terão um período de três horas para estudar, planejar e projetar a atividade. Para tanto, os alunos terão acesso a biblioteca do departamento, a base de dados online da UEM e consultas ao docente/tutor da disciplina. No final da atividade os grupos se reúnem com o docente/tutor para apresentação e discussão sobre os resultados obtidos da análise e planejamento.

b) Etapa 2 - Os alunos vão executar a atividade planejada na Etapa 1. Para tanto, terão à disposição toda a estrutura e equipamentos do laboratório de materiais de construção, bem como, o acompanhamento de um técnico de laboratório para auxiliar no manejo dos equipamentos. No final da atividade os grupos se reúnem com o docente para apresentar e discutir os resultados obtidos.

c) Etapa 3 - Serão apresentados os conteúdos complementares constantes nos quadros 1, 2 e 3. Esses conteúdos podem ser ministrados na forma de palestras, roda de conversas, prática de laboratório e indicações de leitura de artigos científicos.

3 RESULTADOS ESPERADOS

No quadro 4 estão apresentadas na primeira coluna as seis atividades para aplicação da metodologia PBL. Essas seis atividades são problemas reais de engenharia,

que provavelmente o aluno vai se deparar ao longo de sua vida profissional, e variam desde a fabricação de determinado componente da construção civil até a realização de projeto estrutural. Isso fará com que o aluno desenvolva raciocínio crítico e aprenda a buscar as informações para desenvolver planejamento de soluções.

Quadro 4- Atividades para aplicação da metodologia de ensino (PBL) para o curso Concreto: da produção ao cálculo estrutural.

Atividade PBL	Conteúdo Programático
PBL 01 – Execução de peça de concreto com formato livre	iii a ix
PBL 02 – Produção de corpo de prova de concreto	I,ii, x xi, xii, xiii
PBL 03 – Execução e teste de viga de concreto em escala reduzida sem armação	Xxi, xxii, xxiii, xxiv
PBL 04 – Execução e teste de viga de concreto em escala reduzida com armação	Xvi,xvii, xviii
PBL 05 – Lançamento da estrutura de concreto a partir do projeto arquitetônico.	Xix, xx
PBL 06 - Modelagem de edifício no programa estrutural Robot	Dimensionamento de pilares, lajes e noções de estática.

Cada atividade será aplicada em quatro encontros com duração de 4 (quatro) h/a cada, perfazendo um total de 28 (vinte e oito) h/a. Nessa carga horária considera-se a primeira aula como introdutória do curso sem a apresentação de atividade.

A primeira etapa de cada atividade consiste no planejamento da atividade tem a duração de 4h, a segunda etapa que consiste na execução da solução do problema também com duração de 4h e a ultima de 8 h para as atividades de práticas laboratoriais e para ministrar os conteúdos complementares. O quadro 4 relaciona os itens do conteúdo programático dos quadros 1, 2 e 3 com a respectiva atividade que será abordado. Todo o conteúdo programático foi abordado nas atividades PBL do curso.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo abordou o tema de metodologias ativas para o ensino de Engenharia, focando particularmente a apresentação de um proposta de aplicação da metodologia PBL em uma disciplina inovadora que associe os conteúdos programáticos de Materiais de Construção e Estruturas de Concreto Armado. Nesse contexto, o a proposta foi construída unindo os conteúdos das disciplinas de Materiais de construção I, Materiais de construção II e Estruturas de Concreto I do curso de Engenharia Civil da UEM do campus de Umuarama, propondo um formato que permite trabalhar com a metodologia PBL para uma turma, num primeiro momento, de 10 alunos.

As seis atividades propostas abrangem todo o conteúdo programático das três disciplinas originais. Nessa metodologia o aluno é desafiado a desenvolver raciocínio lógico, aprendendo desde o primeiro ano a resolver problemas de Engenharia. No momento da apresentação do conteúdo complementar, após a realização do trabalho em laboratório, apresentado de forma semelhante ao ensino tradicional, espera-se que se tenha uma melhor absorção desses conteúdos, pois o aluno já terá desenvolvido atividades práticas, de pesquisa e discussão sobre os mesmos.

REFERÊNCIAS

- DEWEY, John. *Como Pensamos*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.
- GERAB F., VALERIO, A. D. A. *Relação entre o desempenho em física e o desempenho em outras disciplinas da etapa inicial de um curso de engenharia*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 2, 2401 (2014).
- GRAAF, E.; KOLMOS, A. *Management of change implementation of problem-based and project-based learning in engineering*. Rotterdam: Sense, 2009.
- HILLMAN, W. . *Learning How to Learn : Problem Based Learning..* Australian Journal of Teacher Education, 28(2), 2003
- LIBÂNEO, J.C. *Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos*. 21ª edição. Coleção Educar. Edições Loyola, São Paulo, 2006.
- LYRA, P. H. C., BITTENCOURT, T. N., ASSIS, W. S. *Desenvolvimento de uma ferramenta didática para o estudo de flexão composta oblíqua em seções quaisquer de concreto armado*. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, Vol. 3, Num. 2, p. 205-218, Jun. 2010.
- MARCILIO, D. S. *Aprendizagem baseada na resolução de problemas*. Editora Senac, São Paulo, 2019.
- MILLS, Julie E., and TREAGUST, David F. TREAGUST. “*Engineering education-Is problem-based or project-based learning the answer?*” Australasian Journal of Engineering Education 3 (2003): 2-16.
- PAVANELO, E., LIMA, R. *Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo*. Revista Bolema, Rio Claro (SP), v. 31, n. 58, p. 739-759, ago. 2017.
- RIBEIRO, L.R.C. *Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior*. São Carlos: EdUFSCar, 2008.
- SOUZA, S.C.; DOURADO, L.G.P. *Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo*. **Holos**, Natal, v. 5, p. 182-200, out. 2015. Disponível em <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880>> Acesso em 30 abr. 2020.
- SOUSA, S. O. *Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – Problem-Based Learning): estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente. 251 f. 2011.
- ZABALA, A.; ARNAU, L. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Artmed, 2014.