



METODOLOGIA PBL: UMA PRÁTICA DOCENTE NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PBL METHODOLOGY: A TEACHING PRACTICE IN THE CIVIL ENGINEERING COURSE

METODOLOGÍA ABP: UNA PRÁCTICA DOCENTE EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Martonio José Marques
Francelino**



Doutor em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde
(UFRGS)

Professor na Universidade Federal
Rural de Pernambuco
(UACSA/UFRPE)

martonio.francelino@ufrpe.br

**Tania Denise Miskinis
Salgado**



Doutora em Ciências (UFRGS)
Professora Titular Aposentada
Docente da Pós-Graduação de
Educação em Ciências: Química
da Vida e Saúde (UFRGS)

tania.salgado@ufrgs.br

Resumo

Neste artigo se analisa a prática docente na construção de um protótipo de ponte com papel reciclado, trabalhada via metodologia Problem Based Learning (PBL) em um curso de Engenharia Civil. Na revisão bibliográfica, buscaram-se referenciais teóricos segundo os princípios de Barrows, um dos desenvolvedores da metodologia PBL como a conhecemos hoje. A coleta de dados utilizou observações da prática docente, entrevista com o docente e questionário para os discentes da disciplina. Buscou-se identificar as contribuições da PBL para o desenvolvimento do perfil profissional dos futuros engenheiros e aspectos apontados como positivos ou negativos pelos estudantes e pelo docente. Os estudantes resolveram situações reais inerentes às suas futuras carreiras, mas apontaram o aumento de carga horária e pouca habilidade dos professores em utilizar a metodologia, incluindo critérios de avaliação. A experiência foi considerada exitosa para o desenvolvimento de habilidades necessárias para o futuro profissional de Engenharia Civil.

Palavras-chave: Ensino de Engenharia. Metodologia PBL. Prática Docente.

Recebido em: 8 de setembro de 2022.

Aprovado em: 22 de fevereiro de 2023.

Como citar esse artigo (ABNT):

FRANCELINO, Martonio José Marques; SALGADO, Tania Denise Miskinis. Metodologia PBL: Uma prática docente no Curso de Engenharia Civil. **Revista Prática Docente**, v. 8, n. 1, e23016, 2023.

<http://doi.org/10.23926/RPD.2023.v8.n1.e23016.id1679>



Abstract

In this paper we analyze the teaching practice in constructing a bridge prototype with recycled paper, worked through the Problem Based Learning (PBL) methodology in a Civil Engineering course. In the literature review, theoretical references were sought according to the principles of Barrows, one of the developers of PBL as it is known today. Data collection used observations of the teaching practice, interviews with the professor, and a questionnaire for the discipline's students. We sought to identify the contributions of PBL to the development of the professional profile of future engineers and aspects identified as positive or negative by students and professors. Students resolved real situations inherent to their future careers but pointed out increased workload and teachers' lack of ability to use the methodology, including criteria of evaluation. The experience was considered successful for the development of skills necessary for future Civil Engineering professional practice.

Keywords: Engineering Teaching. PBL Methodology. Teaching Practice.

Resumen

Este artículo analiza la práctica docente en la construcción de un prototipo de puente con papel reciclado, trabajado a través de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en un curso de Ingeniería Civil. En la revisión de la literatura se buscaron referencias teóricas según los principios de Barrows, uno de los desarrolladores del ABP tal como lo conocemos hoy. La recolección de datos utilizó observaciones de campo, entrevistas con el profesor y un cuestionario para los estudiantes de la disciplina. Buscamos identificar las contribuciones del ABP al desarrollo del perfil profesional de los futuros ingenieros y los aspectos identificados como positivos o negativos por estudiantes y profesores. Los estudiantes resolvieron situaciones reales inherentes a sus futuras carreras, pero señalaron el aumento de la carga de trabajo y la falta de habilidad de los profesores para usar la metodología, incluyendo criterios de evaluación. Sin embargo, la experiencia fue exitosa en el desarrollo de las habilidades necesarias para el futuro profesional de la Ingeniería Civil.

Palabras Clave: Enseñanza de la Ingeniería. Metodología ABP. Práctica Docente.



1 INTRODUÇÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, estabelecidas pela resolução CNE/CES Nº 2 de 2019 do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2019), definem, no Art. 3º, que o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica; estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia; adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática; considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho; atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Braga (2013) destaca que o crescimento das inovações científicas e tecnológicas, em conjunto com as limitações verificadas na abordagem centrada na transmissão e memorização de informações, tem estimulado a comunidade científica a encontrar metodologias alternativas que utilizem um tipo de aprendizagem ativa, baseada em competências. Considera que tais metodologias são capazes de formar profissionais detentores de uma visão que possibilite compreender os fenômenos na sua totalidade e globalidade, que lhes permitam discriminar a natureza de problemas práticos e relacionados a contextos sociais e mutáveis.

Para o aprendizado do estudante avançar, é importante que o professor desenvolva atividades que se aproximem da realidade desse discente para que ele possa estar preparado para atuar no mundo fora do âmbito escolar. Assim sendo, Moran (2015) afirma que as metodologias ativas são pontos de partida para alcançar processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas e que, quanto mais aprendermos próximos da vida, melhor.

A base educacional para o termo “metodologia ativa” é antiga. Dewey (1978) e Paulo Freire (1987), por exemplo, não apresentam o termo, entretanto, defendem a aplicação de princípios segundo os quais a educação é encorajada pela superação de desafios, a resolução de problemas e a construção de um novo conhecimento a partir de experiências prévias dos indivíduos. A filosofia de Sócrates, responsável por dar origem ao método socrático, tinha como princípio a construção do conhecimento ao invés da mera transmissão de ideias, nela já se buscava estimular ouvintes através do método interrogativo.



O uso de metodologias ativas coloca os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem, possibilitando que eles sejam protagonistas do seu aprendizado. Nessas metodologias, o professor se apresenta como mediador e orientador, sempre incentivando os discentes a serem pessoas críticas, reflexivas e a desenvolverem a autonomia na busca por novos conhecimentos. Entretanto, muitas vezes o professor, especialmente no ensino superior, não está preparado para desenvolver práticas pedagógicas baseadas em metodologias inovadoras.

Isaia e Bolzan (2009) afirmam que o professor universitário é o único profissional de nível superior que entra para uma carreira sem que passe por qualquer avaliação de pré-requisitos em termos de competências e de experiências prévias no domínio das habilidades de sua profissão.

Normalmente, os professores definem-se a partir de suas áreas de conhecimento e ou atuação (engenharias, medicina, física, geografia etc.), centrando-se mais em suas especialidades, desconsiderando a função docente, a qual está vinculada ao compromisso do processo formativo da educação superior (ISAIA; BOLZAN, 2009, p. 168).

Nessa perspectiva, este artigo tem por objetivo analisar a prática docente em uma disciplina de um curso de Engenharia Civil, na qual a construção de um protótipo de ponte com papel reciclado foi trabalhada via metodologia Problem Based Learning (PBL).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que se possa analisar a prática docente em uma experiência com a metodologia PBL, é preciso compreender que ela envolve diversos aspectos, como o conhecimento da própria metodologia, a compreensão do papel do docente, do discente e do trabalho em grupos quando se adota a PBL. Cada um desses aspectos será analisado nesta seção.

2.1. A METODOLOGIA PROBLEM BASED LEARNING (PBL)

Apesar de sua história relativamente recente, a PBL não pode ser considerada uma metodologia nova, na medida em que a aprendizagem a partir do confronto com um problema tem acontecido desde os primórdios da civilização (BARROWS; TAMBLYN, 2003).

No final da década de 1960, um grupo de professores na Universidade McMaster, universidade pública em Hamilton, Canadá, convictos de que a verdadeira essência do aprendizado se encontra no local de trabalho, desenvolveram a metodologia Problem Based Learning (PBL), como sistematizada em nossos dias atuais. Esse aprendizado em pequenos grupos, centrado no aluno, com casos reais de pacientes, teve sua disseminação mais rápida na



educação médica, mas foi implementado em todos os níveis de educação profissional e é uma presença crescente em outras formas de educação (BARROWS, 2000).

Ribeiro (2010) considera que, com o decorrer do tempo e por não ser uma abordagem estática, a metodologia PBL tem passado por mudanças em relação ao modelo da Universidade McMaster, em busca da adaptação a outros contextos educacionais.

O processo da metodologia PBL também inclui uma concepção de aprendizagem como a proposta por Bruner (1973). Para esse autor, aprender um assunto envolve três momentos quase que simultâneos: o primeiro relaciona-se à aquisição de novas informações, que muitas vezes vai de encontro aos conhecimentos prévios, seja explícita ou implicitamente. O segundo momento da aprendizagem pode-se chamar de transformação, pois vai adaptar o conhecimento às novas tarefas, de modo a caminhar além deles. Por fim, o terceiro aspecto da aprendizagem é a avaliação (crítica): verifica-se se o modo pelo qual manipulamos a informação está adequado à tarefa. Percebe-se, portanto, que o pensamento de Barrows (2000) e Bruner (1973) ratifica a teoria pedagógica de Dewey (1978) quando esclarece que o saber significa capacidade de localizar e definir a dificuldade, capacidade de descobrir e utilizar os dados da situação e os conhecimentos já existentes e de manipulá-los devidamente para chegar a conclusões fundadas, porque verificadas ou comprovadas.

Quando a metodologia PBL é aplicada em todo o currículo, como proposto no formato original, a literatura, segundo Hadgraft e Holecek (1995), mostra que contempla simultaneamente os seguintes objetivos educacionais: a) aprendizagem ativa, por meio da explanação de perguntas e buscas por respostas; b) aprendizagem integrada, por meio da inserção de problemas em que a solução necessita das informações de outras subáreas do conhecimento; c) aprendizagem cumulativa, por intermédio da colocação gradual de problemas mais complexos, até atingir aqueles geralmente enfrentados por profissionais no início de carreira; d) aprendizagem para a compreensão, em vez de pausas para a retenção de informações, mediante o tempo disposto para a reflexão, *feedback* frequente e oportunidade para pôr em prática o que foi aprendido.

Por se tratar de uma metodologia bastante diferente daquelas tradicionalmente centradas exclusivamente em memorização de conceitos e fórmulas, tanto o professor quanto os estudantes envolvidos com a PBL devem adotar estratégias diferenciadas de atuação. Para isso, precisam compreender a necessidade de se desacomodar e de assumir papel ativo no processo de ensino e de aprendizagem.



2.2. PRÁTICA DOCENTE NA METODOLOGIA PBL

Para Garcia (2005, p. 243), pensar a atividade docente “supõe, assim, um conjunto de atividades pré, inter e pós-ativas que os professores têm de realizar para assegurar a aprendizagem dos alunos”. Ademais, acrescenta o referido autor, a docência deve incluir outros contextos que influenciam a decisão de “como, quando e por quem vai ser transmitido o ensino e com que objetivos ou finalidade”.

Araújo (2012) afirma que a docência na Engenharia, com o ensino centrado exclusivamente no professor e que trabalha apenas com memorização de conceitos e de algoritmos com resolução de exercícios, evidencia-se como ensino tradicional. Entretanto, mesmo uma aula do tipo expositiva, se bem elaborada, poderá fazer os alunos realizarem relações e trabalharem com níveis mais elevados de habilidades mentais. Entretanto, o ensino de engenharia deveria ser caracterizado pelo conhecimento contextualizado, com a valorização das habilidades intelectuais de compreensão e reinterpretação do que já foi descoberto e dito e de estímulo à análise e à capacidade de compor e recompor dados, informações, argumentos e ideias.

Outra dimensão que merece uma reflexão abrange a prática docente apresentada por Masetto (2012), quando faz um alerta para a superação da formação voltada apenas para o aspecto cognitivo, haja vista que a dimensão política assume lugar imprescindível no exercício da docência universitária. Isto porque o docente tem sua visão de educação, de sociedade, de cultura e, diante disso, ao entrar na sala de aula para ensinar uma disciplina, não deixa de ser cidadão ou alguém que pertence à sociedade de uma nação, que se encontra em um processo histórico e dialético, participando da construção da vida e da história de seu povo. “[...] Ele é um cidadão, um político, alguém compromissado com seu tempo, sua civilização e sua comunidade, e isso não se desprega de sua pele no instante em que entra em sala de aula” (MASETTO, 2012, p. 39)

Moreira (2020) questiona sobre como resgatar esses atributos necessários aos professores universitários dos cursos de bacharelados, se eles não tiveram tais elementos presentes na sua formação inicial bacharelesca. Essas necessidades agregam grande influência no ambiente dos cursos de formação de bacharéis, principalmente nas Engenharias.

Nóvoa (2009) assegura que a formação do docente se constitui através da relação entre teoria e prática, evidenciando que as considerações teóricas apenas fazem sentido quando são



construídas no interior da profissão e se forem pertinentes a partir de uma reflexão de professores sobre o seu próprio trabalho.

A formação de professores deve assumir uma forte componente prática, centrada na aprendizagem dos alunos e no estudo de casos concretos, tendo como referência o trabalho escolar, o trabalho docente na formação inicial carece de interdisciplinaridade e articulação entre disciplinas, conteúdos e práticas (NÓVOA, 2009, p. 39).

Portanto, dentro da dimensão pedagógica, a formação do professor universitário abrange conhecimentos da profissão específica, conhecimentos pedagógicos, além de habilidades relacionadas à produção de conhecimento. Mas o que geralmente ocorre é que o professor universitário, sendo um bacharel, detém os conhecimentos específicos de sua profissão e desenvolveu habilidades para a produção de conhecimento em laboratórios de pesquisa, mas pouco adquiriu de conhecimentos pedagógicos em sua formação, tanto inicial como em nível de pós-graduação.

Sendo a educação um processo dinâmico, requer do professor uma constante atualização e mudanças em suas práticas de ensino, tendo em vista o desenvolvimento de atitudes e habilidades diferentes das que tradicionalmente são exercidas em seu fazer pedagógico. Na metodologia PBL, Savery e Duffy (1998) entendem que o docente deverá, em vez de transmitir conhecimentos, interagir com os alunos no nível da metacognição (a resolução de problemas, a criatividade, o raciocínio), fazendo-lhes perguntas do tipo: ‘Por quê?’, ‘O que você quer dizer?’, ‘Como você sabe que isto é verdadeiro?’, etc., e questionando o raciocínio superficial do discente e suas vagas e, às vezes, equivocadas noções sobre o problema.

Kember (1997) sugere que os docentes trabalhem projetos de pesquisa que envolvam ciclos PDCA - Planejamento, Ação, Checagem e Análise conjunta e contínua, pois oferecem a oportunidade de trabalho cíclico e dinâmico, possibilitando que mudanças de concepções possam ocorrer a partir do compartilhamento desses novos conhecimentos, de forma que todos os membros assimilem tais informações. Ressalta-se que mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem requerem esforços sustentados e um período um pouco mais prolongado.

Carvalho (2009) e Silva (2017) asseguram que a função do professor tutor na PBL caracteriza-se por estimular os discentes a tomarem suas próprias decisões, ajudando-os na definição das regras que nortearão o trabalho em grupo, auxiliando-os na pesquisa dos referenciais do tema em estudo, orientando-os na elaboração do trabalho final e assistindo aqueles que encontrarem dificuldades durante o referido processo.



Para Silva (2017), existe uma série de características necessárias ao tutor, fundamentadas na construção das etapas essenciais da metodologia PBL, que são: criar e apresentar o cenário problemático; colaborar com o processo de aprendizagem; ajudar na aprendizagem dos conhecimentos conceituais da disciplina; acompanhar o processo de investigação e resolução dos problemas; potencializar o desenvolvimento das competências de análise e síntese da informação; ser corresponsável na organização do espaço de encontro e relações no grupo; favorecer a criatividade que proporciona a independência dos alunos ao abordar os processos cognitivos. Em síntese, o professor tutor deverá acompanhar o processo de aprendizagem e o desenvolvimento dos discentes, auxiliá-los a fortalecer a integração do grupo, instigando-os à exploração dos conhecimentos que possuem, no intuito de que a estes sejam acrescidos os conhecimentos que adquirirão (LAMBROS, 2004; DELISLE, 2000; O'GRADY et al., 2012; CARVALHO, 2009; SILVA, 2017).

Percebe-se, então, que essas etapas são norteadoras e relevantes para que os discentes possam desenvolver suas respectivas atividades, mas também eles devem ter atitudes que sejam compatíveis com a metodologia PBL. O papel do discente nesta metodologia é analisado na próxima seção.

2.3. O DISCENTE COMO PROTAGONISTA NA METODOLOGIA PBL

Autores como Woods (2000) e Tardif (2002) observam que os discentes, em última análise, sempre serão responsáveis pela sua aprendizagem, independentemente da metodologia ou método de ensino utilizado, haja vista que nada nem ninguém poderá forçá-los a aprender se eles mesmos não se empenharem no processo de aprendizagem. Na metodologia PBL, é fundamental que a responsabilidade pela aprendizagem lhes seja explicitamente atribuída. Assim sendo, assumir tal compromisso pela própria aprendizagem, no ambiente PBL, significa que os discentes devam cumprir as seguintes atividades:

- i. Exploração do problema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem e sua elaboração;
- ii. Investida na solução do problema com o que sabem, observando a pertinência de seu conhecimento atual;
- iii. Identificação do que não sabem e do que precisam saber para solucionar o problema;



- iv. Prioridade das questões de aprendizagem, estabelecimento de metas e objetivos de aprendizagem, alocação de recursos de modo a saberem o quê, quando e quanto é esperado deles;
- v. Planejamento e delegação de responsabilidades para o estudo autônomo da equipe;
- vi. Compartilhamento eficaz do novo conhecimento de forma que todos os membros aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe;
- vii. Aplicação do conhecimento na solução do problema;
- viii. Avaliação do novo conhecimento, da solução do problema e da eficácia do processo utilizado e reflexão sobre o processo.

A delegação de autoridade com responsabilidade sobre a aprendizagem aos discentes, na visão de Barrows (1986), prepara-os a se tornarem aprendizes por toda a vida, uma habilidade extremamente útil, principalmente na área das Engenharias.

2.4. O TRABALHO EM GRUPO NA METODOLOGIA PBL

Nos métodos tradicionais de ensino de Engenharia, o trabalho em grupo é uma atividade habitual e tem como principais objetivos: responder a questões prontas ou desenvolver alguma atividade que exige troca de conhecimento; realizar atividades em laboratórios ou aulas práticas; organizar os alunos para a leitura e análise de textos; e efetivar discussões que promovam a aprendizagem de determinado conteúdo. Os grupos se organizam de muitas formas e maneiras, de acordo com as exigências decorrentes dos tipos de atividades.

Na PBL, Barrett e Moore (2011) asseguram que, no trabalho em grupo onde o processo educativo se desenvolve, o discente pode se apresentar como um observador reflexivo, participativo, autônomo, produtivo e de forma criativa junto ao processo de aprendizagem. Pode buscar construir espaços para o trabalho cooperativo, onde todos são protagonistas, colaborando para uma aprendizagem comum e integral.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento metodológico da presente pesquisa qualitativa, baseada num estudo de caso, caracterizou-se por duas etapas: uma breve revisão da literatura e um estudo de caso centrado nas observações da prática docente no componente Tópicos de Engenharia Civil 2, numa Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), durante o segundo semestre de 2019. Na primeira etapa, ocorreu a busca na literatura, a partir de critérios relacionados à prática docente,



passando para a análise dessas publicações a partir da leitura dos resumos e posterior discussão, formando argumentos. Na segunda etapa, o primeiro autor deste trabalho, daqui em diante identificado simplesmente como ‘pesquisador’, realizou o acompanhamento das aulas, a entrevista com o docente denominado P3 e aplicou o questionário aos estudantes que vivenciaram a metodologia PBL no referido período. As perguntas realizadas foram direcionadas para o entendimento das percepções desses sujeitos a respeito da PBL no curso e quais condicionantes interferiam no processo ensino e aprendizagem.

Todos os dados obtidos foram analisados qualitativamente. A análise do acompanhamento das aulas do docente P3 foi feita à luz dos princípios da PBL. Já a análise da entrevista com o docente P3 e do questionário aplicado aos estudantes foi feita buscando compreender quais as contribuições da PBL para o desenvolvimento do perfil profissional dos futuros engenheiros e quais aspectos são apontados como positivos ou negativos, seja pelo docente, seja pelos estudantes que participaram da PBL.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, os resultados são discutidos à luz dos fundamentos da metodologia PBL. A análise da literatura mostra as principais características esperadas quando se adota a PBL. As seções seguintes abordam a análise da prática docente, usando três fontes de informações: a observação das aulas do docente P3, a entrevista realizada com este docente e informações obtidas por meio do questionário respondido pelos discentes.

4.1. ANÁLISE DA LITERATURA

Inicialmente, de acordo com o objetivo da pesquisa, nas bases de dados Scopus e Scielo, utilizadas para condução das buscas, foram aplicados descritores da seguinte maneira: [(“problem based learning” OU “aprendizagem baseada em problemas” OU “PBL”) e (“PBL na engenharia civil” OU “PBL in civil engineering”)]. Após a condução das buscas e aplicação dos critérios para filtragem dos trabalhos, num ciclo temporal inicial em torno de 10 anos, posteriormente flexibilizado em relevância aos achados, uma amostra com três publicações foi selecionada para essa análise: BARROWS (1984), RIBEIRO (2005) e SILVA (2017).

Barrows (1984) aborda os princípios norteadores da metodologia PBL, como aprendizado autodirigido, habilidades de resolução de problemas médicos e uma nova direção no ensino das profissões da saúde, buscando mitigar a retenção. Apresenta diferentes caminhos de avaliação, como autoavaliação, avaliação de pares e do processo educacional, contribuindo



na promoção de uma atitude reflexiva sobre o processo de ensino e aprendizagem, estimulando o desenvolvimento dos conhecimentos necessários a uma prática docente eficaz.

Já a Tese de Ribeiro (2005) apresenta e contextualiza reflexões sobre a relação da formação inicial dos docentes e como a experiência com uma metodologia PBL poderia ajudá-los a sensibilizar os discentes para a existência de alternativas pedagógicas às aulas expositivas que vivenciaram.

Por fim, Silva (2017) analisa a implementação da PBL na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino superior de química. Apresenta a PBL como uma metodologia de aprendizagem e instrução, fundamentada nos pressupostos de que o conhecimento prévio com relação a um conteúdo, ativado durante a análise inicial do problema, é quem determina a quantidade de conhecimentos novos a serem processados. A partir das percepções desses discentes, quando envolvidos com problemas mal estruturados, a autora concluiu que eles não conseguiram ter certeza de que tomaram a decisão “correta”, mas que escolheram a melhor alternativa, dadas as informações disponíveis naquele momento.

Nos três trabalhos acima selecionados, feitos no ensino superior, apesar de alguns registros de insatisfação, especialmente com a elevada carga de trabalho, os discentes responderam favoravelmente à metodologia PBL. Nela, os alunos são questionados, provocados diante de um problema contextualizado com a prática profissional e, assim, sentem-se motivados a interagir, dialogar e trocar experiências, a fim de juntos construírem conhecimentos. Desta forma, a PBL preenche uma lacuna entre a teoria e a prática, permitindo a aprendizagem num olhar profissional, o desenvolvimento de competências em clima de motivação, participação ativa e alto nível de satisfação.

Tomando por base esses três trabalhos, pode-se concluir que a ampliação da implementação da metodologia PBL nas instituições de ensino superior, mais especificamente nas Engenharias, pode ter importantes contribuições para os processos de ensino e aprendizagem nesses cursos.

4.2. O PERFIL DOS DISCENTES E DO DOCENTE FORMADOR

Dezenove discentes de Engenharia participaram da pesquisa. Registrou-se que a faixa etária dos discentes envolvidos era ampla, entre 18 e 46 anos, predominando a faixa etária entre 20 e 22 anos. Quando questionados se eles conheciam a metodologia PBL, premissa desta pesquisa, antes de ingressar como discentes na IFES, 93,5% responderam que não, denotando que a metodologia PBL ainda é pouco difundida no Ensino Fundamental e Médio. Assim, os



discentes que participaram desta pesquisa tiveram o primeiro contato com a metodologia apenas no Ensino Superior.

O docente P3 é bacharel em Engenharia, com titulação de mestre à época em que se desenvolveu esta etapa da pesquisa. Trabalha como professor efetivo concursado na IFES, com 3 anos de experiência na docência. Entretanto, estava iniciando trabalhos com o componente Tópicos de Engenharia.

4.3. ANÁLISE DA PRÁTICA DOCENTE

Durante o semestre 2019.2, período de realização das atividades em sala de aula, o pesquisador, primeiro autor deste trabalho, adotou uma postura meramente de observador, para que as aulas ministradas sofressem o menor impacto possível, deixando o docente P3 à vontade para sua prática docente.

No Projeto Pedagógico do Curso e nas ementas das disciplinas de Tópicos de Engenharia, sugere-se que estas sejam desenvolvidas com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão direta das ações pedagógicas, em que a interdisciplinaridade e a metodologia ativa caracterizam-se pelos recursos centrados na resolução de situações-problemas. Desta forma, toda a disciplina deve ser desenvolvida com base nos pressupostos da metodologia PBL.

Conforme apresentado no plano de ensino, a aula inicial serviu para esclarecimento da proposta de trabalho, objetivos, metas, apresentação das referências bibliográficas e divisão dos grupos de trabalho. Os 19 discentes que foram distribuídos em seis grupos.

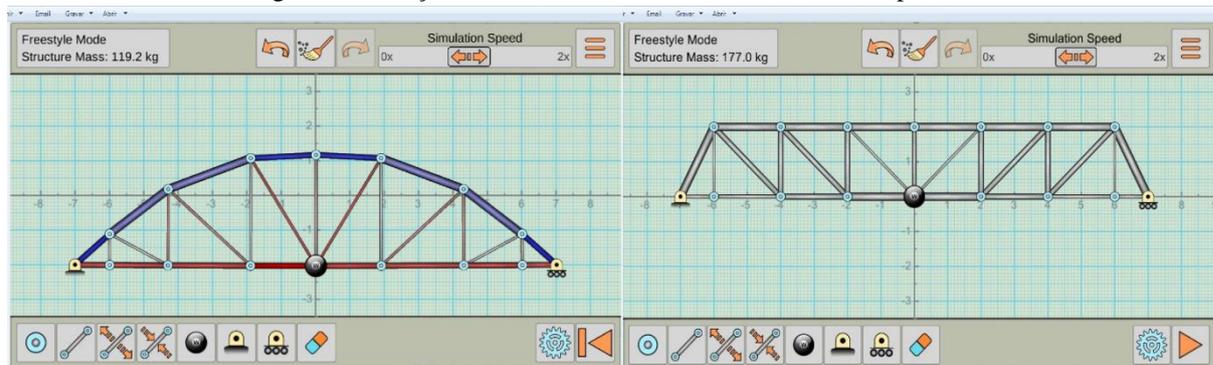
Para dar início à aplicação da metodologia PBL, o professor propôs o seguinte problema: construção de um protótipo de uma ponte em papel reciclado para identificar, no final do semestre, qual seria sua capacidade de carga a ser suportada pela ponte construída. A regra estabelecida para padronizar os elementos da ponte de papel foi fixada no comprimento máximo de 1,00 metro e peso máximo de 800 g. O docente P3 explicou que existem projetos similares, já desenvolvidos com palitos de picolé, ou com macarrão cru, entre outros. Todavia, preocupado com uma possível necessidade de investimento financeiro, fez a opção pelo papel reciclado. O docente P3 registra em sua fala que: “(...) você constrói o curso objetivando alguma coisa, fica com a visão prática muito clara. Quando você começar a matéria que tem um caráter PBL, primeira aula você já diz o que você quer que os alunos tenham na última aula.” (Docente P3).

Carvalho (2009) descreve que a escolha de um bom contexto problemático é uma das etapas mais importantes, pois pode ser garantia de que a investigação desenvolvida pelos discentes seguirá com grande possibilidade de alcançar o objetivo pretendido com a aplicação da PBL. Ademais, o docente P3 afirma: “Mudou minha visão de como é o ensino de engenharia. Eu estava começando a ensinar engenharia, aí quando eu vi essa nova abordagem, eu vi que realmente tinha outro mundo para ser explorado.” (Docente P3).

Seguindo com o plano de ensino da disciplina, as aulas iniciais tiveram como proposta trabalhar conceitos a respeito de projetos estruturais, leis da física e apresentação dos elementos constituintes de uma ponte. Essa etapa, no olhar do pesquisador, poderia ser realizada atribuindo aos discentes essa busca para debates em sala de aula. Entretanto, o docente P3 foi bastante criativo nessa fase de construção inicial de conceitos, adotando outra estratégia ativa de aprendizagem, quando simulou uma competição por meio de um game virtual no laboratório de informática, pelo programa Kahoot.it. Em relação a esta atividade, destaca-se o trabalho de Romero (2008), que discorre sobre a competência didática que os professores devem ter ao trabalharem com as tecnologias, e que pode ser traduzida como a capacidade de o professor de criar materiais e produzir tarefas relevantes para os discentes. Assim, o docente conseguiu envolver os discentes na revisão de conceitos anteriores e na compreensão de novos conceitos que seriam necessários para o adequado desenvolvimento do trabalho dentro da metodologia PBL.

Em seguida, iniciaram-se as atividades práticas da resolução do problema proposto, ou seja, iniciou-se a aplicação da PBL propriamente dita. A etapa inicial consistiu na elaboração de desenhos do tipo esboços para construção dos protótipos das pontes. Tais esboços, alguns dos quais são mostrados na Figura 1, tiveram a função de verificação dos conhecimentos prévios desses discentes.

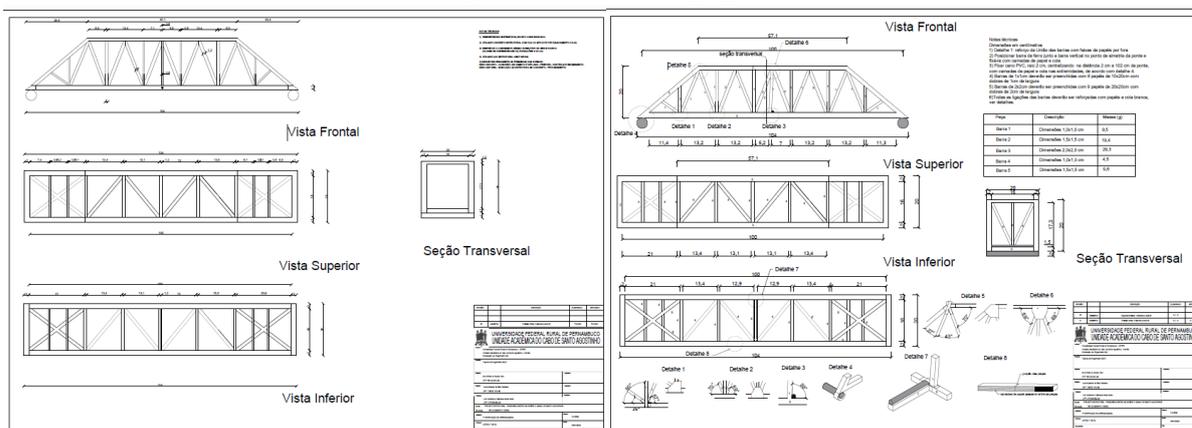
Figura 1 - Esboços iniciais, evidenciando os conhecimentos prévios



Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa fase da pesquisa, o pesquisador percebeu que, nos trabalhos iniciais apresentados, os desenhos eram, ainda, pouco precisos em termos de projetos de engenharia e que os discentes ainda necessitavam trabalhar bastante para chegarem ao padrão exigido nos projetos executivos. Mas durante o transcorrer das atividades práticas subsequentes, perceberam-se avanços significativos, principalmente nos desenhos associados aos projetos estruturais de construção das pontes, elaborados pelas seis equipes. O projeto de um desses grupos pode ser visualizado na Figura 2. Para esse crescimento e avanço na qualidade dos projetos, Delisle (2000) diz que, com a PBL, os discentes podem aprender praticando o que será a sua futura profissão, transformando-os em profissionais aptos a resolver, com responsabilidade e autonomia, os problemas que surgirão no seu cotidiano futuro.

Figura 2 - Revisões de projeto



Fonte: Dados da pesquisa.

Antes da data prevista para primeira verificação de aprendizagem, foram realizadas duas revisões de projetos entre as equipes e o docente P3, na busca de informações complementares necessárias à construção do protótipo. A primeira avaliação de aprendizagem, sempre de acordo com a PBL, consistiu em um teste prévio das estruturas propostas pelos grupos para as pontes de papel. Estabeleceu-se um clima de competição lúdica e salutar, caracterizada por reflexões e observações para melhoria dos respectivos projetos e protótipos. Assim, a primeira verificação de aprendizagem serviu de referência para melhoramentos e aperfeiçoamentos dos processos de reconstrução das pontes de papel.

O Quadro 1 apresenta as principais variáveis registradas na primeira avaliação. Percebeu-se que três equipes não atenderam ao critério relacionado ao peso máximo (assinaladas em amarelo no Quadro 1), entretanto, fizeram sua participação para que fosse possível também avaliar e refletir quanto à influência dessa irregularidade. Uma ressalva que se faz está no Grupo 4, que construiu dois protótipos.



Quadro 1 - 1ª verificação de aprendizagem

Grupo	1	2	3	4a	4b	5	6
1ª verificação de aprendizagem							
Peso (g)	1.179,00	975,00	660,00	796,18	861,74	725,19	789,50
Carga Máxima (g)	3.360,00	4.933,00	5.888,00	4.816,60	7.934,10	15.682,19	11.894,90
Eficiência Estrutural	2,85	5,06	8,92	6,05	9,21	21,62	15,07

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se, através do Quadro 1, que a concepção estrutural do protótipo do grupo 5 foi a que mais absorveu o incremento de cargas, chegando a suportar mais de 15,68 kg. Na segunda posição, registramos o protótipo do grupo 6, que suportou mais de 11,89 kg, e, na terceira posição, o protótipo 4b, mas este protótipo extrapolou o peso máximo de 800 g estabelecido para competição. Em engenharia civil, a relação entre a carga máxima e o peso da estrutura é denominada eficiência estrutural. Como se vê, o protótipo de maior eficiência estrutural foi o do grupo 5, um dos mais leves, e o de menor eficiência foi o do grupo 1, apesar de ser o mais pesado. Por isso, foi importante o debate sobre a eficiência estrutural com os alunos.

Outro aspecto interessante, observado durante a prática docente aqui analisada, foi a visualização dos movimentos e do comportamento estrutural dos protótipos a partir dos incrementos de carga. As deformações parciais podiam ser visualizadas pelos discentes e foram comentadas pelo docente P3, relacionando os conhecimentos científicos, os conhecimentos de engenharia estrutural e os fenômenos que eram observados na prática.

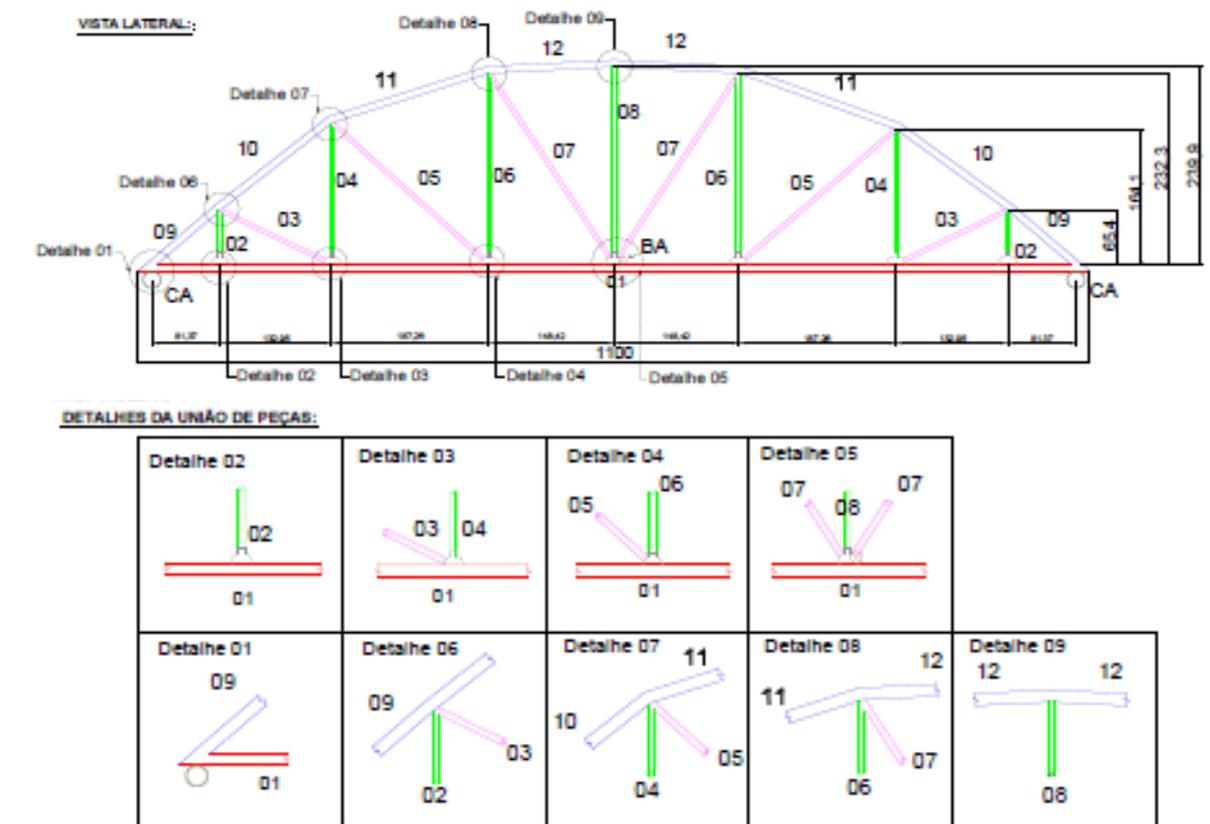
A segunda e última parte do componente curricular Tópicos de Engenharia 2 caracterizou-se pelas atividades de ajustes nos desenhos dos detalhes para os projetos desenvolvidos e reconstrução dos protótipos das pontes danificadas pela prova de carga a que foram submetidas na primeira avaliação. Os discentes compreenderam a importância das referidas informações para reconstrução como prática profissional, quando tiveram de encontrar respostas para perguntas como esta: Como reposicionar os apoios dessas pontes, para uma melhor distribuição das cargas atuantes?

As atividades para reconstrução do protótipo envolveram ações de interdisciplinaridade com o componente Desenho Técnico, devido às necessidades de representações gráficas dessas peças, como mostra a Figura 3.

Diante desse contexto de sala de aula, Barrows e Tamblyn (2003) afirmam que um dos objetivos principais da metodologia PBL está na aprendizagem de uma base de conhecimentos integrada e relativamente estruturada em torno de problemas reais, para cuja solução fazem-se necessárias informações de outras áreas do conhecimento. Tal postura deve-se ao fato de que os professores não são vistos como fontes de respostas, mas como mediadores da solução de

problemas e, dessa maneira, os estudantes tendem a se tornar mais competentes na busca de informações, como sugerem Albanese e Mitchel (1993), Barell (2007) e Barrett e Moore (2011).

Figura 3 - Detalhes da estrutura da ponte



Fonte: Dados da pesquisa.

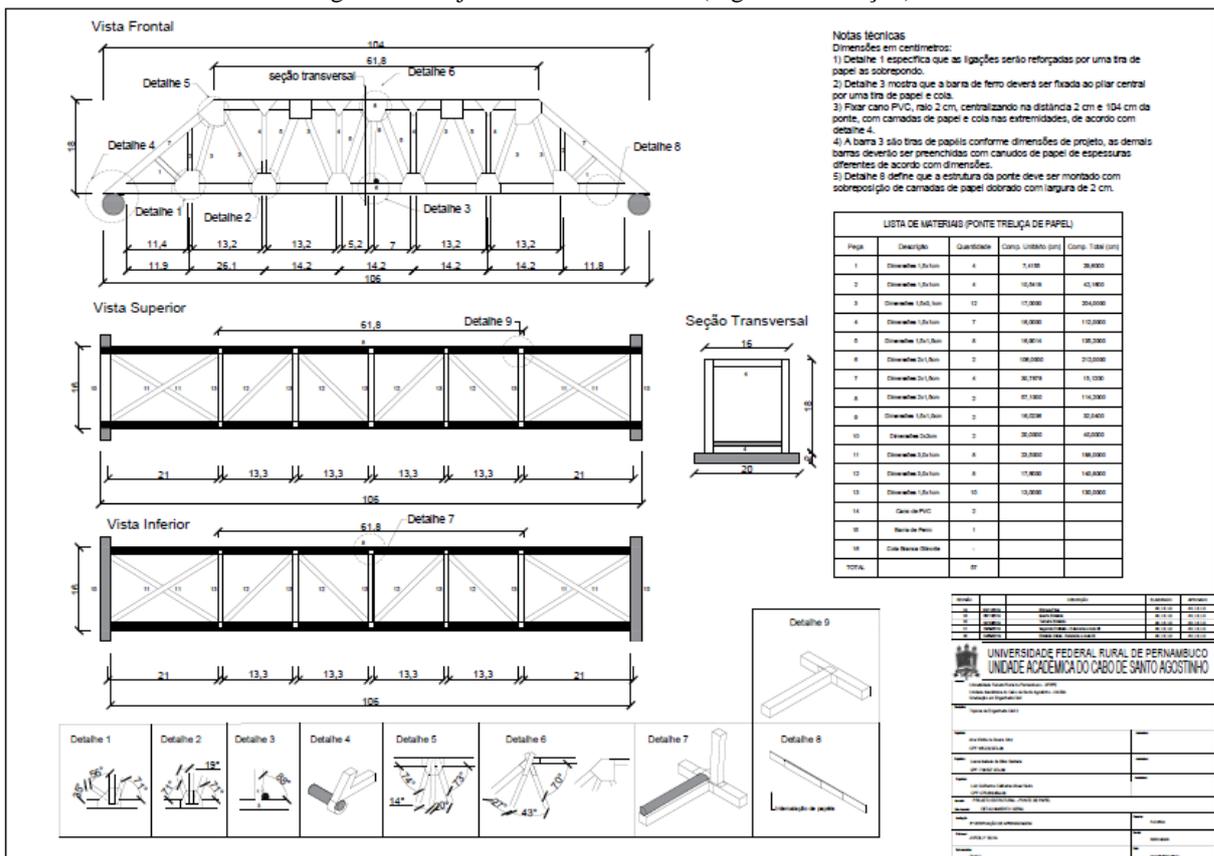
Continuando o acompanhamento da prática docente junto ao professor P3, foi observada a segunda competição de provas de cargas, que constituiu na segunda verificação de aprendizagem. Nela, a construção dos conhecimentos pôde ser avaliada por meio da comparação entre o projeto e o protótipo iniciais e finais. A Figura 4 mostra uma ponte de papel em seu aspecto final, após as reformulações no projeto e a Figura 5 mostra um projeto final elaborado pelos alunos, para esta mesma ponte.

Figura 4 - Ponte de papel reformulada (segunda avaliação)



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 5 - Projeto final reformulado (segunda avaliação)



Fonte: Dados da pesquisa.

Nesta segunda verificação de aprendizagem, a eficiência estrutural dos protótipos reconstruídos foi avaliada e os resultados são mostrados no Quadro 2, que inclui a comparação entre os protótipos iniciais e finais.

Quadro 2 - Desempenho comparativo dos protótipos em ambas as avaliações

	1VA			2VA			Evolução do Desempenho		
	Carga Máxima (g)	Peso (g)	Eficiência Estrutural	Carga Máxima (g)	Peso (g)	Eficiência Estrutural	Carga Máxima (g)	Peso (g)	Eficiência Estrutural
Grupo 1	3359,79	1178,55	2,85	15750,92	819,76	19,21	369%	-30%	574%
Grupo 2	4932,57	974,97	5,06	8436,26	855,00	9,87	71%	-12%	95%
Grupo 3	5887,52	660	8,92	10669,19	815,91	13,08	81%	24%	47%
Grupo 4	4816,57	796,18	6,05	16240,90	795,00	20,43	237%	0%	238%
Grupo 5	15682,19	725,19	21,62	26353,74	776,22	33,95	68%	7%	57%
Grupo 6	11894,9	789,5	15,07	8896,57	627,16	14,19	-25%	-21%	-6%
Nota do Ensaio (70%)						Nota da Planta (30%)			

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 2 mostra que cinco dos seis grupos elaboraram protótipos reconstruídos que apresentaram ganhos em sua eficiência estrutural e o grupo 6 teve apenas uma pequena redução neste parâmetro. Observa-se que um dos protótipos (grupo 5) chegou a suportar mais de 26 kg na prova de carga. Com esses resultados, o docente P3 considerou que todos os grupos atingiram os objetivos propostos para a inserção da atividade PBL na disciplina.

A respeito da atividade com PBL desenvolvida com a turma, aqui analisada, o docente P3, ao ser entrevistado, afirmou que

Eu acho que a metodologia ativa, o PBL, tem essa vantagem de poder criar um ambiente. Você projeta uma experiência para o aluno, para que ele consiga botar a mão na massa para se desenvolver, aí acho que é uma boa vantagem, você acaba fazendo o aluno até se motivar mais para fazer atividade, aí o ponto é bem prazeroso, eu estou achando bem positivo. (Docente P3)

Por meio do questionário aplicado aos discentes, foram colhidas suas percepções sobre a metodologia PBL. Tais percepções, em sua maioria, foram positivas. Como exemplo de percepções positivas, temos: “Tive a oportunidade de colocar em prática alguns conceitos vistos em sala de aula. Percebi que consegui aprender mais na atividade PBL.” (Discente S3); “A metodologia PBL é uma excelente ferramenta de aprendizagem, desde que os temas e conteúdos trabalhados sejam da área de atuação do curso.” (Discente S6); “Achei muito interessante, pois esse método é uma maneira de lhe manter dentro da sua área, com projetos que utilizam o conhecimento da área específica, assim incentivando os discentes à graduação.” (Discente S24); “Acredito que todos os períodos do curso deveriam ter uma disciplina PBL.” (Discente S11).

Entretanto, houve também algumas percepções parcialmente positivas e outras negativas, como as seguintes: “Foi bem desgastante, mesmo com a proposta prática e de instigar o aluno a pesquisar sobre o conhecimento e habilidades do aluno ingressante na universidade que são baixas, com pouco ou nenhum conhecimento específico, dar de cara com atividades que exigem prática e boa fundamentação é extremamente terrível.” (Discente S13); “A minha



experiência com a metodologia PBL no geral foi satisfatória, a ideia da metodologia é bastante interessante, pois o aluno aprende um pouco mais sobre sua área de formação fazendo um projeto, porém, o tempo e o período que foi aplicada a metodologia pra mim não foi a melhor forma.” (Discente S21); “Foi regular, porém foi um grande estímulo no meu ciclo básico e me incentivou a continuar.” (Discente S12).

Os resultados aqui discutidos corroboram com os estudos de Lambros (2004) e Delisle (2000), quando afirmam que as atividades desenvolvidas em sala de aula deveriam estar mais conectadas ao contexto de aprendizagem da área em estudo. Autores como Barrett e Moore (2011), Barell (2007) e Silva (2017) enfatizam que, para a maioria dos alunos, a metodologia PBL é mais interessante, estimulante e prazerosa do que os métodos tradicionais de ensino, o que de fato pôde ser observado ao longo de todo este processo de acompanhamento da prática docente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa mostraram que a abordagem PBL pôde tornar os alunos mais persistentes e envolvidos em seu processo de formação inicial, fornecendo-lhes situações reais que são inerentes às suas futuras carreiras. Nesse aspecto, a proposta se revelou proveitosa, pois os estudantes alcançaram os objetivos propostos pelo professor para a inserção da PBL na disciplina investigada, mesmo sem terem tido experiência prévia com a metodologia, como mostrou o questionário inicial que esses estudantes responderam.

Os resultados também apontaram algumas fragilidades que os alunos puderam perceber ao serem expostos à metodologia PBL, como: aumento de tempo e carga horária de trabalho, temas abordados, habilidade dos professores em utilizar a metodologia, incluindo critérios de avaliação. No entanto, esses fatores não prejudicaram o potencial inovador da metodologia PBL, pois a experiência se mostrou exitosa no que se refere ao aprendizado não apenas conceitual, mas também ao desenvolvimento de habilidades que serão necessárias para o futuro profissional de Engenharia Civil.

Tais achados sugerem que a adoção, de forma mais ampla, da metodologia PBL nos cursos de engenharia poderia, inclusive, ajudar a melhorar a taxa de sucesso desses cursos, pois o desenvolvimento de atividades em sala de aula que estejam conectadas ao contexto de aprendizagem da área em estudo pode contribuir para aumentar a persistência desses estudantes até o final de sua graduação.



Como perspectivas para a continuidade do desenvolvimento de disciplinas por meio da metodologia PBL na instituição investigada pode-se apontar que uma capacitação dos docentes da instituição específica para esta metodologia poderia contribuir para uma prática docente que buscasse minimizar alguns dos fatores apontados como negativos pelos estudantes que participaram desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBANESE, Mark A.; MITCHELL, Susan. Problem-Based Learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, v. 68, p. 52-81, 1993.

ARAÚJO, Monica Lopes Folena. **O que fazer da educação ambiental crítico-humanizadora na formação inicial de professores de Biologia na universidade**. 2012. 240f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

BARELL, John. **Problem-Based Learning: An inquiry approach**. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.

BARRETT, Terry; MOORE, Sarah. **New approaches to Problem-Based Learning: Revitalizing your practice in higher education**. New York: Routledge, 2011.

BARROWS, Howard S. A specific problem-based learning, self-directed learning method designed to teach medical problem-solving skills, and enhance knowledge retention and recall. In: SCHIMIDT, Henk G.; DE VOLDER, Maurice L. (editors.). **Tutorials in Problem-Based Learning: a new direction in teaching the health professions**. Maastricht: Van Gorcum, 1984.

BARROWS, Howard S. A taxonomy of Problem-Based Learning methods. **Medical Education**, v. 20, 1986. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3796328>. Acesso em: 04 ago. 2020.

BARROWS, Howard S. **Problem-Based Learning applied to medical education**. Springfield: Southern Illinois University Press, 2000. Disponível em: <http://www.pbli.org/pbl>. Acesso em: 20 ago. 2019.

BARROWS, Howard S.; TAMBLYN, Robyn M. **Problem-Based Learning: an approach to medical education**. Springer series on medical education, vol. 1. New York: Springer Publishing company, 2003.

BRAGA, Denise Bértoli. **Ambientes Digitais**. Reflexões teóricas e práticas. n° 6. São Paulo: Cortez, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Ensino Superior. **Resolução n° 2**, de 24 de abril de 2019. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>>. Acesso em: 13 out. 2020.



BRUNER, Jerome Seymour. **Uma nova teoria da aprendizagem**. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1973.

CARVALHO, Carla Joana de Almeida. **O ensino e a aprendizagem das ciências naturais através da aprendizagem baseada na resolução de problemas**: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2009.

DELISLE, Robert. **Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas**. Porto: ASA, 2000.

DEWEY, John. **Vida e educação**: tradução e estudo preliminar por Anísio S. Teixeira. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1978.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GARCIA, Carlos Marcelo. **Formação de professores**: para uma mudança educativa. Porto, Portugal: Porto Editora, 2005.

HADGRAFT, Roger; HOLECEK, David. Viewpoint: towards total quality using problem-based learning. **International Journal of Engineering Education**, v. 11, n. 1, p. 5-15, 1995.

ISAIA, Silvia Maria de Aguiar; BOLZAN, Doris Pires Vargas. Construção da profissão docente: Possibilidades e desafios para a formação. In: ISAIA, Silvia Maria de Aguiar; BOLZAN, Doris Pires Vargas; MACIEL, Adriana Moreira da Rocha (orgs.). **Pedagogia universitária**: tecendo redes sobre a educação superior. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009.

KEMBER, David. A reconceptualization of the research into university academics conceptions of teaching. **Learning and Instruction**, v. 7, n. 3, p. 255-275, 1997.

LAMBROS, Ann. **Problem-Based Learning in middle and high school classrooms**: A teacher's guide to implementation. Thousand Oaks: Corwin Press, 2004.

MASETTO, Marcos Tarciso. **Competência pedagógica do professor universitário**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2012.

MORAN, José. Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando De Mello. (Org.). **Ensino híbrido**: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

MOREIRA, César Henrique Pinto. **A contextualização no âmbito da prática como componente curricular de genética**. 186 f. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2020.

NÓVOA, António. **Professores**: imagens do futuro presente. Lisboa: Educa, 2009.

O'GRADY, Glen. et al. **One-day, one-problem**. An approach to Problem-Based Learning.



Singapore: Springer, 2012.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma implementação na educação da engenharia na voz dos atores. 2005. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, 2005.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma experiência no ensino superior. São Carlos, EDUFSCAR, 2010.

ROMERO, Cristina Sanchez. Competencias del profesorado ante el reto intercultural y TIC. In: AMARAL, S. F.; GARCÍA, F. G.; RIVILLA MEDINA, A. (Org.). **Aplicaciones educativas y nuevos lenguajes de las TIC.** Campinas: Graf. FE, 2008.

SAVERY, John R.; DUFFY, Thomas M. Problem-Based Learning: an instructional model and its constructivist framework. In.: FOGARTY, R. (ed.). **Problem-Based Learning:** a collection of articles. Arlington Heights: Skylight, 1998. p. 70-90.

SILVA, Ivoneide Mendes da. **A aprendizagem baseada em problemas:** uma análise da implementação na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino de química. 2017. 235 f. Tese de Doutorado em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2017.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis: Vozes, 2002.

WOODS, Donald R. **Problem-Based Learning, especially in the context of large classes.** MacMaster University, 2000. Department of Chemical Engineering Web Site. Disponível em: <http://chemeng.macmaster.ca/pbl/pbl.htm>. Acesso em: 31 mai. 2020.