



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Orientações Didáticas para Utilização de uma Situação-Problema
por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas

Caroline Almeida de Souza

Rogério Ferreira da Fonseca

São Paulo (SP)
2019

Catalogação na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S719p Souza, Caroline Almeida de
 Produto educacional: orientações didáticas para
 utilização de uma situação-problema por meio da
 aprendizagem baseada em problemas / Caroline
 Almeida de Souza. São Paulo: [s.n.], 2019.
 33 f.

Orientador: Rogério Ferreira da Fonseca

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências e Matemática) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP,
2019.

1. Aprendizagem Baseada Em Problemas. 2.
Ensino Técnico Integrado Ao Ensino Médio. 3.
Ensino E Aprendizagem. I. Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II.
Título.

CDD 510

Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, câmpus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 28/ago./2019.

AUTORES

Caroline Almeida de Souza: Licenciada em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus Bragança Paulista e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Atualmente é professora coordenadora pedagógica da E.E. Professora Fulvia Maria Aparecida Cancherini Fazzio.

Rogério Ferreira da Fonseca: Possui graduação em Matemática Bacharelado e Licenciatura pela FMU (2002), mestrado em Educação Matemática pela PUC/SP (2005) e doutorado em Educação Matemática pela PUC/SP (2010). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Atualmente é Coordenador do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT - IFSP/SPO. Tem experiência no Ensino de Matemática, com ênfase nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra, Teoria dos Números, Educação Matemática e Formação Continuada de Professores de Matemática.

SUMÁRIO

Pág.

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	4
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	9
2.1. O problema na perspectiva do PBL.....	11
2.2. O aluno no PBL	14
2.3. O Professor-Tutor no PBL	16
2.4. Os Encontros Tutoreados.....	19
3 A SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	21
3.1. Potencialidades Teóricas da Metodologia de Ensino.....	22
3.2. A situação-problema proposta.....	24
3.3. A situação-problema adaptada.....	26
4 ORIENTAÇÕES DIDATICAS	30
REFERÊNCIAS	32

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este material, apresentado como Produto Educacional, é parte integrante de nossa pesquisa intitulada A Aprendizagem Baseada em Problemas em um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), sob orientação do Professor Doutor Rogério Ferreira da Fonseca.

O Produto Educacional consiste na sugestão de uma situação-problema para abordar diversos conceitos, inclusive matemáticos, além disso, são apresentadas algumas orientações didáticas para utilizá-la em futuras experiências da Aprendizagem Baseada em Problema, a partir de suas potencialidades vislumbradas em uma situação experimental.

Destaca-se que o problema foi adaptado de Tangerino (2017) e foram propostas outras questões e exercícios aos alunos participantes da pesquisa. Desse modo, foram descritos os encontros tutorados e realizadas considerações com base nos preceitos teóricos do PBL, destacando os avanços e desafios ao utilizá-la com alunos do 1º ano do Curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Médio.

1 INTRODUÇÃO

Diante das diversas metodologias³³ de ensino, apresenta-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ou PBL – Problem-Based Learning) como possibilidade para o ensino de diversos conceitos, inclusive matemáticos. Ela pode ser considerada uma metodologia de ensino ativa, por meio da qual os alunos participam ativamente de sua aprendizagem, propiciando uma abordagem de conceitos de forma articulada. O PBL privilegia a interdisciplinaridade, a partir de problemas reais ou realísticos, correlacionados à futura prática profissional e cidadã do educando, visando o desenvolvimento de habilidades e competências pertinentes à sua futura profissão.

A Aprendizagem Baseada em Problemas:

[...] é uma abordagem para aprendizagem e instrução em que estudantes atacam problemas em pequenos grupos sob a supervisão de um tutor. Na maioria dos casos, um problema consiste de uma descrição de um conjunto de fenômenos ou eventos que podem ser percebidos na realidade. Esses fenômenos devem ser analisados ou explicados pelo grupo assistido por um tutor, em termos de mecanismos ou processos de princípios subjacentes. As ferramentas usadas para fazer isso são as discussões do problema e estudos de recursos relevantes (SCHMIDT, 1993, p. 427, tradução nossa)³⁴.

O ensino por meio do PBL favorece a articulação entre teoria e prática, como defende Souza (2016) e por isso pode ser viável perante os novos desafios impostos à sociedade contemporânea e consequentemente à Educação, por exemplo, a dificuldade de os estudantes relacionarem os conceitos teóricos com a sua vida profissional.

Muitos alunos se formam com uma boa base teórica, entretanto, não conseguem utilizar o que aprenderam na prática. Tal problemática também acontecia com estudantes na escola de medicina da Universidade McMaster no Canadá, por volta da

³³ O PBL é considerado por Schmidt (1993) uma “approach to learning” (abordagem para aprendizagem). Ribeiro (2008) cita que o PBL é uma abordagem instrucional e o denomina em suas pesquisas como metodologia. Nesta pesquisa, considera-se o PBL como uma metodologia.

³⁴ [...] is an approach to learning and instruction in which students tackle problems in small groups under the supervision of a tutor. In most of the cases, a problem consists of a description of a set of phenomena or events that can be perceived in reality. These phenomena have to be analyzed or explained by the tutorial group in terms of underlying principles, mechanisms or processes. The tools used in order to do that are discussion of the problem and studying relevant resources.

década de 1960, sendo um dos fatores que contribui para a origem do PBL. Diante dessa lacuna entre o que é ensinado e o que é utilizado na prática profissional, possivelmente, o PBL seja capaz de preenchê-la, pois, continuar a insistir em um ensino descontextualizado, desvinculada da futura vida profissional do aluno, pode desestimular o interesse dos educandos por aprender, principalmente por aprender matemática.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias indicam que:

As características de nossa tradição escolar diferem muito do que seria necessário para a nova escola. De um lado, essa tradição compartimenta disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas, não referidas a contextos reais (BRASIL, 2002, p. 9).

Lavaqui e Batista (2007) apontam a interdisciplinaridade como uma prática educativa em que se objetiva a integração entre as disciplinas e assim, por meio da Educação Científica, a articulação interdisciplinar preparará o aluno para uma formação profissional inicial, uma vez que favorece a formação integrada e autônoma, de acordo com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Baseada em Problemas.

A proposta do PBL é trabalhar por meio de problemas, os conceitos relativos as diversas áreas de conhecimento, de maneiras interligadas, isto é, de modo interdisciplinar, ultrapassando métodos e objetos de estudos disciplinares e transpassando a ideia de ensinar de forma isolada e descontextualizada, conforme D'Ambrosio (2005) defende.

Muitas são as vantagens teóricas dessa metodologia de ensino e que justificam sua escolha para o ensino interdisciplinar, envolvendo inclusive conceitos matemáticos. Segundo Ribeiro (2008), a maior vantagem, tanto pela perspectiva dos alunos quanto dos docentes, é que por meio do PBL desenvolve-se uma aprendizagem mais dinâmica e prazerosa. Além disso, pode motivar o interesse de aprender por parte dos alunos, e também pode motivar os professores a ensinar. Para mais, possibilita a integração dos conhecimentos por meio de problemas reais ou realísticos, ou seja, passíveis de ocorrerem na vida profissional e com características interdisciplinares.

Certamente, o grande desafio da busca por metodologias de ensino inovadoras é garantir uma “[...] práxis pedagógica capaz de ultrapassar os limites do treinamento puramente técnico e tradicional, para efetivamente alcançar a formação do sujeito como um ser ético, histórico, crítico, reflexivo, transformador e humanizado” (GEMIGNANI, 2012, p.1). Neste sentido, o PBL pode ser uma alternativa.

Portanto, trabalhar conceitos matemáticos de maneira interdisciplinar por meio de uma metodologia de ensino ativa, como a Aprendizagem Baseada em Problemas, pode favorecer o ensino e aprendizagem, além de correlacionar os conceitos teóricos à futura prática profissional dos estudantes.

Ressalta-se que o PBL já foi aplicado em outras áreas do conhecimento, tais como Administração, Engenharia e Medicina. O estudo de Souza (2019) difere-se dos demais por se tratar de uma pesquisa com o Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio e também abordar conceitos matemáticos por meio do PBL, uma vez que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (nº. 9394/96) aponta como finalidade do Ensino Médio:

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Considera-se que o PBL também almeja essas finalidades do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio, relativas à formação profissional. Por isso, faz-se relevante de acordo com Souza (2019) essa metodologia nesse nível de ensino, mais especificamente para um grupo de alunos do 1º ano do curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus São Paulo, justamente, porque, de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o currículo do ensino médio “[...] deve buscar a integração dos conhecimentos, especialmente pelo trabalho interdisciplinar.” (BRASIL, 2006, p. 90).

Assim, justifica-se a proposta de abordar inclusive conceitos matemáticos por meio do PBL no Curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio:

Para que ocorram as inserções dos cidadãos no mundo do trabalho, no mundo das relações sociais e no mundo da cultura e para que desenvolvam a crítica diante das questões sociais, é importante que a Matemática desempenhe, no currículo, equilibrada e indissociavelmente, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio do aluno, na sua aplicação a problemas, situações da vida cotidiana e atividades do mundo do trabalho e no apoio à construção de conhecimentos em outras áreas curriculares (BRASIL, 1998, p. 28).

Logo, possivelmente integrar o conhecimento teórico ao conhecimento prático profissional dos futuros técnicos.

2 AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Diante das necessidades atuais que a sociedade exige para o mundo do trabalho, a Educação precisa se adequar a essa nova realidade. Um ensino pautado em metodologias tradicionais não tem dado conta de atender a tais necessidades que o mercado de trabalho necessita. Escrivão Filho e Ribeiro (2009) afirmam que o modelo convencional educacional não prepara os profissionais para esse mercado competitivo, isso porque há uma lacuna entre teoria e prática, resultado do descompasso entre o que é ensinado nas escolas e o que realmente é utilizado pelos educandos na prática profissional.

Por isso, faz-se necessário a exploração de novas metodologias de ensino com características voltadas a uma formação integral, proporcionando ao aluno o desenvolvimento de habilidades e competências profissionais, que garantam a formação de um profissional ético, responsável e autônomo.

O desenvolvimento de habilidades e competências profissionais é uma característica da Aprendizagem Baseada em Problemas (ou PBL - Problem-Based Learning), que é uma metodologia de ensino e aprendizagem ativa, sistematizada pela primeira vez na década de 1960, na escola de medicina da Universidade McMaster no Canadá. Segundo Schmidt (1993), foi inspirado no método de casos de ensino da escola de Direito na Universidade de Harvard.

Nesta última, o PBL originou-se devido aos administradores e docentes perceberem uma defasagem na formação dos alunos de medicina, uma vez que eles adquiriam (no sentido tradicional de ensino) os conteúdos, todavia, não sabiam utilizá-los na prática, ou seja, formavam-se com poucas habilidades e atitudes profissionais que eram almejadas. E assim, conforme Schmidt (1993), o PBL seria uma solução, uma vez que os alunos aprenderiam a partir de problemas com enfoques profissionais.

Ainda sobre a origem do PBL:

A aprendizagem baseada em problemas foi originalmente desenvolvida no contexto da educação das profissões de saúde para lidar com a percepção da falta de relevância de grande parte do que se esperava que os alunos nesses campos deveriam digerir intelectualmente (SCHIMIDT, 1995, p. 248, tradução nossa).

A proposta dos precursores da Aprendizagem Baseada em Problemas era empregar uma abordagem de ensino que utilizasse problemas da vida real, ou seja, problemas reais ou simulados, mas que fossem plausíveis de acontecer na prática profissional de estudantes de medicina. Tais problemas seriam então os recursos didáticos, para motivar a aprendizagem dos conceitos e teorias, e assim, consequentemente, desenvolver as habilidades e atitudes necessárias.

Schmidt *et al.* (2007) caracterizam o PBL, como uma coleção de problemas, que consistem em fenômenos observáveis ou eventos, provenientes da prática profissional. Tais problemas são apresentados a pequenos grupos de alunos.

Os princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas são:

1) o conhecimento prévio é um dos principais determinantes da quantidade de informações adquiridas; 2) o conhecimento prévio deve ser ativado por sinais de contexto (por exemplo, um título); 3) o conhecimento precisa ser estruturado para se tornar mais acessível à memória; 4) o conhecimento precisa ser elaborado e discutido para melhorar o acesso à memória; 5) o contexto também é importante para ativar a memória; 6) a motivação (extrínseca ou intrínseca) também é importante para ativar a memória (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003, p. 78-79).

Ressaltando que o conhecimento prévio do aluno, o contexto e a motivação são fatores importantes para o desenvolvimento da aprendizagem por meio do PBL.

A proposta de se utilizar o PBL, como metodologia de ensino diferenciada, dá-se pelo conjunto de características inovadoras que ela possui. Uma das características que a diferencia das demais é o seu objetivo de desenvolver competências e habilidades profissionais nos educandos. Essa característica é sua essência, visto que:

[...] a Aprendizagem Baseada em Problemas apresenta-se como algo a mais, porque além de se preocupar com as competências conceituais, no caso, direcionadas à Matemática, também se atém às competências ligadas às questões profissionais (SOUZA, 2016, p. 68).

De acordo com Schmidt (1993), o PBL tem como ênfase o cotidiano profissional do aluno e a aprendizagem autodirigida. Isso porque os alunos devem ter iniciativa e autonomia, ou seja, liberdade para pesquisar materiais e o que for necessário para o desenvolvimento de sua aprendizagem de maneira responsável.

Outra característica é que ela está relacionada à aprendizagem colaborativa, centrada no aluno, de modo que a aprendizagem é desenvolvida por meio do trabalho em grupos.

Para lidar com situações do cotidiano profissional do aluno, são propostos problemas que contemplam circunstâncias que, possivelmente, os estudantes se depararão em suas vivências profissionais. Em continuidade, será explanado o que são os problemas utilizados na Aprendizagem Baseada em Problemas, destacando o papel do aluno e do professor (tutor) nessa metodologia de ensino.

2.1. O problema na perspectiva do PBL

Na Aprendizagem Baseada em Problemas, é a partir de um problema ou uma situação-problema que se ensina e, por conseguinte, formalizam-se os conceitos. Para Schmidt (1995, p. 247, tradução nossa), “[...] esses problemas geralmente consistem em uma descrição de um conjunto de observáveis fenômenos, situações, ou eventos [...]”.

Segundo Ribeiro (2008), o problema é o amálgama do currículo ou do componente curricular e deve ter algumas particularidades, como permitir a integração do conhecimento, sendo problemas interdisciplinares. Também é a partir deles que se definem os conteúdos contemplados, sua abrangência e profundidade.

Por isso, os problemas devem ser reais ou realísticos (potencialmente reais), conforme Escrivão Filho e Ribeiro (2009) defendem, no sentido de serem plausíveis de acontecer na prática profissional dos estudantes.

Entende-se que, no PBL, uma situação-problema:

[...] considera não apenas o problema adotado, mas engloba todos os compartilhamentos de informações e conhecimentos entre os indivíduos envolvidos, diz respeito aos planos de ação a serem definidos pelos alunos, contempla as hipóteses levantadas, as provocações de desequilíbrios cognitivos, etc (SOUZA, 2016, p. 43)

Ou seja, todo o contexto que permeia a proposta deve ser considerado e, então, contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem por resolução de problemas.

Sobre a importância dos problemas serem situações próximas do cotidiano profissional dos alunos, destaca-se que eles devem ser fatores motivadores para a aprendizagem de conceitos. Para Queiroz (2012), o problema proposto deve estimular e provocar nos estudantes o desejo de querer saber, ou seja, deve ser visto como um desafio a ser resolvido, investigado, motivando assim a aprendizagem de forma mais prazerosa.

O problema no PBL é diferente dos problemas presentes em muitos livros didáticos que apresentam problemas demasiadamente desconectados da realidade (irreais ou artificiais), ou seja, “situações em que o contexto serve apenas como acessório à informação e não como ponto de partida para o aprendizado” (BRASIL, 2006, p. 34). A falta de contextualização, infelizmente, é muito presente nesse tipo de material, e dificilmente os problemas matemáticos propostos nos livros didáticos se relacionam com a área de formação de determinados profissionais.

Logo, os problemas precisam ser elaborados ou escolhidos pelo professor de maneira estratégica, uma vez que ele deve possuir algumas particularidades. Deve ser um problema aberto, comportar várias respostas, possibilitar diferentes estratégias de resolução, favorecer o levantamento de conjecturas. Ainda, seu contexto precisa ter relevância para a prática profissional, como Escrivão Filho e Ribeiro (2009) apresentam.

Pensando no ensino da Matemática, essa perspectiva seria o inverso de uma abordagem que se dá exclusivamente de maneira expositiva, ou seja, a teoria é apresentada aos alunos e, por conseguinte, o professor aborda alguns exemplos e em seguida aplica exercícios, que podem ser simplesmente iguais aos exemplos, ou na forma de problemas.

Os PCNs enfatizam que o uso de problemas no ensino de conceitos matemáticos “[...] não têm desempenhado seu verdadeiro papel no ensino, pois, na melhor das hipóteses, são utilizados apenas como forma de aplicação de conhecimentos adquiridos anteriormente pelos alunos.” (BRASIL, 1998, p. 40).

Na proposta do PBL, o problema é a iniciativa para promover o ensino e a aprendizagem e não o conteúdo em si, é o fator inicial. Uma vez, que os problemas motivam a aprendizagem, pois são vistos como um desafio para os educandos. Além disso:

O problema no PBL ainda seria capaz de promover a elaboração de estruturas cognitivas que facilitariam a recuperação de conhecimentos relevantes quando estes viessem a ser necessários para a solução de problemas similares (RIBEIRO, 2010, p. 17).

Pois, ao tentar resolver a situação problema, o aluno busca na memória algum conhecimento prévio sobre o assunto, havendo um resgate de conhecimentos. E ainda, retoma conhecimentos que poderão ser utilizados em futuros problemas. Para isso, pode-se utilizar técnicas de resolução de problemas no PBL, conforme apresenta Ribeiro (2010), porém, como o autor ressalva, nessa metodologia, o objetivo não é só resolver o problema por meio de técnicas, mas sim desenvolver habilidades e competências profissionais nos alunos, uma vez que:

[...] sua função vai além de apresentar aos alunos uma determinada situação ou aplicação de conteúdo; há o intuito de motivar a aprendizagem e promover novos conhecimentos por meio de aspectos ligados a diferentes campos profissionais (SOUZA, 2016, p. 56).

É importante salientar que deve ser uma problemática que seja possível de resolver e que motive os educandos. Assim, os problemas devem ter fraca estruturação, ou seja, propositalmente, faltam algumas informações, para que surjam questões pertinentes relacionadas à prática profissional. Desse modo, não existe um único caminho a ser investigado, nem uma única maneira de resolver o problema, o que possivelmente pode desenvolver nos estudantes a autonomia para pesquisar e resolvê-lo.

Assim, considerando o que consiste em um bom problema para ser utilizado no PBL, tem-se que:

Um bom problema deve consistir de **descrição neutra de um fenômeno que necessita de explicação**, formulado em termos concretos, relativamente pequeno, direcionando o aprendizado a um número restrito de temas, **ativando conhecimento prévio** [...]. Os ingredientes principais de um problema são o **título**, o **problema** (descrição de um fenômeno, evento ou caso clínico) e **instruções**, definindo quais os pontos a serem abordados, podendo ter também referências de literatura e questões para o estudo individualizado (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003, p. 79, grifo nosso).

A complexidade dos problemas, segundo Schmidt *et al.* (2007), deve ser de maneira progressiva. Inicialmente, propõe-se aos alunos problemas mais simples para, por conseguinte, ir aumentando a complexidade.

Logo, nessa metodologia de ensino, o recurso didático primordial é o problema que será proposto aos educandos, de modo que favoreça a interdisciplinaridade. Os problemas devem ser preparados ou escolhidos de modo criterioso pelos tutores, para que os objetivos da aprendizagem sejam atingidos, os conceitos sejam relacionados e os estudantes desenvolvam as habilidades e competências almejadas, uma vez que, conforme Schmidt (1993), ele é o ponto de partida para o aprendizado.

2.2. O aluno no PBL

Por se tratar de uma metodologia de ensino colaborativa, no PBL, o aluno é um ser ativo na sua aprendizagem, atuando de maneira participativa, dinâmica e responsável. O educando é concebido como um indivíduo capaz de construir seu próprio conhecimento e de desenvolver habilidades e competências necessárias para sua formação, pois:

[...] o PBL centra-se no aluno como agente ativo na busca de resolução de problemas, cujas soluções em si não são o que lhes aportam à aprendizagem, mas o processo de pesquisa, este sim, constitui-se no verdadeiro fenômeno de aprendizagem (QUEIROZ, 2012, p. 30).

Para isso, a proposta é que os alunos sejam organizados em pequenos grupos tutorados. Algumas pesquisas, como a de Escrivão Filho e Ribeiro (2009) sobre a experiência do PBL em um curso de engenharia, apresentam tal divisão em grupos com 4 ou 5 alunos. Já Tibério, Atta e Lichtenstein (2003) afirmam que, em geral, os

grupos são de 8 a 10 alunos, mas há relatos de experiências que indicam grupos de 10 a 12 alunos, tudo depende da necessidade de adaptação e dos objetivos do curso.

Logo, a quantidade de alunos por grupo pode variar, desde que permita a discussão do problema, envolvendo a participação de todos os educandos. Ressalva, que só a organização do trabalho em grupo não garante a aprendizagem, seja no PBL ou em outra abordagem de ensino, pois de acordo com Souza (2016, p. 61) “[...] o fato de os estudantes estarem agrupados não significa que a abordagem é diferenciada e eficaz. É preciso incentivá-los a realmente trabalhar em conjunto, tendo atitudes e comportamentos condizentes aos objetivos almejados”.

Durante as sessões de tutoria, o grupo deve escolher um aluno para exercer a função de coordenador e outro para função de secretário. Essas duas funções devem ser revezadas entre todos os alunos do grupo conforme os encontros, ou seja, a cada novo problema proposto os alunos alternam suas funções. O papel do aluno coordenador é orientar e comandar as discussões, organizando a participação de cada um, de modo a haver oportunidade de todos exporem suas opiniões e conhecimentos prévios a respeito do problema. De acordo com Schmidt *et al.* (2007), ele é o responsável por resumir e concluir as discussões.

No tocante ao papel do secretário, sua ação consiste em ser o relator das discussões. Ele deve anotar o que for pertinente, as hipóteses levantadas, os termos desconhecidos, destacando o que o grupo não conseguiu responder e o que precisam pesquisar para solucionar o problema, “[...] servindo como uma memória externa, também resumindo, estratificando as informações, juntamente com o coordenador da discussão.” (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003, p. 79).

Algumas tarefas que competem aos alunos na PBL são:

Exploração do tema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem e elaboração das mesmas. Tentativa de solução do problema com o que sabem, observando a pertinência do seu conhecimento atual. Identificação do que não sabem e do que precisam saber para identificar o problema. Priorização 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. Planejamento e delegação de responsabilidades para o estudo autônomo da equipe. Compartilhamento eficaz do novo conhecimento, de forma que todos

os membros aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe. Aplicação do conhecimento na solução do problema. Avaliação do novo conhecimento, da solução do problema e da eficácia do processo utilizado e reflexão sobre o processo (RIBEIRO, 2010, p.36).

Essas tarefas indicam o quão se espera que um aluno no PBL seja ativo, responsável e comprometido com sua aprendizagem, podendo servir de parâmetro para as avaliações nessa abordagem de ensino. Para complementar, de acordo com Schmidt (1995), a tarefa dos estudantes consiste em discutir e criar possíveis explicações para o problema, mesmo que explicações provisórias, a partir dos conhecimentos prévios que possuem, e planejarem alguma ação para pesquisar a respeito do problema.

Por meio de ações colaborativas, o grupo deve identificar a questão problema e, de maneira conjunta, resolvê-la, pois, “[...] cabe a cada um dos membros participar ativamente da discussão, fazendo perguntas, fornecendo informações (homogeneizar o conhecimento prévio) e discutindo os pontos formulados” (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003, p.79).

Portanto, a responsabilidade dos alunos mediante a sua participação efetiva no processo de aprendizagem contribui para a implantação da Aprendizagem Baseada em Problemas, em conjunto à postura adequada do professor (tutor).

2.3. O Professor-Tutor no PBL

O papel do professor é destacado por Schmidt *et al.* (2007); sua tarefa enquanto tutor é estimular os alunos a discutirem o problema e prover, compartilhar (se e quando necessário) uma informação ou conceito. Além disso, ele é o responsável por avaliar a participação e progressos, monitorando as ações de cada indivíduo dentro de seu respectivo grupo, garantindo que haja uma rotatividade entre os alunos na função de coordenador e de secretário.

As mediações devem acontecer conforme os alunos buscam resolver a situação-problema. Outra função que compete ao tutor é indicar materiais, como livros, *sites*, artigos, entre outros, como uma lista de referência para auxiliar e subsidiar a

aprendizagem dos alunos. Ele também pode e deve corrigir os alunos, caso estejam utilizando algum conceito de maneira equivocada.

Nessa perspectiva, os docentes não são os detentores exclusivos do saber e os responsáveis por transmitir conhecimentos. Mas sim, são facilitadores que agem como guias, auxiliando os educandos a construir seu próprio conhecimento. E isso se dá pelas próprias características que o PBL possui, pois:

A contrapartida do fato de o aluno ocupar o centro da cena pedagógica, postando-se como o agente responsável pelo seu aprendizado, é o modo de aula do professor, colocado numa posição outra, menos central, menos magistral, embora mais efetiva (QUEIROZ, 2012, p. 30).

No PBL, o professor não é indispensável, mas não é o centro do processo de ensino e aprendizagem; tem um papel fundamental, mas não superior ao papel do educando. De modo que:

Nessa proposta, o tutor não executa um trabalho amparado na tríade definições-explicações-exercícios. Pelo contrário, ele instiga o aprendizado, provocando, desafiando seus alunos a resolverem determinada situação, pertinente às questões profissionais (SOUZA, 2016, p. 59).

A ação do professor-tutor pode ser sintetizada pela palavra facilitador. O tutor deve facilitar e mediar a aprendizagem. Para Ribeiro (2010, p. 37), ele deve fazer perguntas aos alunos do tipo “Por quê?”, “O que você quer dizer com isso?”, “Como você sabe que isso é verdadeiro?”, para que, por meio desses questionamentos, os alunos reflitam os conceitos investigados.

Certamente, a Aprendizagem Baseada em Problemas requer do educador uma nova postura. Eis aí um grande desafio para seu uso e também:

Que não se conclua, apressadamente, que abandonar a condição de agente principal transforma o tutor em passivo. Ao contrário, como citado, sua responsabilidade é enorme, seu campo de saber se amplia, devendo suportar o imprevisível; a exigência de uma escuta apurada que possa filtrar as informações compartilhadas em tempo real, e julgar quanto à veracidade das afirmações, não é tarefa fácil; além disso, deve ser capaz de oferecer ajuda aos alunos quanto a evitarem as fontes de pesquisa duvidosas (QUEIROZ, 2012, p. 31).

Na verdade, é preciso que o professor saia de sua zona de conforto, modifique algumas concepções muitas vezes arraigadas em sua prática docente e esteja disposto a assumir seu papel de tutor, acreditando na capacidade de seus alunos de serem agentes ativos, construtores de seus próprios conhecimentos.

Uma discussão muito presente nas pesquisas sobre a Aprendizagem Baseada em problemas refere-se ao tutor ideal, se o professor precisa ou não ser especialista em determinados assuntos para ocupar a função de tutor, assim:

Qual é o tutor ideal? Várias características são importantes na definição do melhor tutor, dentre elas o conhecimento e empatia, não bastando ao tutor o conhecimento do assunto, mas também saber detectar as dúvidas dos alunos e poder conversar de maneira adequada com os alunos (coerência social). Estudos mostram que quanto menor o conhecimento prévio dos alunos, mais esses sentem necessidade de tutor com maior conhecimento, dando preferência a especialistas no assunto, diminuindo essa necessidade quanto maior for o conhecimento e quanto melhor for a estrutura didática (qualidade do problema) (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003, p. 79).

No mais, Souza (2016, p. 59), defende que, “no PBL, o tutor não assume a postura de especialista de determinada área, mas procura integrar conhecimentos de diferentes especificidades”. Até porque ninguém é especialista em tudo, o professor pode ter dúvidas e precisar pesquisar algo para responder, talvez ele não tenha todas as respostas prontas sobre determinadas questões, e essa imprevisibilidade faz parte do PBL.

No tocante à avaliação, essa é também uma das tarefas do tutor. A avaliação, no PBL, seria uma avaliação em processo³⁵, objetivando avaliar todo o desenvolvimento de ensino aprendizagem em relação aos alunos, a resolução do problema e também, reflexões sobre a prática docente. Assim:

Que a avaliação não seja apenas finalista mas, sim, incluída no processo de ensino e aprendizagem como meio para autodesenvolvimento, tanto dos alunos em suas aprendizagens, quanto dos professores, enquanto profissionais, face às suas formas de ensinar (GATTI, 2009, p. 65).

³⁵ Compreende-se por avaliação em processo, aquela, “[...] cuja finalidade seria fornecer ao professor uma informação frequente e contínua sobre o progresso acadêmico de seus alunos” (GATTI, 2009, p. 70).

Por isso, pode-se utilizar autoavaliações individuais e em grupos, além de relatórios parciais e possivelmente a elaboração de um projeto, uma vez que é importante todo o processo e não só os resultados finais apresentados, ou seja, deve ser considerado o progresso dos estudantes.

Assim, considera-se, de acordo com Schmidt (1995), que o tutor na Aprendizagem Baseada em Problemas deve agir de modo a estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a reflexão, em síntese:

Ele deve manter a discussão orientada para os principais objetivos do caso, resumindo os pontos principais, estimulando a participação de todos os membros do grupo, mediando as argumentações. Deve também coordenar o tempo de discussão e prestar esclarecimentos quando pertinentes (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003, p.79).

2.4. Os Encontros Tutoreados

Inicialmente, é preciso explicar aos educandos o que é o PBL, principalmente deixando claro quais são seus objetivos, uma vez que os alunos estão acostumados com aulas no formato tradicional de ensino. Por isso, no início, podem estranhar a organização e desenvolvimento dessa metodologia.

Assumindo uma nova dinâmica em sala de aula, as aulas no PBL são denominadas encontros ou sessões tutoriais. No primeiro encontro, após a organização dos grupos, o tutor deve apresentar a eles o problema. Desse modo, após identificarem qual é a problemática, os alunos devem tentar responder a situação valendo-se dos conhecimentos prévios que possuem a respeito da situação.

Em continuidade, o que os alunos não forem capazes de responder deve ser anotado pelo secretário, de modo a objetivar o que irão pesquisar individualmente de forma autônoma, para que tragam novas informações no encontro tutoreado subsequente.

Importante destacar que, apesar do tutor indicar alguns materiais de consulta, os alunos podem pesquisar outras fontes que lhes forem acessíveis e que acharem necessário. No segundo encontro, os alunos devem compartilhar o que pesquisaram.

De acordo com Schmidt *et. al.* (2007), os alunos devem compreender o que aprenderam, refletindo sua aprendizagem. Além disso, devem destinar um momento para uma avaliação crítica sobre a resolução do problema e as possibilidades de respostas, de maneira que cada grupo socializa com os outros suas considerações.

Tangerino (2017) apresenta em uma síntese sete passos da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas:

1. Leitura do problema, identificação dos termos e conceitos desconhecidos para solução do problema;
2. Identificação do problema a ser solucionado;
3. Análise do problema baseado em conhecimentos (saberes) prévios, formulação de hipóteses explicativas para o problema identificado no passo anterior;
4. Sugestão de síntese das hipóteses propostas pelo grupo;
5. Planejamento das metas de estudo como objetivo de aprendizado necessário para solucionar o problema, com base nas hipóteses;
6. Auto aprendizado - estudos individuais a respeito de assuntos relacionados aos temas necessários para encaminhar a solução do problema;
7. Socialização dos conhecimentos adquiridos nos estudos individuais, na rediscussão do problema (TANGERINO, 2017, p. 95-96).

Esses passos não são algoritmos a serem utilizados, não são estáticos e também, não necessariamente seguem essa ordem, podem ser iterativos. Mas, acredita-se que eles possam contribuir para o uso dessa metodologia de ensino.

Nos encontros, também devem realizar uma autoavaliação, sendo que cada aluno se avalia e avalia os demais participantes do grupo. Esse é um momento de refletirem sua participação e empenho para contribuição da aprendizagem e resolução do problema.

O número de encontros pode variar conforme a complexidade dos problemas. Sendo que após solucionarem os problemas, discutirem suas respostas, o tutor formaliza os conceitos aprendidos. E assim, em um próximo encontro, propõe um novo problema.

3 A SITUAÇÃO-PROBLEMA

Apresenta-se a possibilidade de se utilizar a Aprendizagem Baseada em Problemas, bem como suas potencialidades teóricas e a situação-problema proposta.

O PBL pode ser implantado em todo currículo, no modelo McMaster, como foi originalmente concebida, para cursos de Medicina, no formato curricular. Entretanto, pode ser adotado em várias áreas e níveis de ensino, de acordo com Escrivão Filho e Ribeiro (2009), dependendo de seu formato dentro do currículo, podendo ser adaptada, conforme as necessidades que cada curso objetiva para a formação profissional.

Por isso, “[...] o foco da Aprendizagem Baseada em Problemas está amparado na organização de conteúdos curriculares em torno de cenários de problemas, em vez de assuntos ou disciplinas.” (SOUZA, 2016, p. 47).

Também, Ribeiro (2010) apresenta que o PBL envolve transformações nos aspectos institucionais e educacionais para sua implantação, exigindo mudanças na postura dos alunos e docentes.

Diversas pesquisas apresentam a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas em cursos de graduação, Schmidt (1993); Araújo e Sastre (2009); e Ribeiro (2010).

As pesquisas citadas acima indicam resultados satisfatórios relativos à adoção do PBL em diversas áreas considerando as vantagens e possibilidades que ela apresenta. Por isso, buscou-se realizar um experimento utilizando tal metodologia de ensino e aprendizagem com alunos do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio.

3.1. Potencialidades Teóricas da Metodologia de Ensino

Certamente, não é possível resolver todos os problemas do ensino por meio de uma única proposta de metodologia, tão somente para o ensino de Matemática, uma vez que “a educação, em qualquer nível e em qualquer área do conhecimento, é um processo por demasiado complexo e multifacetado para ser inteiramente abarcado por quaisquer metodologias de ensino aprendizagem.” (RIBEIRO, 2008, p. 24).

Porém, acredita-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas pode contribuir para o ensino de diversos conceitos, em especial matemáticos a fim de aproximar estudos teóricos à futura prática profissional dos estudantes.

São muitas as potencialidades que essa metodologia apresenta, como a participação mais efetiva dos educandos, a aprendizagem por resolução de problemas, interação entre professor (tutor) e aluno, relação entre teoria e prática, entre outras.

Em relação ao aluno, Souza (2016) indica que com o PBL ele se torna mais motivado a aprender, de modo participativo e comprometido. Devido à forma mais integrada do conhecimento, o aluno compreende os conceitos e não apenas memoriza. Além disso, como objetiva-se que aluno resolva o problema, possivelmente ele desenvolve autonomia e responsabilidade ao trabalhar em equipe.

Uma das potencialidades teóricas do PBL, segundo Souza (2016), refere-se ao desenvolvimento profissional docente. O professor, ao se relacionar com outras áreas, tem a oportunidade de aprender juntamente com os alunos, sendo que deve assumir uma postura de mediador e facilitador da aprendizagem dos conceitos, ao atuar como tutor.

O PBL também possui alguns desafios. Uma das desvantagens relaciona-se à dificuldade de encontrar problemas nos moldes do PBL:

Pode se imaginar também, a dificuldade enfrentada pelo professor quando da escolha/concepção de problemas de fim aberto³⁶, autênticos e relevantes aos alunos e no desenvolvimento de uma orientação sem aparentar estar escondendo a resposta (RIBEIRO, 2010, p. 37).

De fato, isso pode se tornar uma desvantagem do PBL, se comparado às aulas puramente expositivas, em metodologias convencionais, ao aumentar o trabalho docente, pois é preciso que o professor faça adaptações ou construa os problemas, o que demanda mais tempo e dedicação no planejamento das aulas.

Outra possível desvantagem refere-se ao perfil dos alunos:

Estudantes que são mais individualistas, introvertidos ou ainda competitivos podem talvez sentir dificuldades para trabalhar em equipe. No entanto, o tutor deve enfatizar o quanto essa habilidade é fundamental para uma atuação profissional de sucesso (SOUZA, 2016, p. 114).

Em referência aos investimentos que a metodologia pressupõe, “o PBL também parece acarretar gastos suplementares com espaços destinados ao trabalho dos grupos – e laboratórios em cursos com conteúdos experimentais [...]” (RIBEIRO, 2010, p. 42). No mais, não deve ser visto como gasto e sim um investimento.

As desvantagens da abordagem PBL podem ser contornadas e não impedem a implantação do PBL nas mais variadas áreas de ensino, pois toda metodologia de ensino possui desvantagens.

Em síntese, compreende-se como potencialidades (vantagens e desvantagens) teóricas da Aprendizagem Baseada em Problemas:

³⁶ De acordo com Rodrigues e Magalhães (2011) problemas abertos são aqueles que há mais de uma solução possível, por isso geram debates estimulando a argumentação dos sujeitos em defesa de suas soluções.

Quadro 1 – Potencialidades da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - A possibilidade de aproximar os conceitos teóricos e à futura prática profissional dos estudantes; - Para os educandos: participação mais efetiva; aprendizagem por resolução de problemas; Compreensão dos conceitos e não memorização; Autonomia e responsabilidade ao tentar resolver um problema em grupo; - Integralização do conhecimento a partir do contato com um problema de caráter interdisciplinar; - Possivelmente uma maior interação entre professor (tutor) e aluno; - Professor aprende ao lidar com outras áreas do conhecimento, que não é sua especialidade; - Tutor é o mediador e facilitador das discussões; - Maior tempo de estudos por parte dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em encontrar/elaborar um problema nos moldes no PBL, o que pode gerar um maior tempo de planejamento aos docentes; - Alguns estudantes podem não se adaptar ao PBL; - Abrangência dos conceitos versus superficialidade dos conceitos presentes no problema; - Maiores investimentos.

Fonte: Elaborados pelos autores, 2019.

3.2. A situação-problema proposta

A situação-problema escolhida para ser proposta aos alunos foi elaborada por Tangerino (2017); trata-se de seu produto final de sua dissertação de mestrado, sendo um problema de acordo com os preceitos do PBL, de modo que foram seguidas algumas orientações didáticas presentes em seu trabalho.

Considerando o trabalho de pesquisa de Souza (2019) que visava a possibilidade prática do PBL, optou-se por trabalhar com essa situação-problema, pois seu contexto pode ser relevante à futura atuação profissional dos estudantes participantes da pesquisa, por se tratar de um problema de caráter interdisciplinar, envolvendo conceitos de física, química, segurança no trabalho e também matemáticos.

A notícia a seguir por si só não caracteriza um problema, mas foi utilizada como um contexto para uma problematização. Tal situação foi a questão inicial para se desenvolver um trabalho empírico por meio do PBL, sendo que ao longo dos encontros tutorados outras problemáticas, tarefas e exercícios foram propostos.

A partir dessa situação-problema, esperava-se explorar diversos conceitos relacionados à circuitos elétricos, e então aprofundar tal estudo e direcionar os alunos para pesquisarem e estudarem as Leis de Kirchhoff e, assim, explorar Sistemas de Equações Lineares.

Ressalta-se a relevância de se abordar as Leis de Kirchhoff, por meio do PBL, visto que o PPC do curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio, indica esse conteúdo programático para o 1º ano nos componentes curriculares Eletricidade Básica e Laboratório de Eletricidade (Anexo A). Esse conteúdo é importante para o aprofundamento do estudo de Circuitos Elétricos, e possibilitam a abordagem de Sistemas de Equações Lineares.

As Leis de Kirchhoff não estão relacionadas diretamente à situação-problema inicial, mas, em uma perspectiva de estudo aprofundado, eles podem ser explorados. Também foram propostas outras situações para verificar se os alunos conseguiam resolver Sistemas de Equações Lineares. Ressalta-se que no PBL os conteúdos e conceitos não são abordados em único momento, mas podem ser estudados em outros problemas.

A seguir, tem-se o problema adaptado.

3.3. A situação-problema adaptada

Leia atentamente o seguinte artigo publicado em um site de notícias³⁷.

Choque elétrico mata em média dois brasileiros por dia

Em 15 meses, associação registrou 236 mortes por descarga elétrica somente dentro de casa.

Fernando Mellis, do R7



Metade das mortes por descarga elétrica ocorrem em residências

Thinkstock

Fonte: Adaptado de <http://noticias.r7.com/cidades/choque-eletrico-mata-em-media-dois-brasileiros-por-dia-04/05/2017>. Acessado em 03/09/2019.

Números divulgados nesta quinta-feira (4) pela Abracopel (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade) alertam para os riscos que as famílias brasileiras têm dentro de casa.

Em 15 meses (janeiro de 2016 a março de 2017), o país teve 782 mortes relacionadas à eletricidade (choque, raios e incêndios por curto-circuito). Isso representa uma média de duas mortes por dia nesse período.

Desse total, 236 mortes (30%) ocorreram dentro de casa. Ou seja, um caso a cada dois dias, em média.

Muitos dos choques fatais também ocorrem por pessoas que fazem obras próximas à rede elétrica ou que tentam fazer ligações clandestinas em postes, por exemplo.

Levando em conta apenas o ano de 2016 (com 592 mortes), o aumento dos acidentes de origem elétrica foi de 5,7% maior em relação ao ano anterior, totalizando 1.319 casos.

O Nordeste foi a região que mais teve casos: 271; seguido do Sudeste, com 116; e do Sul, com 109. Em mais de 10% das mortes por choque — incluindo dentro de casa — em 2016, as vítimas tinham entre 0 e 15 anos.

Falta de cuidado com rede elétrica da casa aumenta chance de acidentes

"A garotada de hoje em dia nasceu tecnológica, é o dia inteiro com tablet, computador, videogame na mão, põe tomada, tira tomada. Se não tiver o dispositivo correto, a chance [de choque] é gigante", diz Edson Martinho, diretor-executivo da Abracopel.

³⁷ Disponível em: <<http://noticias.r7.com/cidades/choque-eletrico-mata-em-media-dois-brasileiros-por-dia-04/05/2017>>. Acesso em: 03 set. 2019.

Ele observa a necessidade de atenção para o uso de benjamins, T ou filtros de linha. "Trata-se de um dispositivo derivador técnico provisório. O problema desses dispositivos não são eles, é como se usa. Uma tomada tem um limite para ser usada", diz.

Martinho explica que uma tomada comum em São Paulo suporta cerca de 1.000 watts. Ou seja, ligar equipamentos que consomem muita energia, como uma geladeira e um micro-ondas na mesma tomada podem colocar a corrente elétrica em risco.

Como poderíamos mudar essa situação?

Atualmente são diversas as grandezas que estão à nossa volta, mas que nem sempre são bem compreendidas ou mesmo utilizadas por pessoas comuns ou profissionais de determinadas áreas que por sua própria atuação profissional deveriam entender bem das mesmas. Como podemos colaborar com a mudança dessa triste realidade? Será que o estudo e o conhecimento de grandezas envolvidas em circuitos elétricos ajudariam a reverter esse quadro, assim como evitar tantos prejuízos e acidentes?

Agora deixamos algumas questões para os leitores:

- Existe alguma diferença entre circuito elétrico e circuito eletrônico?
- Quais tipos de materiais são bons condutores elétricos e quais não são? Quais são as características de materiais que são bons condutores elétricos?
- O corpo humano é um bom condutor elétrico?
- Existe uma função matemática que expresse a interdependência entre corrente elétrica, tensão e resistência?
- Em caso afirmativo, como elas interagem em circuitos elétricos em paralelo e em série? Qual é a diferença entre esses circuitos?

Mais especificamente queremos analisar aqui o estudo de grandezas envolvidas em circuitos elétricos. O conhecimento a respeito de tais grandezas pode dimensionar e favorecer a manutenção de projetos, assim como evitar prejuízos e acidentes.

Também interessa a esse estudo os instrumentos que permitem realizar as medições das grandezas envolvidas em um circuito elétrico e os dispositivos, especificações e materiais usados na instalação de um circuito elétrico.

Além de responder às questões indicadas acima, diante do contexto apresentado no texto, elabore um projeto que permita conscientizar as pessoas a respeito dos riscos envolvendo circuitos elétricos e que ajude a diminuir os acidentes apontados no texto.

Exemplos de problemas e exercício que podem ser propostos nos aprofundamentos de estudos:

- 1) No circuito representado na figura, calcule as intensidades da corrente em cada ramo³⁸:

³⁸ Retirado do livro: BONJORNIO, V. et al. **Física**: eletromagnetismo, física moderna: 3º ano – 2 ed. São Paulo: FTD, 2013.

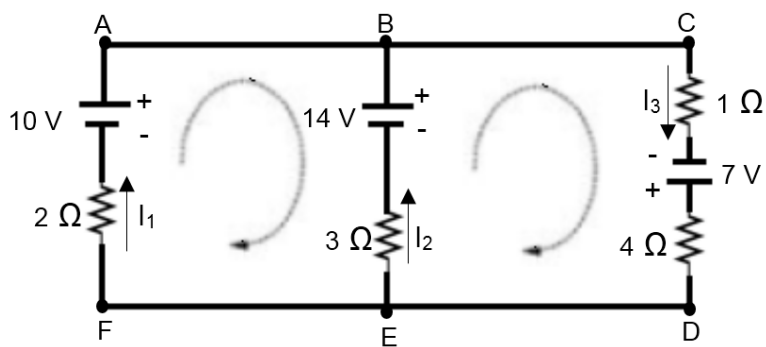


Figura 1 – Representação de um Circuito Elétrico.
Fonte: Bonjorno, 2013.

2) (FGV-SP – modificado)³⁹ As livrarias A, B, C e D de uma cidade vendem livros de Matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, de uma mesma coleção, com preço comum estabelecido pela editora. Os dados de vendas diárias são os seguintes:

Quadro 2 – Dados das vendas diárias dos livros.

Livraria	Número de Livros Vendido				Valor Recebido (R\$)
	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	
A	2	2	3	2	563,10
B	2	1	2	4	566,10
C	0	5	0	0	304,50
D	3	2	5	1	687,90

Fonte: Dante, 2013.

Qual é o preço de venda de cada um dos livros da coleção?

3) Resolva o seguinte sistema de equações lineares⁴⁰:

$$\begin{cases} x + 2y + z = 7 \\ 2x + 7y + z = 21 \\ -3x - 5y + 2z = -8 \end{cases}$$

Resolução:

1) Aplicando a lei dos nós, tem-se no Nó B:

$$I_3 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

³⁹ Retirado do livro: Dante, Luiz Roberto. **Matemática**: Contexto & Aplicações. 2ª ed. 2v. São Paulo: Ática, 2013.

⁴⁰ Retirado e adaptado do livro: Dante, Luiz Roberto. **Matemática**: Contexto & Aplicações. 2ª ed. 2v. São Paulo: Ática, 2013.

Aplicando a lei das malhas; Malha ABEFA, sentido horário a partir de A:

$$\begin{aligned} -14 + 3I_2 - 2I_1 + 10 &= 0 \\ -4 + 3I_2 - 2I_1 &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Na Malha BCDEB, pelo sentido horário a partir de B:

$$\begin{aligned} -1I_3 + 7 - 4I_3 - 3I_2 + 14 &= 0 \\ -5I_3 - 3I_2 + 21 &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

A partir de (1), (2) e (3), obtém-se o seguinte Sistema de Equações Lineares:

$$\begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ -4 + 3I_2 - 2I_1 = 0 \\ -5I_3 - 3I_2 - 21 = 0 \end{cases}$$

Resolvendo, tem-se: $I_1 = 1A$; $I_2 = 2A$ e $I_3 = 3A$.

2) Determinando como x , y , z e w os valores do livro do 6º, 7º, 8º e 9º ano, respectivamente, tem-se o Sistema de Equações Lineares:

$$\begin{cases} 2x + 2y + 3z + 2w = 563,10 \\ 2x + y + 2z + 4w = 566,10 \\ 5y = 304,50 \\ 3x + 2y + 5z + w = 687,90 \end{cases}$$

Resolvendo, tem-se: $x = y = 60,90$ e $z = w = 63,90$;

Logo, os livros do 6º e 7º ano custam R\$ 60,90 e os do 8º e 9º ano custam R\$ 63,90 cada.

3) $S = \{(-1, 3, 2)\}$.

4 ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A partir da vivência da Aprendizagem Baseada em Problemas com um grupo de alunos do 1º ano do ensino Médio Integrado ao Técnico em Eletrônica proposta por Souza (2019), serão apresentadas algumas orientações didáticas para futuras implantações do PBL, com base no avanços e desafios observados na pesquisa, ou seja, as vantagens e desvantagens do PBL na prática.

Desse modo, recomenda-se que em futuras vivências do PBL, os tutores discutam e realizem momentos de estudo com professores de outras áreas do conhecimento, conforme a possibilidade da situação-problema a ser proposta aos alunos, por exemplo, como a situação-problema escolhida relacionava conhecimentos de Física, Química, Segurança no Trabalho e Matemática, seria interessante que os tutores consultassem professores especialistas nessas áreas e discutissem a situação-problema, isso provavelmente enriqueceria a dinâmica do PBL e evitaria alguns desafios na atuação do tutor da aprendizagem.

Além disso, é importante que haja uma formação/preparação para a atuação do professor, enquanto tutor, uma vez na pesquisa, observou-se que apesar de ambos os tutores conhecerem os preceitos teóricos da metodologia, foi um desafio exercerem suas funções. No tocante a essa formação, ela poderia ser realizada por meio de oficinas a respeito da tutoria nos moldes do PBL, nas quais os professores poderiam criar/adaptar problemas, de acordo com as características da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Também, seria desejável que cada grupo de alunos apresentasse para os demais, uma possível solução da situação-problema estudada. Seria a culminância da resolução do problema, que poderia ser realizada, por exemplo, pela exposição dos manuais de instruções entregues pelos educandos. Tal atividade possivelmente entrelaçaria toda a problemática estudada e os conceitos, de modo a relacionar a teoria com a prática profissional de acordo com a formação dos estudantes e ainda, esse fechamento, evitaria a sensação de não-resolução da situação-problema.

Sobre o momento de institucionalização dos saberes, é necessário a retomada de todos os conceitos estudados de todas as áreas do conhecimento que o problema abarca, em um momento de formalização dos saberes, não só dos conceitos matemáticos.

Além disso, se faz importante destacar aos educandos a importância da situação-problema para que ela seja de fato motivadora, uma vez que no PBL, o problema se trata de uma situação interdisciplinar, correlacionada à futura prática profissional dos estudantes, tendo como objetivo, por meio de sua resolução, desenvolver habilidades e competências profissionais, por se trabalhar com um problema real ou realístico, que possivelmente, eles lidarão quando estiverem atuando em suas profissões.

No mais, tem-se como orientação didática, que a vivência seja realizada em parceria com algum componente da grade curricular dos estudantes, para que a participação seja mais efetiva, e assim, poderia se atribuir notas para o desempenho e dedicação dos alunos.

Recomenda-se como estratégia metodológica para que os alunos não se detenham a pesquisar apenas em sites populares, que durante os encontros os tutores levem os alunos até a biblioteca para que realizem os estudos individuais, por meio de livros e materiais recomendados pelos tutores. Outra possibilidade, seria levar após alguns encontros, professores especialistas para que haja uma nova discussão da situação-problema, o que possivelmente contribuiria para a construção de conhecimento dos alunos.

Por fim, indica-se que seja proposto aos alunos o problema adaptado, pois os questionamentos e a maneira com que ele foi reorganizado pode contribuir para uma compreensão de todo o contexto e relevância da situação-problema e para o desenvolvimento de habilidades e competências profissionais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, U.; SASTRE, G (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009. 236p.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº. 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf>. Acesso em 29 abr. 2017.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC / SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2017.

D'AMBROSIO, U. *et al.* Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n1/a08v31n1.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009.

GATTI, B. A. A Avaliação em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Turismo**. Vol. 1, n. 1, p. 61-77, Maio 2009.

GEMIGNANI, E. Y. M. Y. Formação de professores e metodologias ativas de ensino aprendizagem: ensinar para a compreensão. **Fronteiras da Educação** [online], Recife, v. 1, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://www.frenteirasdaeducacao.org/index.php/fronteiras/article/view/14/22>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n3/a09v13n3>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

QUEIROZ, A. PBL, Problemas que trazem soluções. **Revista Psicologia, Diversidade e Saúde**, v. 1, n. 1, 2012, p.26-38. Disponível em: <<https://www5.bahiana.edu.br/index.php/psicologia/article/view/36/37>>. Acesso em 30 jul. 2017.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Paulo: EdUFSCar, 2010. 151p.

RIBEIRO, L. R. C. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

RODRIGUES, A.; MAGALHÃES, S. C. A resolução de problemas nas aulas de matemática: diagnosticando a prática pedagógica. **Revista Acadêmica Feol**, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_rodrigues_magalhaes.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2019.

SOUZA, D. V. **O Ensino de Noções de Cálculo Diferencial e Integral por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas**. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2016.

SCHMIDT, H. G. et al. Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). **Educational Psychologist**, v. 42, n. 2, p. 91-97, 2007.

SCHMIDT, H. G. Problem-based learning: An introduction. **Instruction Science** 22, p. 247-250, 1995.

SCHMIDT, H. G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. **Medical education**, v. 27, n. 5, p. 422-432, 1993.

TANGERINO, L. I. **Reflexões acerca do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Matemática em um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2017.

TIBÉRIO, I. F. L. C.; ATTA, J. A.; LICHTENSTEIN, A. O aprendizado baseado em problemas-PBL. **Revista de Medicina**, v. 82, n. 1-4, 2003, p. 78-80. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/62624>>. Acesso em: 16 ago. 2017.