

Análise de uma atividade de aprendizagem baseada em projetos aplicada ao ensino de Eletrônica Analógica

Analysis of an activity of project based learning applied in teaching Analogue Electronics

Recebido: 19/01/2022 | **Revisado:** 05/03/2023 | **Aceito:** 07/03/2023 | **Publicado:** 18/07/2023

Cristiano Luiz Silva Tavares
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7830-0650>
Instituto Federal do Espírito Santo
E-mail: cristianolst@gmail.com

Giovani Zanetti Neto
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6636-2069>
Instituto Federal do Espírito Santo
E-mail: elvys.blayne91@gmail.com

Como citar: TAVARES, C. L. S.; ZANETTI NETO, G.; Análise de uma atividade de aprendizagem baseada em projetos aplicada ao ensino de Eletrônica Analógica. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, [S.l.], v. 2, n. 23, p. 1-20, e13596, Jul. 2023. ISSN 2447-1801.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Resumo

O presente artigo trata da análise de uma intervenção pedagógica com o objetivo de analisar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP – ao processo de ensino-aprendizagem de Eletrônica Analógica. Estudantes, a partir de problemas âncoras, precisaram pesquisar solução, projetar e produzir um protótipo utilizando apenas componentes e circuitos de Eletrônica Analógica. Para analisar o uso da ABP, os estudantes responderam questionários no início e ao fim da atividade. Constatou-se que as maiores dificuldades dos estudantes, quando da forma tradicional de ensino, se referem a conseguir conectar o ensino teórico com as utilidades práticas do dia a dia. Segundo os alunos, a ABP ajudou a diminuir estas dificuldades além de se sentirem mais motivados e envolvidos com a disciplina.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos; Educação Profissional e Tecnológica; Eletrônica Analógica; Metodologias Ativas de Aprendizagem.

Abstract

This article deals with the analysis of a pedagogical intervention in order to analyze Project Based Learning methodology – PBL – in the teaching-learning process of Analogue Electronics. The students needed to research, design, make a prototype and present a solution using only components and circuits of Analogue Electronics. To analyze the use of the PBL, students answered questionnaires at the beginning and at the end of the activity. It was found that the greatest difficulties of students, when worked with the traditional mode of teaching, refer to being able to connect theoretical teaching to the practical utilities. According to the students, the new approach helped to reduce these difficulties beyond they felt more motivated and involved with the discipline.

Keywords: Project-Based Learning; Professional and Technological Education; Analogue Electronics; Active Learning Methodologies.

1 INTRODUÇÃO

Dentro das disciplinas relacionadas com a área de Engenharia Elétrica, talvez Eletrônica Analógica seja uma das mais receadas pelos alunos. Esse receio advém da demanda pela análise de circuitos com diversos componentes de desempenho vários, a depender de grandezas, como: tensão e corrente elétrica, temperatura, frequência entre outros.

No Instituto Federal do Espírito Santo campus São Mateus (Ifes São Mateus) é ofertado o Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio. Neste curso existe a disciplina Eletrônica Analógica. Geralmente, os alunos desta modalidade de curso não possuem experiência na análise e projetos de circuitos, tendo primeiro contato com certos equipamentos analógicos dentro da instituição ao longo do decorrer do curso. Essa falta de experiência ocasiona dificuldade aos alunos para assimilarem o conteúdo trabalhado de forma teórica e suas possibilidades práticas.

Sendo assim, este trabalho desenvolveu e analisou a aplicação de uma metodologia de aprendizado que objetiva autonomia dos alunos para solucionar possíveis demandas atribuídas a um técnico em eletrotécnica. Especialmente, este trabalho aborda o projeto de circuitos com Amplificadores Operacionais para solucionar problemas reais.

A metodologia escolhida é a Aprendizagem Baseada em Projetos, que segundo Bender (2014): é “um formato de ensino empolgante e inovador, no qual os alunos selecionam muitos aspectos de sua tarefa e são motivados por problemas do mundo real, que podem, e em muitos casos irão, contribuir para a sua comunidade” (BENDER, 2014, p. 15).

O público-alvo deste trabalho foi a turma da disciplina de Eletrônica Analógica do Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio do Ifes São Mateus. Na época do início de aplicação deste estudo, a turma cursava o segundo ano do Ensino Médio e possuía 33 alunos (19 do sexo masculino e 14 do sexo feminino) com idade média de 17,05 anos.

É preciso lembrar que, em um curso desta modalidade, os alunos possuem cerca de quinze disciplinas concomitantemente, o que gera uma elevada carga de estudo. Além do mais, muitos alunos ao ingressarem no curso desconhecem o conteúdo técnico a ser trabalhado. Estas características levam ao desânimo de diversos alunos por disciplinas profissionalizantes (TAVARES, 2019).

Procurar metodologias ativas de ensino ajudam a sanar a falta de experiência, sem acarretar um aumento de horas dedicadas ao curso. Conforme comentam Barbosa e Moura (2013), a Aprendizagem Baseada em Projetos “pode ser uma forma importante de compensar problemas decorrentes do uso exagerado de recursos virtuais, em detrimento de situações reais e contextuais” (BARBOSA e MOURA, 2013, p. 61).

A metodologia discutida neste trabalho tem sido aplicada em diversas escolas técnicas do país. Batista e Moura (2013) discutem o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos como uma metodologia ativa na aprendizagem na educação profissional e tecnológica. Silva, Fonseca *et al.* (2016) debatem a metodologia como incentivo a estudantes do Ensino Médio para o ingresso às Engenharias. Sousa, Matias Filho *et*

al. (2018) avaliaram o impacto que o desenvolvimento de protótipos de sistemas reais provoca na condução da disciplina de Eletrônica Digital, disciplina esta, companheira da discutida neste trabalho.

Ressalta-se que embora se encontre na literatura crescente número de estudos sobre metodologias ativas aplicadas ao ensino de Engenharia, não foram encontradas publicações sobre o uso da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada ao ensino de Eletrônica Analógica, seja em âmbito de cursos de graduação ou cursos técnicos. Especificamente sobre esta disciplina, Tavares (2019) discute em seu trabalho o uso do Ensino Investigativo como ferramenta para despertar interesse por disciplinas profissionalizantes.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e analisar a aplicação de uma atividade de projeto prático na disciplina de Eletrônica Analógica, de acordo com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos. Como objetivos específicos se destacam:

- apresentar aos estudantes uma metodologia ativa diferenciada que ajude a suprir a falta de experiência em análise e projeto de circuitos;
- propor problemas reais a serem solucionados pelos estudantes com circuitos baseados em amplificadores operacionais;
- avaliar a metodologia como influência no envolvimento dos estudantes com a disciplina em questão;
- analisar como a metodologia utilizada foi percebida pelos estudantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 METODOLOGIAS ATIVAS

Pode-se pensar em metodologias ativas como aquelas que promovem uma aprendizagem, na qual “o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor” (BARBOSA e MOURA, 2013, p. 55)

Nesse contexto, lembra-se a passagem de Freire (2018) em Pedagogia da Autonomia:

[...] O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos (FREIRE, 2018, p. 83).

Morán (2015) expõe que as metodologias no processo de ensino-aprendizagem utilizadas precisam acompanhar os objetivos pretendidos pela Educação.

[...] Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes (MORÁN, 2015, p. 17).

Sendo assim, a Educação Profissional e Tecnológica:

[...] requer uma aprendizagem significativa, contextualizada, orientada para o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação, que favoreça o uso intensivo dos recursos da inteligência, e que gere habilidades em resolver problemas e conduzir projetos nos diversos segmentos do setor produtivo. Como contraponto, podemos dizer que a aprendizagem em Educação Profissional e Tecnológica deve estar cada vez mais distante da aprendizagem tradicional, fundamentada no poder do verbo, teórica e dependente do uso intensivo da memória (BARBOSA e MOURA, 2013, p. 52).

Entre as diversas metodologias ativas empregadas na Educação Profissional e Tecnológica, cita-se como destaque: Sala de aula invertida, Instrução por colegas (*Peer instruction*), Ensino sob medida (*Just-in-time Teaching*), Aprendizagem Baseada em Equipe (*Team-Based Learning*), Ensino Investigativo, Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning*) e Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning*).

2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Conforme já dito em outras partes deste documento, a metodologia a ser desenvolvida neste trabalho é a Aprendizagem Baseada em Projetos. Bender (2014) informa que a Aprendizagem Baseada em Projetos é entendida como:

[...] um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinado como abordá-los e, então, agindo cooperativamente em busca de soluções (BENDER, 2014, p. 9).

Esta metodologia muito se assemelha com a Aprendizagem Baseada em Problemas. Existem trabalhos publicados de relevância que possuem características mescladas de ambas as metodologias. Uma boa comparação entre as duas se

encontra no texto: “Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica” de Barbosa e Moura (2013).

Em comum, as duas metodologias apresentam situações contextualizadas e reais para que os estudantes desenvolvam uma solução. As duas metodologias têm o aluno como protagonista da atividade e o professor como orientador. Entretanto, ao se trabalhar com Aprendizagem Baseada em Projetos se espera um produto final, algo não obrigatório ao se trabalhar com problemas. Desse modo, projetos requerem mais autonomia dos alunos, com desenvolvimento a depender da solução proposta por esses. Assim, a Aprendizagem Baseada em Projetos não possui etapas bem definidas como em uma Aprendizagem Baseada em Problemas. Estas características fazem trabalhos baseados em projetos necessitarem de um período de desenvolvimento maior que trabalhos baseados em problemas.

Para evitar maiores confusões metodológicas, a proposta discutida neste texto é baseada na Aprendizagem Baseada em Projetos debatida por Bender (2014). No livro, o autor faz referência e exemplifica os diversos trabalhos que utilizam tal metodologia. O texto é dividido em seis partes, que abordam desde o planejamento às opções de avaliação de uma atividade desenvolvida pela Aprendizagem Baseada em Projetos, debatendo inclusive tecnologias a serem utilizadas em sala de aula. Em resumo, a estrutura metodológica defendida por Bender (2014) compreende seis passos, sendo esses:

- (i) introdução e planejamento em equipe do projeto de Aprendizagem Baseada em Projetos;
- (ii) fase de pesquisa inicial: coleta de informações;
- (iii) criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos;
- (iv) segunda fase de pesquisa;
- (v) desenvolvimento da apresentação final;
- (vi) publicação do produto ou dos artefatos.

Para se trabalhar com tal metodologia, é preciso que o professor envolvido na turma mude o seu papel de detentor do conhecimento e passe a ser um facilitador e orientador educacional durante todo o processo das atividades (BENDER, 2014). Masson, Miranda *et al.* (2012) informam que nesta metodologia: “o professor orienta a discussão de modo a abordar os objetivos previamente definidos a serem alcançados naquele problema e estimula o aprofundamento da discussão, facilita a dinâmica do grupo e avalia o aluno do ponto de vista cognitivo e comportamental” (MASSON, MIRANDA, *et al.*, 2012, p. 4).

2.2 ELETRÔNICA ANALÓGICA

Pode-se definir a Eletrônica como a Ciência composta por tecnologias que permitem o controle de tensão e corrente elétrica. Comumente, a Eletrônica é separada em dois modos de pensar e desenvolver tecnologias: Analógica e Digital. Segundo Widner, Moos e Tocci (2018):

Na representação analógica, uma quantidade é representada por um indicador proporcional continuamente variável. [...] Na representação

digital as quantidades são representadas por símbolos chamados dígitos (WIDMER, MOSS e TOCCI, 2018, p. 15).

Importante frisar que todo equipamento baseado em eletrônica digital é composto por componentes analógicos. Dessa forma, apesar de no dia a dia serem usados diversos equipamentos digitais, se faz necessário um bom técnico em eletrotécnica para entender e dominar circuitos básicos da eletrônica analógica.

Ao pensar em circuitos analógicos se está analisando o comportamento de componentes semicondutores, a se destacarem: diodos, transistores e amplificadores operacionais. Este trabalho pesquisa exatamente a abordagem do ensino do uso de Amplificadores Operacionais a partir da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos.

Segundo Pertence (2015), os Amplificadores Operacionais:

[...] estão presentes nos sistemas eletrônicos de controle industrial, na instrumentação industrial, na instrumentação nuclear, na instrumentação biomédica, nos computadores analógicos, nos equipamentos de telecomunicações, nos equipamentos de áudio, nos sistemas de aquisição de dados, etc (PERTENCE JR, 2015, p. 4),

De modo geral, pode-se dizer que as duas funções básicas de um Amplificador Operacional em um circuito eletrônico são: (i) Amplificar/Atenuar tensões e (ii) Comparar tensões. Os problemas âncoras propostos aos estudantes envolvidos nesta pesquisa são baseados exatamente nessas duas funções.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Embora a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos esteja em crescente utilização no meio acadêmico, não foram encontrados trabalhos sobre a utilização de tal metodologia aplicada em estudos do ensino de Eletrônica Analógica. Dificulta-se ainda a busca quando se trata de trabalhos desenvolvidos com turmas de Ensino Médio. Sendo assim, esta proposta dialoga com diversos trabalhos com níveis distintos de proximidade. Alguns trabalhos foram desenvolvidos com a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas, alguns tratam da disciplina Eletrônica Digital, enquanto outros descrevem trabalhos desenvolvidos em cursos superiores de Engenharia. Um único trabalho que lida, especificamente, com a disciplina Eletrônica Analógica, em um curso de Ensino Médio foi encontrado, porém se trata da análise de uma outra metodologia de ensino-aprendizagem. Estas variações enriquecem este trabalho por promover um diálogo com diversas experiências.

Barbosa e Moura (2013) discutem metodologias ativas aplicadas para a Educação Profissional e Tecnológica. Os pesquisadores afirmam que a Aprendizagem Baseada em Projetos tem grande valor nos processos formativos da Educação Profissional Tecnológica. O texto traz algumas diretrizes para projetos que abordam a Aprendizagem Baseada em Projetos, como: quantidade de alunos por

grupo, período de realização, escolha do tema, finalidade do projeto, uso de múltiplos recursos e socialização dos resultados.

Sousa, Matias Filho *et al.* (2018) utilizaram a metodologia proposta em turmas da disciplina Eletrônica Digital em cursos de graduação (Engenharia Elétrica e Engenharia de Computação) da Universidade Federal do Ceará campus Sobral. Os pesquisadores concluíram que “a metodologia de ensino orientada aos projetos busca equilibrar o aprendizado da teoria e da prática através da criação de protótipos de sistemas reais, com aplicações relevantes para a sociedade.” (SOUSA, MATIAS FILHO, *et al.*, 2018, p. 92). Ao questionarem os estudantes participantes da atividade se já se sentiram inclinados a desistirem do curso por influência de abordagens didáticas, que não favoreceram implementações práticas, 30,9% dos alunos participantes afirmaram que já se sentiram muito inclinados a desistirem do curso por este motivo. A pesquisa mostra, ainda, que 97,8% entre os discentes pesquisados afirmaram que o desenvolvimento de projetos auxiliou muito no processo de aprendizagem.

Mais próximo ao público desta proposta, Lima (2018) em sua dissertação descreve a aplicação da Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas em uma turma da disciplina Eletrônica Geral no Curso Técnico em Eletromecânica integrado ao Ensino Médio do Centro Estadual de Educação Profissional de Ponta Grossa. A autora descreve as dificuldades encontradas, como: aquisição de material, rejeição de parte dos alunos pela metodologia ativa e promoção do trabalho em grupo. Entretanto, no mesmo trabalho existem avaliações positivas da metodologia, por exemplo, ao questionar sobre a percepção da melhora do entendimento do ensino de eletrônica, a partir da construção do projeto, 45% dos alunos concordaram totalmente e 55% dos alunos concordaram parcialmente com essa afirmação. Nenhum aluno discordou.

Em turmas de Ensino Médio, Silva, Fonseca *et al.* (2016) utilizaram a Aprendizagem Baseada em Problemas no propósito de incentivar os alunos pela grande área do conhecimento em Engenharia. Os pesquisadores afirmam que o desinteresse nesta área está ligado a duas causas. A primeira dessas é a visão que os alunos do Ensino Médio têm em relação às disciplinas da área de Ciências Exatas, com muitos cálculos. A outra causa é “a ausência de aplicações práticas de conceitos adquiridos no Ensino Médio, trazendo pouco incentivo e vivência de noções reais.” (SILVA, FONSECA, *et al.*, 2016, p. 38). Ainda, segundo os autores, a aplicação da metodologia criou uma nova possibilidade de aprendizado, uma vez que despertou o senso crítico relacionado com a resolução de problemas de ordem prática.

Sobre a disciplina Eletrônica Analógica, em um Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio, Tavares (2019) relata sua experiência ao utilizar a metodologia de Ensino Investigativo para despertar interesse em estudantes por disciplinas profissionalizantes. O autor descreve que os estudantes possuíam baixo ou nenhum conhecimento sobre os assuntos abordados em um Curso Técnico em Eletrotécnica antes de iniciarem o curso. Ao realizarem atividade, na qual os estudantes foram instigados a propor, a investigar e a solucionar problemas corriqueiros por meio de circuitos baseados em Eletrônica Analógica, o autor concluiu que o “ensino por investigação atrelado com a interdisciplinaridade pode ser uma ferramenta de grande valia na promoção da autonomia do estudante, principalmente, no que se refere ao desenvolvimento de projetos” (Tavares, 2019, p12). Os estudantes

apontaram que assuntos abordados pelos trabalhos desenvolvidos se mostraram mais úteis no dia a dia, ou seja, facilitaram entender a aplicabilidade de tal conteúdo.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este trabalho se apresenta como uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, conforme o pensamento de Damiani, Rochefort *et al.* (2013), que a definem como sendo investigações realizadas a partir de um planejamento em que está prevista:

“[...] a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (DAMIANI, ROCHEFORT, *et al.*, 2013, p. 58).

Dessa forma, foi identificado o problema e elaborado um planejamento para propor uma forma de resolvê-lo ao mesmo tempo estando aberto “a críticas e sugestões, levando em consideração as eventuais contribuições dos sujeitos da intervenção...” (DAMIANI, ROCHEFORT, *et al.*, 2013, p. 60). Buscou-se assim manter o princípio de que as pessoas envolvidas na investigação se sintam sujeitos da ação, participantes da pesquisa e não apenas objetos da pesquisa.

4.2 METODOLOGIA DE ENSINO

Este trabalho teve início com revisão bibliográfica sobre a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (MASSON, MIRANDA, *et al.*, 2012; BARBOSA e MOURA, 2013; BENDER, 2014) e como essa e outras metodologias ativas têm sido empregadas no ensino de disciplinas profissionalizantes, especialmente, aquelas que rodeiam o universo de Eletrônica Analógica (SILVA, FONSECA, *et al.*, 2016; LIMA, 2018; SOUSA, MATIAS FILHO, *et al.*, 2018; TAVARES, 2019).

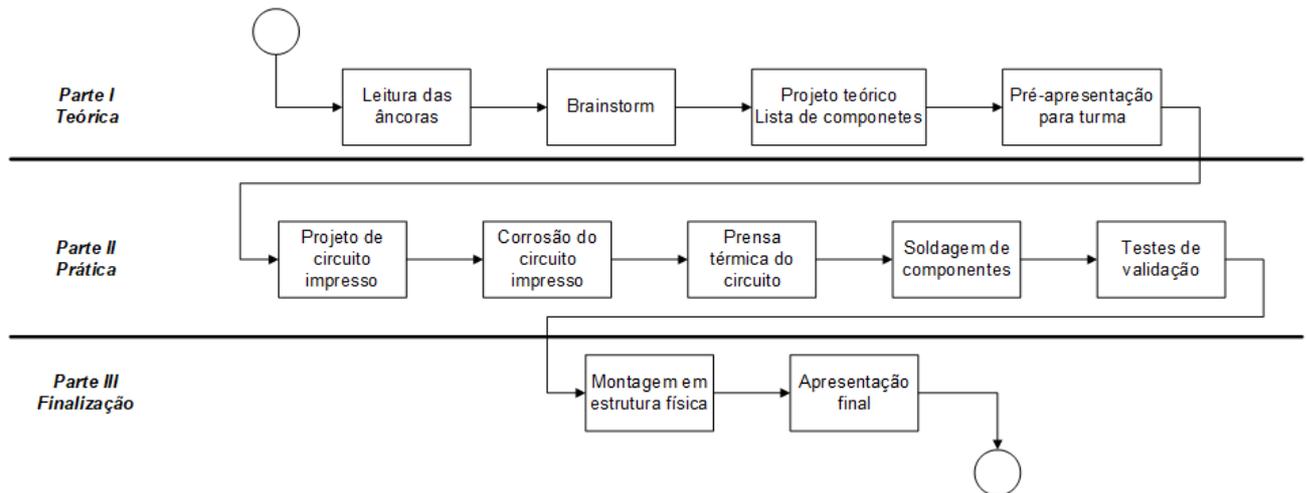
Conforme já dito, neste trabalho foi aplicada a intervenção pedagógica para a turma da disciplina Eletrônica Analógica do Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio do Ifes São Mateus do ano letivo 2019. Na época do início de aplicação deste estudo, a turma cursava o segundo ano do Ensino Médio e possuía 33 alunos (19 do sexo masculino e 14 do sexo feminino) com idade média de 17,05 anos. Ressalta-se que o projeto pedagógico do curso vigente na época deste estudo datava de 2016 e a matriz curricular contava com quatro anos em sua totalidade.

Escolheu-se trabalhar com o conteúdo programático Amplificadores Operacionais. Seguindo a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, a turma foi dividida em seis grupos e apresentada para três problemas âncoras distintos.

Para melhor entender os passos realizados pelos alunos se apresenta o fluxograma da atividade desenvolvida na

Figura 1. Estes passos estão separados em três grandes partes, sendo: Teórica, Prática e Finalização, conforme observado a seguir:

Figura 1: Fluxograma da atividade desenvolvida pelos estudantes



Fonte: elaborada pelos autores.

Não será detalhado neste texto cada um dos passos desenvolvidos durante a atividade. Apenas se quer, através dessa imagem, mostrar a complexidade do trabalho desenvolvido pelos alunos em seus diversos momentos. Para a realização desta atividade, os alunos percorreram pelo menos quatro laboratórios da Instituição (Laboratório de Informática, Laboratório de Instalações Elétricas, Laboratório de Química e Laboratório de Eletricidade e Eletrônica).

Embora o fluxograma aparente que a atividade seja realizada de modo linear, caso seja detectado qualquer erro no processo, os estudantes devem retornar vários passos para acerto. Muitas vezes, é preciso descartar parte do protótipo já construído. Esta característica reforça a ideia da necessidade do professor como orientador, mediando todo o processo de trabalho dos grupos.

Chama-se atenção também para o problema âncora, ou simplesmente âncora. Esse é aquele entregue aos grupos com a situação problema que os estudantes deverão ler, pesquisar e solucionar. Nesse caso, a solução deveria contar com a construção de um protótipo envolvendo um circuito eletrônico analógico. Recupera Bender (2014) a importância de bem estruturar um problema âncora:

[...] a âncora e as questões motrizes usadas para estruturar projetos de Aprendizagem Baseada em Projetos envolvem, tipicamente cenários do mundo real, e essa ênfase tende a tornar o ensino mais relevante para as vidas dos alunos. Esse fator associado ao poder de escolha dos alunos em várias atividades tende a aumentar a motivação e, muitas vezes, resulta em um maior envolvimento acadêmico (BENDER, 2014, p. 33).

A saber, os problemas âncoras deste trabalho envolvem situações problemas que os alunos já vivenciaram e esses foram contextualizados e entregues em forma de uma carta a cada um dos grupos. A saber, as âncoras foram:

- amplificador de áudio de celular;
- testador de nível de bateria;
- indicador de presença de gás inflamável.

O texto dos problemas âncoras são encontrados nos apêndices deste texto.

4.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE

Para avaliar e analisar a atividade, os estudantes, além de desenvolverem seus protótipos, responderam dois questionários ao longo da atividade. Esses questionários foram respondidos ao início e ao fim da atividade e estão marcados no fluxograma (

Figura 1) por círculos.

O primeiro desses foi respondido no início da intervenção pedagógica, que aconteceu antes dos alunos receberem os problemas âncoras. Nesse primeiro questionário, os alunos apenas refletiram quais eram suas maiores dificuldades dentro da disciplina Eletrônica Analógica. No segundo questionário, aplicado ao final da atividade, após apresentação dos protótipos desenvolvidos, os alunos responderam questões sobre o desenvolvimento do projeto. Este questionário foi composto por questões de análise de afirmações postas a Escala Likert e questões abertas.

Seguindo definição de Gil (2008), esta pesquisa possui uma análise qualitativa dos dados colhidos por meio desses questionários. Em seção específica, esses dados são apresentados e discutidos.

4.4 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Este trabalho está registrado com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética número 18849219.2.0000.5072, dentro da Plataforma Brasil do Ministério de Saúde deste país e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo através do parecer número 3.631.178.

Os estudantes envolvidos e seus responsáveis foram informados sobre os objetivos da pesquisa, metodologia, confidencialidade, desconfortos e riscos, benefícios, critérios de inclusão e exclusão e liberdade de participação durante todo o processo da pesquisa.

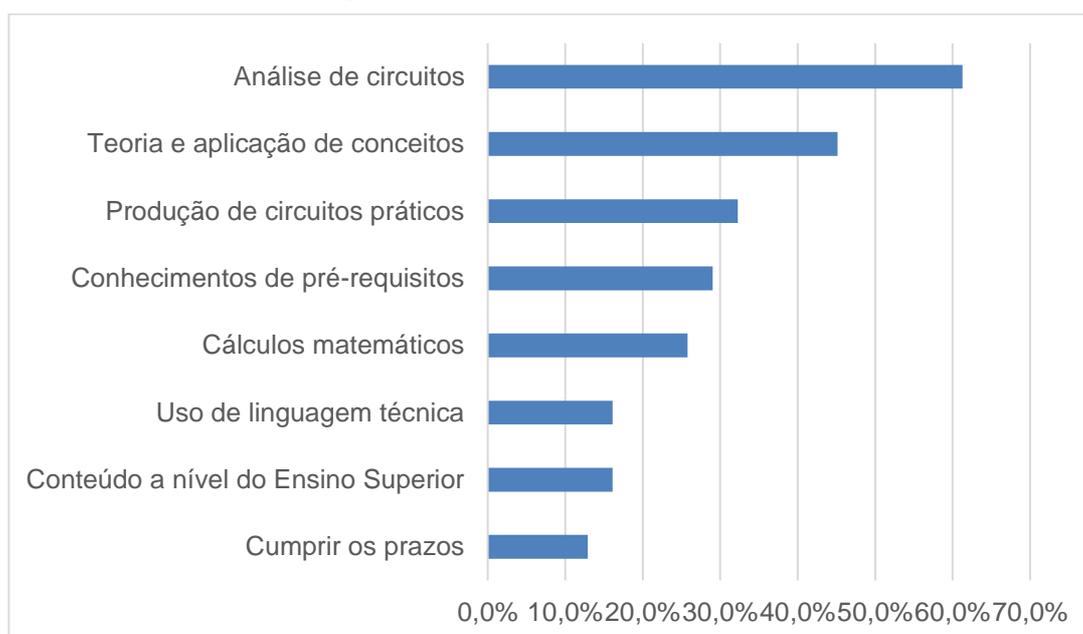
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme apresentado na seção anterior, a análise desta pesquisa é discutida a partir do resultado de dois questionários aplicados aos estudantes envolvidos na intervenção pedagógica. Esses questionários foram aplicados no início e ao final da atividade proposta, e embora os estudantes pudessem discutir entre si as questões, cada um respondeu de forma individual a cada uma das perguntas.

5.1 QUESTIONÁRIO NO INÍCIO DA PESQUISA

No primeiro questionário, os estudantes foram instigados a refletirem e responderem a seguinte questão: “Quais são suas maiores dificuldades dentro da disciplina de Eletrônica Analógica?”. Os alunos puderam responder de forma livre a pergunta. Na Figura 2 são apresentados os termos citados por pelo menos quatro dos estudantes da turma, o que já representa mais de 10% do público.

Figura 2: As maiores dificuldades dentro da disciplina de Eletrônica Analógica segundo os estudantes envolvidos



Fonte: elaborada pelos autores

Percebe-se que mais de metade da turma informou que uma das maiores dificuldades na disciplina Eletrônica Analógica é sobre análise de circuitos. Tem-se ainda um alto índice de estudantes com dificuldade na relação entre teoria e aplicação dos conceitos estudados na disciplina. Seguem algumas falas dos alunos sobre estes assuntos:

Aluno1: entendimento e aplicação de conceitos; montagem e análise de circuitos.

Aluno 2: pelo fato de não ter muita familiaridade com a matéria e com as práticas, sinto que tenho certa dificuldade, até para conseguir

compreender a matéria. O entendimento nas aulas de análises de circuitos e a relação desses com os cálculos matemáticos também é uma dificuldade.

Nota-se nas falas espontâneas dos estudantes marcas relevantes por dificuldades que não são necessariamente sobre o conteúdo abordado na disciplina de Eletrônica Analógica. Parte dessas dificuldades citadas se refere aos conteúdos tratados em disciplinas anteriores à abordada neste estudo. São termos como: “Análise de circuitos” e “Conhecimentos de pré-requisitos”, assuntos discutidos na disciplina de Circuitos Elétricos, e o termo “Cálculos matemáticos”, discutido nas disciplinas de Matemática. Importante frisar que para a resolução de problemas, no nível abordado na disciplina, são utilizados apenas resolução de equações de primeiro grau, ou seja, equações simples a serem abordadas em uma turma de segundo ano do Ensino Médio. Segue o destaque de algumas falas.

Aluno 3: cálculos matemáticos, teoria, análise de circuitos, lembrar e dominar conceitos.

Aluno 4: a matéria Eletrônica Analógica muitas vezes necessita dos conhecimentos de outras matérias, (...), que muitas vezes não são lembrados.

Aluno 5: adaptação à disciplina, visto que eu não tinha conhecimentos prévios dos conteúdos abordados em sala de aula. (...)

Acredita-se que estas características não devem ser usadas pelo professor como um dificultador na realização dos projetos. Cabe ao mesmo desempenhar seu papel de orientador e auxiliar os estudantes a encontrarem modos de suprir dificuldades durante a realização do projeto.

Ainda, sobre as falas espontâneas dos estudantes se percebe com menos expressão, mas com alta relevância, que é preciso pensar na dificuldade dos alunos quanto ao uso de “Linguagem técnica” e “Cumprimento de prazos”. Pode-se inferir que o primeiro desses termos se refere à inexperiência dos estudantes sobre os assuntos abordados e o segundo pela quantidade de disciplinas estudadas por estes alunos.

A terceira dificuldade mais apontada pelos estudantes se refere a um dos focos deste trabalho: a produção de circuitos práticos. Cerca de um terço dos alunos apontou dificuldades em produzir tais circuitos.

Lembra-se que ao trabalhar com alunos dessa modalidade de ensino, Tavares (2019) constatou que muitos alunos ao ingressarem no curso desconhecem o conteúdo técnico a ser abordado. Esta característica leva ao desânimo de diversos estudantes por disciplinas profissionalizantes.

5.2 QUESTIONÁRIO AO FINAL DA PESQUISA

O segundo questionário foi aplicado aos estudantes, após esses terem desenvolvido e apresentado seus protótipos. A aplicação deste segundo questionário foi realizada de modo online e sem a presença dos pesquisadores, de forma que os estudantes não se sentissem pressionados em suas respostas.

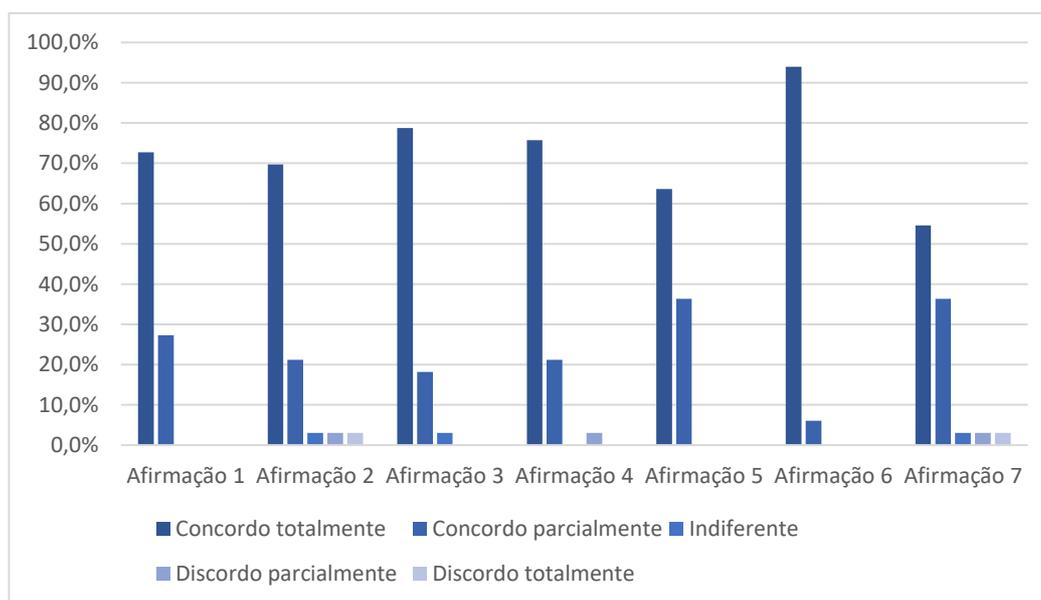
Este questionário foi dividido em duas partes. A primeira parte se referiu à percepção dos estudantes sobre sete afirmações sobre a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, de acordo com uma Escala Likert. A escala contou com os níveis: concordo totalmente, concordo parcialmente, indiferente, discordo parcialmente e discordo totalmente.

As sete afirmações da questão Q1 foram:

- Q1.1 *Eu percebo que meu entendimento sobre eletrônica melhorou a partir da construção do projeto.*
- Q1.2 *Eu percebo que a metodologia aumentou minha motivação para estudar Eletrônica Analógica.*
- Q1.3 *Eu percebo que estou mais envolvido com a disciplina de Eletrônica Analógica ao estudar com esta metodologia.*
- Q1.4 *Eu percebo que a metodologia ajudou a melhorar minha análise de circuitos eletrônicos.*
- Q1.5 *Eu percebo que a metodologia ajudou a melhorar minha capacidade de projetar circuitos eletrônicos.*
- Q1.6 *Eu acredito que a utilização de projetos como metodologia de ensino contribui para a melhoria da aprendizagem.*
- Q1.7 *Eu percebo que a metodologia ajudou a diminuir minhas maiores dificuldades dentro da disciplina de Eletrônica Analógica.*

O resultado com as respostas da turma sobre essas questões pode ser visto na Figura 3.

Figura 3: Resultados sobre a percepção dos estudantes acerca da Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos



Fonte: elaborada pelos autores.

De modo geral, é perceptível que os estudantes apontaram concordar que a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos provocou melhorias quanto ao entendimento e motivação de estudo a disciplina envolvida. Nota-se que para as afirmações Q1.1, Q1.5 e Q1.6 houve uma concordância, totalmente ou parcialmente, de todos os estudantes envolvidos.

É possível traçar outras importantes discussões a partir desses dados. A afirmação Q1.4 trata exatamente da dificuldade mais apontada pelos alunos durante o questionário inicial. A lembrar essa dificuldade é a “Análise de Circuitos”. Conforme visto na Figura 3, apenas um aluno discordou parcialmente sobre a metodologia ajudar a melhorar esta dificuldade.

Percebe-se, ainda, que apesar da alta concordância, as afirmações Q1.2, Q1.3 e Q1.7 apresentam alunos com discordância. Em comum, essas três afirmações tratam, especificamente, e nominalmente da disciplina Eletrônica Analógica. Acredita-se que esta característica está relacionada com a complexidade da disciplina e, com isso, a dificuldade de projetar e desenvolver projetos.

Ao comparar o resultado dessa parte do questionário com outros trabalhos (SOUSA, MATIAS FILHO, *et al.*, 2018; LIMA, 2018) se percebem compatibilidades de respostas.

A afirmação Q1.1 foi a mesma feita por Lima (2018) aos estudantes de uma turma da disciplina Eletrônica Geral no Curso Técnico em Eletromecânica integrado ao Ensino Médio após uma atividade com a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas. A autora também constatou que nenhum estudante discordou que o entendimento sobre eletrônica melhorou a partir da construção de projetos.

A afirmação Q1.6, sobre a utilização de projetos como metodologia de ensino melhora a aprendizagem, teve concordância por todos os estudantes desta pesquisa. Este mesmo índice foi encontrado por Lima (2018) em seus estudos. Não muito diferente, 97,8% dos estudantes pesquisados no trabalho de Sousa, Matias Filho *et al.* (2017), citado por Sousa, Matias Filho *et al.* (2018), afirmaram que o desenvolvimento de projetos auxiliou muito no processo de aprendizagem.

A segunda parte do questionário final foi formado por mais seis perguntas, dessa vez com respostas livres e abertas. A primeira questão aberta abordou: “Q2. Qual foi o maior desafio enfrentado pelo seu grupo durante o processo desta atividade?”. Cerca de 88% dos estudantes responderam à questão com elementos em torno da confecção do circuito projetado. Diferentemente do apresentado no questionário inicial, esta dificuldade está relacionada com atividades práticas e se refere apenas ao conteúdo programático desenvolvido na disciplina de Eletrônica Analógica, e não a suas antecessoras. Alguns estudantes citaram a dificuldade para a compra de componentes na cidade, enquanto outros especificaram o processo de corrosão e soldagem evitando curtos-circuitos como maior desafio. Houve ainda aqueles que citaram a dificuldade de organização de tempo.

A próxima questão interrogou os estudantes da seguinte maneira: “Q3. Você vê a existência de erros durante a realização do projeto como um ponto negativo para a aprendizagem? Por quê?”. Nesta pergunta, de forma unânime, os alunos responderam não ver a existência de erros como um ponto negativo. Esta pergunta

foi formulada, pois diversos alunos parecem apresentar desmotivação ao verem que seus protótipos não funcionaram na primeira tentativa, tendo que projetá-lo novamente, repassando por todo o processo de confecção de circuito, corrosão de circuito impresso, soldagem de componentes, entre outros passos. Algumas falas de destaque desta questão são mostradas a seguir:

Aluno 6: não, visto que creio que um dos princípios fundamentais da metodologia científica é valorizar todo o tipo de conhecimento.

Aluno 7: não, pois o grupo teve que refazer a placa mais uma vez ajudando melhor na compreensão.

Aluno 8: não, pois é justamente com os erros que aprendemos como é a forma correta de se fazer o trabalho, ao corrigi-los.

Aluno 9: não, os erros podem desanimar mas servem para certificar nossos conhecimentos e melhorar nossas habilidades, nos fazendo sair do comodismo.

Estas falas vão ao encontro de falas colhidas por Lima (2018) ao propor a reflexão sobre a presença de erros durante a confecção dos projetos aos estudantes envolvidos em sua pesquisa. Lembra-se que o erro, segundo teoria de Piaget (1896-1980), pode ser mais importante que um êxito precoce, sendo de grande valia na construção do pensamento (TAILLE, 1997). Luckesi (2013) afirma que o erro pode ser visto como um novo ponto de partida para o avanço da pesquisa.

A quarta questão deste questionário foi mais abrangente e questionou: “Q4. De que forma você percebe que a realização de projetos contribui para sua aprendizagem?”. Houve diversas respostas distintas, mas essas podem ser convergidas em melhoria ao relacionar conhecimento teórico e prático. Conforme já dito, esta é uma grande dificuldade dos alunos que cursam o Ensino Técnico integrado ao Ensino Médio. A mesma dificuldade foi apresentada nos estudos de Silva, Fonseca *et al.* (2016), Lima (2018) e Tavares (2019). Em todos esses trabalhos, assim como neste, a metodologia envolvendo a produção de projetos ajudou os alunos a visualizarem, com mais facilidade e significância, o conteúdo abordado em sala de aula. Ressalta-se que alguns estudantes voltaram a informar que a realização de projetos ajudou a melhorar a análise de circuitos. Seguem algumas respostas em destaque:

Aluno 10: permite a consolidação de conceitos aprendidos em sala de aula, nas aulas teóricas.

Aluno 11: aprendi melhor a analisar circuitos.

Aluno 12: na prática além de ser mais divertido o entendimento de como os componentes funcionam aumenta mais do que se ficássemos só na teoria.

Aluno 13: os projetos práticos nos permitem ver os conceitos aprendidos em sala de aula aplicados e conhecê-los de uma nova forma.

Sabe-se que uma boa relação ensino-aprendizagem só é possível quando se tem uma boa relação entre professor e estudante. Além disso, o professor que se propõe a trabalhar com a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos deve entender que sua função agora é de facilitador e orientador, e não mais como fornecedor de informações (BENDER, 2014). Pensando nisso foi perguntado aos estudantes envolvidos: “Q5. *Quais são as características necessárias a um professor para se trabalhar com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos?*”.

Diversas foram as repostas dos estudantes, mas alguns pontos merecem destaque. Vários deles citaram que o professor deve ser criativo, responsável, acompanhar os alunos em todas as etapas e saber quando auxiliá-los para promover a autonomia e não simplesmente solucionar o problema dado. Estas características vão ao encontro do que traça Bender sobre a metodologia analisada e a passagem do texto de Paulo Freire (1921-1997), em seu livro *Pedagogia da Autonomia* (FREIRE, 2018). Ao se destacar Freire, ele informa que o professor deve “saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou sua construção” (FREIRE, 2018, p. 46).

Outro ponto que chamou atenção nas respostas foi que cerca de 27% dos estudantes citaram a necessidade do professor ser calmo para boa execução da metodologia. Esta característica pode estar fortemente ligada, de forma pessoal, ao modo como o professor desta pesquisa trabalha com seus alunos. Para generalização deste ponto, devem ser realizadas outras pesquisas para melhor comparação.

Seguem algumas falas selecionadas sobre a questão Q5.

Aluno 7: ajudar os alunos quando necessário, mas deixar passar algumas dificuldades para ver que somos capazes de resolver um problema.

Aluno 9: se envolver com o projeto junto com os alunos, incentivando-os e auxiliando para que eles desenvolvam métodos para resolver os problemas e assim ampliar seu aprendizado naquela matéria. Deve estar sempre presente, mas proporcionar certa liberdade.

Aluno 14: fazer com que os alunos identifiquem os erros a partir de dicas e ser atencioso.

Aluno 15: deixar os alunos mais autônomos o possível.

Aluno 16: ter criatividade na hora de mostrar o problema para o aluno resolver, saber orientar os alunos em cada parte do processo da construção do projeto.

Por fim, as duas últimas questões sobre a avaliação do emprego da metodologia questionaram aos alunos: “Q6. *Quais são os aspectos positivos você aponta em se trabalhar com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos na disciplina de Eletrônica Analógica?*” e “Q7. *Quais são os aspectos negativos que você aponta em se trabalhar com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos na disciplina de Eletrônica Analógica?*”

O aspecto positivo mais citado pelos alunos novamente se refere à possibilidade de aprender na prática um conteúdo novo e eles citaram que

aprenderam a real praticidade de tais componentes eletrônicos e circuitos, algo de difícil percepção em aulas apenas expositivas. Informaram, ainda, que o estudo se torna mais prazeroso e divertido quando você mesmo é o agente principal, ou seja, quando se utiliza uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem.

Estes são exatamente os pontos buscados ao se trabalhar com metodologias ativas na Educação Profissional e Tecnológica, especialmente, quando se trata de cursos integrados ao Ensino Médio, em que os estudantes possuem pouco ou nenhum conhecimento específico sobre o que se estuda em seu curso, antes de ingressar no mesmo.

Embora 45,5% da turma envolvida tenha afirmado que não vê aspectos negativos em se trabalhar com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos na disciplina de Eletrônica Analógica, algumas falas merecem atenção. Alguns estudantes apontaram a dificuldade de trabalharem em grupos, devendo os grupos terem menos estudantes para facilitar a discussão de ideias. Este mesmo dificultador da metodologia foi apresentado por estudantes pesquisados por Lima (2018). Entretanto, Bender (2014) lembra que “saber trabalhar coletivamente na resolução de problemas, é de muitas maneiras, uma das mais importantes habilidades que qualquer jovem pode desenvolver, já que se trata de uma habilidade crucial para praticamente todos os trabalhos do século XXI” (BENDER, 2014, p. 49). De toda forma, cabe ao professor pensar na quantidade de alunos em cada grupo, de modo que todos possam participar e que também não se sintam sobrecarregados.

Outro ponto negativo citado pelos estudantes foi a quantidade de atividades escolares, acumulando diversos trabalhos extraclasse em diversas disciplinas. Este ponto também é encontrado no trabalho desenvolvido por Tavares (2019). O autor, assim como Bender (2014), cita a interdisciplinaridade como uma possível medida para auxiliar nesta dificuldade.

Ressalta-se ainda que estudantes puderam realizar uma autoavaliação de sua participação durante o processo desta atividade respondendo sua percepção pessoal sobre as seguintes afirmações:

- (i) promoção do trabalho em equipe com discussão entre os colegas para possíveis soluções;
- (ii) participação durante o processo de testes do circuito no protoboard;
- (iii) participação durante o processo de confecção do circuito (easyeda e corrosão);
- (iv) participação durante o processo de especificação/compra dos componentes;
- (v) participação durante o processo de soldagem dos componentes;
- (vi) participação durante o processo acerto de erros;
- (vii) organização para cumprimento de prazos ao decorrer do projeto;
- (viii) finalização do projeto em um produto;
- (ix) apresentação do projeto para banca final.

Não se irá neste texto discutir as repostas dos estudantes, mas é válido ressaltar que este foi um passo importante da intervenção pedagógica realizada. Ao promover autoavaliação, os alunos estão pensando e se responsabilizando pelos seus atos, tendo a oportunidade de validar seu desempenho e, ainda, refletirem sobre possíveis melhorias.

Especificamente sobre a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, Bender (2014) lembra que:

A reflexão sobre o próprio trabalho é uma ferramenta poderosa para a melhoria e, por essa razão, criar oportunidades para a reflexão dos alunos dentro da experiência de Aprendizagem Baseada em Projetos é algo enfatizado por praticamente todos os proponentes do modelo de ensino (BENDER, 2014, p. 49).

O autor ressalta ainda que a reflexão deve acontecer durante todo o processo de construção do projeto.

6 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados se considera a Aprendizagem Baseada em Projetos como uma estratégia potente para implementar uma metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem da disciplina Eletrônica Analógica. A Metodologia auxiliou os estudantes a melhor perceberem conteúdos teóricos aplicados para situações diárias.

Para se chegar a esta conclusão foi realizada uma intervenção pedagógica em uma turma do Curso Técnico em Eletrotécnica integrado ao Ensino Médio. Os estudantes foram apresentados a problemas corriqueiros do dia a dia e eles desenvolveram protótipos envolvendo apenas componentes e circuitos analógicos para solucionar tais problemas.

Em questionário aplicado aos estudantes, constata-se que as maiores dificuldades dos mesmos dentro da disciplina Eletrônica Analógica se referem a entender como o conteúdo teórico se aplica na prática diária. Estas dificuldades tratam de “Análise de Circuitos”, “Teoria e Aplicação de Conceitos” e “Produção de Circuitos Práticos”. Entretanto, os estudantes afirmaram que dificuldades foram mais bem atendidas ao trabalharem com a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos.

Lembra-se que parte das dificuldades encontradas na disciplina Eletrônica Analógica não se refere, necessariamente, a conteúdos programáticos dessa, e sim a disciplinas antecessoras. A promoção de resolução por projetos ajudou a suprir estas dificuldades, não impedindo a realização dos mesmos.

Ressalta-se que alguns estudantes apontaram pontos negativos em se trabalhar com tal metodologia, como o trabalho em grupo e o excesso de trabalhos acumulados com outras disciplinas. Compreende-se que cabe ao professor promover e orientar a socialização em trabalhos em grupo, assim como pensar com colegas modos interdisciplinares para diminuir a carga de trabalho dos estudantes.

Sobre o professor, foi possível ainda identificar a forte necessidade daquele que se propõe a trabalhar com esta Metodologia, assumir a posição de orientador e não mais de expositor de conhecimentos.

Percebe-se que parte da discussão desenvolvida ao longo da atividade envolve o debate sobre organização curricular e até mesmo sobre a organização da

própria escola. Estes não são focos deste trabalho, mas podem ser enfatizados como característica interdisciplinar da Aprendizagem Baseada em Projetos, que ajuda amenizar ou resolver diversos problemas da Educação, justamente por juntar conteúdos de diferentes disciplinas em um único projeto.

Por fim, lembra-se que os alunos participantes indicaram estar mais envolvidos e motivados a estudar Eletrônica Analógica após a confecção dos projetos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/agosto 2013.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 45, p. 57-67, maio/agosto 2013.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 56ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LIMA, S. M. D. **Aprendizagem de eletrônica baseada em problemas em curso de formação profissionalizante nível médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 74. 2018.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 1ª. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- MASSON, T. J. *et al.* Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XL., 2012, Belém. **Anais [...]**, Belém, 2012.
- MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. D.; MORALLES, O. E. T. **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: PROEX/UEPG, v. II, 2015. p. 15-33.
- PERTENCE JR, A. **Amplificadores operacionais e filtros ativos: eletrônica analógica**. 8ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- SILVA, G. S. D. *et al.* Incentivo a engenharia para alunos do ensino médio, utilizando protótipos desenvolvidos através da metodologia PBL. **Revista Eletrônica Engenharia Viva.**, Goiânia, v. 3, n. 1, Janeiro/Junho 2016.
- SOUZA, F. T. R. *et al.* Metodologia de ensino moderna orientada a projetos: modelo colaborativo de aprendizagem aplicado à disciplina de Eletrônica Digital. **Revista de Informática Aplicada**, v. 14, n. 1, p. 82-94, 2018.
- TAILLE, Y. D. L. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, J. G. **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997. p. 25-44.

TAVARES, C. L. S. O ensino investigativo como ferramenta para despertar interesse em alunos por disciplinas profissionalizantes: relato de experiência. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 17, p. e7967, dezembro 2019. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/7967>>. Acesso em: 2020 janeiro 12.

WIDMER, N. S.; MOSS, G. L.; TOCCI, R. J. **Sistemas Digitais: princípios e aplicações**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.