

POLÍTICAS PÚBLICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO: UMA RELAÇÃO POSSÍVEL¹

Energy efficiency public policies and technical high school education: a possible relationship

PEROTONI, Clayton²

MADRUGA, Kátia Cilene Rodrigues³

KNÖPKER, Mônica⁴

RESUMO

Ao longo do tempo, políticas públicas vêm sendo elaboradas para o enfrentamento de problemas públicos diversos. Entre as políticas públicas existentes, estão aquelas voltadas à eficiência energética. No caso do Brasil, uma delas é o Plano Nacional de Eficiência Energética que destaca, entre outras coisas, a importância da educação para a implantação de políticas desse gênero e aponta a necessidade da disseminação do tema eficiência energética na educação básica. Levando isso em consideração, realizou-se um estudo com o objetivo de analisar de que maneira a educação escolar pode contribuir para a implementação de políticas públicas relacionadas à eficiência energética. Dentre os movimentos de pesquisa empreendidos nesse estudo, este artigo tem como foco aquele que se dedicou a avaliar a implementação de uma situação de aprendizagem envolvendo o tema eficiência energética. Essa situação de aprendizagem foi realizada no 2º semestre de 2020. Ela ocorreu na unidade curricular Fabricação Mecânica aplicada à Montagem e Manutenção, do Curso Técnico em Eletromecânica, ofertado no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) em Criciúma, Santa Catarina. Como procedimento metodológico, optou-se pela pesquisa-ação. No tocante aos resultados, percebeu-se que os estudantes demonstraram indícios de aprendizagem sobre eficiência energética e aplicaram seus conhecimentos em situações do cotidiano. A partir disso, foi possível concluir que a educação escolar, ao favorecer a construção de conhecimentos, tende a impactar a tomada de decisão dos estudantes, contribuindo, assim, para a implementação de políticas públicas relacionadas à eficiência energética.

Palavras-chave: Políticas Públicas. Eficiência Energética. Educação profissional técnica de nível médio.

¹ Esta pesquisa é resultante de uma Dissertação de Mestrado realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

² Professor do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), da Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão (SATC) e da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Mestre em Energia e Sustentabilidade (UFSC) e Perito nomeado do Tribunal de Justiça de Santa Catarina. E-mail: clayton.perotoni@gmail.com.

³ Professora associada do Departamento de Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), doutora em Administração (Bremen/Alemanha) e pesquisadora do Grupo de Energia e Sustentabilidade. E-mail: katia.madruga@ufsc.br.

⁴ Professora do Departamento de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), doutora em Educação (UFRGS) e pesquisadora do Grupo de Pesquisa Cultura e Pedagogia na Modernidade Líquida. E-mail: monica.knopker@ifsc.edu.br.

ABSTRACT

Over time, public policies have been developed to face a variety of public problems. Among the existing ones are those aimed at energy efficiency. In the case of Brazil, one of these policies is the National Plan for Energy Efficiency, which highlights, among other things, the relevance of education for the implementation of policies of this kind. In addition, it points out the importance of disseminating the topic of energy efficiency in basic education. Considering this, a study was carried out aiming at analyzing how school education can contribute to the implementation of public policies related to energy efficiency. Within the research studies which have been undertaken in this investigation, this article focuses on the one dedicated to evaluating the implementation of a learning situation involving the topic of energy efficiency. This learning situation was conducted in the second semester of 2020. It was developed in the curricular unit Mechanical Manufacturing applied to Assembly and Maintenance, of the Electro-Mechanics Technical Course, offered at the National Service for Industrial Learning (SENAI) in Criciúma, Santa Catarina, Brazil. As a methodological procedure, it was chosen the action research. Regarding the results, it was noticed that the students showed signs of learning about energy efficiency and applied their knowledge in everyday situations. Based on this, it was possible to conclude that school education, by favoring the construction of knowledge, tends to impact the decision making of students, contributing, consequently, to the implementation of public policies related to energy efficiency.

Keywords: Public Policies. Energy Efficiency. Technical High School Education.

INTRODUÇÃO

As políticas públicas são concebidas por meio de ações e programas voltados ao enfrentamento de problemas públicos diversos, a fim de garantir os direitos dos cidadãos. Elas atendem diferentes áreas e visam o bem estar da população (SOUZA, 2006). Entre as políticas públicas existentes estão aquelas voltadas à eficiência energética. No caso do Brasil, o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) e o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) são exemplos de políticas públicas importantes sobre essa temática.

Dentre as políticas públicas supracitadas, o PNEf dedica um de seus capítulos à educação. Cumpre salientar que no documento são indicados alguns desafios para a implementação da eficiência energética. No intuito de superá-los, é proposto, entre suas linhas de ação e atuação, a inserção da Educação Ambiental (EA) na formação profissional por meio da adequação dos currículos das escolas técnicas. O plano destaca também a importância da educação para a implantação de políticas públicas e aponta a necessidade da disseminação do tema eficiência energética na educação básica (BRASIL, 2011).

Alinhados aos pressupostos do PNEf, há estudos que identificam que a partir da implementação de políticas públicas de eficiência energética, por meio da educação básica, é possível propiciar a formação de indivíduos dispostos a promover o uso racional da energia. Além disso, também indicam que a educação pode colaborar para que um maior número de cidadãos tenha interesse pelo tema (MUCHAIABANDE; CARVALHO; MAHANJANE, 2018; GUARENGHI; AZEVEDO; CAVALIERO, 2016; ALTOÉ *et al.*, 2017).

Em face do exposto, realizou-se uma investigação com o objetivo de analisar de que maneira a educação escolar pode contribuir para a implementação de políticas públicas relacionadas à eficiência energética. Essa investigação trata-se de uma dissertação de mestrado vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina e foi estruturada a partir de três movimentos de pesquisa. No primeiro movimento, realizou-se uma

pesquisa documental, a fim de examinar políticas públicas brasileiras relacionadas à educação e à eficiência energética. No segundo movimento, analisou-se publicações científicas no intuito de identificar estudos sobre a implementação de políticas públicas relacionadas à eficiência energética por meio da educação. Por fim, no terceiro movimento, efetivou-se uma pesquisa-ação para avaliar uma situação de aprendizagem⁵ (SA) envolvendo o tema eficiência energética em uma das unidades curriculares do Curso Técnico em Eletromecânica do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI),⁶ localizado em Criciúma, Santa Catarina. Neste artigo, o foco aplica-se ao terceiro movimento de pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Políticas Públicas

Souza (2006), em seus estudos sobre políticas públicas, as define como um campo dentro do estudo da política que analisa o governo à luz de grandes questões públicas. Para Lynn (1980), elas são um conjunto de ações do governo que irão produzir efeitos específicos. Peters (2015) segue a mesma linha de raciocínio. Segundo o autor, políticas públicas referem-se à soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou através de delegação, que influenciam a vida dos cidadãos. Já para Villanueva (2009) e Fobissie (2019), as políticas públicas podem denotar várias coisas, um modelo teórico ou a tecnologia aplicável em que se sustenta uma política governamental (política de energia, política de renda regressiva, política de ajuste e estabilização).

Em uma vertente um pouco diferente dos demais, Secchi (2016) aponta que, além do Estado, existem outros atores relevantes ligados à produção e à implementação de políticas públicas, como professores universitários, pesquisadores, técnicos governamentais e jornalistas. Ainda segundo Secchi (2014), as políticas públicas possuem sete fases em seu processo de formação: identificação do problema, formação da agenda, formulação de alternativas, tomada de decisão, implementação, avaliação e extinção.

A fase de identificação do problema consiste na identificação e na apresentação de uma solução para problemas que causam desigualdade social. Logo após, vem a formação da agenda que pode ser caracterizada pelo planejamento a ser realizado com base nos problemas identificados. Arelado a essa fase, inicia-se o processo de formulação de alternativas para os problemas previamente identificados. Com isso, é possível, após análise das alternativas apresentadas, escolher a que melhor se aplica ao problema. A fase de implementação corresponde ao ato de colocar em prática o planejamento realizado para a aplicação da alternativa escolhida. A avaliação torna-se fundamental para contribuir para o sucesso da política pública e deve ser considerada em todas as suas fases. A última fase diz respeito à extinção. No tocante a ela, cumpre destacar que uma política pode ser extinta tanto no caso de não serem alcançados os objetivos traçados, quanto no caso de se obter sucesso em sua implementação e atingimento dos objetivos (Secchi, 2014).

⁵ Situação de Aprendizagem é o nome dado a uma das estratégias metodológicas adotadas pelo SENAI para a organização da dinâmica das aulas.

⁶ O SENAI oferta ensino médio, cursos de aprendizagem industrial, cursos técnicos, graduação, pós-graduação, extensão e qualificação profissional (SENAI, 2018).

Ademais, Queiroz (2012) explica que o termo política pública é empregado de várias formas em diversos contextos. Ele pode representar uma área de atividade governamental (política social, política agrícola), um objeto (estabilizar a moeda), uma decisão governamental para solução de uma situação de emergência (decretar calamidade pública), um programa (combate de mortalidade infantil), etc.

Eficiência Energética

Segundo Gouveia (2008), a eficiência energética pressupõe a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia ao longo do seu processo de transformação e no decorrer da respectiva cadeia de valor, desde o momento em que a energia é extraída até ser utilizada pelos consumidores finais.

De acordo com o PNEf, “eficiência energética refere-se a ações de diversas naturezas que culminam na redução da energia necessária para atender às demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos” (EPE, 2011, p. 1). Em complemento a isso, o documento afirma que ela “objetiva, em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto da natureza” (EPE, 2011, p. 1).

Corroborando a isso, o Atlas da Eficiência Energética descreve que “eficiência energética compõe uma das estratégias para se atender à demanda energética” (EPE, 2019, p. 13). Já para Battles (1999, p. 56), “Eficiência Energética tem lugar quando os *inputs* de energia são reduzidos para um dado nível de produtos e/ou serviços ou existe um aumento dos bens e/ou serviços para um dado montante de *inputs* de energia”.

Então, podemos dizer que a eficiência energética consiste na relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização, melhorando assim o uso das diversas fontes de energia.

Vygotsky e o conceito de mediação

Vygotsky revolucionou a psicologia tradicional por fundamentar, pela abordagem sócio-histórica, as áreas da psicologia social e educacional a partir do século XX (ZANOLLA, 2012). Segundo Rabello (2010), ele dava ênfase, entre outras coisas, ao processo histórico-social e ao papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. Esse mesmo autor destaca que, para Vygotsky, o sujeito interage de modo intrapessoal e interpessoal, bem como com o meio e, através disso, obtém conhecimentos.

Considerando a importância de suas proposições e o fato de que o SENAI, instituição na qual a SA foi implementada, indica Vygotsky em seu Projeto Pedagógico como um dos autores importantes para o planejamento e o desenvolvimento da prática docente, optou-se por tomar um dos conceitos centrais de sua obra como referência no estudo que deu origem a este artigo, qual seja: o conceito de mediação. Vale frisar que a escolha desse conceito se deu especialmente por sua relevância no tocante ao desenvolvimento da aprendizagem em sala de aula.

No que concerne ao conceito de mediação, é importante lembrar que, para Vygotsky, a relação do homem com o mundo físico e social é sempre mediada. Os elementos mediadores são de naturezas distintas e referem-se ao uso de instrumentos e de signos. O emprego de instrumentos, enquanto elementos externos aos indivíduos, está vinculado às possibilidades de transformação da natureza pelo homem (VYGOTSKY, 1996). Para o autor, no processo de desenvolvimento humano, há

transformações gradativas na utilização desses instrumentos. Com relação ao uso de signos, ele indica que tais elementos produzem novas relações com o ambiente e uma nova organização do próprio comportamento do ser humano. Afinal, “os signos são mediadores de natureza psicológica que auxiliam o desenvolvimento de tarefas que exigem atenção ou memória, uma vez que podem interpretar ou mostrar dados da realidade, referindo-se a elementos ausentes” (VYGOTSKY, 1978, p. 86). De acordo com Vygotsky (1999, p. 53), a mediação por signos “cria possibilidades de reelaboração ou recriação da realidade e esta é restabelecida, como um elo de ligação em que o signo, a atividade e a consciência interagem socialmente”. Dessa forma, ela possibilita a aquisição de funções superiores.

Um aspecto central da teoria de Vygotsky, que se relaciona significativamente com o conceito de mediação, é a importância dada pelo autor à intervenção de outras pessoas (adultos e/ou pares mais capazes) no desenvolvimento dos sujeitos (OLIVEIRA, 2005; KHAN, 2019). Devido a isso, o trabalho desenvolvido no contexto escolar deve priorizar práticas que possibilitem tanto a interação entre professor e alunos quanto entre os próprios alunos.

METODOLOGIA

Em busca de alcançar o objetivo almejado, efetivou-se uma pesquisa-ação. Essa pesquisa-ação consistiu na implementação de uma SA, envolvendo o tema eficiência energética no Curso Técnico em Eletromecânica, do SENAI/SC/Criciúma. No que se refere à SA, esta foi organizada com duração de 12h/a (4 encontros) e implementada na unidade curricular de Fabricação Mecânica Aplicada à Montagem e Manutenção, no segundo semestre de 2020.⁷

Com referência à organização da SA, vale frisar que ela teve como ponto de partida a apresentação de uma situação-problema aos alunos no laboratório de Comandos Numéricos Computadorizados (CNC) do SENAI/SC/Criciúma. Neste, os equipamentos alocados incluem 16 máquinas com fabricação superior há 15 anos, ou seja, já estão fora dos padrões de eficiência energética em comparação com os novos equipamentos disponíveis para venda no mercado industrial.

No tocante à turma em que a SA foi efetivada, cumpre salientar que se refere à Turma 2020/1 da 2ª fase do Curso Técnico em Eletromecânica. Essa turma era composta de estudantes com faixa etária entre 17 e 43 anos de idade. Destes, aproximadamente 35% eram alunos que saíram do ensino médio e ingressaram diretamente no ensino técnico e 65% já atuavam no mercado de trabalho e buscavam, por meio do curso, melhorias em sua formação e/ou recolocação profissional.

O desafio proposto para a turma foi o de realizar um exame dos maquinários que são utilizados no referido laboratório para fabricação mecânica de eixos, gaxetas, polias, engrenagens, entre outros. Além disso, foi solicitado o estudo do layout do ambiente no tocante à melhoria do processo produtivo, uma investigação dos sistemas de iluminação existentes, da eficiência dos equipamentos, a análise e a proposição de melhorias na parte elétrica com o intuito de reduzir-se os custos com consumo de energia elétrica e, por conseguinte, custos de produção. Os alunos e futuros profissionais técnicos deveriam, em resumo, analisar, propor melhorias e soluções

7 Devido à pandemia de COVID-19, o segundo semestre de 2020 durou de dezembro de 2020 a julho de 2021.

para a redução de custos de produção envolvendo a parte de processos mecânicos e elétricos existentes no Laboratório de CNC.

No que concerne à avaliação da SA, procurou-se identificar indícios de aprendizagem comparando as informações apresentadas pelos alunos em dois questionários: inicial e final. Com relação ao questionário inicial, ele foi composto por 5 questões que tinham como objetivo coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados ao tema eficiência energética. No que se refere ao questionário final, ele possuía 6 perguntas, sendo as 5 primeiras iguais àquelas do questionário inicial, com o intuito de que houvesse parâmetros para a comparação entre as respostas. Já na última pergunta, solicitou-se comentários e sugestões sobre a SA com a intenção de verificar como os alunos avaliaram as atividades propostas.

Cumprе salientar que ao optar-se pelo ensino através de uma SA, objetivou-se a integração entre os diversos conteúdos abordados em sala de aula. Ademais, intencionou-se que se estabelecesse diferentes relações entre esses conteúdos e a realidade encontrada pelo aluno no mercado de trabalho. Até porque, no documento *Elaboração de perfis profissionais por comitês técnicos setoriais*, do SENAI, é afirmado que a SA precisa ser uma “atividade desafiadora que, planejada pedagogicamente, considera a intersecção entre o difícil e o possível para o aluno num determinado momento” (SENAI, 2008, p. 29). Além disso, elas devem proporcionar ao estudante a oportunidade de aprender fazendo, para que ele reconheça o significado daquilo que está sendo aprendido (SENAI/DN, 2013).

No Quadro 1 apresenta-se a SA, indicando seus objetivos gerais e específicos, bem como as estratégias metodológicas e atividades que foram realizadas em cada um dos quatro encontros.

QUADRO 1. SA

<p>OBJETIVOS GERAIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avaliar características, aplicações, variáveis e requisitos funcionais dos diferentes processos de fabricação mecânica, analisando a qualidade dos processos e produtos, assim como a correta utilização de máquinas, equipamentos e ferramentas considerando as características de eficiência energética. - Interpretar projetos e requisitos das normas quanto às especificações técnicas e características a serem consideradas e atendidas na execução do processo produtivo, melhorando e otimizando o uso das máquinas e equipamentos visando à eficiência energética. - Integrar os princípios da qualidade às atividades sob a sua responsabilidade, demonstrando comportamento ético e reconhecendo a iniciativa e os princípios de organização das pessoas em grupos. 			
1-AULA/ CARGA HORÁRIA	2-OBJETIVO(S) ESPECÍFICO(S)	3-ESTRATÉGIA(S) METODOLÓGICA(S)	4-ATIVIDADE(S)
01 – 03h30min	<ul style="list-style-type: none"> - Expressar os conhecimentos prévios sobre eficiência energética. - Avaliar os dados técnicos dos motores dos equipamentos, levando em consideração a qualidade do produto e o atendimento às normas técnicas vigentes. - Identificar motores com as mesmas especificações técnicas e com maior eficiência energética. - Expressar indícios de conhecimentos construídos ao longo da aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada. - Trabalho em grupo. - Sala de aula invertida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário de levantamento de conhecimentos prévios. - Abertura das proteções dos motores para acesso aos seus dados. - Discussão sobre motores presentes nos atuais equipamentos abertos e sua eficiência energética e aplicação. - Pesquisa na internet sobre quais motores podem ser substituídos nos equipamentos atuais do Laboratório de CNC. - Aplicação de formulário de conhecimentos da aula.

1-AULA/ CARGA HORÁRIA	2-OBJETIVO(S) ESPECÍFICO(S)	3-ESTRATÉGIA(S) METODOLÓGICA(S)	4-ATIVIDADE(S)
02 – 03h30min	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer características, aplicações, variáveis e requisitos funcionais dos diferentes processos de fabricação mecânica. - Avaliar os tipos de motores e sua eficiência energética. - Identificar a adequação das luminárias e fiações ao ambiente considerando as atuais tecnologias disponíveis e sua eficiência energética. - Realizar a confecção de um componente mecânico do motor, respeitando o descarte consciente do material resultante do processo produtivo. - Expressar indícios de conhecimentos construídos ao longo da aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada. - Trabalho em grupo. - Brainstorming. - Aula prática no Laboratório de CNC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Com base na pesquisa realizada, escolha de motores com maior eficiência energética para os equipamentos do laboratório. (Continua...) - Mapeamento e caracterização do sistema de iluminação presente no Laboratório de CNC. - Brainstorming para evidenciar as economias que podem ser obtidas, melhorias nos processos e aumento da eficiência energética nos equipamentos do Laboratório de CNC. - Pesquisa na internet sobre luminárias e lâmpadas que apresentam maior eficiência energética e poderiam ser utilizadas no Laboratório de CNC. - Proposição de um sistema de iluminação mais eficiente para o Laboratório de CNC. - Confecção de um componente mecânico do motor. - Aplicação de formulário de conhecimentos da aula.
03 – 03h30min	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar a possibilidade técnica/financeira das propostas de trocas de motores e sistema de iluminação. - Realizar a confecção de um componente mecânico do motor, respeitando o descarte consciente do material resultante do processo produtivo. - Expressar indícios de conhecimentos construídos ao longo da aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada. - Trabalho em grupo. - Aula prática no Laboratório de CNC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de cálculo de retorno de investimentos para as mudanças propostas nos motores e sistema de iluminação do Laboratório de CNC. - Continuação da confecção de um componente mecânico do motor. - Aplicação de formulário de conhecimentos da aula.

1-AULA/ CARGA HORÁRIA	2-OBJETIVO(S) ESPECÍFICO(S)	3-ESTRATÉGIA(S) METODOLÓGICA(S)	4-ATIVIDADE(S)
04 – 03h30min	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar características e qualidade dos processos de fabricação mecânica vinculado às normas técnicas. - Realizar a confecção de um componente mecânico do motor, respeitando o descarte consciente do material resultante do processo produtivo e submeter à avaliação. - Argumentar sobre as melhorias nos motores e sistema de iluminação com maior eficiência energética. - Expressar indícios de conhecimentos construídos ao longo da aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada. - Trabalho em grupo. - Aula prática no Laboratório de CNC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Finalização de um componente mecânico do motor e submissão à avaliação. (Continua...) - Apresentação em relatório técnico das melhorias propostas para aumento da eficiência energética no Laboratório de CNC. - Aplicação de formulário de conhecimentos da aula. - Aplicação de questionário final para levantamento de indícios de conhecimentos construídos ao longo da SA.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Por fim, é relevante informar que, com o intuito de não expor a identidade dos alunos que participaram da pesquisa, utilizou-se como critério a nomeação dos participantes com a letra X seguida de um número sequencial de 1 a 20.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados e suas respectivas discussões a partir da análise das respostas obtidas nos questionários implementados no decorrer da SA. Na questão 1 foi solicitado aos estudantes que respondessem se sabiam o que era eficiência energética, bem como que justificassem suas respostas. Dos 20 alunos, 5 responderam que não sabiam e 15 responderam que sabiam o que era eficiência energética. Destes, 4 apresentaram considerações incompletas e/ou equivocadas.

No caso dos estudantes que responderam que não sabiam, pode-se ressaltar o exemplo do aluno X2 que, no último encontro, respondeu que “eficiência energética tem a ver com melhorar o uso das fontes de energia, diminuindo o consumo e reduzindo gastos”. Destaca-se essa resposta, pois, assim como em outros casos, ela mostra-se alinhada com o que propõe Altoé *et al.* (2017), já que esses autores apontam que, quanto maior o crescimento da economia, maior é a possibilidade do uso racional da energia empregada.

Da mesma forma, a resposta dada inicialmente pelo aluno X3 foi que ele não sabia o que era eficiência energética. Entretanto, após a participação nas aulas, ele escreveu no questionário final que “eficiência energética é uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia. A utilização racional de energia é chamada também

simplesmente de eficiência energética”. Sua resposta, assim como no caso anterior, demonstra indícios de aprendizagem. Isso também ocorre no caso da resposta do segundo questionário do aluno X15. Nela, ele afirma que eficiência energética “é utilizar de forma correta os equipamentos substituindo equipamentos antigos e com baixa eficiência por novos equipamentos mais eficientes”. Também o aluno X17 não sabia responder a primeira pergunta inicialmente, porém demonstrou evolução conceitual no questionário final, visto que ele respondeu que “eficiência energética é você utilizar um equipamento com um consumo menor de energia fazendo mais ou igual com ele”.

Com relação àqueles que responderam de forma incompleta, um exemplo foi o caso do aluno X6 que registrou que eficiência energética “é um equipamento com boa qualidade e com tecnologia avançada”. É interessante chamar a atenção para o caso desse estudante, posto que, após as atividades realizadas em grupo e mediadas pelo professor, houve uma nova e mais completa resposta no questionário final, a saber: “a eficiência energética consiste em obter o melhor desempenho na produção de um serviço com o menor impacto e gasto de energia. Um exemplo é a modernização dos equipamentos e processos no sentido de reduzir o seu consumo de energia”. Além dessa resposta apresentar um entendimento mais aprofundado por parte do aluno, que inclui até mesmo um exemplo, ela possibilita inferir, assim como as demais supracitadas, que a estratégia educacional inspirada no que propõe Vygotsky (1999) sobre o conceito de mediação pode ter surtido efeito.

Ademais, a evolução no tocante ao entendimento dos alunos, conforme explicitado por meio dos exemplos supracitados, nos faz cogitar que a educação pode ser um dos caminhos para se alcançar o consumo racional e a ampliação da eficiência energética, até porque, segundo Altoé *et al.* (2017), o conhecimento tende a gerar mudança de atitude. Isso também corrobora o que propõe o PNEf em seu capítulo nº 5, que trata sobre o tema Eficiência Energética na Educação.

Por fim, sobre a análise da questão 1, cabe ressaltar que as respostas dos estudantes ao questionário final sobre o conceito de eficiência energética estão alinhadas às definições indicadas no Atlas de Energia e no Plano Nacional de Eficiência Energética. Além disso, cumpre destacar que, após os encontros, 100% dos estudantes demonstraram algum tipo de evolução conceitual e conseguiram explicar de modo adequado o conceito de eficiência energética.

A partir da questão 2, na qual foi solicitado aos alunos que falassem o que entendiam sobre eficiência energética de um equipamento, chegou-se a algumas considerações. Dos 20 estudantes que responderam à pergunta, apenas 3 registraram respostas corretas no questionário inicial, 10 responderam de modo incompleto e 7 indicaram respostas equivocadas. Dos 10 alunos que haviam respondido de modo incompleto, 100% responderam à questão 2 com mais qualidade após as atividades realizadas. Um exemplo disso é o caso do estudante X12 que, no questionário final, escreveu que eficiência energética de um equipamento é “quando há possibilidade de uma maior velocidade na produtividade. Isso se consegue através de um equipamento que auxilia muitas vezes no aumento da produção, com um consumo menor de energia ou emprego de novos equipamentos”. Outro exemplo é o caso do aluno X13 que registrou em seu último questionário que eficiência energética de um equipamento é “trabalhar com o máximo de produção do equipamento, com menor gasto de energia e menor manutenção”.

As respostas dadas pelos referidos alunos vão ao encontro das contribuições de Gouveia (2008) sobre o desenvolvimento de novas tecnologias que reduzem o consumo de energia. Ademais, o ganho e o aumento da produtividade, tendo em vista que já se encontram no mercado equipamentos eficientes tecnologicamente como motores e lâmpadas.

No tocante aos 7 alunos que responderam de forma equivocada, obteve-se evolução nas respostas de cerca de 70% deles após a implementação da situação de aprendizagem, ou seja, 5 alunos apresentaram indícios de aprendizagem sobre o tema no questionário final. O estudante X2 é um exemplo disso, posto que, inicialmente, informou como resposta que eficiência energética de um equipamento “é o trabalho por muito mais tempo, com mais qualidade, dando menos prejuízo e mais lucro” e, no segundo questionário, demonstrou ter ampliado o seu entendimento ao responder o seguinte: “eficiência de um equipamento é quando ele dá mais produção sem gerar paradas de funcionamento sem ter que gastar com manutenção e gastando menos energia”. Outro exemplo foi o caso do estudante X8 que, no primeiro momento, respondeu que se referia ao “tempo hábil que um equipamento está produzindo” e, no segundo momento, modificou sua resposta para “aproveitamento das suas funções, com baixo uso de energia, melhorando também a eficácia e diminuindo gastos de energia desnecessários”. Soma-se a esses exemplos a resposta apresentada pelo aluno X17 que, inicialmente, afirmou que eficiência energética de um aparelho é “a qualidade” e, depois, a descreveu como “[...] o quanto o equipamento pode trabalhar consumindo pouca energia, fazendo mais ou igual com menos energia”.

As respostas dadas pelos alunos corroboram, assim como na questão anterior, o que é indicado pelo PNEf em relação à educação ser uma possibilidade de ampliar o conhecimento das pessoas sobre eficiência energética e uso racional de energia com vistas a favorecer a longo prazo uma mudança cultural.

No que se refere à questão 3, solicitou-se que os estudantes assinalassem em uma lista de equipamentos e/ou processos em quais dos casos seria possível implementar estratégias para o alcance de uma maior eficiência energética. Dos 20 alunos que responderam à questão, 3 responderam corretamente assinalando todos os itens e 17 responderam indicando apenas alguns equipamentos e/ou processos. Desses 17 alunos, 4 apontaram de 1 a 2 equipamentos e/ou processos, 5 marcaram de 3 a 5 equipamentos e/ou processos e 8 alunos assinalaram de 6 a 7 equipamentos e/ou processos. A partir desses dados, fica claro que, naquele momento, existia uma limitação de entendimento do conceito de eficiência energética por parte da maioria dos estudantes, conforme já havia sido exposto inclusive nas questões anteriores.

Vale registrar que quem assinalou que em todos os equipamentos e/ou processos poderiam ser implementadas estratégias para o alcance de uma maior eficiência energética foram os alunos X1, X16 e X19. Esses três alunos são os mesmos que responderam corretamente às perguntas anteriores. Suspeita-se, pelas respostas dadas e por suas interações em aula, que eles já haviam tido contato com o tema e com a aplicação de estratégias voltadas à eficiência energética em suas residências e/ou empresas. A presença de estudantes com um nível de conhecimento mais aprofundado no assunto foi importante para o progresso dos demais, pois eles atuaram como parceiros mais experientes, auxiliando-os na resolução de problemas que ainda não conseguiam resolver sozinhos, assim como sugere Vygotsky (1999).

Os demais dezessete alunos, depois de interagirem com os referidos estudantes e com o professor, de participarem da explanação/construção de conceitos sobre eficiência energética, de efetuarem pesquisas na internet sobre os equipamentos e seus respectivos consumos, de constatarem a disponibilidade de novos equipamentos que produzem mais ou igual com a utilização de menos energia, entre outras atividades, tiveram sua compreensão sobre a aplicação do conceito de eficiência energética significativamente alterada. Afinal, 100% dos alunos conseguiram identificar no questionário final que todos os equipamentos e/ou processos listados na pergunta eram passíveis de implementação de estratégias de eficiência energética. Isso reforça o que Muchaiabande, Carvalho e Mahanjane (2018) apontam em seus estudos, a saber: a educação é um meio para a disseminação dos conceitos sobre esse tema.

Na questão 4 perguntou-se aos alunos se eles conseguiam identificar, dentro de suas áreas de atuação, a possibilidade de gerar maior economia de energia em processos/maquinários associada a uma maior produtividade. Dos 20 alunos que responderam o primeiro questionário, 11 apontaram inicialmente que existia a possibilidade de geração de maior economia de energia e 9 disseram não saber. Contudo, 3 desses 11 alunos responderam à pergunta de modo equivocado, como foram os casos de X8, X9 e X13, que relacionaram o fato de os maquinários estarem sempre prontos para o uso, otimizando o tempo e gerando maior economia de energia. Logo, considerando os 9 alunos que responderam não saber como identificar possibilidades de economia de energia, podemos inferir que 12 alunos no total não tinham conhecimento aprofundado do assunto.

Após terem contato com os conceitos de eficiência energética e com alternativas de geração de energia e, a partir da identificação de equipamentos eficientes à venda no mercado, esses estudantes apresentaram novas considerações no questionário final. Esse é o caso do aluno X2 que havia respondido no primeiro questionário que não sabia, já que os processos em sua empresa eram realizados manualmente e, posteriormente, respondeu o seguinte: “sim, pois onde eu atuo, mesmo a produção sendo manual, podem ser melhoradas as máquinas, apesar de serem poucas utilizadas, sendo assim, já irá gerar economia”. Da mesma forma, o aluno X3, que havia respondido “não sei”, após os quatro encontros realizados, respondeu que “sim, as lâmpadas de LED e as trocas dos motores pelos novos e mais eficientes, as trocas dos cabos de alimentação de todas as partes elétricas e o correto dimensionamento”. Também, nesse mesmo viés, o aluno X10, que havia respondido que achava que não, formulou uma nova resposta no questionário final afirmando que “sim, em todo final de procedimento de serviço finalizado estamos desligando as máquinas”.

Nas respostas do questionário final, 100% dos alunos afirmaram que era possível a geração de economia de energia. Isso possibilita ratificar o entendimento de Khan (2019) de que a educação pode ser um meio para se atingir uma maior eficiência energética. Cumpre salientar que esse resultado pode ter sido alcançado, especialmente pelo fato de terem sido planejadas atividades que favoreceram a mediação do professor e a interação entre os estudantes, propostas essas inspiradas nos estudos de Vygotsky (1988). Entre essas propostas, destaca-se a retomada frequente dos conceitos trabalhados a partir da atividade final de cada aula na qual os estudantes registravam suas aprendizagens.

Na questão 5 perguntou-se aos alunos se eles já praticavam alguma forma de economia de energia em suas empresas ou em suas casas. A partir das respostas, foi

possível constatar que dos 20 estudantes que responderam, apenas 3 afirmaram que não praticavam nenhuma forma de economia de energia e 17 alunos responderam praticar algum tipo de economia de energia. Destes, 1 aluno, o X6, informou que a empresa em que trabalhava possui gerador de energia pelo sistema fotovoltaico e 1 aluno, o X14, apresentou resposta destoante à pergunta realizada.

Em síntese, a apropriação dos conhecimentos sobre eficiência energética pelos alunos possibilitou o entendimento por parte deles de que é possível a economia de energia em suas empresas e em suas residências através de pequenos atos realizados, o que leva ao uso racional de energia.

Dos alunos que haviam respondido anteriormente que não praticavam nenhuma forma de economia de energia, temos o exemplo de X11 que, ao final dos encontros, relatou possíveis mudanças de atitude, visto que respondeu o seguinte: “sim, tanto na empresa, quanto no meu ambiente familiar, eu agora pratico eficiência energética, pois tento evitar de deixar lâmpadas ligadas sem necessidade, estou realizando também a análise de equipamentos para troca como geladeiras antigas por novas”. Da mesma forma, o aluno X17, que havia respondido primeiramente que não praticava, no questionário final apresentou uma nova resposta: “sim, fiz a substituição das lâmpadas por lâmpadas de LED e troca de alguns equipamentos por equipamentos mais eficientes e com selo PROCEL”. Também o aluno X18, que tinha respondido inicialmente a mesma coisa, após a participação na SA, escreveu que “após a aula estou utilizando lâmpadas de LED”.

As três respostas dadas pelos alunos descritos acima são evidências de indícios de aprendizagem que pode ter ocorrido através dos estudos realizados em sala de aula. Isso reforça a conclusão de Fobissie (2019) de que seria imprescindível haver políticas para eficiência energética orientadas à comunidade, especialmente para que ela possua a compreensão sobre o que é sustentabilidade energética, bem como a consciência da necessidade de substituição das fontes de energia não renováveis. Em seu estudo, tal autor salientou a importância da educação, a fim de que isso se efetive. Ademais, indicou que a educação pode ser um facilitador para que as políticas públicas apresentem melhor eficiência no atingimento de seus objetivos.

Outrossim, as cinco perguntas efetuadas no final dos quatro encontros apresentam-se ricas no tocante a indícios de aprendizagem por parte dos alunos sobre o tema eficiência energética. Tais indícios foram também percebidos quando foi solicitado que fizessem comentários e sugestões sobre a sequência de aprendizagem e suas atividades. Como exemplo, temos o aluno X3 que escreveu o seguinte: “eu vi que quase tudo que possuímos nas empresas ou em casa tem como fazer melhorias de eficiência energética para ter um futuro melhor para a população”. Também o aluno X5 expressou-se da seguinte forma: “foi uma SA que veio para somar no meu conhecimento o que sempre temos que tentar fazer mais ou igual, mas sempre tentar consumir menos energia”. Nas respostas dadas pelos dois alunos é possível perceber que ambos conseguiram identificar a possibilidade de melhorias e/ou economia ao utilizar a energia disponível.

Cabe salientar que o aluno X12 sugeriu que seja trabalhado eficiência energética nas diversas unidades curriculares do curso, conforme descrito por ele:

Acho que estamos no caminho certo para entendermos de fato o que é eficiência energética, como utilizar melhor a energia, gerando assim ganhos para a empresa e aumentando a competitividade. Sugiro então que os professores poderiam trabalhar com o projeto e juntos para que os alunos trabalhem sempre no mesmo ritmo porque eu acho que a economia de energia está relacionada em todas as matérias do curso.

Nos casos das sugestões registradas, observou-se que houve um interesse dos alunos sobre o tema trabalhado. É possível dizer, por meio dos resultados obtidos, que esses alunos poderão contribuir no processo de implementação de políticas públicas de eficiência energética no tocante à economia de energia e à substituição das fontes não renováveis por renováveis. Isso vai ao encontro do que é previsto na fase de implementação e monitoramento das políticas, conforme indicado por Secchi (2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme proposto inicialmente, o objetivo do trabalho que deu origem a este artigo foi analisar de que maneira a educação escolar pode contribuir para a implementação de políticas públicas relacionadas à eficiência energética. Para tanto, o estudo foi composto por três movimentos, entre eles uma pesquisa-ação, a fim de avaliar uma SA envolvendo o tema eficiência energética na unidade curricular Fabricação Mecânica Aplicada à Manutenção Mecânica do Curso Técnico em Eletromecânica do SENAI/SC/Criciúma, foco deste artigo.

A partir dessa pesquisa-ação constatou-se que os alunos demonstraram indícios de aprendizagem sobre o tema eficiência energética e colocaram seus conhecimentos em prática. Além disso, observou-se que a construção dos conhecimentos é facilitada quando os conceitos são relacionados às ações diárias, seja no trabalho seja no cotidiano. Vale frisar que essa relação favoreceu inclusive o engajamento dos alunos e a percepção por parte deles das possibilidades existentes no que concerne ao uso racional de energia e à troca de equipamentos obsoletos.

Frente ao exposto, conclui-se que a educação escolar pode colaborar no processo de implementação de políticas públicas relacionadas à eficiência energética por meio de ações implementadas em sala de aula, como discussões em grupo, pesquisas sobre equipamentos eficientes, análise de fichas técnicas dos equipamentos dando prioridade para os que apresentam maior eficiência energética, entre outros. Isso porque, ao favorecer a construção de conhecimentos sobre o tema, ela tende a impactar a tomada de decisão dos estudantes, contribuindo, assim, para o alcance dos objetivos dessas políticas.

Para estudos futuros, cogita-se a realização de pesquisas focadas na análise de projetos pedagógicos de cursos técnicos, a fim de identificar elementos das diversas unidades curriculares que justifiquem a abordagem do tema eficiência energética, para posterior implementação de ações educativas.

REFERÊNCIAS

AGUILAR VILLANUEVA, Luis F. **La hechura de las políticas**. México: Porrúa, 1992. AGUILAR VILLANUEVA, op. cit., p. 22.

ALTOÉ, Leandra *et al.* Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017.

BRASIL. **Lei n. 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Premissas e Diretrizes Básicas 156, 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/469534/>

Plano+Nacional+Eficiência+Energética+%28PDF%29.pdf/899b8676-ebfd-c179-8e43-5ef5075954c2?version=1.0. Acesso em: 2 ago 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 25 out 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC**. MEC, 2019. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 26 out 2020.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>. Acesso em: 2 ago 2020.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2006. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>. Acesso em: 2 ago 2020.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2050**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 2 ago 2020.

EPE. **Atlas da Eficiência Energética Brasil**. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2019>. Acesso em: 23 out 2020.

FOBISSIE, E. N.; The role of environmental values and political ideology on public support for renewable energy policy in Ottawa, Canada. **Energy Policy**, v. 134, p. 110918, 2019.

GOUVEIA, João Pedro Costa Luz Baptista. **Certificados brancos: análise e contributos para a sua aplicação em Portugal**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008.

GUARENCHI, Marjorie Mendes *et al.* Barreiras na comunicação e alternativas para auxiliar a compreensão sobre as mudanças climáticas. **HOLOS**, v. 3, p. 123-134, 2018.

KHAN, Imran. Energy-saving behaviour as a demand-side management strategy in the developing world: the case of Bangladesh. **International Journal of Energy and Environmental Engineering**, v. 10, n. 4, p. 493-510, 2019.

LYNN, Laurence E.; GOULD, Stephanie G. **Designing public policy: a casebook on the role of policy analysis**. Goodyear Publishing Company, 1980.

MUCHAIABANDE, Rui; CARVALHO, Paulo Cesar Marques; MAHANJANE, Urânio Stefane. Alfabetização energética no contexto da eficiência: lições a aprender com África do Sul, Brasil, Índia e Portugal. **Nature and Conservation**, v. 11, n. 1, p. 26-43, 2018.

PETERS, B. G. American Public Policy. Chatham, N.J.: **Chatham House**. 2015.

RABELLO, Elaine T.; PASSOS, José Silveira. Vygotsky e o desenvolvimento humano. **Portal Brasileiro de Análise Transaccional**, p. 1-10, 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). Departamento Nacional. **Elaboração de perfis profissionais por comitês técnicos setoriais**. 3. ed. Brasília, 2008.

SENAI. Departamento Nacional. **Metodologia SENAI de educação profissional**. SENAI. Departamento Nacional. Brasília: SENAI/DN, 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). Departamento Nacional. **Metodologia SENAI de Educação Profissional**. Brasília: SENAI/DN, 2018.

SOUZA, Celina. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, p. 20-45, 2006.

SECCHI, Leonardo. **Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. Cengage Learning, 2014.

SECCHI, Leonardo. Policy analysis in Brazil: a comparison of rationalist and argumentative approaches. **Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice**, v. 18, n. 1, p. 88-101, 2016.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. Mind in Society - **The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge MA: Harvard University Press. 1978.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone: 1988.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. A construção do pensamento e da linguagem. **Tradução de Paulo Bezerra**. 2.ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

ZANOLLA, Silvia Rosa da Silva. O conceito de mediação em Vygotski e Adorno. **Psicologia & Sociedade**, v. 24, n. 1, p. 5-14, 2012.

Data da submissão: 12/09/2022

Data da aprovação: 10/06/2023