

INTEGRAÇÃO ENERGIA-EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: METODOLOGIAS ATIVAS E COOPERAÇÃO SETORIAL

Luís Roberto Borba¹²
Paulo Sergio de Camargo Filho¹³

RESUMO

Este estudo aborda a crucial interseção entre o desenvolvimento tecnológico no setor energético e a educação, visando promover a sustentabilidade em alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Reconhecendo-se o consumo energético como um indicador de crescimento econômico e potencial barreira à sustentabilidade, propõe-se uma cooperação entre o setor energético e o sistema educacional para fomentar um pensamento crítico sobre a gestão energética. O estudo foca na implementação de metodologias ativas de ensino, integrando-as aos programas de conscientização energética existentes. Por meio da análise de um caso prático com a concessionária de energia elétrica do Paraná, Copel, destaca-se como ações educacionais baseadas em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) podem incentivar a comunidade escolar a engajar-se ativamente na busca por soluções sustentáveis. O estudo revela caminhos para a efetivação de programas educacionais que alinham o desenvolvimento tecnológico às metas de sustentabilidade, sugerindo que a educação desempenha um papel fundamental na harmonização entre crescimento econômico e sustentabilidade ambiental.

Palavras-chaves: Energia elétrica. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Educação STEM.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desta pesquisa é explorar as oportunidades pedagógicas presentes na interação formal entre a comunidade, especialmente a comunidade escolar, e as Concessionárias de Energia Elétrica. Atualmente, as concessionárias estão envolvidas na divulgação de informações sobre o uso consciente e seguro da energia elétrica junto à comunidade. Vários projetos têm sido implementados em escolas em todo o Brasil. Esta pesquisa específica analisa as oportunidades de aprimoramento, com base em metodologias ativas de ensino e aprendizagem, no Programa Iluminando Gerações, desenvolvido pela concessionária de energia do Paraná (Copel).

¹² Mestrando – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – luisrobertoborba1979@gmail.com

¹³ Professor Orientador – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – paulocamargo@utfpr.edu.br

Esta pesquisa alinha-se com os objetivos nacionais de capacitação de professores e alunos no desenvolvimento de práticas de eficiência energética no ambiente escolar, como por exemplo as várias implementações de projetos do Programa de Eficiência Energética (PEE) realizados nos últimos anos e a criação da Olimpíada Nacional de Eficiência Energética (ONEE) pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2023). Correlacionando-se a esses objetivos, está a Unidade Temática Matéria e Energia, dentro do componente curricular de Ciências da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Esta unidade temática propõe o estudo dos materiais e suas transformações, das fontes e tipos de energia utilizados na vida cotidiana, visando construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia (BRASIL, 2017).

Alinhando-se aos temas regulatórios mencionados e à demanda global por desenvolvimento tecnológico aplicado à gestão e geração de energias alternativas, percebe-se a oportunidade da implementação de métodos como a Educação STEM para obter resultados mais profundos na sensibilização da comunidade escolar a partir dos projetos das concessionárias de energia. Como afirma Morán (2015, p. 18), "Quanto mais aprendamos próximos da vida, melhor. As metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas".

Nessa perspectiva, em que a concessionária busca cooperar com o processo educacional, vinculando seu produto ao ensino de ciências, agregando características sociais, econômicas e ambientais, aproveita-se esse contexto para inserir os ODS, amplamente relacionados aos temas propostos. Com isso, busca-se desenvolver uma base de projeto educacional para as concessionárias de energia, que, além dos objetivos regulamentados de promover o uso consciente e seguro da eletricidade para seus consumidores, contribua para superar as dificuldades de aprendizagem decorrentes do fraco interesse dos alunos quando problemas de ciências são apresentados de forma massiva e descontextualizada (Pozo, 2009).

Busca-se, assim, estimular os estudantes, futuros profissionais da sociedade, a buscar carreiras que atuem na solução dos desafios relacionados ao setor energético, ou, ao menos, contribuam como base cognitiva para construir cidadãos conscientes e críticos em suas escolhas relacionadas às políticas de desenvolvimento energético de sua nação.

2 PILARES CONCEITUAIS: ENERGIA, SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO INOVADORA

2.1 Desafios Energéticos e Impactos Socioambientais

O processo de geração de energia elétrica causa impactos ambientais e, conseqüentemente, contribui para as mudanças climáticas (Queiroz, 2013). Percebe-se a necessidade de superar a insustentabilidade do sistema atual de geração de energia para evitar um ponto crítico de instabilidade ambiental (Elia, 2021). O aumento periódico da temperatura média mundial tem gerado um debate cada vez mais relevante sobre as conseqüências das mudanças climáticas. Não conseguir desenvolver um crescimento econômico sustentável provavelmente acarretará graves conseqüências ambientais (Voumik, 2023).

Buscar um conhecimento mais profundo dos impactos que o desenvolvimento econômico acarreta sobre a vida selvagem é fundamental para futuros planejamentos e tomadas de decisões (Northrup, 2013). Segundo Özdemir (2023), embora o vínculo entre crescimento econômico e consumo de energia seja um tema amplamente investigado na literatura, sua ligação causal baseada em fundamentações empíricas ainda é mista e controversa. Portanto, é necessária uma estratégia planejada para mitigar os impactos ambientais causados pelo aumento do consumo de energia elétrica (Vernier, 2021).

Segundo Hossain (2023), a otimização do uso energético e a urbanização são elementos-chave importantes para o desenvolvimento sustentável. No entanto, seu estudo realizado na Índia aponta que:

“Tecnologias limpas não devem ser implementadas imediatamente, mas gradualmente, pois podem colocar pressão adicional sobre a economia. Um efeito de retroalimentação de emissões de CO₂ para o PIB também foi delineado. Isso significa que abordar a sustentabilidade ambiental ignorando a saúde da economia pode causar uma crise econômica e evitar o cumprimento das metas dos ODSs 1, 2, 9 e 13 (Hossain, 2023, p. 13, tradução nossa)¹⁴.”

De acordo com Adebayo (2023), pesquisas realizadas na Turquia entre 1965 e 2018 demonstram que o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) contribui diretamente para a degradação ambiental. No entanto, a diminuição do PIB não contribui positivamente para a sustentabilidade ambiental. O aumento do PIB está positivamente relacionado ao aumento do consumo de energia elétrica, mas essa relação não é

¹⁴ No original: Cleaner technologies should not be implemented immediately, but rather gradually, as they may put additional strain on the economy. A feedback effect from CO₂ emissions to GDP was also outlined. This means that addressing environmental sustainability while ignoring the health of the economy will both cause an economic crisis and prevent the achievement of SDG goals 1, 2, 9, and 13.

homogênea e varia de acordo com a estrutura econômica de cada país (Özdemir, 2023). Adedoyin (2021) indica que, a longo prazo, a agricultura de valor agregado e o crescimento econômico são propulsores na emissão de CO₂ nos países emergentes (E7), no entanto, o uso energético não apresenta impactos na emissão de CO₂ nesses países, o que sugere um consumo sustentável de fontes renováveis. No entanto, segundo Queiroz (2013) existem impactos negativos da geração de energia em hidrelétricas, como as inundações de imensas áreas de matas interferindo no fluxo de rios e afetando a sobrevivência da fauna.

Teixeira (2016) destaca conflitos envolvendo aspectos de caráter científico-tecnológico, políticos, econômicos e humanitários na geração de energia em hidrelétricas, além de alteração do regime hidrológico, assoreamento e emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Apesar disso, pesquisas relacionando crescimento do consumo energético e degradação ambiental ainda são escassas, como observado por Romano (2023) que descreve os resultados de 14 clusters temáticos apresentados no II Encontro acadêmico “Impacto das Ciências Ambientais na Agenda 2030”, realizado no Brasil, onde apenas um cluster aborda o tema energia inserido em temáticas de economia circular, serviços ecossistêmicos e conservação de áreas protegidas.

2.2 Inovação No Setor Energético Para o Cumprimento dos ODS

Sensibilizados com as questões sobre o desenvolvimento econômico sustentável, os países membros da ONU (Organização das Nações Unidas), adotaram em 2015 a Agenda 2030, que estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), abrangendo desde a educação até à energia sustentável para todos (UN, 2015). De acordo com Garlet (2022), um aumento gradativo de publicações sobre os ODS vem ocorrendo, com destaque para os Estados Unidos, Inglaterra e China. Um estudo realizado na China, com foco no cumprimento da Agenda 2030, analisou medidas necessárias relacionadas à urbanização e ao crescimento socioeconômico para as próximas décadas. Especificamente, o estudo abordou os ODS 6, 11 e 13, levando em conta alterações nas políticas de migração interna e planejamento urbano, o desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento de água e esgoto, assim como a diminuição da emissão de CO₂ na geração de energia (Zhang, 2019). Segundo Northrup (2013), um dos maiores desafios dos próximos tempos será compreender e diminuir os impactos do desenvolvimento energético de forma global.

Zhou (2021) alerta sobre a necessidade de encontrar soluções criativas para abordar temas que podem parecer contraditórias dentro dos ODS, uma vez que estes

defendem tanto o crescimento econômico quanto a sustentabilidade. Ele aponta que existe um debate entre uma reconstrução inovadora para o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável, para ver qual deve ser priorizado em detrimento do outro. “Um assunto chave levantado nos ODS é a aparente contradição entre energia suficiente e degradação ambiental (Zhou, 2021, p. 10, tradução nossa)¹⁵. Entretanto, apesar de se encontrar em estágio embrionário, pesquisas alertam para a necessidade de parcimônia na aposta de um crescimento ilimitado na geração de energia com fontes “renováveis”. Embora a literatura sobre os impactos do desenvolvimento de energias alternativas tenha iniciado, existem uma série de deficiências que devem ser abordadas (Northrup, 2013).

Corroborando com a temática sobre a demanda latente da necessidade de soluções inovadoras para equalizar o cumprimento das metas da Agenda 2030, um estudo realizado na Finlândia e Portugal aponta para a promoção de políticas que incentivem o consumo de energia por sua relação positiva com o crescimento econômico, e aponta que políticas ambientais para a redução do consumo de eletricidade são prejudiciais ao crescimento econômico. No entanto, para mitigar os impactos e acatar as sugestões para o desenvolvimento sustentável até 2030, o estudo sugere o investimento em tecnologias na geração de energia com fontes renováveis para a provisão de energia limpa (Hassan, 2022). Porém, pesquisas denunciam a mortalidade direta de morcegos e aves, além de impactos negativos na ecologia de tartarugas e esquilos em estudos de impactos em usinas eólicas (Northrup, 2013). O declínio de populações de espécies nativas, a diminuição da biodiversidade, além da proliferação de espécies invasoras são impactos diretos do desmatamento para aumentar áreas agrícolas para a produção de biocombustíveis, causando a fragmentação de áreas preservadas, interferindo em rotas migratórias e diminuindo a conectividade de populações (Northrup, 2013).

Entretanto, Santos (2018) destaca a expectativa de que a demanda por energia seja cada vez mais atendida por fontes sustentáveis, com baixas emissões de GEE, e que o consumo energético no setor produtivo seja gerenciado de maneira eficiente.

Há um cenário promissor em países como China, Brasil, Estados Unidos, Índia, Japão e Alemanha no aumento da oferta de empregos no setor de geração de energia e eficiência energética, resultado da implantação de sistemas de energia renovável associado ao aumento da produtividade industrial (Santos, 2018). A Finlândia, em contrapartida ao incentivo do aumento do consumo de energia, é o país membro da

¹⁵ No original: One of the key issues raised in the SDGs is the apparent contradiction between sufficient energy and environmental degradation.

Agência Internacional de Energia, que mais investe em pesquisas energéticas tanto no setor privado, quanto no público (Hassan, 2022).

Segundo Özdemir (2023), uma transformação no sistema de produção baseada em energias renováveis é um fenômeno que atinge tanto os países desenvolvidos, quanto os países em desenvolvimento, cada um com suas estratégias políticas, capacitando seu capital humano para o desenvolvimento de tecnologias sustentado pelo crescimento econômico. De acordo com Collste (2017), há uma relação causal positiva entre expectativa de vida, níveis de escolaridade e acesso à eletricidade. Investimentos em fontes de energia renovável, como a energia fotovoltaica, têm impactos positivos tanto na educação quanto na saúde, demonstrando uma sinergia entre os objetivos de desenvolvimento sustentável 3, 4 e 7.

Adebayo (2023) sugere que, para se manter o crescimento econômico na Turquia, até se atingir uma renda per capita que atenda os níveis requeridos, buscando simultaneamente a melhoria da qualidade ambiental, se faz necessário o investimento em medidas educativas públicas que mostrem os benefícios econômicos da utilização de energia de fontes renováveis, além de se adotar novas tecnologias para melhorar a eficiência energética. Segundo Stephen (2021), além dos investimentos em novas tecnologias na geração de energia com fontes renováveis, é essencial o desenvolvimento de redes inteligentes para a gestão eficaz de uma base geradora diversificada com múltiplas variáveis dos fatores naturais, como o vento, o sol, as marés, etc.

Para gerenciar essas redes, a aplicação de Inteligência Artificial (IA) é um facilitador, mas é importante notar que a IA demanda um alto nível de processamento de dados, que consome uma quantidade significativa de energia, podendo tornar-se um processo redundante, contribuindo para uma crise energética global. No entanto, soluções inteligentes como a transferência de centros de processamento de dados para locais frios, como a Finlândia, garantiram uma economia energética nos sistemas de refrigeração que consumiam muita energia (Stephen, 2021).

Voumik (2023) sugere que os países Sul Asiáticos, apesar de sua limitada acumulação de capital, avancem no desenvolvimento de tecnologias de geração de energia mais sustentáveis, financiando projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), fomentando a criatividade e o empreendedorismo, educando a atual geração para criar um mundo seguro e saudável para as futuras gerações, tornando-se líderes na transição de uma economia de baixo carbono, reduzindo os efeitos das mudanças climáticas. Para isso, a colaboração entre agências públicas, setor privado e instituições acadêmicas devem acelerar a criação e disseminação de soluções em energias renováveis,

aumentando a segurança energética e abrindo novas oportunidades econômicas (Voumik, 2023).

2.3 Educação E Desenvolvimento Sustentável: O Estímulo Do Pensamento Crítico Com As Metodologias Ativas

As áreas que mais crescem em relação aos ODS são gestão, engenharia e estudos ambientais, que possibilitam a aplicação da ciência tanto no mercado de trabalho quanto na solução de problemas ambientais. Isso evidencia a necessidade de se capacitar e qualificar todos os setores da sociedade para a inovação e desenvolvimento sustentável (Garlet, 2022).

No entanto, segundo Santos (2018), apesar da alta demanda por profissionais capacitados na busca por soluções criativas e inovadoras para superar os desafios do setor energético, existem gargalos na formação profissional que afetam este cenário:

“Para geração de energia fotovoltaica, um fator importante é que para cada megawatt instalado, são gerados entre 25 a 30 empregos diretos, distribuídos em instaladores de painéis, projetistas, fabricantes e montadores de sistemas. Uma maior disseminação da tecnologia junto a sociedade, com a apresentação de seus benefícios e oportunidades de economia, pode ser um fator decisivo para uma maior participação desta fonte na matriz elétrica (Santos, 2018, p. 147).”

Na geração eólica, a instalação de cada megawatt resulta na criação de aproximadamente 15 empregos no setor. Todavia, em paralelo a alta demanda na infraestrutura do setor, uma grande preocupação com segurança, garantia técnica e econômica se faz presente no Brasil. Para atender essas demandas, algumas importantes empresas optam em contratar profissionais no exterior para suprir e ao mesmo tempo, disseminar o conhecimento tecnológico no país, buscando por pessoas com uma visão sistêmica para o processo produtivo e para a destinação final do produto, com melhor desempenho energético para cada processo (Santos, 2018). De acordo com o estudo ele afirma que:

“Conforme foi destacado existe um grande desafio a ser vencido, fortalecer a matriz energética nacional, incentivar as ações e políticas relacionadas com eficiência energética, garantindo assim uma segurança energética e a inserção de novas tecnologias principalmente as de baixo carbono, para isso, cada vez mais temos que investir em qualificação e especialização, para que não ocorram, riscos de “apagão” de mão-de-obra, e também ao mesmo tempo a perda da confiabilidade dos sistemas (Santos, 2018, p. 156).”

Uma abordagem sobre geração e consumo de energia elétrica permite analisar sua importância na vida cotidiana, seus impactos sociais, econômicos e ambientais,

capacitando cidadãos a se engajarem em ações reflexivas sobre as formas do uso da energia elétrica e suas consequências, como a crise energética e a degradação ambiental (Silveira, 2016). Tais abordagens são essenciais para superar lacunas no pensamento crítico, como destacado por De Carvalho (2019), cujo estudo sobre o consumo doméstico de energia revelou que alguns alunos enxergam a energia consumida apenas sob a ótica financeira. Conforme observado por Candito (2021, p. 4):

“Percebe-se que a educação científica por meio da perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), aliada às temáticas para a construção de um desenvolvimento sustentável, é instrumento indispensável para formar uma sociedade crítica, reflexiva e preocupada com o seu papel e suas responsabilidades individuais e coletivas como cidadãos... Dessa forma, associar a Agenda 2030 à educação CTS, a partir do estudo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), torna-se importante a fim de potencializar as ações formativas dos docentes.” (Candito, 2021 p. 4).

Neste contexto, Teixeira (2016) observa que se pode destacar conflitos entre aspectos científico-tecnológicos, econômicos e humanitários. Um ensino significativo, que busque a alfabetização científica, que visa desenvolver competências que capacitem as crianças, jovens e adultos a refletir sobre suas próprias ações, por meio de práticas pedagógicas diversificadas, levando em conta os impactos sociais, ambientais, econômicos e culturais, se faz necessário para atingir uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) (Candito, 2021).

Ainda, de acordo com Candito (2021), pode-se afirmar que:

“Por meio dos ODS fortalecem-se os projetos pedagógicos, posto que, a partir de situações do cotidiano do estudante auxiliam na formação de jovens críticos, responsáveis e autônomos, que compreendem a complexidade dos impactos de suas ações e seu potencial de colaboração para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.” (Candito, 2021, p. 13).

De acordo com Martins (2023), a educação formal, embora seja inequívoca onde ocorra as principais atividades de ensino, deve-se considerar que é impossível se transmitir nela todo conhecimento construído nas últimas gerações. Para contribuir na evolução da educação com a popularização das ciências em várias frentes, um vínculo colaborativo com projetos não formais de ensino pode abrir janelas para o desenvolvimento de uma visão mais significativa da ciência dentro de situações cotidianas (Martins, 2023). Seguindo essa mesma temática, Coimbra (2020) descreve que:

“É importante frisar que a divulgação científica e o processo de popularização da ciência podem ser entendidos como o conjunto de processos e recursos capazes de eficientemente comunicar ao público, normalmente o leigo, informações sobre

ciência e tecnologia, moldando essa problematização a partir dos interesses e necessidades sociais coletivas.” (Coimbra, 2020, p. 326).

A transposição didática das diversas ciências em espaços não formais, proporciona que os indivíduos elaborem processos essencialmente qualitativos de modelagem, pois não estão calculando equações nem efetuando medidas com instrumentos científicos (Coimbra, 2020).

A Educação STEM tem obtido um papel significativo nas políticas internacionais (Martins, 2023). Culturalmente relevantes, as experiências educacionais que incluem abordagens interdisciplinares para resolver grandes desafios são objetivos integrantes dessa metodologia (Tanenbaum, 2016). Outro termo análogo, porém, com o acréscimo da abordagem artística na metodologia, é a Educação STAM, que pode ser implementada na Educação Básica a partir de situações do cotidiano da comunidade, onde os alunos propõem soluções para mitigar problemas reais (Maia, 2021). Teixeira (2022) destaca que o ensino STEAM avança conquistando lugar entre as grandes nações, contribuindo no desenvolvimento da autonomia e do protagonismo do cidadão no engajamento de solucionar os problemas reais que envolvem os temas transversais destas disciplinas. Segundo Martins (2023),

“O conceito de energia, embora sendo um conceito central no ensino das Ciências, é um conceito abstrato, cuja compreensão coloca muitos desafios e dificuldades aos alunos. De igual forma, os fenômenos associados a este conceito, nomeadamente as transformações de energia, revestem-se de particular dificuldade conceptual para grande parte dos alunos. Assim, é fundamental usar estratégias pedagógicas que permitam aos alunos adquirirem e construir conhecimento sobre este tópico de forma significativa e relevante. Nesse sentido, a Educação STEM tem sido uma abordagem apontada como adequada e facilitadora não só para a construção de conhecimento, mas também para o desenvolvimento de competências diversas. Ao proporcionar ambientes de aprendizagem mais aliciantes e desafiadores, a Educação STEM reveste-se de particular potencialidade para cativar os alunos para aprenderem.” (Martins, 2023, p. 20).

Contribuindo com esta abordagem da implementação da Educação STEM, Teixeira (2022) salienta que:

“A educação STEM deve incorporar práticas de profissionais STEM para desenvolver a compreensão dos alunos sobre a natureza da Ciência, da tecnologia, da Engenharia e da Matemática, que incluem investigação científica, pensamento matemático, projeto de design e pensamento de engenharia. (Teixeira, 2022, p. 3021).

Segundo Maia (2021), esta abordagem necessita da implementação de Metodologias Ativas como: Aprendizagem Baseada em Projetos, Design Thinking,

Educação Maker, etc. Na sua essência, metodologias como movimento Maker, trata do estímulo à partilha de ideias, estabelecendo a confiança entre os participantes, transformando-os em agentes das mudanças necessárias para resolver problemas reais Blikstein (2016). Esta metodologia instiga a investigação, colaboração e reflexão, estimulando o pensamento crítico, criativo e inovador dos alunos (Bergamaschi, 2022). Percebe-se que esta abordagem tem um potencial estratégico para promover a inovação e incentivar o desenvolvimento científico e econômico do Brasil, sendo necessário promover ações, a partir da Educação Básica, principalmente por sua característica baseada na investigação e criatividade (Maia, 2021).

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo é uma revisão bibliográfica sistemática, projetada para sintetizar as pesquisas existentes sobre a colaboração entre o setor energético e o sistema educacional, com ênfase especial na aplicação de metodologias ativas para promover o desenvolvimento sustentável e a conscientização sobre o uso responsável da energia. Este método permite uma análise abrangente e aprofundada do conhecimento atual, identificando lacunas na literatura, tendências emergentes, e potenciais direções para futuras investigações.

3.1 Seleção e Coleta de Dados

A pesquisa bibliográfica foi conduzida através de bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Web of Science, Scopus, e Google Scholar, utilizando uma combinação de palavras-chave relevantes para o tema. Os critérios de inclusão foram claramente definidos para selecionar estudos publicados nos últimos dez anos, em inglês e português, que abordassem diretamente a intersecção entre o setor energético, educação para sustentabilidade, e metodologias ativas de ensino. Exclusões foram aplicadas a estudos que não apresentavam dados empíricos ou análises relevantes para as questões de pesquisa.

3.2 Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada através de uma abordagem qualitativa, utilizando técnicas de análise temática para identificar, analisar e reportar padrões (temas) dentro dos dados. Isso envolveu a leitura minuciosa dos textos selecionados, o destaque de passagens relevantes, e a categorização de informações em temas principais que

emergiram dos dados. Esta abordagem permitiu uma interpretação detalhada das formas como as metodologias ativas são aplicadas na educação para sustentabilidade dentro do contexto do setor energético.

3.3 Síntese da Literatura

A síntese envolveu a integração das informações analisadas para construir uma visão coesa do estado atual do conhecimento no campo de estudo. Isso permitiu destacar as principais descobertas, discutir a aplicabilidade das metodologias ativas na educação para a sustentabilidade, e identificar as lacunas existentes na literatura. Além disso, essa síntese facilitou a reflexão sobre as implicações práticas para o setor energético e o sistema educacional, bem como a proposição de recomendações para futuras pesquisas.

3.4 Considerações Éticas e Limitações

A revisão bibliográfica foi realizada seguindo rigorosos padrões éticos, assegurando a credibilidade e a integridade dos dados coletados. As limitações da metodologia, incluindo o potencial viés de seleção de estudos e a limitação geográfica e linguística dos dados, foram reconhecidas e discutidas.

4 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa destaca a importância crítica da integração entre o setor energético e o sistema educacional, utilizando metodologias ativas, para promover o desenvolvimento sustentável e a conscientização sobre o uso responsável da energia. Os resultados obtidos iluminam o potencial significativo dessa parceria em engajar estudantes e comunidade escolar na temática da sustentabilidade, sugerindo que tais práticas podem levar a uma mudança positiva na percepção e no comportamento em relação ao consumo de energia.

4.1 Contribuições Para A Educação Para Sustentabilidade

Este estudo contribui para o campo da educação para a sustentabilidade ao demonstrar como metodologias ativas podem ser aplicadas efetivamente para conectar teoria e prática, promovendo uma aprendizagem significativa e engajada. A integração de conceitos de sustentabilidade e eficiência energética no currículo, através de colaborações entre escolas e concessionárias de energia, oferece uma abordagem prática para enfrentar desafios globais, equipando estudantes com o conhecimento e as habilidades necessárias para agir de maneira responsável e informada.

4.2 Implicações Práticas Para O Setor Energético

Para o setor energético, esta pesquisa sublinha a importância de adotar uma visão mais holística em suas estratégias de engajamento comunitário e educacional. Investir em programas educacionais que promovam a sustentabilidade não só cumpre com responsabilidades sociais corporativas, mas também contribui para a formação de uma sociedade mais consciente e menos dependente de fontes de energia não renováveis. Além disso, a colaboração com o sistema educacional abre novas vias para a inovação e o desenvolvimento de soluções energéticas sustentáveis que possam ser integradas à vida cotidiana das comunidades.

4.3 Direções Futuras Para A Pesquisa

Futuras pesquisas podem expandir a análise para incluir a avaliação longitudinal dos impactos dessas intervenções educacionais sobre as atitudes e comportamentos dos estudantes em relação à sustentabilidade e ao consumo de energia. Além disso, seria relevante explorar como as metodologias ativas podem ser adaptadas e implementadas em diferentes contextos culturais e socioeconômicos, permitindo uma compreensão mais abrangente de sua eficácia. Investigar a parceria entre outros setores industriais e o sistema educacional também pode oferecer insights valiosos para a promoção da educação para sustentabilidade em uma variedade de contextos.

REFERÊNCIAS

ADEBAYO, T.S. *et al.* Asymmetric effect of structural change and renewable energy consumption on carbon emissions: designing an SDG framework for Turkey. **Environ Dev Sustain**, [S.l.], v. 25, p. 528–556. 2023. DOI 10.1007/s10668.021.02065. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02065-w>. Acesso em: 24 mar. 2024.

ADEDOYIN, F.F. *et al.* Does agricultural development induce environmental pollution in E7? A myth or reality. **Environ Sci Pollut Res**. [S.l.], v. 28, p. 41869–41880. 2021. DOI 10.1007/s11256.021.13586.2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13586-2>. Acesso em: 24 mar. 2024.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Aprovada abertura de consulta pública para regulamentação da Olimpíada Nacional de Eficiência Energética - ONEE. Disponível em:

<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aprovada-abertura-de-consulta-publica-para-regulamentacao-da-olimpiada-nacional-de-eficiencia-energetica-onee> Acesso em: 24 mar. 2024.

BERGAMASCHI, C. L. *et al.* O uso da metodologia STEAM em sala de aula na dimensão da Educação Ambiental no currículo: reflexões iniciais. **Revista Pedagógica**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 1–26, 2022. DOI: 10.22196/rp.v24i1.7168.

<https://doi.org/10.22196/rp.v24i1.7168> Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/7168> Acesso em: 2 mar. 2024.

BLIKSTEIN, P.; MARTINEZ, S.L.; PANG, H.A. **Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab and Makerspaces**. Constructing Modern Knowledge Press, [S.l.], 2016. 158 p. Disponível

em:

<https://books.google.com.br/books?id=oo6GjwEA CAAJ> Acesso em: 13 fev. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf Acesso em: 10 nov. 2022.

CANDITO, V. *et al.* Articulações entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a Educação CTS no contexto escolar. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. e058, 2021. DOI: 10.23926/RPD.2021.v6.n2.e058.id1050. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/346> Acesso em: 24 mar. 2024.

COPEL - Companhia Paranaense de Energia. **Educação**. Disponível em: https://www.copel.com/site/educacao/?utm_source=home-page&utm_medium=educacao&utm_campaign=menu-principal Acesso em: 24 mar. 2024.

DE CARVALHO, R.; DE ALMEIDA, A. Consumo doméstico de energia elétrica por meio da abordagem ciência, tecnologia e sociedade. **Indagatio Didactica**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 843-862, 22 out. 2019. DOI [10.34624/id.v11i2.6829](https://doi.org/10.34624/id.v11i2.6829). Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v11i2.6829> Acesso em: 24 mar. 2024.

ELIA, A. *et al.* Impacts of innovation on renewable energy technology cost reductions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 138, 2021, Article 110481. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110488>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120307747> Acesso em: 13 fev. 2024.

GARLET, V. *et al.* Sustainable development goals - SDG: an analysis of the main characteristics of publications. **RISUS – Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v. 13, n.2, p. 14-26, abr./jun. 2022. DOI [10.23925/2179-3565.2022v13i2p14-26](https://doi.org/10.23925/2179-3565.2022v13i2p14-26). Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2022v13i2p14-26> Acesso em: 24 mar. 2024.

HOSSAIN, M. R. *et al.* Natural Resource dependency and environmental sustainability under N-shaped EKC: The curious case of India. **Resources Policy**, [S. l.], v 80, 2023, Article

103150, DOI <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103150>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420722005931> Acesso em: 24 mar. 2024.

MAIA, D.L.; CARVALHO, R.A.; APPELT, V.K. Abordagem STEAM na Educação Básica Brasileira: Uma Revisão de Literatura. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 49, p.68-88, out./dez., 2021. DOI: 10.3895/rts.v17n49.13536. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536> Acesso em: 24 mar. 2024.

MARTINS, I.; BAPTISTA, M.; TOMÉ, I. Educação STEM no desenvolvimento das estruturas cognitivas acerca das transformações de energia: Um estudo com alunos do 9.º ano. **Revista Portuguesa de Educação**, [S. l.], v. 36, n. 2, p. e23032, 2023. DOI: 10.21814/rpe.25599. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/25599> Acesso em: 24 mar. 2024.

MORÁN, J. *et al.* Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, *E-book*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015. Disponível em: https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf Acesso em: 24 mar. 2024.

NORTHRUP, J. M.; WITTEMYER, G. Characterising the impacts of emerging energy development on wildlife, with an eye towards mitigation. **Ecology letters**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 112-125, 2013.

ÖZDEMIR, O.; BEKUN, F. V. Electric Power Consumption in High-Income Countries as Catalyst for Sustainable Development: Empirical Evidence from Generalized Quantile Approach. **Energy Efficiency**, [S. l.], v. 16. p.1-19. Article 47, jun. 2023. DOI: 10.1007/s12053-023-10128-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12053-023-10128-2> Acesso em: 24 mar. 2024.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUEIROZ, R. *et al.* Production of electrical power through hydraulic energy and its environmental impacts. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, [S. l.], v. 13 n.13, p. 2774–2784, 2013. DOI [10.5902/223611709124](https://doi.org/10.5902/223611709124) Disponível em:

<https://doi.org/10.5902/223611709124> Acesso em: 24 mar. 2024.

ROMANO, R.; *et al.* Impacto das Ciências Ambientais na Agenda 2030 da ONU: desafios e avanços a partir da experiência da formação de clusters temáticos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, [S.l.], v. 58, p. 185-197, 2023. DOI: 10.5327/Z2176-94781607.

SANTOS, E. P.; CONTI, T. N. Mercado profissional para a área de energia e eficiência energética no Brasil. **Revista Internacional de Ciências**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 142-178, 2018. DOI: 10.12957/ric.2017.28138. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/ric/article/view/28138> Acesso em: 24 mar. 2024.

SILVEIRA, M.; PALÁCIO, R.; CONRADO, D. M. Aplicação de questões sociocientíficas como estratégia para o ensino sobre energia elétrica. **Indagatio Didactica**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 1033-1050, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3651> Acesso em: 24 mar. 2024.

TANENBAUM, C. *et al.* **STEM 2026**: A vision for innovation in STEM education. US Department of Education, Washington, DC, 2016.

TEIXEIRA, A. M.; SUTIL, N. Energia, água e relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de ciências: interações discursivas e possibilidades formativas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 37, p. 135-152, mai. 2016. DOI: 10.5380/dma.v37i0.45596. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v37i0.45596> Acesso em: 24 mar. 2024.

TEIXEIRA, F. D. A. *et al.* A gestão do conhecimento no sistema de ensino STEM/STEAM. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. 4, p. 3009–3026, 2022. DOI 10.21723/riaee.v17i4.15549.

<https://doi.org/10.21723/riaee.v17i4.15549>

Disponível em:

<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/15549> Acesso em: 3 mar. 2024.

UN - United Nations. **Milestones in UN History 2011-2020**. Disponível em:

<https://www.un.org/en/about-us/history-of-the-un/2011-2020> Acesso em: 24 mar. 2024.

VERNIER, A.; MAIA, S.; DUTRA, C. Tarifa Branca: discutindo o uso racional de energia elétrica no Ensino de Ciências. **Revista Insignare Scientia**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 206-217, 19 fev. 2021. DOI

[10.36661/2595-4520.2021v4i1.11539](https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i1.11539) Disponível em:

<https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i1.11539> Acesso em: 24 mar. 2024.

VOUMIK, L.C. *et al.* Impact of Renewable and Non-Renewable Energy on EKC in SAARC Countries: Augmented Mean Group Approach. **Energies**, [S.l.], v. 16, n. 6 Article 2789, mar. 2023. DOI [10.3390/en16062789](https://doi.org/10.3390/en16062789) Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16062789> Acesso em 24 mar. 2024.

ZHOU, C.; ETZKOWITZ, H. Triple Helix Twins: A Framework for Achieving Innovation and UN Sustainable Development Goals. **Sustainability**, [S.l.], v. 13, n. 12, Article 6535, 2021. DOI [10.3390/su13126535](https://doi.org/10.3390/su13126535) Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13126535> Acesso em: 24 mar. 2024.