



Conscientização no consumo de energia elétrica como instrumento de aprendizagem na disciplina de Física: Estudo de caso com alunos do Ensino Médio

Renata Mori Perroni Abud*; Maria Lúcia Ribeiro*; Sandra Imaculada Maintinguer*.

*Universidade de Araraquara – UNIARA, Brasil.

Autor para correspondência e-mail: rmpabud@uniara.edu.br

Palavras-chave

Sustentabilidade
Práticas pedagógicas
Redução
Consumo

Keywords

Sustainability
Pedagogical practices
Reduction
Consumption

Resumo: A sustentabilidade busca equilibrar necessidades atuais com as capacidades futuras do nosso planeta, garantindo que as gerações presentes não comprometam as gerações futuras. A busca pela sustentabilidade no contexto energético implica na adoção de práticas que minimizem o desperdício e reduzam o impacto ambiental associado à geração e ao consumo de energia elétrica. Medidas sustentáveis incluem a implementação de fontes de energia renováveis como solar e eólica e a promoção de comportamentos conscientes de consumo. Nesse sentido, o presente estudo avaliou o impacto da redução do consumo de energia elétrica nas residências de alunos cursando o Ensino Médio Integrado da Escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva, após a implementação de práticas sustentáveis apresentadas na disciplina de Física. Para avaliar a redução de energia elétrica, os alunos realizaram a medida do consumo em kWh a partir da leitura dos medidores de consumo de energia elétrica. Após a implementação das medidas sustentáveis, foi constatada uma redução no consumo de energia elétrica em 88% da amostra analisada. Essa redução variou de 191 kWh a 88 kWh, dependendo das práticas adotadas. Ademais, os participantes de cada curso apresentaram diferentes ideias para a mitigação do consumo de energia, tanto no ambiente domiciliar e industrial, que permearam desde a aplicação de tecnologias e sistemas inteligentes até a implementação de estratégias de design, construção eficiente, análise de dados e gestão administrativa. Sendo assim, os resultados apresentados indicam a importância de programas educacionais para a conscientização e mudanças de comportamento de consumo de energia.

Awareness of electricity consumption as a learning tool in Physics: case study with High School students

Abstract: Sustainability aims to balance current needs with the future capacity of our planet, ensuring that present generations do not compromise future generation. Achieving sustainability in the energy context involves adopting practices to minimize waste and reduce the environmental impact associated with energy generation and consumption. Sustainable measures include implementing renewable energy sources such as solar and wind, and promoting conscious consumption behaviors. In this regard, this study assessed the impact of reducing electricity consumption in households of students enrolled in the Integrated High School at the State Technical School José Martimiano da Silva, after implementing sustainable practices learned in the Physics class. To evaluate the reduction in electricity consumption, students measured consumption in kWh by reading residential electricity meters. A reduction in electricity consumption was found in 88% of the analyzed sample, ranging from 191 kWh to 88 kWh, following the implementation of sustainable measures focused on reducing consumption. Additionally, participants from each course presented various ideas for mitigating energy consumption, spanning from the application of smart technologies and systems to the implementation of efficient design strategies, data analysis, and administrative management. Thus, the results underscore the importance of educational programs in raising awareness and promoting changes in energy consumption behavior.

Recebido em: 04/2024

Aprovação final em: 08/2024



Introdução

A sustentabilidade é um conceito complexo que busca atender às necessidades presentes, sem comprometer as possibilidades futuras. Além disso, a sustentabilidade destaca a importância do desenvolvimento que não foca apenas nas necessidades imediatas, mas também preserva os recursos naturais garantindo qualidade de vida para as gerações vindouras (MARINHO, 2020).

Conservação ambiental, justiça social e crescimento econômico são fatores que o desenvolvimento sustentável visa equilibrar (CARVALHO, 2019). Essa abordagem reconheceu a interconexão dessas dimensões e busca soluções que sejam justas, duradouras e vantajosas em todas as três áreas. O foco principal é repensar nos caminhos atuais de consumo e produção e explorar alternativas mais ecológicas que minimizem os danos ambientais. Além disso, impulsionar a participação social é essencial, defendendo o envolvimento colaborativo para responsabilidade mútua e resultados compartilhados.

As políticas de governança pública com foco na sustentabilidade desempenharam um papel crucial na condução de mudanças sistêmicas e na criação de um ambiente propício à adoção de práticas sustentáveis. Carvalho (2019) observou que uma estratégia abrangente deve ser implementada para alinhar as políticas com os princípios ESG (*Environmental, Social and Governance*). Focar em uma economia verde, proteger os recursos naturais, promover a inclusão social e estimular o engajamento cívico são elementos centrais dessa conduta.

A correta disseminação do conhecimento e a conscientização ajudam a formar cidadãos conscientes e envolvidos com as questões ambientais. Dessa forma, a educação é crucial para a promoção de práticas mais sustentáveis. A incorporação de temas de sustentabilidade nas disciplinas escolares é essencial para fornecer aos alunos as ferramentas necessárias para compreender os desafios ambientais e responder a eles adequadamente (CORTESE *et al.*, 2019).

Deste modo, dotar os alunos de bases teóricas e metodológicas para uma análise aprofundada das relações entre sociedade e natureza é fundamental para abordar a sustentabilidade. O conhecimento permite uma abordagem mais consciente e sustentável em relação ao ambiente, capacitando indivíduos e comunidades a tomar decisões informadas que promovam a preservação dos recursos naturais e a redução dos impactos adversos sobre o meio ambiente (MARINHO, 2020).

Tratando-se da geração e consumo de eletricidade, a dependência global por fontes de energia não renováveis, como carvão, petróleo e gás natural, contribui de forma substancial para as emissões de gases de efeito estufa e para as mudanças climáticas (BORGES; PREZA; COSTA, 2019). Além disso, a extração, o transporte e a queima desses combustíveis fósseis resultam em poluição do ar, contaminação da água e destruição de ecossistemas naturais em todo o mundo.

No Brasil, apesar da grande participação de fontes renováveis, como hidrelétricas, na matriz energética, ainda existem desafios ambientais significativos associados à geração de eletricidade (EIA, 2021). Além disso, a crescente demanda por eletricidade no país requer um planejamento cuidadoso para garantir que o desenvolvimento energético seja realizado de forma sustentável, minimizando os impactos ambientais e sociais (HAMMEL; MIYAHARA; DOS SANTOS, 2019).

Promover uma compreensão abrangente das fontes de energia e seus impactos ambientais é essencial para fomentar uma cultura de conservação e responsabilidade ambiental (RUFINO; CAMARGO; SÁNCHEZ, 2020). Ao integrar conceitos de energia renovável, eficiência energética e redução de desperdício nas instituições educacionais, é possível capacitar estudantes a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades. Nesse sentido, o ensino teórico sobre tecnologias sustentáveis deve estar ligado à implementação de iniciativas práticas, como o uso de energias renováveis nas próprias instalações da escola, a realização de projetos de conservação de energia e a sensibilização para o uso racional dos recursos no contexto domiciliar. O oferecimento de uma educação ambiental sólida e práticas sustentáveis dentro do ambiente escolar pode moldar cidadãos conscientes e preparados para enfrentar os desafios globais de sustentabilidade energética e ambiental (DIAS; SALGADO, 2023).

As diretrizes que governam o ensino de Física para o ensino médio incluem o aprendizado sobre fenômenos e processos naturais que são apresentados através da introdução de conceitos,



leis, fórmulas e da resolução de exercícios repetitivos, conduzindo o aprendizado por meio da automatização ou memorização, deixando de lado, a construção do conhecimento através de competências adquiridas (FILHO; PEREIRA; MAIA, 2024). Ademais, o sistema convencional privilegia a teoria e a abstração, em detrimento de um desenvolvimento gradual que poderia ser construído a partir de atividades práticas e exemplos concretos. De modo geral, observa-se uma deformação estrutural que desafia os educadores a elaborarem abordagens que promovam um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem (FILHO; PEREIRA; MAIA, 2024).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN + Ensino Médio) sugerem uma organização curricular do ensino médio pautada na interdisciplinaridade e na contextualização. Busca-se promover o desenvolvimento das competências através da inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural, instigando a discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo, além de promover a correlação com outras disciplinas, e áreas distintas (CESAD, 2024; MEC, 2006).

Apresentar uma Física que explique os gastos financeiros da “conta de luz” e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluindo a energia nuclear, com seus riscos e benefícios, faz com que o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. Ser capaz de compreender a importância de usar dispositivos com maior eficiência energética, optar por lâmpadas de baixo consumo, desligar aparelhos de espera, usar a iluminação natural com sabedoria e adotar hábitos de consumo responsável, traz um maior senso de responsabilidade e contribui significativamente para a redução do consumo de energia elétrica no dia a dia (MONTEIRO; SOUZA; MONTEIRO, 2017).

Borges, Dickman e Vertchenko (2018) elaboraram um experimento interessante sobre conversões de energia utilizando somente uma roda de bicicleta acoplada a um alternador e a um farol acionado por um motor. Por meio da adoção deste método de ensino, relataram um maior envolvimento dos alunos, com um maior número de respostas sobre diferentes tipos de energia, bem como sobre as possíveis conversões ocorridas entre um e outro tipo, e a dissipação de energia. Os autores confirmaram que as competências e habilidades referentes à dissipação e transferência de energia foram desenvolvidas com êxito durante a demonstração experimental em sala de aula.

Azzini *et al.* (2019) também propuseram o uso de instrumentos diferenciados para fins de experimentação em Física – no caso, de um jogo didático de partículas com vistas a complementar o ensino do conteúdo de altas energias na temática de Física de partículas elementares.

Jardim e Guerra (2018), avaliaram em seu estudo a replicação de experimentos históricos – no caso, da Garrafa de Leiden – uma espécie primitiva de capacitor utilizando materiais de baixo custo. Utilizando o capacitor desenvolvido, trabalhou-se o conceito de circuito elétrico e o papel do capacitor elétrico em um circuito simples, estabelecendo ligações entre sua estrutura e conceitos físicos. Conforme os autores relataram, tal proposta proporcionou a vivência das teorias abstratas a partir da participação dos alunos em procedimentos práticos relacionados diretamente com sua execução.

De um modo geral, tais modelos de ensino recorreram a princípios e materiais simples, de fácil disponibilidade e baixo custo, a fim de reproduzir experimentos que proporcionam aos alunos uma experiência de aprendizagem ativa, tornando, assim, o processo educacional mais leve e significativo (DIAS; SALGADO, 2023).

Assim, o presente estudo avaliou a importância do ensino de práticas pedagógicas sustentáveis desenvolvidas na disciplina de Física em turmas de ensino médio técnico integrado para a redução do consumo de energia elétrica.

Metodologia

Amostragem

O presente estudo foi conduzido a partir de uma pesquisa exploratória, descritiva e experimental, realizado na escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC da cidade de Ribeirão Preto/SP para turmas cursando o ensino médio técnico integrado aos cursos evidenciados no Quadro 1.

**Quadro 1** - Turmas de alunos e total de alunos participantes por curso.

| Período/ Curso | Alunos participantes |
|---|----------------------|
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Administração (ADM) | 28 |
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Eletrotécnica (ETT) | 36 |
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Automação Industrial (AUT) | 38 |
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Interiores (DGN) | 33 |
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Edificações (EDF) | 34 |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A aplicação do conteúdo didático dentro da disciplina de física, focou-se nos temas sumarizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma de aulas ministradas nas diferentes turmas de ensino médio técnico integrado da escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC.

| Aulas | Temas |
|---------|--|
| 1 e 2 | O que é energia? |
| 3 e 4 | Matriz energética do Brasil: Energias renováveis e não renováveis |
| 5 e 6 | Custo da energia elétrica consumida |
| 7 | Leitura do medidor de consumo de energia elétrica |
| 8 e 9 | Importância do uso racional e consciente dos recursos energéticos |
| 10 a 17 | Análise do medidor de consumo de energia elétrica e práticas de redução de consumo |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Ressalta-se que as aulas ministradas obedeceram às orientações curriculares do ensino médio, de acordo com as diretrizes do MEC (Ministério da Educação) e foram aplicadas, de maneira igualitária, para todas as turmas e salas de aulas envolvidas na disciplina de física dos cursos de ADM, ETT, AUT, DGN e EDF.

Avaliação da leitura às cegas dos medidores de energia residencial

Solicitou-se aos alunos participantes que realizassem uma leitura dos números presentes no medidor de consumo de energia elétrica através da captura de uma imagem por meio de câmera de celular. Esse primeiro momento da atividade prática realizado foi denominado de "leitura às cegas dos medidores de energia nas residências dos alunos", sem que eles precisassem se preocupar com o consumo de energia em Quilowatt-hora (kWh) gastos em relação a semana ou mês anterior, e sem nenhuma recomendação sobre medidas sustentáveis para a redução do consumo da eletricidade. Ressalta-se que foi explicado aos alunos que o medidor de consumo presentes nas residências mede o fluxo de energia elétrica e registra o total em kWh, elucidando que cada vez que um aparelho elétrico é ligado, ele consome uma certa quantidade de energia, que é registrada pelo medidor. No final do mês, a leitura do medidor é realizada para calcular a conta de luz. Ademais, os alunos participantes foram instruídos a preencherem um formulário *via Google Forms* com dados referentes ao seu nome, RM, turma (curso), numeração do medidor, além de realizar o *upload* da foto registrada do medidor de consumo de energia elétrica e do boleto da CPFL, conforme apresentado no Quadro 3.



Quadro 3- Requisitos solicitados no formulário enviado via *Google Forms* para os alunos participantes do estudo experimental.

| Nome |
|--|
| RM |
| Turma |
| Upload da foto do medidor de consumo de energia elétrica |
| Numerações do medidor residencial no dia da leitura (correspondente a cinco dígitos) |
| Upload da foto do boleto da CPFL, somente das seções de “Discriminação da operação” e “Histórico de consumo” |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Com um intervalo de 7 dias, solicitou-se uma nova leitura dos medidores de consumo de energia elétrica a partir da captura de uma nova imagem, com posterior envio via plataforma *Google Forms* pelo mesmo formulário, mencionado anteriormente.

Aplicação de medidas sustentáveis para mitigação do consumo de energia elétrica

A fim de prosseguir com o estudo experimental, introduziu-se conceitos sobre redução do consumo de energia consciente utilizando uma cartilha da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), pautada nesse assunto.

A seguir, solicitou-se aos alunos que aplicassem, em um período de 7 dias, as práticas sustentáveis em relação ao consumo de energia elétrica, utilizando-a de maneira mais consciente no seu dia-a-dia, a partir de medidas básicas já citadas: não abrir a geladeira de maneira aleatória, banhos mais curtos, manter as luzes apagadas quando possível, retirar os equipamentos elétricos da tomada quando não utilizados, aproveitar o máximo de luminosidade solar por meio da abertura das janelas/cortinas, manter o ventilador ligado somente no período que fosse necessário, e reduzir o consumo de equipamentos que utilizam resistência elétrica (chuveiro, secador de cabelo, ar-condicionado, ferro de passar roupa, etc).

Dando sequência, solicitou-se uma terceira leitura dos medidores de consumo de energia elétrica para obtenção do valor de energia consumido em kWh. Sendo assim, três valores de consumo de energia elétrica foram registrados por cada aluno e para saber a eficiência das práticas sustentáveis na redução de energia elétrica, fez-se dois cálculos: o valor da energia em kWh da segunda medida foi subtraído do valor inicial, a fim de avaliar no período de 7 dias o valor de energia elétrica consumido sem a aplicação de nenhuma medida de redução/economia. Em seguida, realizou-se o segundo cálculo através da subtração do valor de energia em kWh da terceira medida pelo valor da segunda medida, a fim de avaliar o valor consumido após a aplicação das medidas sustentáveis.

Os alunos também receberam orientação de como seria feito o cálculo do custo de energia a ser pago com base nas leituras realizadas e no valor da tarifa, que era de R\$0,89 para cada kWh. Deste modo, através da multiplicação dos parâmetros de kWh, quantidade de dias do referido mês e custo do kWh, em reais, conforme descrito na Equação 1.

$$V_{final} = C_{diário} \cdot t_{uso} \cdot C_{kWh} \text{ (Equação 1)}$$

Em que,

- V_{final} é o custo final a ser pago, em reais (R\$).
- $C_{diário}$ é o consumo de energia diário, em quilowatt-hora (kWh).
- t_{uso} é a quantidade de dias do mês que se consumiu energia.
- C_{kwh} é o custo do kWh, em reais (R\$).



Resultados e Discussão

Obteve-se uma taxa de participação de 85%, de alunos das turmas do terceiro ano dos cursos de ADM, ETT, AUT, DGN e EDF (Figura 1). A participação por sala em ordem decrescente foi de 32% para o curso de AUT, 19% para o curso de DGN, 17% para os cursos de ADM e ETT e 15% para o curso de EDF (Figura 2). Entretanto, em relação às respostas válidas, obteve-se uma porcentagem de 63% em detrimento de 37% que foram excluídas devido a erros durante as medições dos medidores de consumo de energia elétrica e por discrepância nas medições (Figura 3).

Figura 1 - Porcentagem de alunos participantes cursando o terceiro ano do ensino médio integrado aos cursos de AUT, ETT, ADM, DGN e EDF.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Figura 2 - Porcentagem de alunos participantes por sala cursando o terceiro ano do ensino médio integrado aos cursos de AUT, ETT, ADM, DGN e EDF.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).



Figura 3 - Porcentagem de resultados válidos em relação às respostas de medição do consumo de energia elétrica obtidas nas três etapas do estudo.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A redução do consumo na energia elétrica das residências, com a participação de 106 alunos (63% das respostas válidas), foi verificada em 88% da amostra, após a aplicação das medidas sustentáveis aprendidas em sala de aula. Em contraposição, 12% da amostra demonstrou um aumento no consumo de energia elétrica, mesmo após a aplicação das medidas educativas de consumo consciente de energia (Figura 4). Isso pode ter ocorrido devido a alguns fatores que foram constatados pelos alunos, incluindo a visita de familiares durante a semana que eles estavam aplicando as medidas sustentáveis e diante do aumento do número de pessoas nestas residências, o resultado foi o aumento do consumo de energia elétrica e não na sua redução como era esperado.

Figura 4 - Porcentagem da redução e aumento do consumo de energia elétrica em relação as respostas válidas de medição do consumo de energia elétrica obtidas nas três etapas do estudo.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Foi verificado um consumo médio de energia de 83,54 kWh entre a primeira e a segunda leitura dos medidores de consumo de energia elétrica, enquanto, entre a segunda e a terceira leitura dos



medidores, constatou-se um consumo médio de 76,31 kWh. Portanto, houve uma redução de consumo médio de energia de 8,65%, equivalente a 7,23 kWh (Quadro 4). Corroborando o comportamento de consumo de energia em relação ao valor da conta de luz residencial, foi verificado que o valor médio da conta de luz por residência após a primeira leitura do medidor de consumo de energia elétrica foi de R\$ 74,35 e após a implementação das medidas educativas, o custo médio da conta de luz decaiu para R\$67,92.

Quadro 4 - Resumo do consumo de energia em kWh dos 106 alunos participantes do estudo experimental.

| | Consumo após 1ª medida do medidor | Consumo após 2ª medida do medidor | Diferença | Variação |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------|
| Total de 106 participantes | 8855 kWh | 8089 kWh | 766 kWh | 8,65% |
| Média | 83,54 kWh | 76,31 kWh | 7,23 kWh | |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Avaliando o consumo de energia elétrica por curso, verificou-se uma diferença significativa do consumo médio dos alunos de cada curso após a primeira leitura, que em ordem decrescente foi de 2947 kWh para o curso de AUT, 2078 kWh para o curso de ETT, 1484 kWh para o curso de DGN, 1424 kWh para o curso de EDF e 922 kWh para o curso de ADM.

Com a implementação das medidas educativas sustentáveis, constatou-se uma redução de consumo de eletricidade para todos os cursos participantes, embora essa redução tenha sido mais efetiva para o curso de EDF, totalizando uma redução de 191 kWh entre a primeira e segunda leitura dos medidores de consumo de energia elétrica, seguido do curso de DGN, com uma redução de consumo de energia de 186 kWh. Já para os cursos de AUT e ADM, essa redução foi muito semelhante, computando 151 kWh e 150 kWh, respectivamente. Por fim, o curso de ETT foi aquele que obteve menor redução de consumo após a implementação das medidas educativas, totalizando uma redução de 88 kWh (Figura 5).

Figura 5 - Porcentagem de consumo de energia elétrica (kWh) por curso participante após primeira e segunda leitura dos medidores de consumo de energia elétrica, e a diferença de consumo entre as duas medidas.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).



Considerando a faixa de redução do consumo de eletricidade, a Figura 6 traz os resultados obtidos. Cerca de 44% dos alunos reduziram seu consumo de energia entre 0 e 10%, enquanto 36% alcançaram uma redução mais significativa, entre 10 e 30%, o que demonstra a eficácia das práticas sustentáveis aplicadas.

Figura 6 - Faixa de redução e aumento do consumo de energia elétrica em relação aos 106 alunos participantes.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Esses resultados provam que o ensino de medidas educativas ambientais/sustentáveis dentro do contexto das aulas de Física envolvendo os fundamentos e aproveitamento efetivo de eletricidade são de suma importância para a conscientização e mitigação do perfil de consumo dentro das residências, embora o maior desafio ainda seja educar os cidadãos para que essas medidas sejam implementadas de maneira contínua, tornando-se uma prática duradoura e habitual e não apenas uma ação pontual.

Em seu trabalho, Silveira e Lorenzetti (2021) destacaram que a maior parte dos trabalhos publicados entre 2007 a 2017 sobre educação ambiental concentraram-se no ensino superior (20,2%), seguido do ensino fundamental (17,3%), ensino médio (16,34%), ensino fundamental (12,5%) e educação infantil (2,88%). Ademais, 56,82% dos trabalhos buscaram aprofundar o desenvolvimento, observação e/ou aplicação de atividades práticas para a inserção da educação ambiental, buscando auxiliar no processo formativo dos cidadãos. Além disso, os autores abordaram que dentre as metodologias adotadas, destacaram-se as atividades de campo, elaboração de vídeos, discussões e percepções sobre o meio ambiente, pesquisa-ação, bem como atividades voltadas ao exercício da cidadania (SILVEIRA; LORENZETTI, 2021).

Assim como no presente estudo, Moura (2020) evidenciou que a implementação de uma atividade prática para o 3º ano do ensino médio cursando a disciplina de Física, a partir de um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas sobre o consumo de energia elétrica residencial, demonstrou ser efetivo no processo de ensino e aprendizagem. O autor constatou a motivação e o entusiasmo dos alunos em participar e discutir acerca dos fenômenos físicos sobre energia elétrica e o seu consumo, aproximando-os daquilo que, para eles, era de difícil compreensão e assimilação. Além disso, foi verificado que os alunos demonstraram atitudes de cooperação e socialização, bem como o desenvolvimento da criatividade. Com esses indícios, Moura (2020) concluiu que o jogo de tabuleiro foi e é um material educativo para a assimilação e retenção do conhecimento sobre conceitos envolvendo eletricidade.

Em seu artigo de revisão, Pereira, Fortunato e Lourenço (2016), apontaram a relevância do estudo intitulado "Ensinando Física com consciência ecológica e com materiais descartáveis", que teve



como objetivo conscientizar a população acerca dos problemas ambientais relacionados com o aquecimento global. Nesse sentido, a construção de um aquecedor solar com materiais descartáveis (embalagens longa vida), promoveu entre os alunos a conscientização sobre diferentes estratégias para a redução do consumo de energia.

Frente a esses e outros resultados, principalmente ao que foi verificado no presente estudo, foi possível perceber a importância do professor e do uso de metodologias de ensino para promover o processo de aprendizagem dentro do contexto escolar, atentando para uma abordagem socioambiental, com o uso de atividades diferenciadas na busca de uma aprendizagem significativa.

Somado a isso, após o ensino das medidas educativas de consumo consciente de energia elétrica, os participantes do estudo apresentaram mudanças comportamentais que foram observadas por todos os docentes da Instituição, com a incorporação de valores de conduta sustentáveis, incluindo: práticas de conservação de energia, atentando-se em desligar as luzes durante o término das aulas e no intervalo; manter as cortinas abertas para o aproveitamento da luz solar; manter as janelas fechadas e as portas da sala-de aula para a retenção manutenção do ar-condicionado; substituir as placas danificadas que eram utilizadas no isolamento térmico das salas de aula por placas novas e; evitar equipamentos eletrônicos e aparelhos na tomada que não estavam sendo utilizados.

Atrelado a esses resultados, os participantes elaboraram diferentes estratégias e medidas alternativas que poderiam contribuir na redução do consumo de energia elétrica, seja no contexto domiciliar, bem como no contexto industrial. Sendo assim, observou-se que cada curso apresentou ideias diferentes e complementares à formação técnica que estavam cursando. O Quadro 5 sumariza as ideias sustentáveis listadas pelos alunos do curso técnico em Designer de Edificações pautadas em estratégias ambientalmente corretas no âmbito da edificação, visando a criação de residências mais sustentáveis, eficientes energeticamente e confortáveis, reduzindo assim o consumo de energia elétrica e promovendo práticas construtivas mais amigáveis ao meio ambiente.

Quadro 5 - Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Edificações.

| Turma/Curso | Ideias/Soluções | Fundamentos e Benefícios |
|--|---|--|
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Edificações | Pé direito mais alto e ventilação eficiente | Melhor circulação de ar, facilitando a ventilação natural nos ambientes internos. Análise criteriosa das correntes de vento dominantes na região para posicionar estrategicamente aberturas (janelas, portas, ventilações cruzadas) para aproveitar ao máximo a ventilação natural. |
| | Isolamento térmico e eficiência energética | A utilização de materiais específicos nas paredes, telhados e pisos, pode reduzir a perda ou ganho excessivo de calor. Implementação de estratégias de eficiência energética no design das edificações, como orientação solar adequada e seleção de materiais com propriedades termoacústicas. |
| | Utilização de materiais sustentáveis | Promoção do uso de materiais de construção sustentáveis e eficientes energeticamente, como concreto celular, tijolos ecológicos, vidros duplos, entre outros, para reduzir a necessidade de refrigeração e aquecimento artificial. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).



Já os alunos participantes do curso técnico de Designer de Interiores propuseram estratégias sumarizadas no Quadro 6, que estão alinhadas ao potencial de maximizar a eficiência energética das residências, criando ambientes mais confortáveis e reduzindo a dependência de recursos elétricos para climatização e iluminação.

Quadro 6 - Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Interiores.

| Turma/Curso | Ideias/Soluções | Fundamentos e Benefícios |
|---|---|--|
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Interiores | Paisagismo e urbanização consciente | Integração de áreas verdes nos projetos de design de interiores para favorecer a ventilação natural e reduzir a necessidade de resfriamento artificial. Planejamento de espaços externos com vegetação adequada para sombreamento, reduzindo a incidência direta de luz solar nos ambientes internos. |
| | Uso estratégico de cortinas e ventilação | Utilização de cortinas ou persianas para controlar a entrada de luz solar e favorecer a ventilação cruzada, mantendo os ambientes frescos de forma natural. Planejamento de aberturas estratégicas para facilitar a circulação do ar, melhorando a ventilação e reduzindo a necessidade de sistemas de climatização. |
| | Paredes verticais e elementos de sombreamento | Implementação de paredes verticais internas ou externas com plantas para ajudar a regular a temperatura e purificar o ar. Uso estratégico de elementos de sombreamento, como treliças ou brises, para reduzir a entrada direta de luz solar excessiva, minimizando a necessidade de refrigeração. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Já os participantes do curso de administração propuseram a redução do consumo de energia elétrica priorizando a sua bagagem em análise, dimensionamento e implementação de estratégias para o alcance de uma economia financeira, porém abrangendo benefícios ambientais e sociais para a comunidade, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 - Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Administração.

| Turma/Curso | Ideias/Soluções | Fundamentos e Benefícios |
|--|--|---|
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Administração | Análise detalhada das contas de luz | Capacitação para realizar análises minuciosas das contas de luz de uma organização, identificando padrões de consumo, áreas de maior gasto e possíveis desperdícios energéticos. |
| | Busca por alternativas sustentáveis e parcerias estratégicas | Desenvolvimento de estratégias para implementar alternativas sustentáveis, como a troca para tecnologias mais eficientes. Instalação de sistemas de geração de energia renovável ou a adoção de práticas de uso consciente de energia. Procura por parcerias estratégicas com empresas especializadas em soluções energéticas sustentáveis. |
| | Elaboração de planos de eficiência energética | Criação de planos de eficiência energética que englobem metas claras, estratégias para redução de consumo e monitoramento contínuo dos resultados obtidos, visando otimizar os processos e reduzir os custos operacionais relacionados à energia elétrica. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).



Para o curso técnico de Eletrotécnica foram destacados tópicos para redução do consumo de energia elétrica que estão descritos no Quadro 8 e que se correlacionam com a aplicação de técnicas avançadas de distribuição, controle, manutenção eficiente de equipamentos elétricos, integração de energias renováveis e desenvolvimento de sistemas de armazenamento.

Quadro 8 - Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Eletrotécnica.

| Turma/Curso | Ideias/Soluções | Fundamentos e Benefícios |
|--|--|--|
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Eletrotécnica | Troca de lâmpadas | Substituir lâmpadas incandescentes por lâmpadas de LED, que consomem menos energia e têm maior durabilidade. Lâmpadas de LED consomem menos energia (até 80%), em relação as incandescentes e têm uma durabilidade muito superior. |
| | Uso de temporizadores ou sensores de movimento | Instalar temporizadores ou sensores de movimento para controlar a iluminação, garantindo que as luzes sejam desligadas automaticamente quando não há presença no ambiente. |
| | Manutenção de equipamentos | Realizar a manutenção regular de eletrodomésticos e equipamentos elétricos, como limpeza de filtros de ar-condicionado e substituição de filtros de fornos, para garantir seu funcionamento eficiente. |
| | Utilização de Reguladores de Tensão | Utilizar reguladores de tensão para controlar e estabilizar a voltagem fornecida aos equipamentos, o que pode prolongar sua vida útil e reduzir o consumo de energia. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Quadro 9 - Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Automação Industrial.

| Turma/Curso | Ideias/Soluções | Fundamentos e Benefícios |
|---|---|---|
| 3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Automação Industrial | Monitoramento e Gestão energética | Aplicar técnicas de monitoramento em tempo real do consumo elétrico e desenvolver sistemas de gestão para otimizar o uso de energia em residências e ambientes comerciais. |
| | Controle eficiente de temperatura | Explorar tecnologias de automação para gerenciar termostatos e sistemas de climatização, ajustando-os de forma inteligente para reduzir o consumo energético sem comprometer o conforto dos usuários. |
| | Integração de dispositivos inteligentes | Promover a integração de eletrodomésticos e dispositivos a sistemas automatizados, permitindo o desligamento automático quando não estão em uso, reduzindo o consumo ocioso de energia em stand-by. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).



E por fim, os alunos participantes do curso técnico de Automação Industrial elaboraram propostas descritas no Quadro 9, que tiveram como enfoque estratégias voltadas a implementação de sistemas inteligentes para gerenciar e controlar o consumo de energia, usando tecnologias como sensores de movimento, dispositivos automatizados e monitoramento em tempo real para otimizar o uso de eletricidade, e a redução do seu consumo em ambientes residenciais e comerciais.

Conclusão

O presente estudo experimental evidenciou a importância e a eficácia de programas educacionais voltados para a conscientização sobre o consumo de energia elétrica no ambiente escolar e doméstico. A aplicação de práticas sustentáveis, ensinadas nas aulas de Física, mostrou-se capaz de reduzir o consumo de eletricidade em 88% das residências dos alunos participantes, com variações significativas entre os diferentes cursos técnicos envolvidos. Esses resultados reforçam que a educação pode desempenhar um papel crucial na mudança de comportamento e na promoção de práticas sustentáveis, tanto no contexto doméstico quanto industrial.

A partir dos achados, é possível sugerir que políticas educacionais focadas na integração de temas ambientais e energéticos no currículo escolar podem ser ampliadas e reforçadas, buscando incluir mais atividades práticas que conectem o conhecimento teórico com a realidade cotidiana dos estudantes. Práticas educacionais como esta, que incentivam o monitoramento do consumo energético e a implementação de medidas sustentáveis, poderiam ser estendidas para outras disciplinas e níveis educacionais, promovendo uma formação mais holística e prática.

Sendo assim, fica claro a importância do ensino em transformar hábitos de consumo e, conseqüentemente, contribuir para a construção de uma sociedade mais consciente e sustentável em termos energéticos.

Referências

- AZZINI, H. A. D.; CYPRIANO, J. G. I.; SOUZA, W. A.; MONZANI, R. C.; SILVA, L. H. C. P.; SILVA, A. C. V. Comparação das técnicas de monitoramento de cargas para a desagregação do consumo de energia elétrica. **Anais...** Congresso Brasileiro de Automática-CBA. v. 1, 2019.
- BORGES, J. C.; PRESA, S. A. B.; COSTA, S. Geração de energia em larga escala por Usinas Termelétricas: uma questão sociocientífica no ensino de física. **Revista Práxis**, v. 11, n. 22, 2019.
- BORGES, C. C.; DICKMAN, A. G.; VERTCHENKO, L. Uma aula sobre conversão de energia utilizando bicicleta, motor, alternador e lâmpada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, e2504, 2018.
- CARVALHO, G. O. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 789-792, 2019.
- CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA (CESAD). **Refletindo um pouco mais sobre os PCN e a Física**. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11191125042012Didatica_e_Metodologia_para_o_Ensino_de_Fisica_I_aula_4.pdf. Acesso realizado em 05/02/2024.
- CORTESE, T. T. P.; COUTINHO, S. V.; VASCONCELLOS, M. P.; BUCKERIDGE, M. S. Tecnologias e sustentabilidade nas cidades. **Estudos Avançados**, v. 33, p. 137-150, 2019.
- DIAS, G. F.; SALGADO, S. **Educação ambiental, princípios e práticas**. Editora Gaia, 2023.
- ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Hydropower made up 66% of Brazil's electricity generation in 2020**. Disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=49436>. Acesso realizado em 08/02/2024.
- FILHO, R. L. B.; PEREIRA, A. R. S.; MAIA, E. M. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso realizado em 05/02/2024.
- HAMMEL, C.; MIYAHARA, R. Y.; SANTOS, S. A. Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física:



geração, produção e consumo de energia elétrica. **Experiências em ensino de ciências**, v. 14, n. 1, p. 256-270, 2019.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica. *História da Física e Ciências Afins*, **Rev. Bras. Ensino Fis.** v.40, n. 3, 2018.

MARINHO, M. Geografia Física no ensino superior: entendimentos preliminares do conceito e das relações com a natureza. **Revista Ponto de Vista**, v. 9, n. 3, p. 39-56, 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2006.

MONTEIRO, I. F. C.; SOUZA, P. D. E. B.; MONTEIRO, C. O. A educação ambiental e as representações sociais dos professores da rede pública no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 12, n. 1, p. 165-176, 2017.

MOURA, F. E. **Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro sobre a temática do consumo de energia elétrica residencial no contexto da sala de aula de Física. 2020.** 91 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

PEREIRA, P. S. de S.; FORTUNATO, I.; LOURENÇO C. A educação ambiental em periódicos brasileiros de ensino de física. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 2, p. 127-138, 2016.

RUFINO, L. R.; CAMARGO, D. R.; SÁNCHEZ, C. Educação Ambiental Desde El Sur. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 7, p. 1-11, 2020.

SILVEIRA, D. P.; LORENZETTI, L. Estado da arte sobre a educação ambiental crítica no Encontro Pesquisa em Educação Ambiental. **Praxis & Saber**, v. 12, n. 28, p. 88-102, 2021.