



Motor Stirling: Do Lixo à Ciência

Anna Helena Machado Motta | anna.hm@aluno.ifsc.edu.br¹
Humberto Luz Oliveira | humberto.oliveira@ifsc.edu.br²

Trabalho Voluntário (Sem fomento / auxílio financeiro direto)

Trabalho de Ensino

DT 3 - Educação, Cidadania, Desenvolvimento Social e Práticas Inclusivas

Resumo:

O ensino de Física enfrenta o desafio de superar a desmotivação gerada por abordagens puramente teóricas. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um Motor Stirling do tipo Gama como recurso didático para transformar conceitos abstratos de termodinâmica em conhecimento prático, utilizando materiais recicláveis para demonstrar a conversão de energia térmica em trabalho mecânico. O objetivo da proposta foi utilizar o processo de construção do dispositivo como instrumento auxiliar para facilitar o aprendizado e despertar o interesse dos estudantes pela ciência e sustentabilidade. A metodologia caracterizou-se como uma pesquisa-ação experimental, envolvendo uma estudante do Ensino Médio Técnico-Integrado na superação de desafios reais de engenharia, como vedação e redução de atrito, utilizando latas de alumínio, tubos de PVC e CDs. O projeto dividiu-se em fases de pesquisa, prototipagem, testes cíclicos e análise de eficiência. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade do protótipo funcional, validando as Leis da Termodinâmica e promovendo um aumento significativo no engajamento discente. A apresentação do projeto na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) ratificou a eficácia da proposta ao integrar o ensino, a pesquisa e a extensão, consolidando o letramento científico por meio da transformação de resíduos em ciência aplicada e aproximando a produção acadêmica da comunidade externa.

Palavras-chave: Ensino de Física; Metodologias Ativas; Motor Stirling; Cultura Maker; Indissociabilidade.

Introdução

O ensino de física, especialmente em termodinâmica, enfrenta o desafio de reverter a apatia estudantil frente a conteúdos teóricos densos. A ausência de laboratórios estruturados agrava esse cenário, tornando a aprendizagem passiva. Nesse contexto, Medeiros Junior e Nascimento (2025) destacam a importância de abordagens experimentais com materiais de baixo custo para superar o modelo expositivo. Este trabalho

¹Estudante do Curso Técnico em Refrigeração e Climatização Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São José.

²Professor de Física da Área de Cultura Geral do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São José.

relata a elaboração de um Motor Stirling (ciclo gama) como ferramenta pedagógica ativa (Rocha; Siems, 2014), convertendo a termodinâmica em conhecimento tangível. Empregando resíduos (latas, PVC), a iniciativa elucida a transformação de energia térmica em cinética e fomenta a educação ambiental. A montagem atua como mecanismo facilitador da aprendizagem construtivista (Coelho; Nunes; Wiehe, 2008), promovendo engajamento e autonomia. A prática materializa a indissociabilidade acadêmica dos Institutos Federais, integrando ensino, pesquisa e extensão na difusão científica.

Fundamentação teórica

O projeto converge princípios da Termodinâmica Clássica e Epistemologias Ativas. O motor opera no ciclo de Stirling, expandindo e comprimindo ar confinado (Ramalho Júnior; Ferraro; Toledo, 2009; Halliday; Resnick; Walker, 2018; IFMG, 2017). Sob gradientes térmicos, o gás realiza trabalho mecânico por meio dos pistões. Educacionalmente, adota-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) (Berbel, 2021) via Cultura Maker. Segundo Blikstein (2013), a prototipagem torna o aluno "engenheiro do próprio saber", onde o erro atua como "debug cognitivo". O uso de materiais recicláveis desmistifica a necessidade de laboratórios caros para a experimentação (Azevedo, 2023), promovendo uma alfabetização científica democrática. Para ilustrar a convergência entre a Física formal e a prática investigativa, o Quadro 1 sistematiza como as variáveis termodinâmicas se traduzem em desafios materiais Maker, gerando conflito cognitivo que impulsiona o aprendizado.

Quadro 1 - Eficiência Térmica e Conflito Cognitivo do Motor Stirling

Conceito Físico / Abstrato	Aplicação Maker (Do Lixo à Ciência)
Conversão Termomecânica: Calor em Trabalho	Uso da chama de vela aquecendo a base da lata para gerar movimento cíclico no virabrequim.
Ciclo Termodinâmico em Sistema Fechado	Vedação com bexigas de látex e epóxi para reter o gás de trabalho residual.

Conceito Físico / Abstrato	Aplicação Maker (Do Lixo à Ciência)
Transposição Didática Construtivista	O "erro" (ex: vazamento, atrito) vira "debug cognitivo" durante a prototipagem.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Procedimentos metodológicos

A intervenção pedagógica caracterizou-se pelo uso do protótipo do motor de Stirling em atividades demonstrativas para elucidar o funcionamento da máquina e os processos termodinâmicos de seu ciclo. A prática ocorreu no semestre letivo de 2025.1, na componente de Termodinâmica (FCA060903), e envolveu diretamente 31 alunos matriculados na terceira fase do Curso Técnico Integrado em Refrigeração e Climatização, turma da qual a própria discente desenvolvedora do projeto fazia parte .

No contexto do ensino médio, o dispositivo serviu como produto educacional para concretizar as transformações físicas dos gases. O aparato foi utilizado para ilustrar as quatro etapas do ciclo de Stirling, auxiliando a turma na compreensão teórica e na resolução do item 64 do ENEM (Inep, 2016), de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Caderno Azul. Por se tratar de um projeto focado na demonstração visual de fenômenos térmicos para fins de avaliação da disciplina, não houve a aplicação de instrumentos para estudos quali-quantitativos, cumprindo integralmente seu objetivo didático de aproximar a teoria acadêmica da prática.

A execução dividiu-se em quatro fases: 1) projeto do motor Gama; 2) curadoria de materiais de descarte (latas de alumínio, tubos de PVC, CDs, bexigas de látex); 3) montagem estrutural e testes de estanqueidade, exigindo quatro prototipagens para solucionar vazamentos e mitigar atritos no virabrequim; 4) coleta de dados observando o ciclo mecânico sob o calor contínuo de uma chama de vela, o que atestou sua eficiência. As principais etapas construtivas e o aspecto final do protótipo estão ilustrados na Figura 1. A culminância ocorreu na 22ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), com os discentes expondo o projeto e promovendo a difusão científica para a comunidade.

Figura 1 - Protótipo e Construção

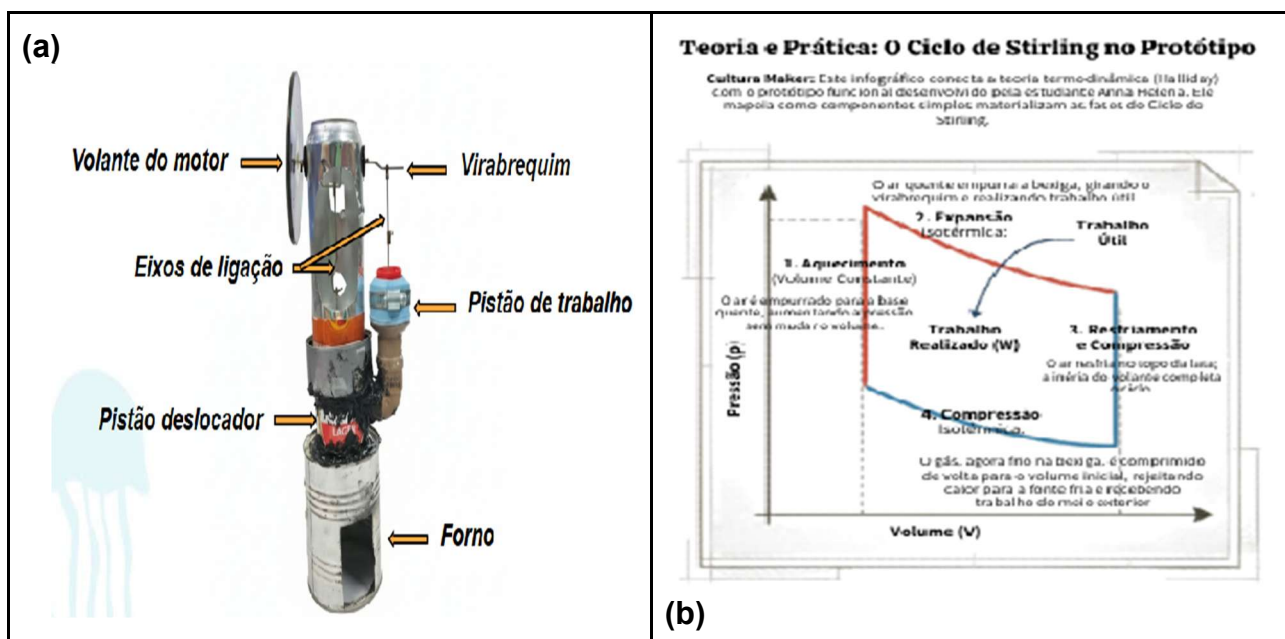


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos registros e diário de campo (2026).

Resultados e discussões

O protótipo demonstrou viabilidade técnica e pedagógica, operando continuamente sob calor de baixa intensidade. Dificuldades como o excesso de atrito e falhas de vedação geraram um rico conflito cognitivo. A superação dessas variáveis físicas permitiu materializar as enunciações da Primeira e Segunda Leis da Termodinâmica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2018). A transposição de formulações abstratas (gráficos p-V da Figura 2.b) para um aparato físico pulsante elevou substancialmente a curiosidade e o engajamento discente, revertendo a desmotivação crônica em Física.

Figura 2 - Correlação entre o ciclo teórico de Stirling e o protótipo físico.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos registros de diário de campo (2026) e aplicativo Canva (www.canva.com).

Na SNCT, o motor instigou debates sobre conservação de energia. Esse sucesso ratificou a efetividade do modelo *Maker* (Blikstein, 2013) e do uso de sucatas (Azevedo, 2023), instaurando um genuíno letramento científico que transforma resíduos urbanos em instrumentos de validação das leis universais da termodinâmica.

Considerações finais

O percurso investigativo permitiu constatar que os objetivos educacionais propostos foram alcançados de forma eficiente. O Motor Stirling converteu-se em um artefato pedagógico capaz de traduzir as abstrações de fórmulas físico-matemáticas da termodinâmica em um fenômeno concreto, dinâmico e interativo. Observou-se que os obstáculos construtivos intrínsecos ao uso de materiais descartados exigiram dos estudantes uma postura resiliente e autonomia analítica, competências estas fundamentais para a formação no ensino técnico profissionalizante.

Como saldo material, a área de Física do câmpus conquistou um novo equipamento didático permanente, passível de futuras otimizações de rendimento térmico. Sobretudo, o projeto evidenciou os efeitos positivos da indissociabilidade acadêmica, integrando o fomento à iniciação científica, o aprimoramento contínuo das táticas de ensino e o firme



compromisso extensionista evidenciado na SNCT. Ao impulsionar a literacia científica por intermédio da Cultura Maker, a iniciativa consolida a perspectiva de que a ciência transformadora e acessível pode nascer da engenhosidade aplicada sobre o que antes seria considerado lixo.

Referência ao fomento recebido

O projeto foi desenvolvido de forma voluntária no âmbito de um projeto de ensino articulado no IFSC - câmpus São José. A iniciativa fundamenta-se na pesquisa como princípio educativo e científico, sendo executada sem o recebimento de financiamento para bolsas ou custeio de materiais. Agradecemos à Direção de Ensino e às **Coordenadorias da Área de Cultura Geral, de Refrigeração e Climatização e à Pesquisa** do câmpus pelo apoio e logística na condução desse projeto de ensino.

Referências

AZEVEDO, L. P. Ensino investigativo e construção de conhecimento em Física: uma abordagem de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, e2023001, 2023.

BERBEL, W. C. O CREF na sala de aula: aprendizagem baseada em problemas no ensino de Física. 2021. Produto Educacional (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2021. Disponível em: <http://propg.ufabc.edu.br/ppgmnpef>. Acesso em: 2 mai. 2026.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (org.). **FabLabs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 203-225.

COELHO, A. L.; NUNES, E. R.; WIEHE, C. Construtivismo e ensino de Física: superando as barreiras do modelo tradicional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 115-135, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.



INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS (IFMG). **Trabalho Acadêmico Integrador 1:** motor Stirling. Arcos: IFMG, 2017. Disponível em: https://www.ifmg.edu.br/arcos/ensino-1/tai/20171_TAI1_Motorstirling.pdf. Acesso em: 24 mai. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) 2016:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Caderno 1 - Azul - 1º dia. Brasília, DF: Inep, 2016. Disponível em: [Repositório Privado](#). Acesso em: 24 mai. 2026.

MEDEIROS JUNIOR, L. G. de; NASCIMENTO, G. L. do. Experimentação numa aula de Física: kits didáticos ou experimentos simples de baixo custo? **APeDuC Revista: Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 148-163, 2025.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 3 v.

ROCHA, J. S.; SIEMS, M. E. R. Metodologias ativas: uma possibilidade de inovação para o ensino superior. **Revista Textura**, v. 16, n. 32, 2014. Disponível em: <https://textura.famam.com.br/textura/article/view/575>. Acesso em: 24 mai. 2026.

SANTOS, S. L. A. dos. **Ensino interativo de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso**. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2017.