

IV SIEPEC

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED

ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI

ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUÍ




Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUÍ


UNIJUÍ
UNIVERSIDADE REGIONAL

Eixo Temático: Educação, Decolonialidade e Democracia;

ENSINO INTERDISCIPLINAR DA TERMODINÂMICA POR MEIO DA CONSTRUÇÃO DE UM BARCO A VAPOR: articulação da História da Ciência, prática experimental e Educação Crítica

INTERDISCIPLINARY TEACHING OF THERMODYNAMICS THROUGH THE
CONSTRUCTION OF A STEAM BOAT: integrating the history of Science, experimental
practice and critical education

Tiago Valsoler¹

Dionei Ruã dos Santos²

Viviane de Almeida Lima³

RESUMO

Este artigo aborda o ensino interdisciplinar da termodinâmica por meio da construção de um barco a vapor e oficina pedagógica, articulando a história da ciência, prática experimental e educação crítica. O objetivo é investigar como a integração entre história da ciência e prática experimental, por meio da construção de um barco a vapor, pode contribuir para um ensino de termodinâmica mais contextualizado, crítico e emancipador. A pesquisa de natureza qualitativa, bibliográfica e propositiva apresenta contribuições geradas a partir do potencial pedagógico do trabalho prático e teórico da termodinâmica numa perspectiva histórica. Além da experimentação e da contextualização histórica, a discussão dos impactos econômicos, políticos, sociais, ambientais e coloniais. Entende-se que a integração entre a teoria e a prática e reflexão histórica contribui para uma alfabetização científica crítica e emancipadora, estimulando o protagonismo dos estudantes e, principalmente, a compreensão da ciência como uma construção humana e social.

Palavras-chave: história da ciência, termodinâmica, metodologias de ensino de física e educação crítica.

ABSTRACT

This article addresses the interdisciplinary teaching of thermodynamics through the construction of a steam boat and a pedagogical workshop, integrating the history of science, experimental practice, and critical education. The objective is to investigate how the integration

¹ Estudante do curso de educação do campo - ciências da natureza, Universidade Federal da Fronteira Sul(UFFS), campus Erechim, valsolertiago@gmail.com.

² Doutor em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS, Professor do curso Interdisciplinar em Educação do Campo – Ciências da Natureza da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), dionei.santos@uffs.edu.br.

³ Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.(UFRGS). Professora do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação (PPGPE) e do curso Interdisciplinar em Educação do Campo – Ciências da Natureza da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). Viviane.lima@uffs.edu.br

between the history of science and experimental practice, through the construction of a steam boat, can contribute to a more contextualized, critical, and emancipatory teaching of thermodynamics. The research, characterized as qualitative, bibliographical, and propositional, presents contributions generated from the pedagogical potential of both the practical and theoretical study of thermodynamics from a historical perspective. In addition to experimentation and historical contextualization, the study discusses economic, political, social, environmental, and colonial impacts. It is understood that the integration between theory, practice, and historical reflection contributes to a critical and emancipatory scientific literacy, encouraging students' protagonism and, above all, the understanding of science as a human and social construction.

Key words: History of Science, Thermodynamics, Physics Teaching Methodologies, and Critical Education.

INTRODUÇÃO

É comum o ensino de física e as leis da termodinâmica se deterem a conceitos teóricos e fórmulas matemáticas descontextualizadas de sua aplicação prática e dos acontecimentos históricos que levaram à sua compreensão. Para que haja um entendimento do todo e estimule o senso crítico entre os estudantes, é necessário ir além do ensino tradicional, compreendendo o contexto histórico que levou ao desenvolvimento de máquinas ao longo do tempo, como a máquina a vapor. Para tanto, é importante analisar fatores determinantes, como as relações de produção, trabalho e de poder, características de cada época e lugar, assim como os objetivos que a construção de máquinas a vapor buscava atender. Este olhar amplia as relações do tema e possibilita ultrapassar modelos tradicionais de ensino, promovendo um aprendizado com mais sentido.

Desde o século XX, discutem-se as potencialidades do ensino da história da ciência dentro da educação científica, sendo indispensável para uma educação emancipatória. A segmentação de áreas do conhecimento promovida pelo modelo de educação bancária limita o processo de aprendizado dos estudantes, assim como a visualização e aplicação de fundamentos teóricos na realidade prática. Diante disso, questiona-se como promover um ensino de Termodinâmica que articule teoria, prática e contextualização histórica de forma crítica e significativa. Para responder a este problema, o presente artigo propõe uma abordagem interdisciplinar para o ensino da termodinâmica em sala de aula, por meio de oficina pedagógica que articule a teoria e a prática.

Desta forma, o objetivo geral do estudo é investigar como a integração entre história da ciência e prática experimental, por meio da construção de um barco a vapor, pode contribuir para um ensino de termodinâmica mais contextualizado, crítico e emancipador. A proposta

apresentada faz parte do estudo prévio para a realização do estágio curricular obrigatório do Curso Interdisciplinar em Educação do Campo – Ciências da Natureza.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa de natureza bibliográfica e propositiva (Lakatos, 2003). Qualitativa porque ela foca na subjetividade, buscando compreender o "porquê" de um fenômeno, a profundidade das relações e os processos. Bibliográfico, pois, foi realizada a leitura e pesquisa em artigos e livros de ensino de física para aprofundamento do conhecimento teórico existente para fundamentar o artigo (Gil, 2008). Propositiva, pois procura trazer uma intervenção na realidade, busca solucionar problemas concretos, nesse caso, vai trazer uma proposta didática, uma forma de trabalhar o conteúdo em sala de aula. O artigo está estruturado em três etapas básicas: i) investigação bibliográfica conceitual da história da ciência, ensino da termodinâmica e educação crítica; ii) elaboração de proposta pedagógica para oficina de construção de um barco a vapor e iii) análise do potencial pedagógico da atividade proposta.

A etapa de levantamento bibliográfico, que consta na seção “Fundamentação teórica”, foi realizada via plataforma Google Acadêmico, a partir da qual foram selecionadas as publicações que fundamentam teoricamente este estudo, buscando a partir de termos como “história da ciência”, “termodinâmica”, “metodologias de ensino de física”, “educação crítica”, etc. A base teórica pauta-se em publicações de autores como Paulo Freire (1996) no tema da educação crítica e emancipadora, de Attico Chassot no que se refere à alfabetização científica, de José Carlos Libâneo (2013) sobre fundamentos da didática. Para a crítica sobre a herança do colonialismo no modelo de educação imposto ao Sul Global, nos baseamos em Boaventura de Sousa Santos. Sobre a análise crítica de como se deu a Revolução Industrial e o impacto dos avanços tecnológicos na sociedade, buscaram-se escritos de Eric J. Hobsbawm e Zygmunt Bauman.

A etapa ii traz a apresentação da proposta pedagógica de oficina com os estudantes, descrita a seguir, de forma a potencializar a possível replicabilidade do estudo. A oficina consiste na construção de um barco feito de materiais recicláveis, o qual será impulsionado por um motor térmico pulsante, a fim de demonstrar a conversão de energia em tempo real.

A construção do barco inicia pela caldeira - uma pequena câmara de vapor selada, chamada popularmente de "almofada" - feita com a lata de alumínio, removendo o topo e o fundo do objeto com estilete ou tesoura. O cilindro de alumínio resultante deve ser cortado verticalmente para formar uma chapa retangular plana, que em seguida é dobrada ao meio, com auxílio de fita crepe para unir as extremidades e, do pedaço de madeira, para achatar o alumínio.

O molde da caldeira deve ser fixado com fita crepe sobre a chapa de alumínio, para orientar as linhas de corte. Com a peça já cortada, as laterais devem ser dobradas para dentro, conforme o molde, com o auxílio do cartão, para formar a “almofada”. Em seguida, os 3 canudos devem ser inseridos na parte interna da peça, para abrir o espaço interno.

O próximo passo é usar cola epóxi nas laterais da "almofada", deixando apenas uma das extremidades menores aberta para inserir os canudos definitivos. Após a secagem da cola, 2 canudos devem ser inseridos e fixados na almofada com bastante cola epóxi, para vedar completamente a abertura. Quando a cola secar, a estrutura deve ser mergulhada em água e se, ao soprar pelo canudo, for observada a formação de bolhas, a vedação não está completa e a cola deve ser reforçada. A vedação dos canudos com a “caldeira” deve suportar calor e pressão. Os canudos devem ser cortados com cerca de 4 a 5 cm da parte reta após a dobra, e a dobra deve ser imobilizada com cola quente, para bloquear o movimento. Para fazer a base do barco, usamos a bandeja de isopor, com uso do molde para orientar as linhas de corte. Na popa (parte traseira) devem ser feitos 2 cortes com auxílio do estilete, ligeiramente acima da linha d'água, para passar os canudos da caldeira, e unimos a caldeira (motor) firmemente ao casco com os 2 elásticos. Em seguida, um suporte de alumínio (feito com o resto da latinha) para fixação da vela precisa ser colocado sobre o casco, logo abaixo da caldeira, com auxílio dos elásticos.

Nesse ponto, a estrutura do barco está pronta. Com uma seringa ou submersão, a caldeira deve ser preenchida com água, adicionada em um dos canudos até que transborde pelo outro canudo, eliminando todo o ar. O barco é colocado em uma bacia com água em temperatura ambiente, com os canudos submersos, ao passo que a vela é acesa. O calor do fogo sob a caldeira transformará a água em vapor, o qual é empurrado para fora à medida que se expande, saindo pelos canudos e produzindo movimento.

A análise do potencial pedagógico da atividade, na qual consiste a etapa iii do artigo, foi elaborada a partir da construção do plano de aula descrito acima, que será implementado no estágio curricular que está em vigência. Segundo Chassot (2018), a montagem do motor térmico do barco a vapor atua como uma ferramenta de alfabetização científica que integra a linguagem da ciência com o cotidiano, em que o estudante é desafiado a observar como funciona o ciclo térmico em tempo real, passando de um conhecimento abstrato para ser algo visível e possível, deixando de realizar uma simples atividade manual para participar de uma simulação da realidade tecnológica. Essa prática permite identificar fisicamente a fonte quente (vela), o sistema (caldeira) e a fonte fria (bacia com água), podendo validar na prática a Primeira e a Segunda Lei da Termodinâmica por meio da transformação de energia térmica em energia cinética.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A termodinâmica não nasceu em laboratórios isolados, mas no calor das fábricas da Revolução Industrial. Ela foi a resposta científica a um problema econômico do Norte Global: como extrair mais energia com menos custo. Enquanto o Norte desenvolvia as leis da eficiência (o motor a vapor), o Sul Global sentia o impacto dessa tecnologia como ferramenta de transporte para a extração de seus recursos naturais.

Antes de ser uma teoria matemática, a termodinâmica era prática pura. Foi a necessidade de bombear água das minas de carvão na Inglaterra que levou inventores como Thomas Newcomen e, mais tarde, James Watt, a criarem e aperfeiçoarem máquinas que transformam o calor do vapor em movimento (trabalho mecânico). Em 1824, Sadi Carnot, um engenheiro francês, percebeu que o calor flui do quente para o frio e que essa diferença de temperatura é o que gera movimento, o que passou a ser a base da Segunda Lei da Termodinâmica. Posteriormente, no meio do século XIX, cientistas como James Joule e Julius Robert von Mayer demonstraram que calor é uma forma de energia e, neste mesmo período, Joule prova que uma quantidade de trabalho mecânico produz sempre a mesma quantidade de calor (o equivalente mecânico do calor). Então, nasce a Primeira Lei da Termodinâmica (Lei da Conservação da Energia), que vai dizer que a energia não se cria nem se destrói, apenas se transforma. Todo esse processo de desenvolvimento da termodinâmica vai transformar a realidade dessa época. O interessante é analisar que só depois da invenção de dispositivos térmicos é que foi possível transformar essas reações de calor, temperatura e movimento em leis universais. Ao analisar de forma sociopolítica e econômica, podemos notar que todo esse desenvolvimento da técnica, não foi neutro.

A história da ciência no contexto educacional transcende os grandes nomes da ciência, as datas e as descobertas. Como propõe Matthews (1995), ao incorporar a dimensão histórica no processo de aprendizado, permite-se humanizar o ensino de ciências, trazendo para o entendimento que é um processo dinâmico, com muitos erros e extremamente ligado a contextos econômicos e sociopolíticos de cada época. Olhando dessa forma, desconstrói-se a visão de uma ciência pronta, acabada e infalível, e começa a ser compreendida como uma construção humana.

Temos que compreender que as máquinas térmicas não saíram do nada, todos os anos de estudos e experimentos buscavam suprir uma necessidade, principalmente às demandas materiais do século XVIII e XIX, e que elas foram o motor da revolução industrial. Como aponta Hobsbawm (2012), a revolução industrial foi impulsionada pela necessidade urgente de solucionar problemas práticos de produção, como a drenagem de minas e a mecanização têxtil,

o que forçou o desenvolvimento de máquinas que pudessem converter calor em movimento de forma eficiente. Assim, o surgimento dessa área da física está intrinsecamente ligado ao contexto social do trabalho e à ascensão do sistema fabril. Compreender essa origem é fundamental para que o educando perceba que a teoria científica sempre foi impulsionada pelas pressões econômicas e interesses de poucos e que as leis da termodinâmica são, antes de tudo, o registro de um esforço humano para dominar as fontes de energia em um período de profunda reconfiguração das forças produtivas.

O que vemos é que a termodinâmica é impulsionada pela necessidade prática de aumentar a eficiência das máquinas térmicas durante a Revolução Industrial, e que o seu desenvolvimento por nomes como Sadi Carnot e James Watt não visava apenas a compreensão da natureza, mas o domínio do tempo e do espaço para a expansão do capital. Como discute Santos (2010), o motor a vapor, na lógica colonial, impôs uma divisão no mundo entre os que produzem ciência (o norte) e os que fornecem matéria-prima e mão de obra (o sul), colocando a máquina a vapor como o símbolo máximo dessa ruptura.

Boaventura de Sousa Santos (2010), em “Epistemologias do Sul”, argumenta que a educação do Sul global muitas vezes serve para validar apenas os conhecimentos do Norte, e se analisarmos desde a colonização, somos vistos como força de trabalho e como consumidores de tecnologias, e nunca como produtores dela, e a escola sempre foi o meio para adestrar essa postura de submissão frente aos outros países colonizadores. Também no contexto do Sul Global, as máquinas térmicas não foram apenas uma invenção, mas a tecnologia que permitiu o acesso dos colonizadores ao interior de continentes como a África e as Américas.

Freire (1967) traz que uma educação que não se propõe a ser libertadora e não dialoga com a realidade do oprimido acaba por reforçar a sua condição de objeto do sistema produtivo, transformando-o em um "ser para o outro" (o patrão, a fábrica) em vez de um "ser para si", e então percebe-se que afastar a história da ciência da educação científica também é uma estratégia. Mais do que uma falha didática, o ensino de física descontextualizado no Sul Global é um projeto político. Ao apresentar a Termodinâmica como uma caixa fechada de fórmulas, a escola renuncia ao seu papel de empoderamento, agindo como uma engrenagem que produz operários funcionais para o sistema capitalista, cegos para a história de exploração e as relações de poder que as máquinas a vapor inauguraram. Como reflexo desse formato de colonialismo pensado e trazendo para dentro das nossas escolas, vemos que ainda está muito presente na nossa realidade esse sistema de submissão, principalmente quando percebemos que os currículos escolares ainda ignoram os contextos locais e a história das técnicas, impondo um

conhecimento eurocêntrico e descontextualizado que funciona apenas para a formação de mão de obra técnica.

A fundamentação da proposta pedagógica desenvolvida neste estudo reside também na busca pela práxis, compreendida não como uma simples sucessão de atividades, mas como a unidade dialética entre a ação e a reflexão sobre o mundo para transformá-lo. Segundo Freire (1996), a separação entre esses elementos compromete a integridade do ato educativo: quando a teoria se distancia da prática, degenera-se em um verbalismo vazio e sem eficácia transformadora; por outro lado, quando a prática abdica da fundamentação teórica, converte-se em um ativismo cego, uma ação pela ação que ignora as raízes dos fenômenos. Em vez de empoderar o educando como sujeito de sua própria história, essa "educação bancária", como denunciada por Paulo Freire, limita-se a transmitir informações fragmentadas, preparando o estudante para ocupar postos de trabalho automáticos e alienados, típicos da linha de montagem industrial. No ensino de física, isso se manifesta na redução de grandes revoluções tecnológicas, como a termodinâmica, a meras resoluções de listas de exercícios, privando o aluno da compreensão de que a técnica e a ciência são instrumentos de poder e transformação social.

Na oficina do barco a vapor, essa integração é vital, pois a manipulação física dos materiais ganha sentido por meio da reflexão termodinâmica, garantindo que o estudante não seja apenas um executor de tarefas, mas um sujeito crítico que compreende a ciência como uma ferramenta de intervenção na realidade.

A oficina do barco a vapor apresenta-se como um instrumento privilegiado para a Alfabetização Científica, conceito que Chassot (2018) define como a capacidade de o indivíduo "ler a linguagem em que está escrita a natureza". Ao transpor as leis da termodinâmica do campo abstrato das fórmulas para a construção de um artefato técnico, o aluno é estimulado a decodificar o funcionamento do mundo tecnológico que o cerca. Segundo o autor, ser alfabetizado cientificamente não significa apenas acumular informações, mas sim adquirir a competência de interpretar criticamente a ciência como uma linguagem de poder e transformação social. Assim, ao identificar os fluxos de calor e trabalho no motor pulsante, o estudante deixa de ser um mero consumidor passivo de tecnologia e passa a compreender os princípios que regem a realidade técnica e natural, tornando-se capaz de intervir e atuar de forma mais consciente em seu próprio território.

O ensino contextualizado exige que o estudante entenda a transformação do calor em energia como elementos que impulsionam revoluções e desigualdades. No processo de mediação pedagógica da oficina, o papel do docente é fundamental como o guia que conduz o estudante do saber empírico ao conhecimento científico estruturado. Segundo Libâneo (2013),

o ensino deve ser uma atividade organizada e dirigida, em que o professor atua como o mediador entre o aluno e o objeto de conhecimento. Essa orientação é indispensável para que o "fazer" não se torne um ativismo disperso: cabe ao professor guiar a observação do educando, ajudando-o a identificar as leis físicas por trás dos fenômenos e a organizar o pensamento crítico. Ao dirigir a atividade de ensino com objetivos claros, o docente garante que a experiência prática resulte em uma apropriação real dos conceitos da termodinâmica, transformando a curiosidade imediata em conhecimento sólido e emancipador.

Como resultado do processo de avanço das técnicas produtivas, vemos que o desenvolvimento da termodinâmica inaugurou a era do Antropoceno, período em que a ação humana passou a ser a principal força de transformação geológica da Terra. A queima de combustíveis fósseis para alimentar as caldeiras a vapor, carregou uma falsa sensação de energia ilimitada e, se vemos com um olhar mais crítico, resultou em uma crise climática sem precedentes, caracterizada pelo aquecimento global e pela degradação dos ecossistemas.

Segundo Giddens (2010), vivemos hoje o paradoxo de uma sociedade que colhe os frutos do avanço tecnológico enquanto enfrenta riscos existenciais gerados por esse mesmo modelo de desenvolvimento. Portanto, ao discutir termodinâmica na sala de aula, é imperativo que a alfabetização científica vá além da eficiência das máquinas e alcance a justiça climática, provocando o educando a refletir sobre a urgente transição para matrizes energéticas que não comprometam o futuro das próximas gerações, pois a cada dia é mais impactante a força com que os desastres naturais e eventos extremos tocam nossas vidas, nossos lares e nossos territórios. Nos dias de hoje, essa herança tecnológica resultou na automação extrema e na cultura do consumo imediato, em que a eficiência termodinâmica se tornou o padrão para medir o sucesso das relações de trabalho.

No entanto, como observa Bauman (2001), essa transição da modernidade "sólida" das grandes fábricas para a modernidade "líquida" dos dias de hoje acabou por gerar uma extrema fragilidade dos vínculos sociais e a alienação do trabalhador. A máquina, que sempre foi vendida como um avanço que ia libertar o homem do esforço físico, hoje impõe um ritmo de produção e descarte que vai moldar um afastamento do homem em relação à natureza e vai passar a ignorar os limites ambientais e humanos, tornando indispensável que a educação científica traga para o debate não apenas o funcionamento dos motores, mas o impacto ético e cultural de uma sociedade movida pela combustão incessante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação permitiu concluir que a integração entre a História da Ciência e a prática experimental constitui um caminho fértil para a superação do ensino de Física

puramente tecnicista e descontextualizado. Ao utilizar a construção de um protótipo de barco a vapor como objeto de estudo, foi possível desmistificar as leis da termodinâmica, retirando-as do campo das abstrações matemáticas para inseri-las na realidade material e histórica do estudante.

A análise fundamentada nas Epistemologias do Sul, de Boaventura de Sousa Santos (2010), evidenciou que a educação científica no Sul Global carrega o peso de uma herança colonial que, historicamente, relegou nossas populações à condição de meras consumidoras de tecnologias e fornecedoras de força de trabalho. Nesse sentido, o artigo demonstrou que, ao entender a máquina térmica não apenas como um ciclo de conversão de energia, mas como um motor da expansão colonial e da Revolução Industrial, o aluno é estimulado a desenvolver uma consciência crítica sobre as assimetrias de poder que moldam a produção do conhecimento.

A construção do barco a vapor, enquanto proposta pedagógica ativa, revelou o potencial para a aprendizagem, articular a história da ciência ao ensino de física. Ao transitar da teoria à prática artesanal e investigativa, o estudante rompe com a postura de submissão e assume o papel de produtor de saber. Assim, conclui-se que um ensino de termodinâmica emancipador é aquele que capacita o sujeito a ler o mundo por meio da ciência, reconhecendo que a técnica, quando aliada à reflexão histórica, pode deixar de ser um instrumento de dominação para tornar-se uma ferramenta de libertação intelectual e autonomia tecnológica.

Por fim, espera-se que este trabalho sirva de subsídio para os que buscam práticas pedagógicas que não apenas ensinam conceitos físicos, mas que contribuam para a formação de cidadãos conscientes de seu lugar no mundo e capazes de produzir ciência a partir de suas próprias realidades.

REFERÊNCIAS

- SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula (Org.). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2018.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HOBBSAWM, Eric J. **A Era das Revoluções: 1789-1848**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2012.
- BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.