



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE FÍSICA – LICENCIATURA

JOSÉ GUILHERME PAULINO DA SILVA

O ENSINO DA HISTÓRIA DA FÍSICA: a importância do estudo das Máquinas
Térmicas no curso de Licenciatura em Física no Centro Acadêmico do Agreste-
CAA/UFPE

JOSÉ GUILHERME PAULINO DA SILVA

O ENSINO DA HISTÓRIA DA FÍSICA: a importância do estudo das Máquinas Térmicas no curso de Licenciatura em Física no Centro Acadêmico do Agreste-CAA/UFPE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino De Física

Orientador (a): Heydson Henrique Brito da Silva

Coorientador (a): Diana Patrícia Gomes de Almeida

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através
do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, José Guilherme Paulino da.

O ensino da história da física: a importância do estudo das
máquinas térmicas no curso de licenciatura em física no centro
acadêmico do agreste-CAA/UFPE

/ José Guilherme Paulino da Silva. - Caruaru, 2025.

58 : il.

Orientador(a): Heydson Henrique Brito da Silva

Cooorientador(a): Diana Patrícia Gomes de Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física -
Licenciatura, 2025.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. História da física. 2. Termodinâmica. 3. Máquinas térmicas. 4.
Pesquisa no ensino superior. 5. Pesquisas em formulários. 6.
Ensino da física. I. Silva, Heydson Henrique Brito da. (Orientação).
II. Almeida, Diana Patrícia Gomes de. (Coorientação). IV. Título.

370 CDD (22.ed.)

JOSÉ GUILHERME PAULINO DA SILVA

O ENSINO DA HISTÓRIA DA FÍSICA: a importância do estudo das Máquinas Térmicas no curso de Licenciatura em Física no Centro Acadêmico do Agreste-CAA/UFPE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovada em: 25/07/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Diana Patrícia Gomes de Almeida
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Robson Santos de Oliveira
Universidade Federal de Pernambuco

Dedicado a minha falecida irmã, Alexsandra Mendes da Silva, e a minha falecida avó materna, Josefa Maria da Conceição. Eu espero que estejam orgulhosas de mim.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a meu Deus, todo poderoso, que sempre me protege, sempre me acompanha, sempre me cuida, e nunca me deixa desamparado. Obrigado por ter ajudado a chegar até aqui, por todas as oportunidades que consegui na vida, e por toda a capacidade de atingir meus objetivos. Louvado seja o Senhor!

Deixo meus agradecimentos a minha família. Obrigado a meus pais, José Paulino e Helena Ferreira, por me ajudarem a ser quem eu sou hoje. Obrigado a meus irmãos, Lucas Paulino e Alexsandra Mendes, por sempre me ajudarem a ter determinação e força de vontade, assim como a minha cunhada Maiara Alves Paulino.

Obrigado a minha avós, Josefa Maria e Josefa Ana, por todos os ensinamentos que me deram durante a minha vida. Obrigado a meu sobrinho José Mateus e a minha afilhada Alicia Rafaelly, por serem a luz da minha vida. E meus tios, Neide e Mano por sempre me apoiarem.

Com muitos outros para serem citados, deixo aqui os meus agradecimentos a todos outros membros da minha família, que cada um da sua forma, tenho certeza que contribuíram para que eu chegasse até onde eu cheguei.

Agradeço também aos meus orientadores, Prof. Dr. Heydson Henrique e Prof^a. Dr^a. Diana Almeida, por toda a ajuda com o TCC, e pela paciência diante de diversas adversidades ocorridas.

Da mesma forma, deixo meus agradecimentos a todos os meus amigos, que de alguma forma, foram influências para que tudo se caminhasse da forma como se deveria.

Deixo meus agradecimentos em especial para o meu grupo de amigos universitários do meu período de ingresso de 2018.2, Anderson Soares, Gisele Kevanlin, Milena Rita e Tiago Francisco, por terem feito os momentos bons e ruins serem todos marcantes e deixo também meus agradecimentos aos amigos que consegui ao longo do caminho, Cícero Bruno, Diogo Henrique, Eduarda Beatriz e Erick Lucas, por terem me ajudado em grandes momentos. Espero levar cada um deles para todo o resto da minha vida.

Finalizando, agradeço também a todos os professores e colegas que eu já tique eu já conheci na minha vida, que de forma direta ou indireta me guiaram na estrada até aqui.

A sabedoria é mais do que o saber das ciências particulares. Ela é a ciência que ordena todas as coisas, porque julga a partir das causas últimas. Ora, como a teologia tem como causa suprema o próprio Deus, ela é a forma mais alta de sabedoria. Mas esta sabedoria não destrói a razão, pois a razão também participa da sabedoria, ao buscar as causas e os princípios. Por isso, quanto mais o homem cresce na fé, mais deve purificar sua razão, para que ambas caminhem juntas na contemplação da verdade. (AQUINO, 2000)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise do ensino da história das máquinas térmicas no curso de licenciatura em física no Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (CAA/UFPE), do ponto de vista dos graduandos. Como todos sabemos, tanto a termodinâmica quanto a história da física são áreas muito ricas e com muito potencial, mas elas acabam por muitas vezes não tendo tanto destaque, mesmo que toda a sua importância e benefícios na educação sejam conhecidos, logo, essa foi a nossa principal motivação para a nossa pesquisa, a qual foi realizada a partir de um formulário do Google, através de nove perguntas, onde os alunos eram questionados se tinham frequentado aulas durante o curso que tratavam sobre a história da física, ou mesmo se elas utilizavam esse campo apenas como uma estratégia didática para as aulas. Da mesma forma, foram questionados também se eles acreditavam que o estudo desse campo era essencial ou não para o aprendizado, e também tinham interesse em ter disciplinas focadas no campo da história da física, exclusivamente, seja uma disciplina eletiva ou obrigatória, e da mesma forma, qual das áreas da física eles estariam interessados em aprender mais sobre a história. Eles precisaram também responder qual a sua concepção sobre máquinas térmicas, onde alguns dos alunos demonstraram conhecimento e outros não. E em uma das perguntas, quando questionados, mais da metade dos estudantes responderam não terem tido aulas sobre a história das máquinas térmicas durante o curso. No fim, a maior parte das respostas demonstrava interesse tanto em aulas de história da física quanto um aprofundamento maior nas máquinas térmicas. Dessa forma, podemos esperar que no futuro, essa área do curso da qual os alunos sentem essa falta de aprendizagem, acabe sendo suprida, e possam acrescentar onde está faltando, para uma melhor aprendizagem por parte dos estudantes.

Palavras-chave: História da física; termodinâmica; máquinas térmicas; pesquisa no ensino superior; pesquisas em formulário; ensino de física.

ABSTRACT

This work aims to make an analysis of thermal machine history teachings in the physics degree college course in the CAA-UFPE on the undergraduates point of view. As we all know, not Only thermodynamics but also the physics history are very rich areas and with a lot of potential, but they end up by many times, not having so much emphasis, even with all of their importance and benifits in the education being recognized, and for this, this was our main motivation for this research, which was realized by using a Google form, throught nine questions, Where the students were questioned if they had attended classes during the course that treated the subject of physics history, or even if they used this field Only as a didactis strategy for the classes. In the same way, they were also questioned if they believed the study of this area was essential or not for learning, and also if they had interest in having subjects totally focused in the are of physics history, exclusively, rather being obligatory or elective, and in the same way, which physics áreas would they be interested in learn more about his history. They also needed to answer which was their conception about termal engines, where some of the students showed having knowledge about it and other don't. In one of the questions, when questioned, more than half of the students answered they didn't had one class about the story of termal engines during the course. In the end, mosto f the answers showed interest not only in physics history classes but also in a deep learning about the thermal engines. In this way, we can expect that in the future, this course field where the students feels this lack of learning can fe fufilled, and they can add where is still lacking, for a better studying on the behalf of the students.

Keywords: Physics history; thermodynamics; heat engines; higher education; formulary researches; physics teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA.....	13
2.1	UMA BREVE HISTÓRIA DAS MÁQUINAS TÉRMICAS.....	13
2.1.1	A primeira máquina térmica.....	14
2.1.2	Na revolução industrial.....	16
2.1.3	Melhorias nas máquinas térmicas.....	18
2.1.4	Outras contribuições.....	20
2.2	OUTROS GRANDES NOMES DA TERMODINÂMICA.....	23
2.2.1	Um pouco sobre Carnot.....	23
2.2.2	Rudolph Clausius.....	26
2.2.3	Barão Kelvin.....	27
2.2.4	Walther Nernst.....	28
2.3	A IMPORTÂNCIA DE SE ESTUDAR HISTÓRIA DA FÍSICA.....	28
2.3.1	Possíveis razões pelas quais história da física não são o foco das aulas..	30
2.3.2	Porque deveríamos estudar a história da física.....	31
3	METODOLOGIA.....	33
4	ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	37
5	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA PARA COLETA DE	
	DADOS.....	55
	APÊNDICE B – LINK DO FORMULÁRIO DE PESQUISA DIGITAL PARA	
	ESTE TRABALHO.....	57
	ANEXO A - GRADE CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM	
	FÍSICA NO	
	CAA/UFPE.....	58

1 INTRODUÇÃO

É engraçado pensar como em tão pouco tempo as coisas mudam e evoluem, não é? Ou será que dura muito tempo pra essas mudanças acontecerem?

Só o que sabemos é que tudo muda, querendo ou não, seja rápido ou devagar, e que tudo está em constante mudança, e é essa mudança em que as coisas acontecem que nós chamamos de história.

Olhando como o mundo está hoje em dia, vemos ele cheio de tecnologia, cheio de avanços na ciência, cheio de inovações. Mas, obviamente, isso nem sempre existiu. Para realmente entender o mundo em como ele está hoje, é necessário que possamos entender o que houve com ele desde os tempos antigos e entender a sua evolução, desvendando os motivos que o levaram a ser como é agora. Inclusive, podemos observar com:

Não se escapa do passado. Ele é construído a partir de conceitos que nós empregamos para lidar com o dia a dia do mundo físico e social [...] Os conceitos carregam uma bagagem temporal. (Lee, 2011, p. 20)

Chega a ser engraçado pensarmos que os homens das cavernas de milhões de anos atrás, saíram das cavernas, se desenvolveram e conquistaram o mundo, se tornando tudo isso o que vemos hoje, com máquinas voadoras gigantescas, com eletrodomésticos que auxiliam todo o trabalho feito em suas moradias, com diferentes alimentos, e até mesmo com motores que tem mil e uma utilidades no dia-a-dia.

E falando em motores, as chamadas bombas de calor são um dos elementos da ciência que mais tem história para ser explicada e desenvolvida. Desde o ensino fundamental nós aprendemos sobre a revolução industrial, e as suas consequências sociais e econômicas no mundo, mas em momento algum nós aprendemos sobre a importância científica desse grandioso evento histórico, e a forma como isso se deu, entendendo como os avanços científicos desse período foram feitos, e com que objetivos eles foram estudados.

Infelizmente, isso é um elemento que podemos repetir na maior parte do avanço científico da história da humanidade. Raramente estudamos o desenvolvimento da ciência, seja em conceito ou aplicação, com qualidade, realmente entendendo o seu impacto no mundo e a sua relação com outras áreas que, em primeira vista, não se parecem ser muito relacionadas.

Mas porque isso acontece? Não seria algo a ser tratado com um pouco mais de importância e atenção do que recebe? Afinal de contas, se história é algo tão importante,

visto que estudamos desde o ensino fundamental (e a ciência também), porque não temos um foco da história da ciência a ser ensinada? Podemos observar que existe uma importância em aprender com isso, segundo

A comunidade de pesquisadores em ensino de ciências deve tirar lições do passado desse campo, realizando as correções necessárias de acordo com os equívocos cometidos (Damasio, Peduzzi, 2017, p. 13).

E não falamos isso apenas do ensino fundamental, tampouco do ensino médio, mas do ensino superior, onde nós estudamos isso especificamente. Dentro do curso de física, particularmente, a parte histórica é algo que se tem pouquíssima atenção, ficando sempre em último lugar nas prioridades dadas nas aulas, que sempre tentam focar mais no ensino de conceitos e aplicações físicas.

O curso de física do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (CAA/UFPE) sequer tem uma disciplina obrigatória para a história da física, apenas trabalhando isso em eletivas, e muitas vezes, em eletivas que ainda não focam na história da física em si, mas sim apenas que desenvolvem a parte histórica um pouco mais. A grade curricular do curso de licenciatura em física no CAA/UFPE estará disponível no Anexo A deste trabalho, mostrando as disciplinas ofertadas pelo curso, e demonstrando que não há nenhuma obrigatória direcionada para o ensino da história da física em si.

Mas por que isso acontece? E como isso pode ser mudado? Bem, essas são perguntas bem mais complexas do que parecem, e das quais podemos esperar que sejam respondidas na escrita desse trabalho. Mas pode-se dizer que o foco principal para entender a ideia é ter em mente a importância disso e tudo o que poderia ser acrescentado no ensino da física.

É importante sabermos que, dentro do ensino de física, e ciência no geral, a história da ciência funciona não apenas como um catalisador para o aluno, como também para os professores

A utilização de História da Ciência em aulas de Física pode ser bastante instigante e reveladora, tanto para os alunos quanto para os professores, porém, é interessante que ela seja feita de forma planejada e consciente, mostrando, não apenas os casos isolados do processo de desenvolvimento da ciência, mas principalmente o contexto geral dos fatores sociais, econômicos, políticos, entre outros, que possibilitam tal desenvolvimento (Linhares, 2015, p. 50).

Com base nessa introdução, a nossa pesquisa será realizada. E aqui estão os

nossos objetivos neste trabalho são:

Geral – Fazer uma análise do ensino da história das máquinas térmicas no curso de licenciatura em física no Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (CAA/UFPE), do ponto de vista dos graduandos.

Específicos –

- Trabalhar o contexto histórico de uma das áreas da física;
- explorar possíveis motivos pelos quais tais assuntos são ou não estudados em sala de aula;
- analisar os benefícios e dificuldades de se trabalhar com esse tema e/ou estratégia didática em sala de aula;
- observar a evolução histórica da expansão das máquinas térmicas.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira, observando o que foi escrito em cada um dos capítulos abordados nesse trabalho. Dessa forma, podemos observar como as temáticas estão sendo divididas:

- No Capítulo 1, apresentamos a introdução para este trabalho;
- No Capítulo 2, construímos a fundamentação teórica realizada para este trabalho onde observamos principalmente outros escritores falando sobre esse mesmo assunto;
- No Capítulo 3, detalhamos a metodologia abordada para a pesquisa deste trabalho;
- No Capítulo 4, exploramos a pesquisa realizada na UFPE-CAA e também as discussões com base na análise dos resultados obtidos;
- E finalmente, no Capítulo 5, temos as conclusões finais acerca do tema base descrito nesse trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Termodinâmica é de longe uma das áreas da física mais importantes, tendo em vista que, ela apresenta importantes conceitos como o de temperatura e calor, sabendo que temos três principais campos da física dentro da área de termodinâmica: termometria, calorimetria e termodinâmica (Simó et al, 2024). Podemos observar essa importância dessa área da física e o porquê de estudá-la, segundo

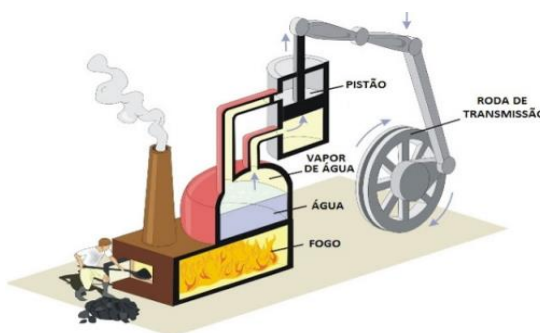
Uma das macro-áreas¹ da física que possui grande importância é a Termodinâmica. Estudá-la corretamente nos diversos níveis de ensino (Médio e Superior), deve ser uma preocupação essencial para os professores de física, visto que esta é primordial para o entendimento de muitas tecnologias que utilizamos em nosso dia-a-dia...(Saraiva, 2015, p. 1).

Entretanto, é um tema que, ao pensar em física, dificilmente pensamos nela em primeiro lugar, lembrando antes em mecânica, óptica, ou astronomia, por exemplo. Mas, não é porque não a lembramos que sua importância deixa de existir, é claro. Talvez seja o fato de que a termodinâmica iniciou como uma área a parte da física antes de se unir a esse ramo da ciência. Mas como isso se deu?

2.1 Uma breve história das máquinas térmicas

Originalmente, calor e temperatura, bem como os materiais “esquentarem” e “esfriarem” eram um ramo da química e não da física, tendo em vista que as propriedades físicas da termodinâmica ainda não eram conhecidas. Tudo isso mudou com a chegada da primeira revolução industrial, no século XVIII, mais precisamente, na década de 1760, com a chegada das primeiras máquinas térmicas modernas.

Figura 1 – Máquina Térmica



Fonte: <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/6-49>
(2020).

A definição de máquina térmica, segundo a ciência atual é: “uma máquina capaz

de transformar calor em energia mecânica". Durante os estudos de termodinâmica e máquinas térmicas, observamos o seu funcionamento conforme descrito por (Toribio, 2015, p. 57): "uma máquina a vapor funciona porque um fluxo de calor move a máquina, e quanto maior o fluxo maior o trabalho feito, assim, podemos então dizer, que precisamos aumentar a temperatura para aumentar o fluxo".

2.1.1 A primeira máquina térmica

Mas porquê "modernas"? Bem, a primeira máquina térmica registrada, data do século II antes de Cristo, aproximadamente, 150 a.c., chamada de Eolípila, criada por Heron (também conhecido como Herón, ou Herão) de Alexandria, que consistia em uma esfera de água fechada, com duas hastes de ferro abertos em seus lados, com água fervendo em seu interior.

Figura 2 – Heron de Alexandria



Fonte: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Heron/> (1999).

Conforme a água se transformava em vapor, ele saía com uma certa pressão que causava um movimento na esfera, fazendo-a girar, transformando esse calor em energia mecânica. Ela é considerada por muitos como a primeira máquina térmica da história. Ela era usada como um sistema de diversão na qual as pessoas se reuniam em praças da antiga Roma e alguns pontos da Grécia para observar a esfera girando. Podemos ver como (Dias et al, 1993, p. 148) descreve a máquina comparando-a com a sua sucessora séculos a frente: "Essa máquina é particularmente curiosa, por ser uma legítima máquina térmica que em nada difere, no que diz respeito aos princípios e etapas de sua operação, da máquina de Savary, do final do século XVIII".

Figura 3 – Eolípila



Fonte: <https://olhardigital.com.br/2023/10/06/ciencia-e-espaco/maquina-a-vapor-primitiva-era-usada-para-proposito-desconhecido/> (2023).

Após isso, existe um “buraco” histórico sobre as máquinas térmicas registradas, com elas reaparecendo apenas durante a época da primeira revolução industrial. Porquê isso acontece? Podemos teorizar que se trata apenas de faltas de registros históricos, visto que muitas das criações de Heron estavam na biblioteca de Alexandria, na qual as informações foram perdidas quando o local sofreu um incêndio, de acordo com (Souza, 2017, p. 28):

A biblioteca de Alexandria ao ser queimada, pelos romanos, tem muitos de seus documentos saqueados, alguns destes documentos foram recuperados e creditados a seus devidos donos. Não foi uma tarefa fácil, muitas obras de Heron foram contestadas, mas há citações como a que ele faz a Apolônio e que ele recebe de Pappus, ajudaram a comprovar a proeza de seus feitos.

Entretanto, ainda era possível manterem, pelo menos, as informações históricas sobre as máquinas térmicas criadas durante a idade média. Mas isso não é citado em muitas fontes, mesmo que algumas delas ainda citem Leonardo da Vinci por exemplo, já ao fim da idade média (final do século XV), onde sabemos que ele se apropriou do uso de vapor da água antes da revolução industrial (Souza, 2019, p. 28).

O famoso Leonardo da Vinci, fez uso dessas descobertas, ele usou vapor de água para criar movimentos. Várias descobertas significativas do pintor e inventor não foram desenvolvidas em virtude da ausência de equipamentos mecânicos que pudessem realizar trabalho.

Dessa forma, não se pode tirar nenhuma conclusão sobre os acontecimentos e nem argumentar se conseguiam trabalhar com esse tipo de conteúdo. Até porque mesmo

que tenham acontecido experimentos e descobertos nessa época, não temos como saber se algo foi realmente bem desenvolvido, já que não havia equipamentos suficientes para isso.

2.1.2 Na revolução industrial

Um dos momentos históricos mais importantes da idade moderna, devido a todos os acontecimentos e novidades científicas, sociais, econômicas, entre outros, um dos focos mais importantes que podemos destacar é da aparição em massa das máquinas térmicas surgidas na Europa durante esse período, com o destaque sendo o das indústrias, conforme descreve

O início do século XIX na Europa assistia perplexo ao desenvolvimento técnico envolvido no aperfeiçoamento e difusão das chamadas máquinas de fogo (máquinas térmicas), idealizadas na segunda metade do século XVIII e em pleno funcionamento em mais desse mesmo século. A Inglaterra foi a grande protagonista desse processo, que viria a se constituir no grande motor da chamada Revolução Industrial [...] Em meio a toda essa efervescência tecnológica, vamos encontrar no continente, sobretudo na França, uma maior preocupação com explicações de natureza teórica, especialmente relacionadas ao rendimento das máquinas. James Watt, nome legendário na Revolução Industrial, havia conseguido quadruplicar o rendimento da máquina de Newcomen, um dos primeiros modelos de máquina térmica, simplesmente separando a caldeira, onde o vapor produz trabalho mecânico, do condensador, onde o vapor é condensado. (Laranjeiras, 2014, p. 006-2)

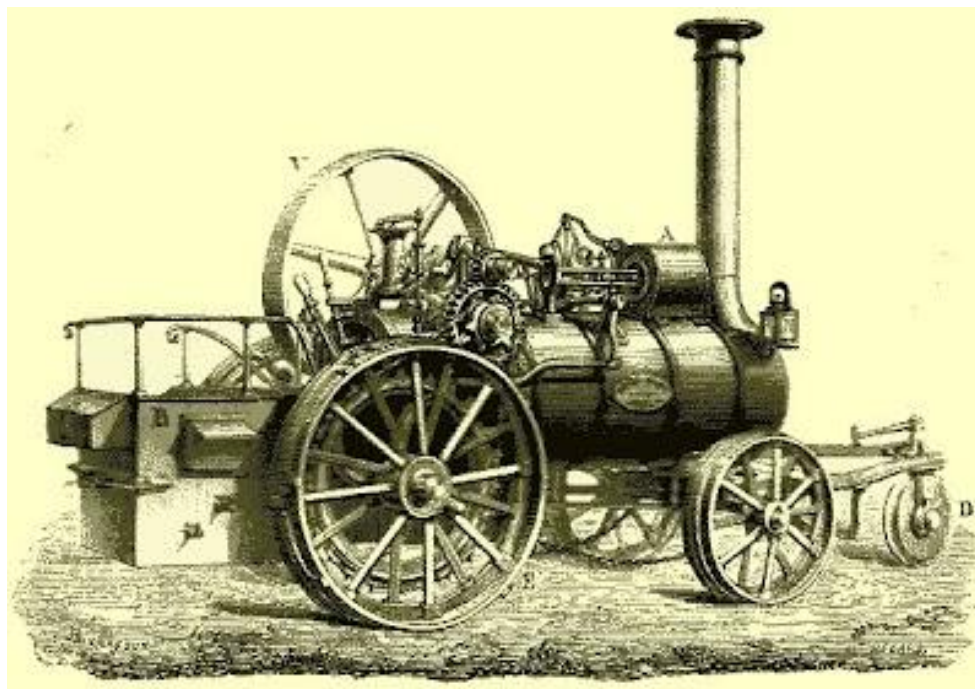
É importante deixar claro que nem tudo na história é ratificado. Muitas versões diferentes de eventos ainda são trabalhados, e por isso, podemos esperar que nem sempre alguns fatos estejam descritos de forma precisa, como diz (Kasprik, 2021, p. 20): “A revolução industrial não é um período consensual entre os historiadores, tanto no que se refere ao seu início e final, quanto no que se refere se de fato o que ocorreu no período”.

Assim, entrando na época da revolução industrial, podemos citar que os principais projetos que realmente demonstraram uma grande revolução, não apenas científica, mas também histórica na sociedade foram aquelas que trabalhavam diretamente com o contexto social dos trabalhadores de indústrias têxteis, mineração ou militar, destaque esse que relacionava de forma direta o uso das máquinas para viés políticos, por exemplo, como estabelecido por (Kovalik, 2021, p. 24)

Historicamente, a termodinâmica surgiu do desejo de aumentar a eficiência dos primeiros motores a vapor, principalmente através do

trabalho do físico francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1824), que acreditava que a eficiência do motor era a chave que poderia ajudar a França a vencer as Guerras Napoleônicas.

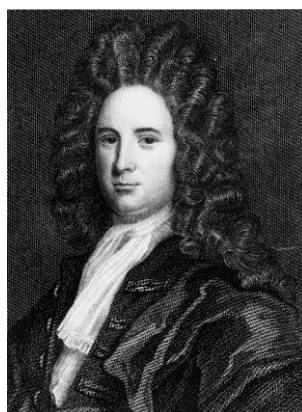
Figura 4 – Motores “Modernos”



Fonte: <http://www.ibamendes.com/2011/04/o-impacto-da-maquina-vapor-na-revolucao.html> (2011).

Assim sendo, podemos começar falando da “Bomba de Água de Thomas Savery”, um engenheiro inglês, a qual também chamada de “Amigo do Mineiro”, que era uma máquina térmica criada com a intenção de ajudar os mineiros que trabalhavam na mineração a aproximadamente 50 metros de abaixo do solo (Rezende, 2021).

Figura 5 – Thomas Savery, inventor e engenheiro militar inglês, c 1690-1699 · Unbekannt

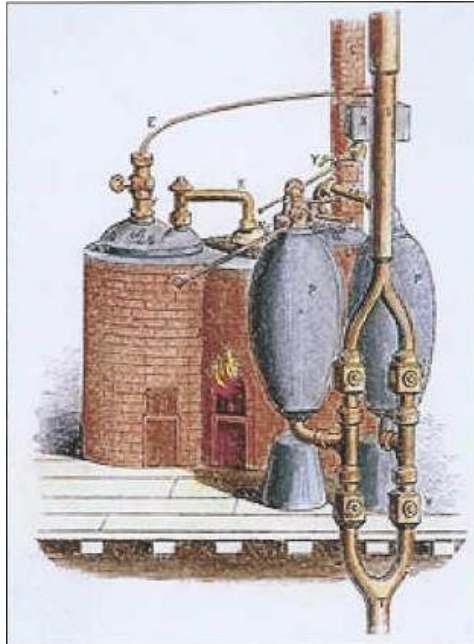


Fonte: <https://www.meisterdrucke.pt/impressoes-artisticas-sofisticadas/Unbekannt/1057830/Thomas-Savery,-inventor-e-engenheiro-militar-ingl%C3%AAs,-c-1690-1699.html> (Sem data).

Inicialmente, a bomba de água funcionava com uma espécie de sucção, na qual a

água era sugada para cima, auxiliando os mineiros que tinham dificuldades em trabalhar e respirar devido a elevada quantidade de água que havia embaixo do solo.

Figura 6 – O Amigo do Mineiro



Fonte: <https://aulazen.com/historia/maquina-a-vapor-o-motor-a-vapor/> (2018).

Entretanto, chegava num ponto em que, por mais forte que a sucção fosse, ela não dava conta da força gravitacional, que acabava fazendo com que a água caísse novamente nos poços de mineração, ainda em uma altura pouco útil para o que os mineiros trabalhavam.

2.1.3 Melhorias nas máquinas térmicas

A máquina térmica de Savery foi aprimorada por Thomas Newcomen, também inglês de sua época, na qual ela conseguiu fazer uma melhoria, aumentando a altura máxima da máquina anterior, fazendo-a ser mais eficaz que a sua versão anterior.

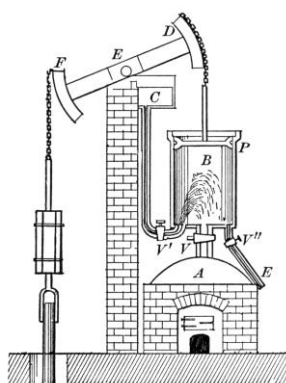
Figura 7 – Thomas Newcomen



Fonte: <https://pt.findagrave.com/memorial/85242189/thomas-newcomen> (2012).

Essa nova máquina térmica, aprimorada por Newcomen com base no que Savery havia construído, superava algumas limitações, como por exemplo, aumentava em alguns metros o alcance que a máquina original conseguia em seu máximo, mas ainda assim, deixava muito a desejar para o que se prometia.

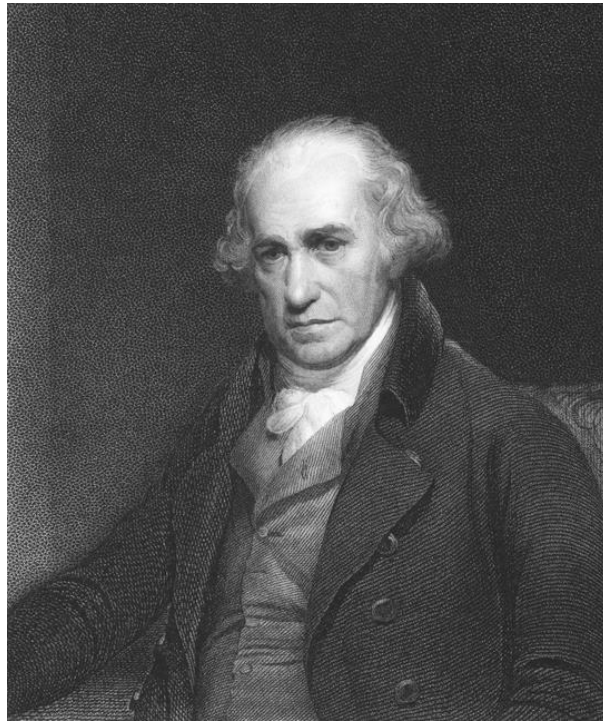
Figura 8 – Bomba d'Água de Thomas Newcomen



Fonte: Domínio Público

Entretanto, podemos dizer que as máquinas térmicas dessa época da revolução industrial do século XVIII só foram realmente aperfeiçoadas a partir do momento em que o escocês James Watt introduziu o Motor Lap, que acoplado um sistema rotacional em vez do clássico “sobe e desce” comum dos motores anteriores.

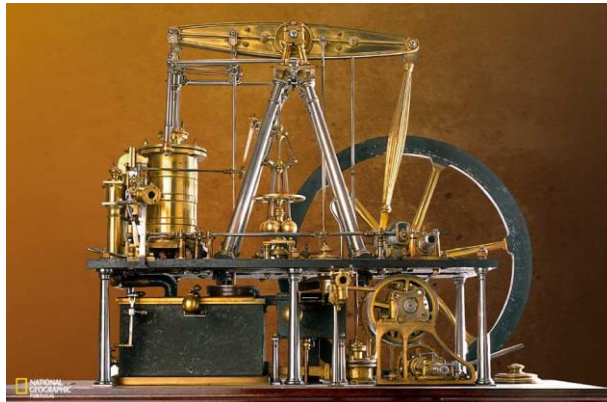
Figura 9 – James Watt



Fonte: <https://humanprogress.org/heroes-of-progress-pt-13-james-watt/> (2019).

Ele conseguiu fazer com que fosse resolvida toda a situação envolvendo a força gravitacional e finalmente conseguiu fazer com que a bomba de água funcionasse de forma realmente eficaz (Ferreira, 2020).

Figura 10 – Motor Lap



Fonte: https://www.nationalgeographic.pt/historia/james-watt-e-o-caminho-para-a-revolucao-industrial_3002 (2022).

E assim, concluímos uma parte desta jornada histórica das máquinas térmicas, entretanto, ainda existem alguns nomes e momentos que valem ser destacados aqui.

2.1.4 Outras contribuições

Já na situação relacionada a produção têxtil que existia nas fábricas daquela época, é necessário primeiro situar o contexto socioeconômico da época. A produção de tecidos sempre foi um ponto muito importante da economia do país, especialmente pela disputa existente entre a Inglaterra e países como a França e a Índia. Na tentativa de

melhorar o seu sistema de produção, Edmund Cartwright revolucionou a Inglaterra com o seu tear a vapor. Mas por quais motivos isso aconteceu?

Figura 11 – Edmund Cartwright



Fonte: Domínio Público/Internet

Além da já citada rivalidade de produção com outros países, podemos citar também a situação dos trabalhadores, visto que o sistema de fabricação dos tecidos feitos em teares manuais consistiam em muitas lâminas afiadas que faziam com que fossem muito difícil manusear o objeto de forma segura, isso é reforçado pelo fato de que haviam pessoas sendo contratadas pelas fábricas para que apenas observassem os trabalhadores, para que caso algum deles corresse riscos, isso pudesse ser evitado com maior facilidade (Rezende, 2021).

A partir do momento em que Edmund Cartwright introduziu o seu tear a vapor, tudo isso mudou, pois agora, a máquina térmica fazia com que o trabalho fosse muito mais fácil e seguro, observando que agora uma única pessoa poderia controlar dezenas de máquinas de tear ao mesmo tempo, e de uma posição segura, onde não haveria mais o risco de cortes e mutilações como eram nos teares anteriores.

Figura 12 – Tear à Vapor



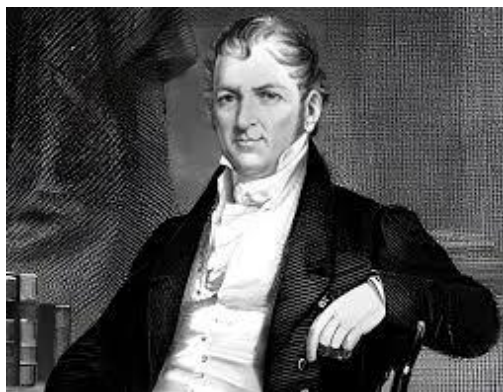
Entretanto, isso acabou desencadeando uma pequena cadeia de eventos. Analisemos a seguinte situação: durante muito tempo, houve pessoas que eram contratados para cargos onde elas apenas sentavam e observavam outras pessoas trabalhando, prestando atenção em pequenos riscos possíveis nas máquinas pesadas. E o que aconteceu quando elas não eram mais necessárias? Da mesma forma, se uma única pessoa era capaz de controlar dezenas de máquinas a vapores, o que fazer com todos os outros trabalhadores que não eram mais necessários para a indústria?

O resultado foi uma demissão em massa em várias das grandes fábricas por toda a Inglaterra. Insatisfeitos com esse acontecimento e revoltados por terem sido totalmente substituídos por máquinas, as pessoas desempregadas começaram a fazer movimento em prol de seus direitos, que hoje são lembrados como os primeiros sindicatos trabalhistas na história (Ferreira, 2020).

E não para por aí, com a chegada das máquinas térmicas e todo esse contexto político que existia na época, podemos voltar para a questão da rivalidade França-Inglaterra e retratar como Joseph Cugnot, engenheiro e militar francês, criou o primeiro carro a vapor, na promessa ao rei Luís XV de “fazer com que os soldados atravessassem o campo de batalha sem sofrer um único golpe”. Mais uma vez percebemos como esse aspecto político entre a França e a Inglaterra fizeram uma diferença colossal no que se refere aos desenvolvimentos das máquinas térmicas durante esse período. Observemos então o quanto a França estava avançada nessa relação se comparada a outras nações durante essa mesma época, segundo

A França, por exemplo, na época a principal potência que disputava a hegemonia colonial com a Inglaterra, apresentava um direcionamento maior para as atividades científicas. Esse interesse do governo francês estava pautado não apenas no crescimento econômico, mas também na defesa das suas fronteiras, que eram ameaçadas pelos principados e condados vizinhos, que atualmente correspondem ao território da Alemanha e da Itália (Silva, Errobidart, 2019, p. 76).

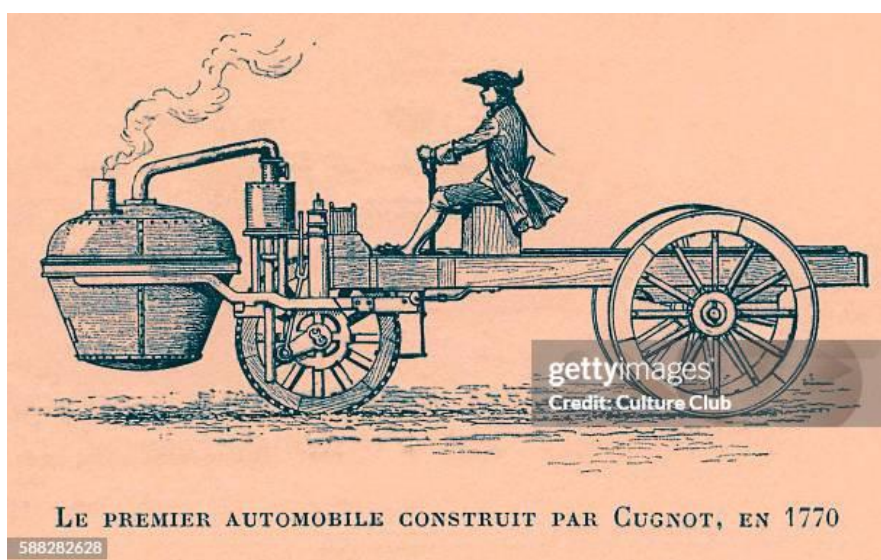
Figura 13 – Joseph Cugnot



Fonte: Domínio Público/Internet

A máquina era funcional, mas assim como muitas das máquinas térmicas daquela mesma época, o manuseio dela era bem complicado, envolvendo válvulas e engrenagens muitos difíceis de controlar.

Figura 14 – Carro à Vapor de Cugnot



Fonte: GettyImages (2016)

O resultado disso foi o primeiro acidente automobilístico, visto que Cugnot perdeu o controle e bateu o carro em uma árvore na praça. Entretanto, muitas das ideias de Cugnot serviram de inspiração para que em menos de um século, Ford começasse a trabalhar nos seus automóveis (Ferreira, 2020).

2.2 Outros grandes nomes da termodinâmica

2.2.1 Um pouco sobre Carnot

Mas isso ainda não é tudo. Mesmo que ignorássemos os aspectos políticos, as máquinas térmicas foram de grande importância também para o estudo da termodinâmica em si, como o desenvolvimento de fórmulas e a fundamentação das leis

da termodinâmica, obviamente especiais para o desenvolvimento da física e da ciência como um todo. Conforme cita (Ferreira, 2018, p. 37), estabelecendo uma pequena explicação para a forma como as leis atuam entre si

A primeira lei da termodinâmica trata-se da conservação de energia, a segunda lei da termodinâmica e seu enunciado discute a irreversibilidade das transformações, define o rendimento de uma máquina térmica, a classificação dos refrigeradores, o ciclo de Carnot e a definição de entropia.

Podemos conversar sobre o caso de Sadi Carnot, engenheiro e militar francês, filho de um também militar francês, Lazare Carnot. Sadi estudou na Escola Politécnica da França quando completou os seus 16 anos, onde intensificou os seus estudos nas áreas de mecânica, geometria descritiva e química, conhecido por muitos por ser o “pai da termodinâmica” (Rezende, 2021).

Figura 15 – Sadi Carnot



Fonte: Diana M. N. Thomen (2017)

Carnot sentia um chamado especial pelas máquinas térmicas, e já bastante intrigado pelo conteúdo, se pôs a pesquisar sobre esse assunto em um trabalho com seu querido amigo, Nicolas Clément, onde ministrava um curso de química, onde foi-se desenvolvida algumas pesquisas sobre as máquinas a vapor. Carnot também visitou diversas fábricas e indústrias da França, onde começou a especializar no funcionamento dessas máquinas, verificando também o contexto político e teorias econômicas da época (Rezende, 2021). Quatro anos após a morte de seu pai, Carnot se demitiu como engenheiro militar da Lyons & Auxonne, onde virou a sua atenção para o estudo das máquinas térmicas.

Uma das principais contribuições de Sadi Carnot foi a teoria do “calórico”, que

curiosamente, foi criado por Lavoisier, um químico francês, que entendia-o como um fluido fino, que ia sempre do local mais quente para o mais frio, transportando assim, o calor de um corpo para o outro. Isso se dá pelo fato de originalmente o calor não ser interpretado como uma energia. De acordo com (Toribio, 2015, p. 57):

Esta substância, segundo Lavoisier, era o calórico, um fluido que devia ter propriedades completamente exóticas: como ser imponderável e também invisível. usando a hipótese do calórico, Sadi Carnot estudou as máquinas térmicas, que tinham sido inventadas e patenteadas no ano de 1769 por James Watt, dando início a uma forte revolução tecnológica: a revolução industrial.

Mas, mesmo assim, podemos observar como ela serviu de base para que a segunda lei da termodinâmica fosse formulada como a conhecemos nos dias de hoje, sabendo que sempre, a troca de calor, ocorrerá do corpo mais quente para o corpo mais frio. Dessa forma, observamos como Carnot conseguiu observar e compreender o conceito do calórico, e utilizado para criar seu próprio princípio (Dias, 2001, p. 229)

Carnot raciocina como se calor fosse um fluido muito fino, capaz de penetrar os menores poros da matéria; esse fluido era chamado de calórico. O funcionamento da máquina consiste, pois, na transferência de calórico da fonte quente para a fonte fria. Findo o ciclo completo, a máquina recupera suas condições iniciais. Como posto por Carnot, o Princípio de Carnot é uma recuperação de recuperabilidade das condições iniciais da máquina; para isso, a substância de trabalho tem de voltar as suas condições originais, livrando-se do calórico recebido. Nesse processo, o calórico é conservado, pois não é utilizado, gasto, "consumido", é só um "meio de transporte [...] O funcionamento da máquina térmica consiste na transferência de calor de uma fonte quente para uma fria e não em um consumo de calor. Como consequência, calor é conservado na operação da máquina: o calor retirado da fonte quente e todo ele transferido para a fonte fria.

Entretanto, podemos observar que nem sempre as teorias se permanecem. Conceitos são modificados ou descartados com o passar do tempo. E com o calórico não foi diferente, tendo em vista que, depois de um certo tempo, o próprio acabou sendo descartado como conceito físico, por Benjamin Thomson, que observou uma situação interessante com uma broca que era aquecida pelo atrito com blocos de metal, como mostra

Um fato posterior viria a derrubar completamente a teoria do calórico, Benjamin Thomson (conde Rumford) inspecionando a fabricação de

canhões de bronze observou que os blocos deste metal tornavam-se incandescentes durante o processo de perfuração, mas que ainda continuavam aquecendo mesmo depois que a broca perdesse o fio. Deste modo, Thomson se convenceu de que o aquecimento era gerado pelo atrito entre o bloco e a broca, atrito que existia independentemente do fato da broca estar afiada ou não (Galbiatti, 2011, p. 7).

O que podemos dizer que nos ajudou a hoje em dia não utilizarmos mais o conceito do calórico, visto que agora, nós temos uma explicação diferente para calor, temperatura, aquecimento, dentro outros conceitos existentes na termodinâmica.

2.2.2 Rudolf Clausius

Outro grande e importante nome para ser citado aqui, é o de Rudolf Clausius, físico e matemático alemão, nascido na polônia. Um grande nome para a história da termodinâmica, sendo aquele que introduziu os conceitos e grandezas de entropia, colocando a grandeza da qual não é mais utilizada, Clausius (Cl), como sendo o equivalente a $1 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$ ou $4,1868 \text{ J/K}$, além de ter confirmado o que Carnot havia apresentado como seu “Ciclo de Carnot”. Porque Cl deixou de ser utilizado? Como os seus cálculos deram esses resultados? São os tipos de pergunta que só podem ser respondidas a partir do momento em que analisamos a história e entendemos como tais resultados e mudanças foram feitas.

Figura 16 – Rudolf Clausius



Fonte: <https://www.nndb.com/people/951/000100651/> (2019)

Existem algumas afirmações de que Clausius também teria introduzido o conceito do calórico de Carnot e Lavoisier, mas isso é algo que gera certas controvérsias até os dias de hoje. Um pequeno indício de que, assim como na história das máquinas térmicas

lá nos tempos antigos, a história da termodinâmica também sofre de faltas de informações ou de dados que surgiram em diferentes locais por diferentes pessoas, ao mesmo tempo, o que pode gerar certa confusão.

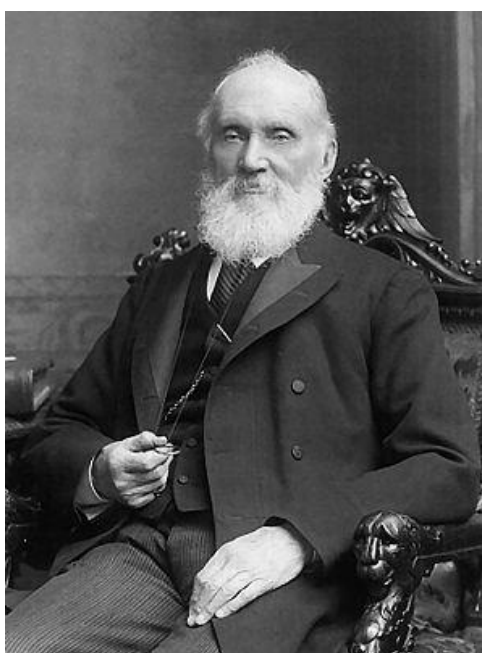
Ele também foi o primeiro a apresentar de forma fundamentada a primeira lei da termodinâmica, mesmo que outros, como é o caso de James Prescott Joule, já houvessem trabalhado com ideias similares. É importante percebermos que isso é algo que fez a total diferença na história, visto que assim como as demais leis da física, ela nos dá a “base” para entender o funcionamento do universo.

Junto com Kelvin, eles também formularam a segunda lei, da qual difere da primeira, mostrando que elas se acrescentam, como mostra (Nóbrega, Freire JR, Pinho, 2013): “a segunda lei da termodinâmica é essencialmente diferente da primeira lei, uma vez que trata de questões que não são englobadas pela primeira lei, como a direção em que um processo ocorre na natureza”.

2.2.3 Barão Kelvin

Ainda podemos citar William Thomson, ou Barão Kelvin, físico-matemático e engenheiro britânico, que foi o criador da escala de temperatura Kelvin (K), utilizada até nos dias de hoje como sendo a medida de temperatura universal, também chamada de “Escala Absoluta Celsius”.

Figura 17 – William Thomson, Barão Kelvin



Fonte: Daniel Ribeiro (2015)

Juntos, Clausius e Kelvin foram os responsáveis por um acréscimo nas leis da

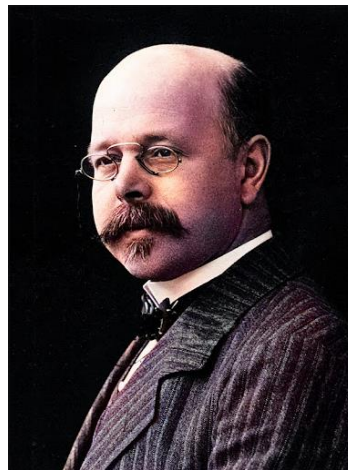
física, a formulação da segunda lei, onde a sua criação é destacada com essa fala de (Toribio, 2015)

[...]o trabalho de Carnot proporciona uma relação entre a temperatura e o trabalho feito por qualquer máquina térmica. seu trabalho só foi reconhecido pelos trabalhos de Willian Thompson (lord Kelvin) e Rudolf Clausius. Eles compreenderam o trabalho de Carnot e conseguiram formular a segunda lei da termodinâmica. Quando uma máquina térmica recebe calor, uma parte deste calor pode ser usada para produzir trabalho e outra é perdida na vizinhança do sistema.

2.2.4 Walther Nernst

Além deles, temos também o exemplo de Walther Nernst, físico-químico alemão, onde estudando as outras leis da termodinâmica, chegou a conclusão e formulou o que hoje é a terceira lei, a qual mostra que é impossível alcançar o zero absoluto (Kasprik 2021).

Figura 18 – Walther Nernst



Fonte: <http://scihi.org/walther-nernst-thermodynamics/> (2021).

Assim, podemos observar que tudo isso e muito mais, foram todas contribuições com uma grande história por trás que poderíamos usar para aprender mais e consequentemente, entender melhor a ciência atual com base no passado.

2.3 A importância de se estudar história

Desvendar história é algo de extrema importância para a humanidade. Desde sempre, os seres humanos queriam descobrir mais sobre o mundo, e sobre tudo o que se passou até então. Segundo (Toribio, 2015): "o homem desde a Antiguidade procurou entender o ambiente no qual habitava".

A verdade é que, cada um desses contribuidores vistos até aqui, e tantos outros, muitos para serem citados aqui, tiveram uma importância colossal na história da termodinâmica, e da física em si. Eles fizeram história. Mas essa história não é contada. Quanto da aprendizagem poderia ser melhorada se essa história fosse contada? Que diferença faria na aprendizagem se todos os alunos conseguissem estudar:

1. como se deram os experimentos;
2. quais foram os processos feitos;
3. quais as teorias desprezadas;
4. e quais as teorias confirmadas.

Podemos observar alguns pontos importantes no que se refere ao ensino de história da ciência, de acordo com (Pascoal, 2016, p. 27)

Outros pontos importantes devem ser levados em conta: a) a história promove uma maior compreensão das concepções dos métodos científicos; b) uma abordagem histórica conecta com o desenvolvimento do raciocínio do indivíduo com o desenvolvimento das ideias científicas; c) a HC é de grande valor intrínseco na vida da humanidade; d) a História, examinando a vida e o tempo dos cientistas, humaniza o assunto da ciência, tornando-o menos abstrato e mais motivador para os alunos.

Podemos observar que existem vários aspectos possíveis referentes ao desenvolvimento do aluno, melhorando o raciocínio, dando mais compreensão, motivando o aluno a aprender mais e observar a física por um lado mais humano. E muito mais, já que podemos relacionar a física com todo o resto do mundo, conforme citam os autores

A história da ciência constitui-se numa matéria importante na formação do aluno, uma vez que pode levar à reflexão não apenas sobre os estatutos da ciência, mas também sobre seus processos, seu desenvolvimento. Por outro lado, pode ainda revelar interessantes imbricações sócio políticas e econômicas (Baldow, Monteiro JR, 2010).

Entender esses processos poderia ajudar os alunos do ensino a não terem tantas dúvidas sobre os conceitos, as aplicações, exemplos e cálculos. Compreender como uma fórmula foi instituída poderia ajudar os alunos a entender as suas grandezas, a forma como aquela fórmula se aplica em um exemplo, compreender como é o funcionamento de uma máquina térmica. E não apenas isso, onde vemos nessa frase de (Hülsendeger, 2007, p. 225):

Do mesmo modo, esse olhar permitiria ver a Física não como um amontoado de equações ou fórmulas, mas como uma fração do conhecimento humano que, fazendo parte do nosso dia-a-dia, tem importância relevante para a forma como percebemos e compreendemos o mundo à nossa volta.

Mas isso só é possível se houver uma maneira de se estudar a história de como aquele processo se desenvolveu. Como aprendemos a andar? Como aprendemos a cozinhar? Como aprendemos a ler e escrever? Como saímos das cavernas e dominamos o mundo? Tudo isso é uma longa história...

Observando o ensino de história desde o início do ensino fundamental, já podemos ter certeza de que saber do nosso passado, do nosso legado, é algo importante. Não estaríamos estudando história desde o primeiro ano do fundamental até o último ano do ensino médio se não fosse algo realmente importante de ser aprendido (Pascoal, 2016).

Entretanto, apesar de estudarmos sobre quase todas as guerras conhecidas pela humanidade desde a invenção da escrita, podemos perceber que existe uma certa diferença no que se refere a estudar sobre os avanços científicos dentro da física em relação com outros tópicos da história. Porque isso acontece? Será que o desenvolvimento da história da física não é algo tão importante de ser pesquisada e estudada de uma forma mais aprofundada?

2.3.1 Possíveis razões pelas quais história da física não é o foco das aulas

Temos que ter em mente que, quando estudamos, naturalmente é comum estudarmos sempre os dados mais atualizados e importantes, de forma que conseguimos entender mais corretamente o que queremos aprender em determinado conteúdo.

Dito isso, é importante percebermos que muitos conceitos físicos foram sendo modificados e atualizados conforme o tempo foi passando, como foi o caso do próprio calórico.

Assim, podemos deduzir que uma possível justificativa para que essa parte histórica não seja tão abordada é justamente para que não precisemos passar por toda essa evolução e modificações que aconteceram. Até porque, ao se transmitir o termo, conceito ou explicação mais atual para algum fenômeno, fica até mais fácil de se demonstrar a sua aplicação, seja em experimento ou até mesmo em um cálculo, o que facilita para atividades de treinamento para os alunos. E isso funciona também não apenas com o uso de aulas expositivas clássicas, mas também com o uso de experimentos, o qual é algo muito interessante de se trabalhar, levando em consideração que máquinas térmicas e experimentos podem ser relacionados. Seguimos com o que

diz

Muitas vezes, encontramos na descrição dos objetivos das propostas ou introdução do trabalho a importância do contexto histórico, no qual o experimento se constrói. Todavia, percebemos que, essa contextualização recai, usualmente, sobre os conceitos científicos envolvidos na execução experimental ou manipulação dos materiais envolvidos (Jardim, Guerra, 2017, p. 257).

Um outro ponto que é importante ser destacado é que os currículos tanto escolares quanto universitários, tem sua organização de temas e de aulas disponíveis para serem trabalhadas em um período do curso. Devido a isso, mesmo que os professores saibam do assunto, do desenvolvimento histórico e queiram abordá-lo, podemos supor que nem sempre eles tem a oportunidade de trabalhar com esse conteúdo.

Observamos o modo como isso é visto muitas vezes dentro o ensino na concepção de aulas focadas no lado histórico, tendo seu foco apenas para os cálculos e formas, de acordo com

Atualmente apesar dos avanços científicos e tecnológicos, o ensino de física nas escolas na maioria das vezes ainda é tratado como enciclopédico, resumindo-se a resolução de equações que na maioria das vezes não passam de resoluções matemáticas que, geralmente, não motivam e nem levam o aluno a compreender os fenômenos naturais e tecnológicos que perfazem a vida dos educandos (Gomes, 2014, p. 17).

E por isso, podemos forçar uma justificativa do porque muitas vezes esses temas são trabalhados mais em salas de aula como curiosidades ou como uma estratégia didática apenas.

2.3.2 Porque deveríamos estudar a história da física?

Mas mesmo com essas justificativas, ainda sim podemos citar os motivos pelos quais podemos observar a importância de estudar a história da física, sabendo que é uma coisa muito importante para entendermos a realidade do mundo ao nosso redor.

A história da física pode nos ajudar no desenvolvimento do raciocínio, entendendo como certos pensamentos foram construídos, o contexto com o qual eles surgiram, e como esse pensamento foi modificado pela lógica, pelos testes, pela mudança que houve na física e na ciência no geral.

Do mesmo modo, seguindo a lógica de entender o passado aprendendo de quais pensamentos certos conceitos surgiram e foram modificados, também podemos usar isso

para aprender sobre a física atual, como certos conceitos e aplicações surgiram, como podem ser usadas em diferentes contextos no mundo atual, além dos assuntos trabalhados com cálculo em salas de aula, (Junior et al, 2021, p. 99)

o desenvolvimento histórico das máquinas térmicas torna-se um importante fator de estudo que podem contribuir para um melhor entendimento da matéria, sendo possível até mesmo inserir formas de exercício com cálculo de rendimentos das primeiras máquinas térmicas.

Estudar a história da física também pode ajudar-nos a ter uma melhor análise crítica, interpretando evidências, construindo argumentos e desenvolvendo habilidades em diversas áreas (Pascoal, 2016).

Mesmo que todos esses pontos possam parecer uma coisa geral da ciência e da física, e não necessariamente do estudo da história da física, ainda assim podemos nos forçar a questionar o porque, mesmo tendo esses benefícios assim como todos os outros tópicos, temas, assuntos e conteúdos da física, a parte histórica realmente acaba em muitas das vezes sendo “deixada de lado”.

Finalizando, com tudo o que foi dito até agora, podemos acreditar que já contextualizamos bem o que queríamos tratar sobre esse assunto, e explicar o porque foi importante para nós fazer essa pesquisa sobre as opiniões dos alunos do curso de licenciatura em física no CAA/UFPE em relação ao tema de máquinas térmicas na área de termodinâmica.

3 METODOLOGIA

Observando a ideia da nossa pesquisa, vemos que nosso objetivo geral é conseguirmos fazer uma análise do ensino da história das máquinas térmicas no curso de licenciatura em física na UFPE-CAA, do ponto de vista dos graduandos e graduados.

Bem, devido a isso, a nossa pesquisa realizada no Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco consistiu em ser qualitativa, observando a qualidade das inúmeras e diferentes respostas dos alunos do curso de licenciatura em física sobre o tema abordado.

Tendo em vista o que buscamos em nossa pesquisa, podemos entender, segundo (Mussi, et al, 2019, p. 416) como definir a pesquisa em si

A pesquisa é a atividade concreta no processo de constituição e desenvolvimento científico, possibilitando a produção, identificação e descoberta do conhecimento, respostas para perguntas específicas e soluções de problemas. Esta atividade pauta-se fundamentalmente na exigência da escolha intencional dos métodos disponíveis, que conduzirão o desenvolvimento ideal para a compreensão do objeto analisado, também nomeável de realidade.

E a partir disso, podemos relacionar com a escolha da pesquisa qualitativa, prezando sempre a a melhor qualidade possível dentro do número de respostas obtidas para a nossa pesquisa, conforme cita

A opção pela perspectiva qualitativa ou quantitativa reflete a própria formação ou maneira como o pesquisador percebe o objeto e/ou o sujeito e sinaliza afetamentos históricos e ideológicos que formam o pesquisador. (Mussi et al, 2019, p. 417).

E isso se deve devido a sua natureza subjetiva, na qual queremos saber, de uma forma mais pessoal e individual, o que os alunos pensam sobre o assunto da pesquisa e de quais formas o seu conhecimento possa contribuir para a pesquisa.

E agora, voltando-se a pesquisa quantitativa, podemos notar que, apesar de ser muito útil e importante em momentos de certas pesquisas, ele também pode ser considerada como limitada em certos pontos, o que a qualitativa muitas vezes passa por uma “melhor escolha”, ainda seguindo o pensamento de (Mussi, et al, 2019, p. 417)

A pesquisa quantitativa dominou por algum tempo o cenário acadêmico científico. Mas, no século XIX, surgiram sinais de insatisfação com o paradigma científico clássico [...] Estudos com essa abordagem objetivam

o aprofundamento da compreensão de um fenômeno social por meio de entrevistas em profundidade e análises qualitativas da consciência articulada dos atores envolvidos no fenômeno.

Isso significa que nossa análise busca entender os aspectos mais aceitos pelos alunos, da UFPE-CAA e a sua qualidade, e assim, para alcançar o nosso objetivo, nós escolhemos como instrumentos de coleta, para que se pudessem ser relatadas e analisadas as respostas, um questionário, tendo em vista que ele fornece as vantagens de:

- Não poder ser ter suas respostas editadas, e nem modificadas após o envio;
- Poder ser respondido de qualquer lugar em que o participante esteja, por ser um questionário online;
- Manter sempre os dados da coleta salvos, e com a capacidade de gerar cópias para que os dados obtidos não se percam;
- Oferecer uma disponibilidade de respostas diferentes, tanto abertas quanto fechadas, para que possamos obter diferentes tipos de resultados, dependendo do tipo de resposta que queremos obter em cada pergunta;
- Manter um anonimato de cada um dos alunos que participaram da coleta, sem que ninguém acabe descobrindo a quem pertence cada uma das respostas obtidas;
- Obter valores de porcentagem diretos, feito pelo próprio aplicativo utilizada para a criação do formulário, o que ajuda a obter valores diretos e a formulação de gráficos relacionados aos dados obtidos;
- A facilidade e rapidez em se obter os resultados, coletando os dados todos de uma vez;
- Organizar melhor as diferentes categorias de respostas, para uma melhor observação e análise dos dados obtidos.

Assim, podemos entender um pouco de como é o funcionamento de um formulário para coleta de dados de uma pesquisa, onde vemos que eles funcionam de forma bem mais rápida e organizada. Conforme cita (Seabra, Santos, 2007, p. 7)

Quando o usuário ativa o botão de conclusão, ou caso o tempo reservado à execução do mesmo se encerre, todos os dados do formulário são enviados ao computador servidor, que armazena as informações do teste do participante (dados pessoais, respostas escolhidas, horários de seleção e pontuação total) em um arquivo do tipo texto e, através do

algoritmo de correção, gera a pontuação do participante e a envia numa página HTML, para que o participante tenha realimentação imediata de seu desempenho.

E não é só isso, onde os autores continuam afirmando.

Todas essas características viabilizam a aplicação dos testes em um grande número de participantes com grande rapidez, praticidade e baixo custo. Além das alternativas escolhidas em cada item do teste, também é registrado o horário em que cada uma foi selecionada, bem como o momento em que o teste foi iniciado. Com essas informações é possível determinar-se muito do comportamento do participante na execução do teste, como quanto tempo usou para resolver cada questão, a ordem em que as questões foram resolvidas, se escolheu certas alternativas e depois trocou-as, etc.

Esse questionário terá as suas perguntas disponíveis no **Apêndice I**, e o link para o seu formulário do google no **Apêndice II** e para que outros possam observá-lo. É importante citar, que o formulário não está mais aceitando respostas. Entretanto, ainda está disponível para a observação das perguntas.

O questionário foi dividido em 9 questões. A primeira questão serve para situar em que período do curso o participante está, ou se já concluiu o curso; já da segunda à quinta, temos a visão da experiência dos alunos participantes, e o que eles estudaram ou tem interesse em ver no curso de física, relacionados a história da física; e da sexta até a nona questão, temos perguntas focadas exclusivamente sobre a área de termodinâmica, mais precisamente, das máquinas térmicas, conforme pode ser observado no esquema baixo:

QUADRO 1 – Divisão das Perguntas do Questionário

Questões do Questionário	Assunto Tratado
Questão 1	Período do Curso
Questões 2 a 5	Verificação da importância ou não de história da física no curso
Questões 6 a 9	Sobre Termodinâmica (Máquinas Térmicas)

Para conseguir coletar e interpretar as respostas das questões levantadas nesse

instrumento escolhido, foi-se escolhido a análise de conteúdo. Os sujeitos escolhidos para o nosso trabalho foram os estudantes do curso de licenciatura em física na UFPE-CAA.

Entretanto também foi deixado como opção para que alunos egressos, que cursaram também nesta mesma instituição, visto que a pesquisa é sobre o curso nessa instituição em particular, pudessem também responder o formulário e contribuir com a coleta e análise de dados, visto que, assim como os alunos do curso atualmente, os ex-alunos também podem ter se deparado com situações que sejam importantes e que contribuam com o nosso problema de pesquisa, o que pode mostrar com que esse problema seja algo ainda mais relevante do que se esperava.

Ao todos, houveram 16 participantes dessa pesquisa, os quais responderam ao questionário, e nos forneceram os dados das quais serão analisados nessa pesquisa.

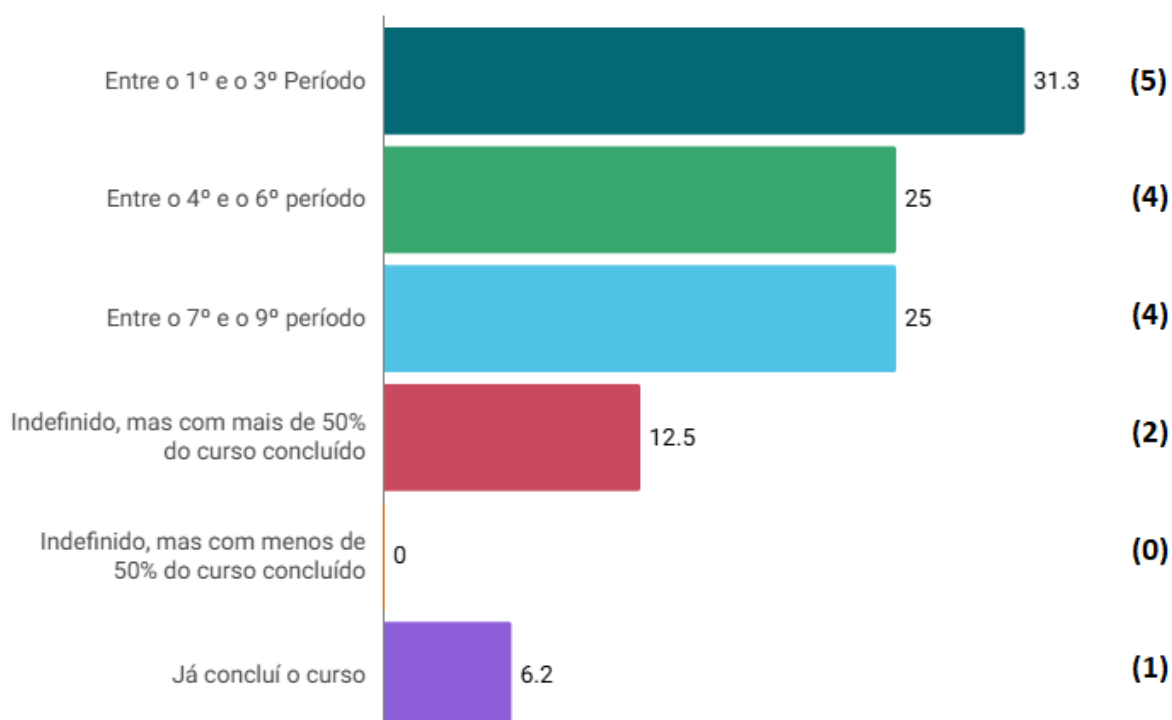
4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Foi realizada uma pesquisa no âmbito acadêmico da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste, com 16 alunos do curso de licenciatura em física que responderam à pesquisa, que ficou aberta entre abril e agosto de 2023. Essa pesquisa tem um objetivo qualitativo, que é bem mais focado na qualidade das respostas, apresentando a veracidade das informações nela apresentadas.

Ao todo, foram feitas nove perguntas, das quais sete delas apresentavam escolhas para serem marcadas, e apenas duas eram perguntas abertas, das quais se esperavam que os alunos do curso dessem suas respostas próprias. É importante citar que a pesquisa foi endereçada para todos os alunos do curso de física, desde o primeiro até o último período, e inclusive, ex-alunos que já estavam formados. Entretanto, nem todos os alunos possuem tempo, disposição ou interesse em participar dessa pesquisa, portanto, é necessário entender que existe sim uma margem de erro referente a isso.

A pesquisa foi realizada através de um formulário do Google, da qual possibilitava que os alunos pudessem responder de forma bem mais rápida do que se fossem entrevistados um por um, e até mesmo responderem da sua própria moradia. Abaixo estão as perguntas disponibilizadas na pesquisa realizada pelo formulário do Google:

Figura 19 – Gráfico 1: Em qual período do curso você está?



Fonte: Do autor

Analisando as respostas, vemos que uma quantidade considerável dos que responderam o formulário estão entre o 1º e o 3º período, o que pode chegar a gerar

certas dificuldades para a pesquisa, tendo em vista que, a maioria das disciplinas que trabalham com as máquinas térmicas e termodinâmica acontecem normalmente, a partir do 4º período.

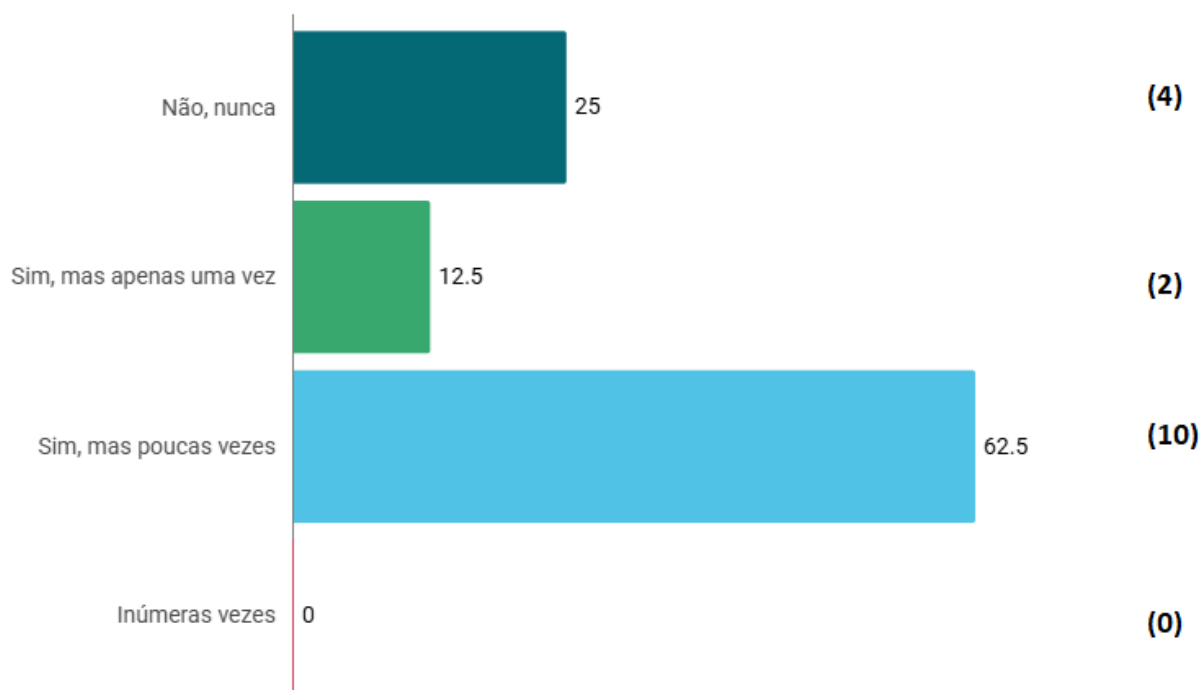
É importante citar que, mesmo sabendo dessa informação anterior, é importante observarmos se algum dos estudantes mesmo dos primeiros períodos, podem ter tido experiências sobre esse ensino da parte histórica ou termodinâmica, sendo ela alguma menção ou curiosidade feita por um professor, ou alguma pesquisa própria incentivada pelo professor referente a algum desses temas. E por esse motivo, esse grupo foi incluído na pesquisa, mesmo estando um pouco mais afastado do grupo onde pode gerar mais consistências dos dados.

Entretanto, é sempre bom percebermos que, unindo as duas outras maiores porcentagens, de 25% cada, dos alunos que estão entre o 4º e o 6º período, e do 7º ao 9º período, vemos que isso dá exatamente, 50% das respostas, o que pode nos deixar um pouco menos apreensivos e mais confiantes no que o resultado trará. Da mesma forma, temos ainda 12,5% dos que responderam ao formulário, que já completaram mais de 50% do curso, o que favorece a respostas dos alunos por já terem passados por períodos que favorecem as respostas.

Dentre os resultados, vemos também que 6,3% das respostas foram de alunos que já finalizaram o curso, o que nos dará uma grande ajuda em analisar os resultados obtidos.

Para os resultados da segunda pergunta do questionário, observemos o gráfico abaixo:

Figura 20 – Gráfico 2: Você já assistiu alguma aula que utilizou como estratégia didática, a história da física, neste curso?



Fonte: Do autor

Essa pergunta foi direcionada ao estudo da história da física dentro do curso, observando se o seu uso como estratégia didática era realmente utilizado, e aqui observamos alguns fatos bem interessantes. Inicialmente, podemos ver que um quarto das respostas, ou seja, 25% dos alunos que responderam, nunca teve algum tipo de aula referente ao estudo da história da física, o que é algo bem preocupante, visto que, como já foi dito anteriormente, estudar a história da física é algo muito mais importante do que parece à primeira vista. Mas, como vemos sendo explorado (Forato, T. C. M.; Pietrocola, M.; Martins, R. A., 2011, p. 52): “A textualização da narrativa histórica pode revelar-se mais difícil do que se imagina”.

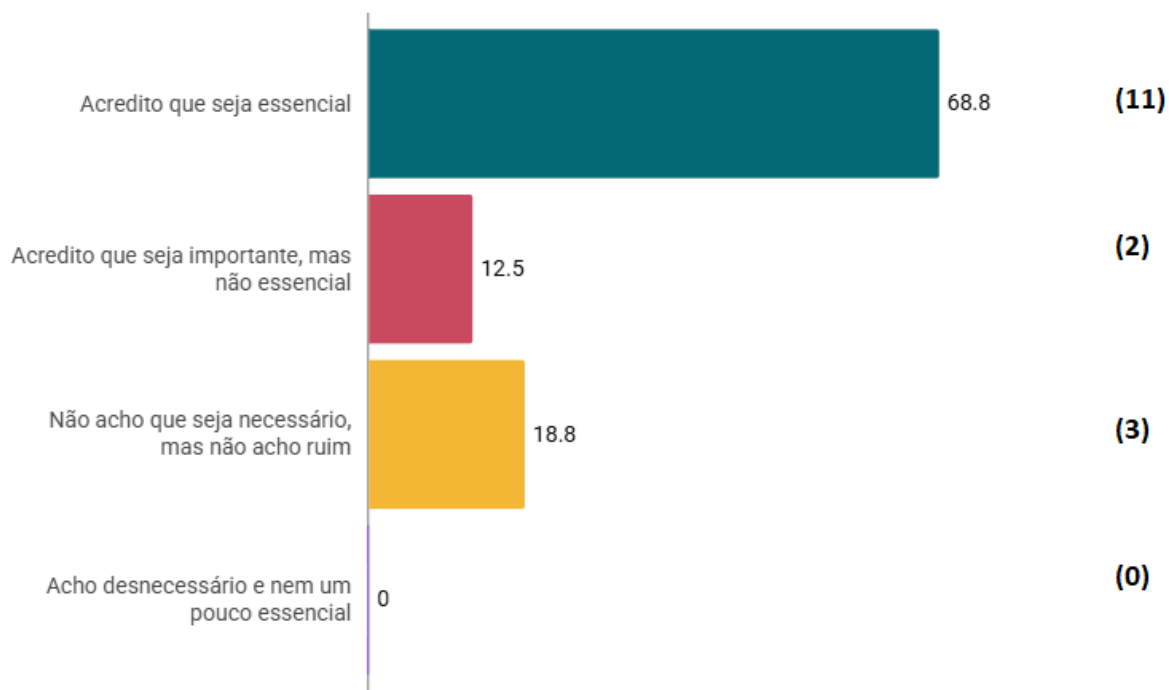
Assim, por mais que já tenham sim tido aulas em que isso ocorreu, é comum notarmos que tenha sido realmente em poucas ocasiões.

Em seguida, vemos que 12,5% dos resultados apresentam que durante toda essa estadia no curso, tiveram apenas uma única aula, não disciplina, aula, que trabalhasse com a história da física como uma estratégia didática para se entender os assuntos ensinados. E em seguida, tem a maioria, de 62,5% que falam que tiveram sim aulas com a história da física, mas que foram poucas vezes. Entretanto, como essa questão não permitia descrição, não podemos saber aqui em quais disciplinas.

Com base no que vimos anteriormente, podemos ter uma ideia da forma com a qual esse assunto é tratado em sala de aula no âmbito acadêmico da UFPE-CAA. Tendo em vista que a história da física é algo pouquíssimo trabalhado com base nos dados em

que vimos, mas, e o que os próprios alunos dizem sobre isso? Será que eles concordam ou discordam com o que é feito na sua universidade? Observemos agora o Gráfico 3 abaixo para mais discussões sobre esse assunto:

Figura 21 – Gráfico 3: Você acredita que é essencial utilizar a história da física como estratégia didática para entender os conceitos e aplicações dos conteúdos ensinados no ensino superior?



Fonte: Do autor

Pode-se dizer que o maior destaque dessa imagem fica a cargo dos 68,8% dos alunos que acredita que o uso da história da física para o ensino em aula de aula é essencial. Isso demonstra que eles já têm em mente a importância de se trabalhar com esse conteúdo, mesmo que não tenham tido tanta experiência com essa estratégia de ensino em sala de aula.

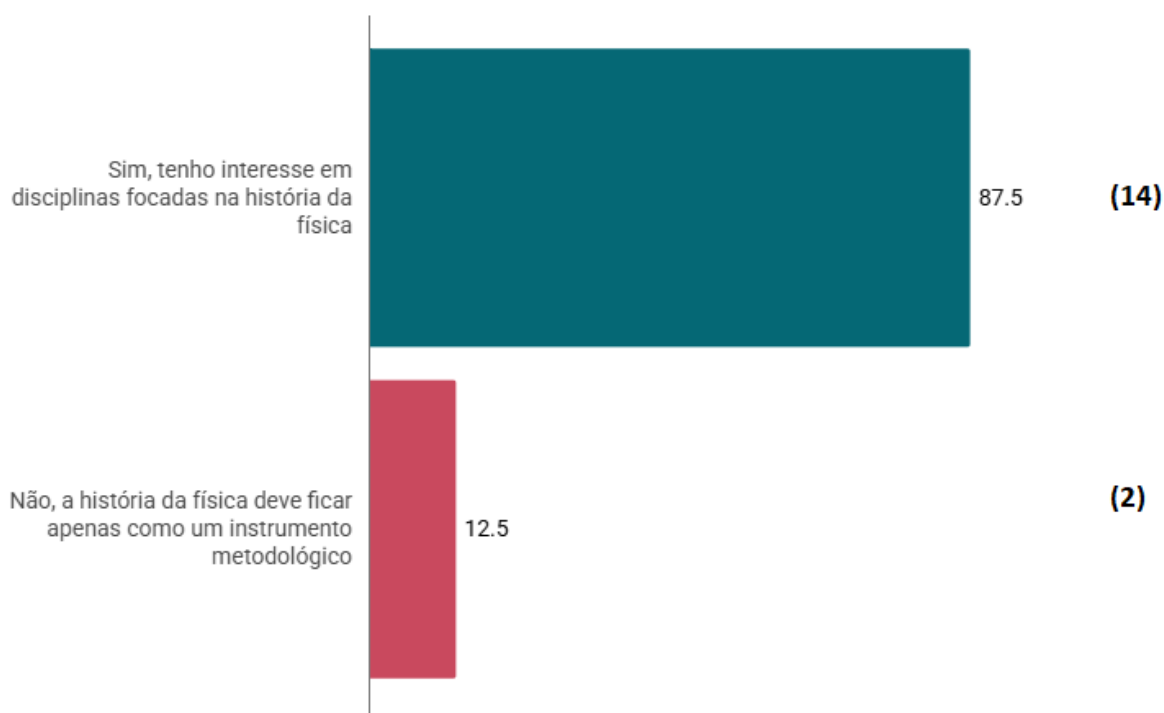
Seguindo, temos 12,5% dos alunos que acreditam que é importante, mas não essencial, e mesmo que, em um tom mais leve que os que responderam que era essencial, ainda assim, vemos aqui o reconhecimento por parte dos alunos sobre o uso da história da física como ferramenta para as aulas. E seguindo isso, temos uma parcela demográfica relativamente alta, que se demonstram indiferente, com 18,8% dos alunos, que não acham que seja algo realmente importante de ver a história da física em sala de aula, mas que não vêem problema em se utilizar isso como uma estratégia de aprendizagem em sala de aula.

Aqui, podemos relacionar essas opiniões dos estudantes com a fala de (Souza, 2019, p. 27), que explica a importância da história em salas de aula das ciências

A abordagem histórica dos conteúdos se apresenta útil e rica porque auxilia os sujeitos a reconhecerem a ciência como construção humana, o que pode tornar o conteúdo científico mais interessante e compreensível, aproximando a ciência do estudante.

Mas então, considerando que os alunos reconhecem a importância de se estudar a história da física, vejamos o que eles têm a dizer sobre isso. Para os alunos, a história da física deveria ser apenas utilizada como estratégia de ensino, ou a história por si só também tem um objetivo educacional que seria de grande utilidade para as aulas de física? Podemos ver os resultados dessa perguntando no gráfico 4 abaixo:

Figura 22 – Gráfico 4: Você tem interesse em aulas focadas na parte histórica da física no ensino superior como uma disciplina?



Fonte: Do autor

Segundo 87,5% dos alunos, eles consideram que a história da física por si só, poderia funcionar muito bem como uma disciplina, seja ela eletiva ou obrigatória. Isso é uma informação que, por si só, valeria a pena pesquisar o motivo do porque não existem disciplinas específicas para a história da física, e mais ainda, de quais formas, seria possível incluí-la no currículo acadêmico.

É importante observar que os alunos tem uma boa ciência no que se refere aos estudos. Percebemos com a resposta que a maior parte dos alunos realmente reconhece a importância das aulas de história no curso de física, e de ciência no geral. Conforme, (Pascoal, 2016, p. 27), aprendemos a importância do ensino de história nas ciências por aprendermos bastante com isso

A relação da HdC com o ensino da ciência buscar ligar acontecimentos históricos de uma determinada época visando sempre buscar fatos históricos e culturais assim como ajuda a compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico [...]

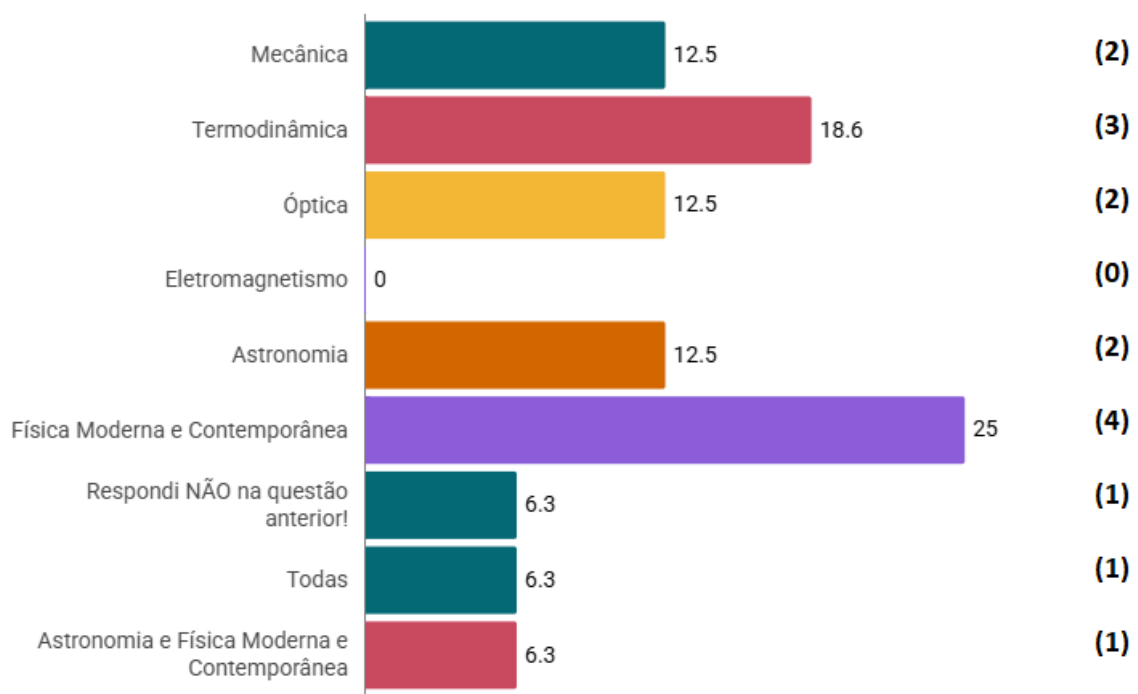
É claro que, considerando que isso é algo bem mais complexo do que se imagina, esse tipo de desenvolvimento para com o tema de incluir novas disciplinas no currículo, não será realizado nesse trabalho. Mas o questionamento permanece, conforme veremos no decorrer deste texto.

Mas então, se os alunos entendem a importância de se estudar a história da física, e ainda por cima, tem interesse em disciplinas focadas inteiramente nisso, sobre quais partes das físicas eles têm interesse? Supondo que seja uma disciplina eletiva focada em alguma das áreas da física, quais seriam as mais procuradas?

O objetivo aqui é realmente observar a opinião dos participantes, verificar quais disciplinas eles tem mais interesse. Não se espera ver uma área específica ter mais respostas, e muito menos que todas tenham o mesmo resultado. Mas é importante ver como a área destacada nesse trabalho, termodinâmica, é vista pelos estudantes que tem interesse em saber a história da física.

Bem, abaixo temos o gráfico 5, das quais podemos tirar as conclusões de acordo com as respostas dos alunos:

Figura 23 – Gráfico 5: Se você respondeu sim na questão anterior, em qual área da física você gostaria de ter aulas especificamente focadas na história?



Bem, já inicialmente temos a informação que a área da física pela qual os alunos mais se interessam é a de física moderna e contemporânea, com 25% dos alunos tendo respondido essa. Afinal de contas, quem não gostaria de desvendar os segredos do universo?

É importante citar que, essa pergunta também tinha a opção da qual você poderia escrever qual área da física você gostaria, não sendo limitado apenas as opções disponibilizadas pelo autor deste trabalho que também formulou as perguntas.

Em segundo lugar, temos a área de termodinâmica, o que é algo muito interessante, visto que, a termodinâmica tem uma cronologia bem interessante, com um vácuo de informações históricas gigante que poderia ser um belo alvo de inúmeras pesquisas sobre as civilizações antigas, indo até as civilizações mais modernas, com os aparelhos térmicos que são fabricados até o dia de hoje.

É importante vermos que as descobertas envolvendo a termodinâmica são em sua maior parte sem, ou com pouquíssimos registros confiáveis, até a chegada da primeira revolução industrial no século XVII, onde as máquinas térmicas popularizaram esse uso e motivaram a criação, de certa forma, a área de termodinâmica dentro da própria física.

Em seguida, temos empatados com 12,5% das respostas, óptica, mecânica e astronomia, que são áreas bem diferentes entre si. E posteriormente, as últimas opções, que foram de 6,3% para cada uma, onde as respostas foram dos alunos que responderam “não” na questão anterior; os que responderam que queriam todas as áreas da física com uma disciplina focada na história; e os que responderam que queriam astronomia e física moderna e contemporânea. Essa última opção não era uma das opções, então acho justo explicar que, essa pergunta era aberta para mais de uma resposta, logo, é de se esperar que alguns dos participantes tenham votado em mais de uma. E portanto, esses 6,3% votaram em ambas as opções, Astronomia, e Física Moderna e Contemporânea.

Considerando que o foco aqui é para o ensino da história da física como instrumento de aprendizagem para termodinâmica, e mais precisamente, com as máquinas térmicas, foi questionado aos alunos no formulário, quais as suas concepções sobre o conteúdo. Observando o quadro 1 abaixo, veremos algumas respostas:

QUADRO 2 – O que é uma máquina térmica?

Aluno de identificação anônima	Resposta do aluno registrada no formulário do google utilizado para a pesquisa
--------------------------------	--

Aluno 1	As máquinas térmicas transformam a energia térmica em energia mecânica.
Aluno 2	Máquinas que usam calor para transformar em trabalho
Aluno 3	Em minha concepção são máquinas que utilizam de princípios termodinâmicos como a relação entre calor, pressão e volume para gerar trabalho. Foram essenciais para o desenvolvimento tecnológico humano, sendo grandes expoentes da revolução industrial e na atualidade movem nossos automóveis e geram grande parte da energia elétrica utilizada pela humanidade.
Aluno 4	Máquinas que usam/produzem utilizando calor
Aluno 5	Não tenho opinião formada.
Aluno 6	Máquinas que converte calor em energia mecânica
Aluno 7	Máquinas que utilizam de alguma fonte térmica para funcionar.
Aluno 8	Entendo que é um bom mecanismo pra realização de trabalho !
Aluno 9	As mesmas foram essenciais no período da revolução industrial.
Aluno 10	A máquina térmica é um instrumento que converte calor em trabalho
Aluno 11	São dispositivos que são capazes de transformar energia térmica em trabalho mecânico
Aluno 12	Num tenho nenhum entendimento ou concepção sobre, por isso acho que deveria ser abordado no curso de física.
Aluno 13	Não sei
Aluno 14	Creio que sejam máquinas que utilizem o calor como energia ou transforme o calor em outro tipo de energia.
Aluno 15	Instrumentos capazes de gerar energia a partir de fenômenos termodinâmicos.
Aluno 16	Quase nada

Fonte: Do autor

Bem, a primeira coisa interessante a se notar é o número de respostas em que os alunos não demonstram conhecimentos necessários para simplesmente descrever o conceito de máquinas térmicas. Isso é um deficit de aprendizagem considerável, visto que temos respostas como a do Aluno 5: “Não tenho opinião formada”; a do Aluno 13: “Não sei”; e a do Aluno 15: “Quase nada”.

Da mesma forma, podemos observar que alguns dos alunos que responderam o questionário da pesquisa, não disseram qual o conceito das máquinas térmicas, mas demonstraram a sua opinião reconhecendo a sua importância, como é o caso dos alunos 8 e 9, respectivamente: “Entendo que é um bom mecanismo pra realização de trabalho!”; “As mesmas foram essenciais no período da revolução industrial”.

Da mesma forma, podemos observar que alguns dos alunos souberam responder

o conceito de máquinas térmicas de uma forma bem direta, que mostraram domínio sobre o conteúdo, como é o caso dos alunos 2, 6, 10 e 11, com suas respostas sendo, respectivamente: “Máquinas que usam calor para transformar em trabalho”; “Máquinas que converte calor em energia mecânica”; “A máquina térmica é um instrumento que converte calor em trabalho”; e “São dispositivos que são capazes de transformar energia térmica em trabalho mecânico”.

Devemos ter em mente que, diversos fatores podem ser responsáveis por essas diferenças entre as respostas de cada um dos alunos. Podemos destacar aqui, que os alunos que conseguiram responder corretamente sejam os que já tiveram aulas de disciplinas como Fundamentos de Física 3, ou até mesmo uma eletiva de Termodinâmica, enquanto que, os alunos que não conseguiram responder corretamente, podem ser os que ainda estão nos primeiros períodos e ainda não viram esse conteúdo. Uma concepção a ser pensada é pelo fato de que o conteúdo é algo difícil, pouco interessante, ou que os professores não tem condições de se trabalhar com isso, seja por n motivos. Dessa forma, vemos uma forma de remediar com essa seguinte fala

Na tentativa de superar essa concepção, é preciso repensar a forma que se ensina à física e buscar novos aspectos metodológicos, proporcionando condições de ensino que aproxime o professor do aluno, tornando o processo de ensino e aprendizagem significativo, prazeroso, criativo e estimulador. (Gomes, 2014, p. 17)

Onde podemos ver que existem possíveis formas de mudar essa concepção. Da mesma forma, é importante percebermos que nem todo físico e nem historiador está apto para o ensino de história, conforme demonstra (Martins, 2005, p. 306).

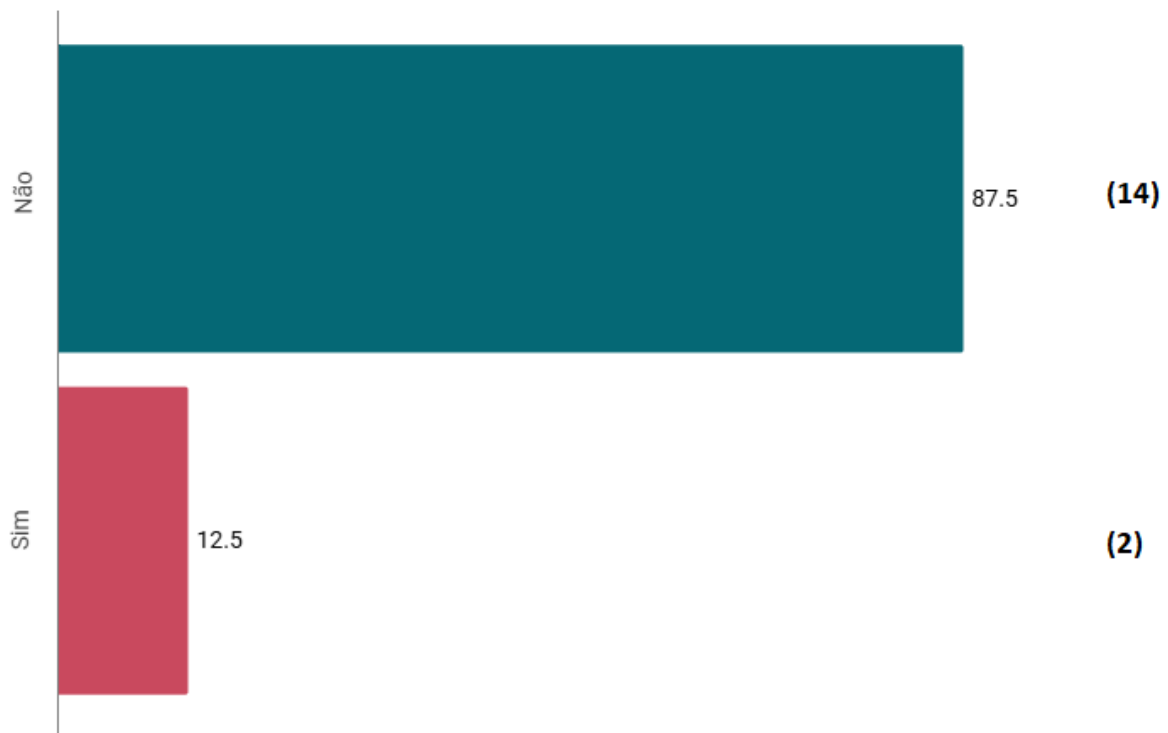
Ademais, deve-se levar em conta que para fazer um trabalho de História da Ciência é preciso um treino que envolve vários estudos: em metodologia de pesquisa em História da Ciência, em epistemologia, um conhecimento dos conceitos da ciência com a qual se está lidando, além de um conhecimento histórico do período que está sendo estudado. Assim, não basta ser um matemático ou um historiador para fazer uma pesquisa em História da Matemática, pois as técnicas empregadas de um trabalho em História da Ciência são diferentes daquelas utilizadas em Matemática ou nas pesquisas históricas de outros tipos. Qualquer que seja a formação universitária que o indivíduo tenha obtido, ele deverá ter uma preparação longa para que se torne um historiador da ciência competente. Um bom historiador da ciência se constrói a longo prazo.

Dessa forma, vemos que nem todos os professores estão aptos para se trabalhar

com essa área de HdC. Logo, como poderíamos cobrar isso. A cada vez mais, esse assunto se mostra algo bem mais complexo, apesar de que como vimos diversas vezes nesse trabalho, ele pode fornecer muito auxílio em aulas, se utilizado. De qualquer forma, pode-se dizer que, conforme ainda tenha uma parcela dos alunos que não conseguiram responder o conceito correto de uma máquina térmica, esse item precisa de mais atenção.

Mas então, considerando isso como uma possível situação, qual seria o correto, ampliar o conhecimento, ou construí-lo inicialmente? Para isso, devemos saber se os alunos realmente estudaram sobre a história das máquinas térmicas durante as aulas presentes no curso. E para isso, vamos analisar agora o gráfico 6 abaixo:

Figura 24 – Gráfico 6: Você estudou sobre a história das máquinas térmicas durante o curso?



Fonte: Do autor

Fica evidente no gráfico que existe um problema sério no curso de física em se trabalhar com esse conteúdo. Com mais de 50% dos alunos que responderam ao formulário da pesquisa já estão na segunda metade do curso, chega a ser preocupante que uma porcentagem tão alta (87,5%) dos alunos não tenham visto nada sobre esse assunto, enquanto apenas 12,5% tenham respondido que sim, estudaram sobre esse conteúdo durante o curso.

Mas então, observando a porcentagem que realmente trabalhou com o ensino da história das máquinas térmicas em sala de aula, como se deu esse processo, em qual disciplina foi visto esse conteúdo, e qual o viés utilizado? Isso nos leva a próxima

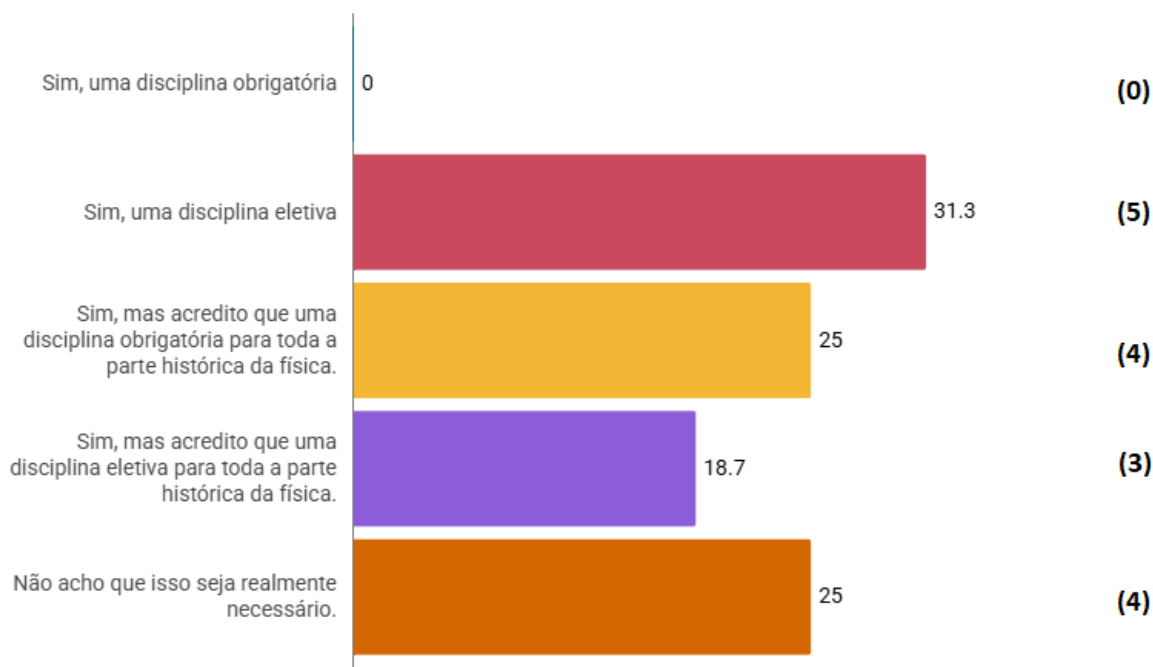
pergunta do questionário, que diz: “Se você respondeu sim na questão anterior, em quais disciplinas isso ocorreu? E qual a metodologia utilizada, foi um viés histórico, experimental ou outro?”. As respostas aqui foram bem gerais, tendo em vista que a maior parte não viu esse conteúdo, foi dada a seguinte regra para eles: “Se respondeu NÃO, apenas escreva: Eu não estudei isso”.

E assim eles fizeram, com a maior parte das respostas, os 87,5% respondendo que não estudaram esse conteúdo. Já a porcentagem menor, da qual estudou esse conteúdo em sala de aula, deu algumas respostas ainda meio incertas sobre o método em que a aula foi dada, como por exemplo: “Eu não me lembro de ter me aprofundado nisso”. Entretanto, também houve respostas como: “Na disciplina de filosofia e história da ciência”; e “Na disciplina de Metodologia do Estudo 3. Foi pelo viés histórico e experimental”, que mostram realmente em quais as disciplinas as aulas aconteceram, e inclusive, essa última apresenta que não apenas a história foi trabalhada, mas também de forma experimental, fazendo uma ótima combinação de elementos que pode proporcionar uma ótima aprendizagem. Conforme fala

Dentre as demais especialidades da aprendizagem significativa, podemos destacar os organizadores prévios, como uma forma de organizar todo o conteúdo histórico que pode implicar no entendimento dos conceitos da física. [...] O estudo da história como organizador prévio fará com que o aluno correlacione o que foi aprendido nas aulas de história, quando ele estudou o período de revolução industrial, com os assuntos estudados na Física. (Silva, 2019, p. 6-7)

E finalmente, temos a última pergunta do questionário de pesquisa, que pede a opinião dos alunos, referente ao ensino da história das máquinas térmicas dentro do currículo da UFPE, observemos o gráfico abaixo:

Figura 25 – Gráfico 7: Você acha que a história das máquinas térmicas deveria ser incluída no currículo da universidade como uma disciplina, seja ela obrigatória ou eletiva?



Fonte: Do autor

Primeiramente, pode-se observar que não teve nenhuma resposta com relação a colocar uma disciplina obrigatória que trabalhe especificamente com a história das máquinas térmicas, o que é algo realmente considerável de se pensar em não colocar como a melhor probabilidade, visto que é apenas um tema histórico de toda uma área da física.

Entretanto, uma disciplina eletiva pode ser vista como uma opção bem mais óbvia e funcional, inclusive, vemos que essa opção foi a que teve mais respostas, com 31,3% dos alunos sendo a favor dela, o que torna isso algo bem mais fácil na verdade, visto que eletivas não mexem com todo o currículo da UFPE, mas utilizam aspectos muito importantes da física.

Continuando, tem-se duas respostas dos alunos com 25% cada, que são bem diferentes, mas consequentemente, o mesmo número de alunos apoiou cada um dos lados.

O primeiro seria a de uma disciplina obrigatória sobre a história da física no geral, e da qual as máquinas térmicas seria apenas um dos conteúdos estudados nessa disciplina, o que na verdade é bem mais provável do que fazer uma disciplina para cada um dos temas da física que tem muita história para contar, e que são muito importantes para o ensino.

Já o segundo seria o de não ter absolutamente nada, e tudo continuar como está. O que chega a ser um pouco contraditório, visto que a maior parte dos alunos em uma

das perguntas anteriores demonstrou interesse em uma disciplina voltada unicamente para a história da física, mas aqui tem mais pessoas que não tem interesse nisso.

E finalizando, temos 18,8% que acreditam que deveria existir uma eletiva sobre toda a história da física, o que também é uma opção muito viável, e com bastante potencial. E quem sabe, futuramente, essa eletiva não acaba realmente se tornando parte do currículo do curso de licenciatura em física.

5 CONCLUSÕES

Com base em tudo o que vimos neste trabalho, podemos perceber que esse é um tema bastante complexo no que se refere ao ensino de história da física dentro da área de termodinâmica e mais especificamente, nas máquinas térmicas. Observamos que esse tema sofre de umas pequenas defasagens, como a falta de tempo, a falta de referencial teórico pra se trabalhar esse conteúdo, e a possível falta de profissionalismo adaptado para essa área específica.

Podemos observar que os alunos tem ciência de que esse assunto é importante e que isso faz uma diferença significativa no sistema de ensino-aprendizado, fornece vários benefícios para a intelectualidade do estudante, ajuda a entender melhor a origem das coisas que eles acompanham no dia-a-dia, além de dar-nos uma diferente visão de mundo, observando pontos de vista diferentes das quais estão acostumados. E vemos que eles estão interessados em terem mais aulas voltadas para essa situação.

Com base nos resultados da pesquisa, aprendemos que o estudantes do curso de licenciatura em física no CAA/UFPE apresentam um certo déficit referente a esse tema. Vários fatores podem ser responsáveis por isso, e devido ao fato de não termos conhecimento dos possíveis fatores que causaram essa situação, nós não podemos também nos dar o mérito de tentar debater sobre isso, visto que entraria em situação ainda mais complexas, tanto no pessoal de cada um dos estudantes, quanto no profissional do curso.

Aprendemos também que a história muitas vezes não apresenta informação de forma coesa, com algumas possíveis contradições, informações incompletas, e um “buraco histórico” de séculos nos quais nós não recebemos nenhuma informação. É importante vermos que todas essas inconsistências históricas podem acabar sendo um principal fator para que toda essa temática acabe não recebendo a atenção que merece.

Outro ponto importante a ser considerado, é a visão que muitos tem de que física funciona apenas como uma “matemática aplicada”, onde você apenas utiliza os cálculos e as fórmulas criadas sem se preocupar muito com a circunstância com a qual aquilo foi criado, e nem sobre a evolução histórica que aquilo levou para ser formulado, conceituado e fundamentado, incluindo também vários experimentos realizados durante esse período.

Observamos também que muitos dos estudantes tem interesse em uma disciplina específica para a história da física. E isso seria algo interessante, ajudaria a incrementar o currículo do curso, e satisfaria uma área com muito potencial histórico que na maioria das vezes acaba sendo deixado de lado. Entretanto, é importante termos em

mente de que adicionar uma disciplina ao currículo do curso não é algo simples, mas considerando o interesse dos alunos, pode ser algo da qual acabe valendo a pena.

No fim, só o que nos resta é entender que existem sim certas dificuldades referentes a esse assunto, mas pelo que vimos, comparando todas as dificuldades possíveis com os benefícios e a importância que isso traz para dentro do ensino, podemos acreditar que isso é sim uma boa oportunidade de melhorar essa questão do estudo das aulas de históricas da física no curso superior.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, Tomás de. **Suma Teológica**. Trad. Alexandre Corrêa. São Paulo: Loyola, 2000. Parte II-II, questão 45, artigos 1 e 2.
- BALDOW, Rodrigo; MONTEIRO JR, Francisco Nairon. **Os livros didáticos e suas omissões e distorções na história do desenvolvimento da termodinâmica**. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 3, n. 1, p. 3-19, Alexandria, maio 2010. ISSN 1982-5153.
- DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz O. Q. **História e filosofia da ciência na educação científica: para quê?** *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, e2583, Belo Horizonte, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190103>.
- DIAS, Penha Maria Cardoso. **A (im)pertinência da história ao aprendizado da física (um estudo de caso)**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, jun. 2001.
- DIAS, Penha Maria Cardoso et al. **Um presente de grego: a máquina de Hero de Alexandria**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 148-156, ago. 1993.
- FERREIRA, Gabriel Felipe Furtado. **Uma sequência didática para o ensino de máquinas térmicas no ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2020.
- FERREIRA, Neida Macêdo. **Que história alguns livros didáticos de física das últimas décadas têm para contar?** 2018. Monografia (Graduação em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2018.
- FORATO, Thaís Cyrino de Melo; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. **Historiografia e natureza da ciência em sala de aula**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011. DOI: 10.5007/2175-7941.2011v28n1p27.
- GALBIATTI, Douglas Augusto. **Calor e temperatura: uma revisão dos conceitos nas diferentes abordagens físicas**. 2011. Monografia (Graduação em Física) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Rio Claro, 2011.
- GOMES, Edson Carlos. **A construção das máquinas térmicas como recursos para melhor entendimento dos conceitos de termodinâmica**. 2014. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- HÜLSENDENGER, Margarete J. V. C. **A história da ciência no ensino da termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino da física**. *Revista Ensaio*, v. 9, n. 2, p. 222-237, jul./dez. 2007.
- JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. **Experimentos históricos e o ensino da física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 3, p. 244-263, dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p244>.
- JÚNIOR, João Batista de Oliveira et al. **Segunda Lei da Termodinâmica: uma revisão bibliográfica**. *Revista Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 7, n. 1, p. 97-106, Aracaju, out. 2021.
- KASPRIK, Lucas de Abreu. **Máquinas térmicas: uma proposta da abordagem da termodinâmica a partir de máquinas históricas precursoras da Revolução Industrial**. 2021. Monografia (Graduação em Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

KOVALIK, Crislayne Gotardo. **A utilização de histórias em quadrinhos para ensinar máquinas térmicas, com base nos três momentos pedagógicos**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.

LARANJEIRAS, Cássio C. **190 anos do ciclo de Carnot**. *Instituto de Física, Universidade de Brasília*, v. 6, ed. 1, ano III, Brasília, jun. 2014.

LEE, Peter; SCHMIDT, Maria Auxiliadora Moreira dos Santos; FRONZA, Marcelo. **Why learn history? Por que aprender história?** *Educar em Revista*, n. 42, p. 19-42, Curitiba, out./dez. 2011.

LINHARES, Maria Lucia Camargo. **O estudo da termodinâmica em sala de aula: uma perspectiva crítica a partir da história da ciência**. 2015. Monografia (Graduação em Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **História da ciência: objetos, métodos e problemas**. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freiras et al. **Pesquisa qualitativa e/ou quantitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades**. *Revista Sustinere*, v. 7, n. 2, p. 414-430, Rio de Janeiro, jul./dez. 2019.
<http://dx.doi.org/10.12957/sustinere.2019.41193>.

NÓBREGA, M. L.; FREIRE JR., O.; PINHO, S. T. R. **Max Planck e os enunciados da Segunda Lei da Termodinâmica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 3601 1-9, 2013.

PASCOAL, Alexandre dos Santos. **A evolução histórica da máquina térmica de Carnot como proposta para o ensino da Segunda Lei da Termodinâmica**. 2016. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, ago. 2016.

REZENDE, Nei Rogério. **História das máquinas térmicas e o desenvolvimento das leis da termodinâmica**. 2021. Monografia (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SARAIVA, Raysa Zurra. **Máquinas térmicas: uma proposta para o ensino das leis da termodinâmica para o ensino médio**. 2016. Monografia (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Amazonas, UFAM, Manaus, 2016.

SEABRA, Rodrigo Duarte; SANTOS, Eduardo Toledo. **Uso de formulários eletrônicos para aplicação online dos testes MRT, MCT e TVZ**. *Graphica*. Escola Politécnica da USP, Depto. de Engenharia de Construção Civil. Curitiba, Paraná, 2007.

SILVA, Geilson Rodrigues da; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. **Termodinâmica e Revolução Industrial: uma abordagem por meio da história cultural da ciência**. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 19, p. 71-97, maio 2019. <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2019v19p71-97>.

SILVA, Leonardo Magalhães da. **História da física como organizador prévio: o estudo das máquinas térmicas**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Parabá, jul. 2019.

SIMÓ, Kauê Dalla Vecchia et al. **Atividades experimentais e o ensino de física: um panorama a partir da Revista Brasileira do Ensino de Física – 1979 a 2022**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 47, suppl. 1, e20240435, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0435>.

SOUZA, Leonardo Carvalho Amorim de. **Usando um experimento, a eolípila, contido**

em um aplicativo para fim de ensino em calorimetria. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

SOUZA, Robineide Borges de. **Sequência didática para o ensino das leis da termodinâmica e máquinas térmicas.** 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

TORIBIO, Alan Miguel Velásquez. **História da física.** 2012. Dissertação (Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA PARA COLETA DE DADOS

Formulário do TCC

Meu nome é **Guilherme Paulino**, aluno (a) do Curso de Física-Licenciatura da UFPE e venho por meio deste instrumento online, solicitar a colaboração de vocês na participação dos procedimentos metodológicos do meu TCC, a princípio, intitulado por **“Máquinas Térmicas: Uma Análise do Uso da História da Física Como Ferramenta de Ensino”**. (Título provisório deste TCC)

Os dados coletados serão mantidos em absoluto sigilo, conforme as recomendações das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 510/2016 e nº 466/2012 que tratam da Pesquisa envolvendo Seres Humanos.

E na certeza de contarmos com a colaboração e empenho de cada um, agradeço antecipadamente a atenção.

1) Em qual período do curso você está?

- Entre o 1º e o 3º
- Entre o 4º e o 6º
- Entre o 7º e o 9º
- Indefinido, mas com mais de 50% do Curso Concluído
- Indefinido, mas com menos de 50% do Curso Concluído
- Já concluí o curso

2) Você já assistiu alguma aula que utilizou como estratégia didática, a história da física, neste curso?

- Não, nunca
- Sim, mas apenas uma vez
- Sim, mas poucas vezes
- Inúmeras Vezes

3) Você acredita que é essencial utilizar a história da física como estratégia didática para entender os conceitos e aplicações dos conteúdos ensinados no ensino superior?

- Acredito que seja essencial.
- Acredito que é importante, mas não essencial.
- Não acho que seja necessário, mas não acho ruim.
- Acho desnecessário e nem um pouco essencial.

4) Você tem interesse de ter aulas focadas na parte histórica da física no ensino superior como uma disciplina?

- Sim, tenho interesse em disciplina(s) focadas na história da física.
- Não, a história da física deve ser utilizada apenas como um instrumento metodológico.

5) Se você respondeu sim na questão anterior, em qual área da física você gostaria de ter aulas especificamente focadas na história?

- Mecânica
- Termodinâmica
- Óptica
- Eletromagnetismo
- Astronomia
- Física Moderna e Contemporânea
- Respondi NÃO na questão anterior!
- Outro: _____

6) Qual a sua concepção sobre Máquinas Térmicas? O que você entende sobre isso?

7) Você estudou sobre a história das máquinas térmicas durante o curso?

- Sim
- Não

8) Se você respondeu sim na questão anterior, em quais disciplinas isso ocorreu? E qual a metodologia utilizada, foi um viés histórico, experimental ou outro?

Se respondeu NÃO, apenas escreva: Eu não estudei isso.

9) Você acha que a história das máquinas térmicas deveria ser incluída no currículo da universidade como uma disciplina, seja ela obrigatória ou eletiva?

- Sim, uma disciplina obrigatória.
- Sim, uma disciplina eletiva.
- Sim, mas acredito que uma disciplina obrigatória para toda a parte histórica da física.
- Sim, mas acredito que uma disciplina eletiva para toda a parte histórica da física.
- Não acho que isso seja realmente necessário.

APÊNDICE B – LINK PARA O FORMULÁRIO DE PESQUISA DIGITAL PARA ESTE TRABALHO

Segue abaixo o link para o formulário do Google Forms, utilizado pelos participantes da pesquisa para responderem as perguntas e fornecerem os dados necessários:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfarw6WESqpUnb2hvLDaailQUt0NElyPSgMX96-TqGNMaP0lg/viewform>

É importante ressaltar que o formulário já não aceita mais respostas, logo, esse link serve apenas para a visualização das perguntas e as opções de respostas (nas quais possuem).

ANEXO A – PERFIL CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO CAA/UFPE

10.2 Perfil Curricular do Curso

31

