

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CRISLAYNE GOTARDO KOVALIK**

**A UTILIZAÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS PARA ENSINAR MÁQUINAS  
TÉRMICAS, COM BASE NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

**CRISLAYNE GOTARDO KOVALIK**

**A UTILIZAÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS PARA ENSINAR MÁQUINAS  
TÉRMICAS, COM BASE NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

**The use of stories in comics to teach thermal machines, based on the three  
pedagogical moments**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos.  
Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adriana da Silva Fontes.

**CAMPO MOURÃO**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Campo Mourão**



CRISLAYNE GOTARDO KOVALIK

**A UTILIZAÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS PARA ENSINAR MÁQUINAS TÉRMICAS, COM BASE NOS  
TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 26 de Agosto de 2021

Prof Oscar Rodrigues Dos Santos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof.a Aline Alves De Oliveira, Doutorado - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)  
Prof Michel Corci Batista, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/08/2021.

Dedico esse trabalho à minha família, amigos e todos que contribuíram de forma direta ou indireta com esse trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me conceder sabedoria, saúde, coragem e por ter colocado as pessoas certas em meu caminho.

Meu orientador Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos, por toda ajuda, atenção, compreensão e dedicação durante todo o desenvolvimento.

A minha Coorientadora Prof. Dr<sup>a</sup> Adriana da Silva Fontes pelos ensinamentos, dicas e correção deste trabalho.

Ao Prof. Michel Corci Batista, que me emprestou livros e artigos que me auxiliaram na escrita da dissertação.

A todos os professores do mestrado que sempre transmitiram o saber com amor e carinho pela profissão.

Aos alunos do terceiro ano do Colégio Estadual Alberto Santos Dumont, por terem aceitado convite de participar desse projeto.

A Telma e Taisy, que não me deixaram desistir, me apoiaram, incentivaram e ajudaram de todas as formas para que eu conseguisse concluir mais essa etapa.

Aos meus colegas de sala, os quais nos tornamos amigos, meu obrigado por toda ajuda e companheirismo nesses anos de mestrado.

Aos meus pais e irmãos que nunca me deixaram desistir dos meus sonhos.

Ao meu esposo por sempre me apoiar e incentivar a estudar e não ter me deixado desistir.

A minha filha que durante esse projeto veio ao mundo para alegrar ainda mais a minha vida.

E a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por toda a estrutura e acolhimento nesses anos de estudo.

Obstáculos são aquelas coisas assustadoras que  
você vê quando desvia seus olhos de sua meta.

Henry Ford

## RESUMO

O presente estudo aborda o uso das Histórias em Quadrinhos (HQs) no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física no ensino médio. A partir disso, tem-se como objetivo auxiliar os educadores apresentando estratégias para ministrar os conteúdos dentro da disciplina de Física. A pesquisa realizada caracteriza-se como descritiva do tipo relato de experiência de abordagem qualitativa, sendo realizada uma pesquisa de campo do tipo pesquisa-ação. O processo de coleta de dados realizado, para esta pesquisa, utilizou os seguintes instrumentos de coleta de dados: questionário estruturado, observação participante, diário de campo e um grupo focal. Salienta-se que antes de iniciar o uso dos referidos recursos didáticos procedeu-se com o ensino do conteúdo, transmitindo aos alunos conhecimento sobre os temas relacionados ao seu cotidiano, destacando-se o funcionamento de um ar condicionado, de uma geladeira e do motor de um carro, partindo da premissa de que esse conhecimento prévio é fator fundamental para a aprendizagem. Os alunos foram avaliados de acordo com o que foi observado em campo, considerando o desempenho dos mesmos em sala de aula. Os resultados foram apresentados em forma de relato de experiência. Para análise dos dados qualitativos foi feita uma análise de conteúdo dos dados coletados. Durante a pesquisa realizada foi possível verificar que as HQs contribuíram para o ensino e aprendizagem de Física, com participação dos alunos e interesse dos mesmos pelo conteúdo, principalmente por fazerem parte de seu cotidiano, uma vez que instrumentos tão utilizados por eles como o ar-condicionado e a geladeira passavam despercebidos em conhecimento, sendo ricos no conteúdo de Física. Ressalta-se, ainda, o aprendizado do uso de ferramentas tecnológicas, pois, precisaram aprender a manipular as ferramentas para desenvolver suas histórias. Ao final do estudo, pôde-se perceber que o processo de ensino e aprendizagem de Física deve ser diferenciado e direcionado por meio de métodos alternativos e atrativos, a fim de conquistar o aluno ao ponto de tê-lo sempre por perto à disposição do aprendizado espontâneo e significativo. Acredita-se ainda, que sem medidas de inovação e técnicas diferenciadas, como por exemplo, o uso de HQs, o interesse pelo ensino de Física diminuirá cada vez mais pelos alunos.

**Palavras-chaves:** física; máquinas térmicas; história em quadrinhos.

## ABSTRACT

This study addresses the use of Comics (Comic Books) in the teaching and learning process of Physics contents in high school. From this, the objective is to help educators by presenting strategies to teach the contents within the discipline of physics. The research carried out is characterized as descriptive of the experience report type, exploratory and qualitative approach, being carried out a field research of the research-action type. The data collection process carried out for this research used the following data collection instruments: structured questionnaire, participant observation, field diary and a focus group. It should be noted that before starting the use of these teaching resources, the traditional teaching of the content was carried out, transmitting to the students knowledge about the contents related to their daily lives, highlighting the operation of an air conditioning, a refrigerator and the engine of a car, based on the premise that this prior knowledge is a fundamental factor. Students were evaluated according to what was observed in the field, considering the performance of students in the classroom, presenting the results in the form of an experience report. To analyze the qualitative data, a content analysis of the collected data was performed. During the research carried out, it was possible to verify that the comic books contributed to the teaching and learning of Physics, with the participation of students and their interest in the content, mainly because they are part of their daily lives, as instruments such as the air are used by them conditioning and the refrigerator went unnoticed in knowledge, being rich in physics content. Also noteworthy is the learning to use technological tools, as they also needed to learn to manipulate the tools to develop their stories. At the end of the study, the teaching and learning process of Physics must be differentiated and directed through alternative and attractive methods, to conquer the student to the point of always having him/her around at the disposal of the spontaneous and meaningful learning. It is also believed that without innovative measures and differentiated techniques, such as the use of comic books, students' interest in teaching Physics will decrease more and more.

**Keywords:** physics; thermal machines; comic.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo adiabático .....	28
Figura 2 - Expansão adiabática o gás .....	29
Figura 3 - Compressão adiabática .....	30
Figura 4 - Processo isocórico .....	31
Figura 5 - Processo isobárico .....	31
Figura 6 - Processo isocórico .....	32
Figura 7 - Transformações termodinâmicas .....	33
Figura 8 - Ciclo de Otto .....	34
Figura 9 - Ciclo de Carnot .....	36
Figura 10 - Ciclo básico da pesquisa-ação .....	54
Figura 11 - Funcionamento do ar condicionado .....	62
Figura 12 - Funcionamento de uma geladeira .....	64
Figura 13 - Funcionamento de um motor de automóvel .....	67
Figura 14 - História em quadrinho sobre o funcionamento de um motor à gasolina .	72
Figura 15 - História em quadrinho sobre o funcionamento de um motor à gasolina (continuação).....	73
Figura 16 - História em quadrinho sobre o funcionamento de uma geladeira .....	74
Figura 17 - História em quadrinho sobre o funcionamento de um gerador elétrico em uma usina hidrelétrica .....	75
Figura 18 - História em quadrinho sobre o funcionamento de um aparelho de ar condicionado .....	76
Figura 19 - História em quadrinho sobre o funcionamento de uma máquina a vapor .....	77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Contribuições de histórias em quadrinhos no ensino de física.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Máquinas térmicas .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Os três momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov .....</b>	<b>38</b>
<b>2.4 O ensino de máquinas térmicas no ensino médio.....</b>	<b>40</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Procedimentos metodológicos .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Classificação e natureza da pesquisa.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 Processo de coleta de dados .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4 Processo de análise dos dados .....</b>	<b>58</b>
<b>4 RELATO DE EXPERIÊNCIA .....</b>	<b>59</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é o estudo científico da matéria e energia e como elas interagem entre si. Essa energia pode assumir a forma de movimento, luz, eletricidade, radiação, gravidade ou quase tudo. A Física lida com a matéria em escalas que variam de partículas subatômicas (ou seja, as partículas que compõem o átomo e as partículas que compõem essas partículas) a estrelas e até galáxias inteiras (NARDI, 2009).

Como uma ciência experimental, utiliza-se do método científico para formular e testar hipóteses baseadas na observação do mundo natural. Seu principal objetivo é usar os resultados desses experimentos para formular leis científicas, geralmente expressas na linguagem da Matemática, que podem então ser usadas para prever outros fenômenos (FORATO, 2015).

O conhecimento sobre física teórica, está relacionado à área da Física que está focada em desenvolver essas leis e usá-las para extrapolar novas previsões. Essas previsões dos físicos teóricos, então, criam novas questões a partir das quais os físicos experimentais desenvolvem experimentos para testar. Dessa forma, os componentes teóricos e experimentais da Física (e da ciência em geral) interagem entre si e se impulsionam o desenvolvimento de novas áreas do conhecimento (RAMOS *et al.*, 2017).

Como a Física abrange muitas áreas, ela é dividida em campos específicos de estudo, como eletrônica, física quântica, astronomia e biofísica. Inclui também o estudo da astronomia que foi o primeiro campo da Ciência organizado pela humanidade. Os povos antigos olharam para as estrelas e reconheceram padrões ali, então começaram a usar a precisão matemática para fazer previsões sobre o que aconteceria no céu com base nesses padrões (CINDRA e TEIXEIRA, 2005).

Quaisquer que fossem as falhas nessas previsões específicas, o método de tentar entender o desconhecido era válido. Tentar entender o desconhecido ainda é um problema central na vida humana. Apesar de todos os avanços na ciência e na tecnologia, o ser humano significa que é capaz de entender algumas coisas e também que há coisas que não entende (BORGES e FORATO, 2017).

A ciência utiliza-se de uma metodologia para abordar o desconhecido utilizando-se de perguntas que vão ao cerne do que é desconhecido e como torná-lo conhecido. A Física, em particular, concentra-se em algumas das questões mais

fundamentais sobre o universo físico (PASSOS, 2009).

Praticamente as únicas questões mais fundamentais dessa ciência caem no reino filosófico da "metafísica" (nomeado por ser literalmente "além da física"), e que justamente por serem tão permanecem sem solução mesmo após séculos ou milênios de investigação pela maioria das maiores mentes da história (CINDRA e TEIXEIRA, 2005).

Por outro lado, a Física resolveu muitas questões fundamentais da humanidade, embora essas resoluções tendam a abrir novos tipos de questões, como por exemplo, o fato de que muitos professores deixam de ensinar a Física introdutória e ficam profundamente consternados pois, a maioria dos alunos pouco aprendem do conteúdo. Pior ainda, a crescente importância da alfabetização tecnológica no local de trabalho torna cada vez mais importante para as pessoas a transmissão de valores aos alunos (PASSOS, 2009).

Os cursos introdutórios costumam ser elaborados para o profissional em perspectiva, com muitos tópicos tratados superficialmente para fornecer um contexto para estudos posteriores com maior ênfase em manipulações e estruturas matemáticas. Essas estruturas podem servir mais tarde como um fundamento para a construção de uma compreensão forte e bem organizada do assunto, na qual os conceitos e a estrutura de conhecimento estão intimamente ligados à Matemática (BORGES e FORATO, 2017).

A maioria dos alunos, entretanto, não terá a oportunidade de estudar Física além de um único curso. Mais de 95% dos alunos de introdução à física, nunca farão outra aula de Física. Até mesmo os engenheiros, muitos dos quais estudarão o comportamento de sistemas físicos nas aulas de engenharia, costumam usar uma abordagem distintamente diferente, que não necessariamente preenche as lacunas que permanecem após a introdução à física (NARDI, 2009).

O dito é de que "eles precisam enxergar o material várias vezes e então entenderão se o ensinarem" simplesmente não é relevante para a maioria dos alunos. Felizmente, as evidências sugerem que, com o tipo certo de ambiente de aprendizagem, uma única passagem pela Física pode ser uma experiência de aprendizagem valiosa para a maioria dos alunos (FORATO, 2015).

Ensinar Física nas escolas pode ser muito gratificante, com muita emoção e resolução criativa de problemas. Seu ensino envolve mais do que escrever fórmulas no quadro-negro. Envolve ajudar os alunos a enxergar o mundo de uma nova maneira.

Envolve a criação de um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são capazes de explorar e compreender como funciona o mundo físico e de conectar conceitos científicos complexos às vidas diárias (PASSOS, 2009).

Envolve, desenvolver a confiança do aluno na capacidade de resolver problemas desafiadores e capacitá-lo a construir um futuro melhor para si e para os outros. Os professores, devem enfatizar a importância de estudar essa ciência, porque os alunos podem não apreciar totalmente as vantagens da mesma na vida cotidiana. Ela é um dos campos do conhecimento, que fundamenta o universo físico e se aplica constantemente ao dia a dia das pessoas (RAMOS *et al.*, 2017).

As aplicações da Física na vida cotidiana podem ser tão básicas quanto a conversão de energia elétrica em calor para fazer o café da manhã ou tão complexas quanto traçar um voo do ônibus espacial da Terra para a órbita. Mesmo que alguns conceitos sejam inicialmente difíceis de apreender, a recompensa em condições de satisfação e conhecimento pode fazer todo o esforço valer a pena dada a importância incalculável da Física nas ciências (CINDRA e TEIXEIRA, 2005).

Ensinar essa disciplina requer criatividade, pensamento e compreensão não só dela, mas também da psicologia, cognição e comunicação. O ensino de Física, não é uma opção alternativa para aqueles que não podem ser físicos ou engenheiros. É um caminho para quem tem as mentes mais criativas, para quem tem intelecto expansivo que aprecia desafios multifacetados, para quem quer realmente fazer a diferença e de uma forma imediatamente tangível (BORGES e FORATO, 2017). É uma emocionante aventura intelectual, que inspira os jovens e expande as fronteiras do conhecimento sobre a natureza. A Física gera conhecimentos fundamentais necessários para os futuros avanços tecnológicos que continuarão a impulsionar os motores econômicos do mundo (PASSOS, 2009).

A Física contribui para a infraestrutura tecnológica e fornece pessoal treinado necessário para aproveitar os avanços e descobertas científicas. É um elemento importante na educação de químicos, engenheiros e cientistas da computação, bem como de praticantes de outras ciências físicas e biomédicas (RAMOS *et al.*, 2017).

Ela amplia e aprimora a compreensão de outras disciplinas, como ciências terrestres, agrícolas, químicas, biológicas e ambientais, além da astrofísica e cosmologia assuntos de importância substancial para todos os povos do mundo. Melhora a qualidade de vida, e fornece o conhecimento básico necessário para o desenvolvimento de novos instrumentos e técnicas para aplicações médicas, como

tomografia computadorizada, apresentação por ressonância magnética, tomografia por emissão de pósitrons, apresentação ultrassônica e cirurgia a laser (NARDI, 2009).

Em suma, por todas essas razões, a Física é uma parte essencial do sistema educacional e de uma sociedade avançada. A importância do seu estudo pode ser vista claramente no desenvolvimento de tecnologias de ponta. Os avanços na tecnologia são frequentemente baseados em suas descobertas e as invenções baseadas em uma nova interpretação do conhecimento existente, e demonstra assim a importância da mesma na ciência (FORATO, 2015).

Nem todos os benefícios da Física envolvem coisas materiais porque a pesquisa e o conhecimento são importantes. A astrofísica, a mecânica quântica e as investigações sobre a estrutura atômica e a energia foram capazes de explicar grande parte da maneira como o mundo funciona, até mesmo o nascimento original do universo. Obviamente, os resultados da pesquisa também podem ser usados como base para novas tecnologias, conforme mencionado anteriormente (PASSOS, 2009). A nível individual, estudar Física pode ser pessoalmente gratificante, pois os alunos começam a compreender objetos e ocorrências do dia-a-dia em função dos conceitos que os fundamentam, como a aceleração de um carro, a gravidade que faz com que uma maçã caia da árvore ou o fornecimento de eletricidade a aparelhos (FORATO, 2015).

Muitas pessoas têm medo de estudar Física, porque ela tem a reputação de ser um assunto difícil. Outros não entendem a importância de estudá-la ou as vantagens da mesma na vida cotidiana. Aspectos específicos que muitas pessoas consideram assustadores incluem a necessidade de compreender diferentes equações matemáticas e gráficos e, então, ser capaz de traduzir esses conceitos na vida real (RAMOS *et al.*, 2017).

Embora possa haver assuntos mais fáceis por aí, um dos valores de estudar Física é que é intrinsecamente desafiador e, portanto, também extremamente gratificante quando um aluno a entende. O melhor lugar para aprender essa Ciência é por meio da educação formal, pois os conceitos são muito mais difíceis na aprendizagem autodirigida (BORGES e FORATO, 2017). Dentro do contexto apresentado acima, sobre a importância do ensino de Física, a presente pesquisa buscará responder em que aspectos, ferramentas e metodologias podem se tornar facilitadores no processo de ensino e aprendizagem da Física no ensino médio.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Contribuições de histórias em quadrinhos no ensino de física

#### Histórias em quadrinhos

História em quadrinhos, são uma série de imagens adjacentes desenhadas, geralmente dispostas horizontalmente, projetadas para serem lidas como uma narrativa ou uma sequência cronológica. A história, geralmente, é original neste formato. Palavras podem ser introduzidas dentro ou perto de cada imagem, ou serem totalmente dispensadas. Se as palavras dominarem funcionalmente a imagem, ela se torna meramente uma ilustração de um texto. A história em quadrinhos é essencialmente um meio de comunicação de massa podendo ser impressa, em revista, jornal, livro ou ainda digital (CUNHA, 2009).

A definição de história em quadrinhos, como essencialmente contendo texto escrito em “balões” dentro da moldura da imagem aspira a uma certa ortodoxia nos Estados Unidos, mas é impraticável e excluiria a maioria das tiras criadas antes de 1900 e muitas desde então. O termo história em quadrinhos é estabelecido para a história coerente mais longa e semelhante a um romance, porém, o termo arte sequencial também está em uso (GROENSTEEN, 2015).

Um gibi, como comumente as histórias em quadrinhos são chamadas, é uma coleção encadernada de tiras, cada uma das quais, normalmente, conta uma única história ou piada em alguns painéis ou ainda, um segmento de uma história contínua. A maioria das histórias em quadrinhos de jornais mais populares acaba sendo coletada por um período variável de tempo e publicada na forma de livro (TATSUBÔ *et al.*, 2005).

A palavra *comic* é usada, apenas na língua inglesa, em conexão com essas tiras. Embora agora firmemente estabelecido, é enganoso, pois a tira do início (pré-século 19) raramente era cômica, tanto na forma quanto no conteúdo, e muitas tiras contemporâneas não são, de forma alguma, basicamente humorísticas. Os termos quadrinhos e história em quadrinhos foram estabelecidos por volta de 1900 nos Estados Unidos, quando todas as histórias em quadrinhos eram de fato quadrinhos.

O termo francês é *bande dessinée* (ou seja, “tira desenhada” ou, abreviadamente, BD). O termo alemão mais antigo é *Bildergeschichte* (“história em

imagens") ou *Bilderstreifen* ("Tira de fotos"), mas os alemães tendem a empregar a palavra inglesa, assim como os falantes de muitas outras línguas. O termo italiano para essa forma de arte é *fumetto* (literalmente, "pequena nuvem de fumaça", em homenagem ao balão dentro do qual as tiras mais modernas encerram o diálogo verbal). Em espanhol, tanto a história em quadrinhos quanto o livro são chamados de *historieta* (BRAZ *et al.*, 2009).

A história em quadrinhos, definida como um meio de comunicação de massa, não pode ser razoavelmente considerada como tendo existido antes da invenção da imprensa. No período inicial havia duas formas principais: uma série de pequenas imagens impressas em uma única folha de papel (tira narrativa propriamente dita) e uma série composta por várias folhas de papel, com uma imagem por página, que quando exibidas na parede de uma casa formava um friso narrativo ou história pictórica (TOLEDO, 2007).

Desde o início, emergiram dois grupos básicos de temas: moralidade política e moralidade privada. As tiras sobreviventes, anteriores a 1550, a maioria das quais xilogravuras alemãs, tratam de assuntos como a vida dos santos (subdividida à maneira dos retábulos pintados da Idade Média tardia, que foram um fator decisivo no *layout* compartimentado dos cartazes), relatos de milagres contemporâneos, zombaria do amor mundano e acusações politicamente inspiradas contra os judeus (DIAS *et al.*, 2013).

A reforma protestante e as guerras religiosas que se seguiram ao longo do século 17, particularmente na Alemanha protestante e na Holanda, deram origem a muitas bandas propagandísticas e patrióticas baseadas em eventos políticos contemporâneos. No decorrer do século XVII, a faixa narrativa, até então um fenômeno irregular e mal definido, estabilizou-se e tipicamente assumiu a forma de uma peça central gráfica alegórica circundada por faixas de borda narrativa (RAMA *et al.*, 2014).

Embora muitas vezes rudimentar em estilo, essas tiras conseguiram render contas de intrigas políticas e comoventes descrições de terror militar; o mais conhecido na última categoria é a narrativa primorosamente executada e cuidadosamente cadenciada da Guerra dos Trinta Anos, de Jacques Callot. Pouco conhecidos, mas tão poderosos à sua maneira, são "As acusações de Romeyn" de Hooghe sobre a perseguição aos huguenotes sob Luís XIV (ARAÚJO, 2007).

Romeyn, o primeiro artista nomeado a se dedicar consistentemente à tira



narrativa, também deixou relatos gráficos coloridos, enérgicos e elaborados da ascensão de Guilherme III ao poder na Holanda e na Inglaterra. Gravadores ingleses, inspirados no exemplo holandês e liderados por Francis Barlow, revendiam os complexos eventos políticos do período (por exemplo, a conspiração papal de 1678) na forma de cartas de jogar, que muitas vezes eram vendidas em folhas de papelão não lapidadas (VERGUEIRO, 2006).

As primeiras tiras a respeito da moralidade privada são alemãs e relatam formas atrozes de assassinato e sua punição pública, com a ênfase mudando da última (no século 16) para a primeira (no século 18). A tira do crime acabou se transformando na vida mais ou menos exagerada e romantizada do famoso bandido, que é o precursor da tira de detetive do início do século XX (BRUNETTI, 2013).

Narrativas baseadas em um espectro mais amplo de comportamento imoral e criminoso tomaram como ponto de partida as ilustrações da parábola do filho pródigo, cujas versões em xilogravura, independentemente do texto bíblico, foram produzidas pela primeira vez por Cornelis Anthonisz de Amsterdã. A vida desenfreada do pródigo, enriquecida com elementos de ilustrações para os sete pecados capitais e para os Dez Mandamentos, foi destilada em várias vidas italianas de prostitutas e libertinos, em meados do século 17. Uma geração depois, o artista bolonhês GM Mitelli dava ênfase às suas sátiras, narrativas e seminaristas quase caricaturais (EISNER, 2015).

Artistas alemães do século 17 se especializaram em expor satiricamente a tirania de esposas megeras e propor remédios violentos. Os holandeses dessa época produziam expressamente para as crianças algumas tiras francamente farsescas de desenho primitivo. Em meados do século 18, os russos também estavam produzindo tiras satíricas (BONIFÁCIO *et al.*, 2005).

Os vários temas sociais e morais que foram tratados de forma rude em diferentes países e em diferentes épocas foram a matéria-prima para o artista inglês William Hogarth, que elevou a história do cinema a um nível estético que raramente foi superado. Com uma visão social ampla e profunda, um senso incomparável de contraponto satírico e atualidade de referência e finesse fisionômica excepcional, Hogarth lidou com tipos de todas as classes da sociedade. Sua riqueza narrativa é inteiramente visual, pois ele dispensou toda a parafernália de folha larga de legenda-balão-legenda-comentário, permitindo apenas as inscrições que pudessem ser introduzidas de maneira natural na cena (EISNER, 2015).

Atitude moral de Hogarth também era nova, pois, retratou as loucuras e o

castigo de seus protagonistas com certa simpatia, reservando todo o fogo de sua sátira para aqueles que exploram esses infelizes. Entre os muitos seguidores de Hogarth, dois se destacam: o alemão Daniel Chodowiecki, que reduziu a história da pintura de Hogarth para caber no compasso das ilustrações de almanaque, e o inglês James Northcote, que tentou combinar o realismo de Hogarth com um sentimentalismo neoclássico (CUNHA, 2009).

Foi a introdução no *broadsheet* do mecanismo essencialmente cômico da caricatura que estabeleceu a “história em quadrinhos” como basicamente cômica tanto na forma quanto no conteúdo. Os principais expoentes da tira caricatural durante a grande era da caricatura inglesa (por volta de 1800) foram artistas menores, como Henry Bunbury, George Woodward e, notavelmente, Richard Newton, que em sua breve carreira combinou elementos da sátira hogarthiana com os exageros grotescos de Thomas Rowlandson e James Gillray (TOLEDO, 2007). Economia de linha, instantaneidade do efeito cômico e inteligência visual e verbal se tornaram a marca registrada da tira. Com a história concentrada em uma única página, fundos e incidentes narrativos foram minimizados em favor de expressões faciais marcantes e poses em silhueta (ARAÚJO, 2007).

À medida que os conselhos escolares estão se tornando mais abertos a estratégias variadas para melhorar a alfabetização dos alunos, tem existido um aumento no uso de histórias em quadrinhos na sala de aula. No entanto, ainda existe um forte estigma associado à ideia de usar os quadrinhos como ferramenta de ensino. Qualquer um que tentou convencer um leitor não cômico dos benefícios dos quadrinhos ouviu as mesmas coisas: o nível de leitura é muito baixo, o assunto é frívolo, os quadrinhos são muito violentos (CUNHA, 2009).

Embora essas reclamações possam soar verdadeiras para alguns livros do mercado, elas descartam a ampla variedade de livros que são difíceis de ler, atenciosos, perspicazes e adequados à idade. Também descarta o fato de que os quadrinhos podem ser uma ferramenta de ensino incrivelmente gratificante para uma variedade de alunos (GROENSTEEN, 2015).

Uma crítica dirigida aos quadrinhos é que o nível de leitura é muito baixo. Porém, defende-se que para se tornarem leitores proficientes, as pessoas precisam dominar um conjunto de cerca de 5.000 'palavras raras' que aparecem com pouca frequência em uma conversa. No romance adulto médio, essas palavras aparecem 52 vezes a cada 1.000 palavras do texto. Nas histórias em quadrinhos, eles aparecem

53 vezes a cada 1.000 (BONIFÁCIO *et al.*, 2005).

Consequentemente, os quadrinhos não reduzem a demanda de vocabulário dos leitores, mas fornecem suporte para imagens, enredos rápidos e atraentes e menos texto. Eles são tão desafiadores quanto os romances em prosa em termos de nível de leitura e habilidade. Mas, uma vez que são divididos em pedaços de leitura, são muito mais acessíveis para leitores relutantes e aprendizes de línguas estrangeiras (VERGUEIRO, 2006).

Os benefícios das histórias em quadrinhos dentro e fora da sala de aula são vastos. Eles podem (BRUNETTI, 2013):

- envolver leitores que aprendem visualmente e que se sentem confortáveis com a mídia visual, como videogames e computação gráfica;
- aumentar o vocabulário;
- incentivar os leitores a explorar diferentes gêneros e desenvolver uma apreciação por diferentes estilos literários e artísticos;
- ensinar mensagens positivas, como ajudar o próximo, trabalhar da melhor maneira possível, em equipe e perseverar;
- abrir a mente do leitor para novas formas de contar histórias e estimular a imaginação, por meio da combinação única de texto e imagens usadas em quadrinhos para transmitir a história.

As escolas estão cada vez mais conscientes da necessidade de abordar os diversos estilos de aprendizagem dos alunos. Em 1983, Howard Gardner apresentou sua teoria das Inteligências Múltiplas, segundo a qual os alunos aprendem de maneiras diferentes. Identificou oito estilos de aprendizagem diferentes, dos quais, tradicionalmente, as escolas têm enfatizado os estilos verbal / linguístico e lógico / matemático. Como resultado, os alunos que aprendem de maneiras alternativas tendem a ser identificados como menos inteligentes, uma vez que o intelecto tem sido historicamente vinculado às habilidades linguísticas e matemáticas (RAMA *et al.*, 2014).

Embora o trabalho de Gardner tenha enfrentado alguma controvérsia, a maioria dos professores dirá que eles são capazes de observar esses estilos variados em primeira mão em suas salas de aula. Eles também dirão que veem um resultado mais consistente de seus alunos quando incorporam atribuições e atividades que exploram inteligências múltiplas, já que essa aprendizagem diferenciada permite que mais

alunos tenham sucesso (BRUNETTI, 2013).

Uma maneira de abordar as inteligências múltiplas em uma tarefa ou atividade é criar opções, o que permitirá que diferentes alunos demonstrem seu aprendizado com mais sucesso. Outra forma é criar tarefas ou atividades que utilizem vários estilos de aprendizagem. Isso garante que os alunos que aprendem de maneiras diferentes possam aumentar suas oportunidades de sucesso na sala de aula (DIAS *et al.*, 2013).

- Os alunos verbais / linguísticos aprendem melhor por meio das palavras, da linguagem, e na produção de trabalhos escritos. A maioria dos quadrinhos ou histórias em quadrinhos exige o uso de uma linguagem para contar a história. Ao criar um trabalho, os alunos podem se concentrar no que os personagens dizem e pensam. Não há limite para o que as palavras podem fazer em um quadrinho (CUNHA, 2009).
- Os alunos visuais / espaciais aprendem melhor por meio de elementos visuais e na produção de trabalhos artísticos e de design. Os quadrinhos devem incluir fotos, mas também é possível contar uma história sem palavras. Colocar personagens em cenários e planos de fundo incentiva o aprendizado espacial (GROENSTEEN, 2015).
- Alunos lógicos / matemáticos aprendem melhor quando trabalham com números ou estratégia. Os quadrinhos têm uma longa história de formalismo, que sempre envolveu o arranjo matemático de painéis. Elaborar um enredo envolve o uso de lógica e estratégia (BRAZ *et al.*, 2009).
- Os alunos corporais / cinestésicos aprendem melhor incorporando o movimento. Ao criar uma história em quadrinhos, muitos criadores estudam modelos vivos ou usam seus próprios corpos para criar expressões faciais e posições físicas para desenhar personagens. Os alunos podem, assim, descobrir o que seus personagens estão fazendo, colocando-se eles próprios em posições, a fim de desenhá-los. Os alunos que relutam em desenhar podem usar fotografia e modelos de posição como personagens (TOLEDO, 2007).
- Os alunos interpessoais aprendem melhor trabalhando em grupo e produzindo trabalhos que envolvam emoções. Atividades de colaboração podem levar a um *brainstorming* eficaz na criação de uma história em quadrinhos. Os alunos interpessoais criarão personagens mais forte examinando as relações sociais dos personagens (DIAS *et al.*, 2013).

- Os alunos intrapessoais aprendem melhor quando se auto-refletem e aplicam suas próprias emoções à situação. Eles examinarão o humor e as motivações do personagem de perto ao criar seu quadrinho (BRAZ *et al.*, 2009).
- Alunos naturalistas aprendem melhor quando relacionam as coisas com seu próprio ambiente. Eles irão incorporar detalhes sobre o ambiente físico do personagem e como ele se relaciona com a ação da história. Eles também podem usar a fotografia para gerar planos de fundo à medida que movem seus personagens de um local para outro (TOLEDO, 2007).
- Os alunos musicais/rítmicos aprendem melhor quando usam música ou padrões rítmicos. Os quadrinhos inerentemente têm ritmo por meio da repetição de painéis ou seus elementos. Além disso, os alunos podem incorporar música em suas histórias (DIAS *et al.*, 2013).

Os benefícios do uso de quadrinhos em sala de aula são certamente grandes, tanto para estimular a alfabetização quanto para atender às necessidades educacionais de alunos diferenciados (BRUNETTI, 2013). Os professores podem e devem adaptar sua sala de aula às necessidades de desenvolvimento de seus alunos.

Isso significa utilizar diferentes métodos e ferramentas de ensino. A aplicação da teoria de Inteligências Múltiplas de Gardner e o uso de quadrinhos e histórias em quadrinhos podem fornecer aos alunos maiores oportunidades de sucesso, tanto em sala de aula quanto fora dela (BRAZ *et al.*, 2009).

### **Utilização das histórias em quadrinhos no ensino médio**

Atualmente, educadores em todos os níveis estão projetando novas maneiras de ensinar por meio dos quadrinhos. Quadrinhos têm sido usados para promover a compreensão da ciência e têm sido aplicados em salas de aula de ciências para motivar os alunos. Em uma série de artigos, Carter (1988) trata de tópicos de Química, que podem ser encontrados em gibis, como Robert Louis Stevenson's "Dr. Jekyll and Mr Hyde" e as histórias em quadrinhos de Walt Disney sobre "O Pato Donald e Suas Aventuras", que ao longo de sua história, continham um número surpreendente de referências e ilustrações de fatos químicos. Essas ilustrações podem servir de base para iniciar uma discussão sobre os vários tópicos da Química. Ao ensinar esses tópicos as referências a histórias em quadrinhos tendem a gerar muito interesse entre os alunos.

A medicina, por exemplo, já faz uso dos quadrinhos, com descrições de médicos e situações médicas, há várias centenas de anos. Wright (2002) descreveu como desenhos animados e quadrinhos foram usados para comunicar à ciência médica nos últimos dois séculos. Ele examina o pano de fundo e a aparência da anestesia e da dor, por meio de tópicos em quadrinhos. Em agosto de 1946, uma edição da *True Comics* incluía a história de William Morton e a anestesia com éter. Hansen (2004) mapeou detalhadamente quadrinhos de grande sucesso comercial que tratavam de cientistas e médicos reais na década de 1940 de maneira comemorativa.

A estratégia de ensino dos quadrinhos pode ser utilizada para que os alunos reflitam sobre determinado tema abordado. A estratégia pode ser usada de duas maneiras. A primeira consiste em fazer com que os alunos reflitam sobre uma experiência relacionada a uma decisão, uma mudança, aspectos ligados ao comportamento humano, ou uma experiência vivida de uma situação de consumo de um produto ou serviço, entre outros (RAMA *et al.*, 2014).

Nessa abordagem, os alunos teriam bastante liberdade para criar os quadrinhos da forma que entenderem e, posteriormente, no processo de avaliação dos quadrinhos produzidos, que ocorre sob a orientação do professor são discutidos os aspectos teóricos envolvidos nas histórias relatadas pelos alunos (BRUNETTI, 2013).

A outra forma de implementação da estratégia em sala de aula é mais estruturada do ponto de vista teórico, uma vez que o professor aborda inicialmente um conteúdo curricular específico e, em seguida, solicita aos alunos que elaborem uma história em quadrinhos que represente um ou mais conceitos teóricos abordados (DIAS *et al.*, 2013).

Em ambas as formas de implementação da estratégia, o professor trabalha para desenvolver a criatividade dos alunos, sua prática reflexiva, trabalho em equipe e sua capacidade de integrar teoria e prática além de estimular a aprendizagem autodirigida (RAMA *et al.*, 2014).

Hoje, educadores em todos os níveis projetam novas maneiras de ensinar por meio dos quadrinhos. Muitos dos professores de hoje usam os quadrinhos para encorajar as mesmas habilidades que alguns educadores da década passada temiam que eles reprimissem: leitura e imaginação. No ensino de Física não é diferente, visto que os tópicos da disciplina tendem a exigir diagramas e explicações visuais para acompanhar o texto. Não é exagero imaginar que a mudança de informações de um livro didático densamente ilustrado para um estilo de história em quadrinho passe a

ser mais divertido.

O uso de quadrinhos e texto descritivo deve ser bem equilibrado. O dispositivo pedagógico principal de cada livro é apresentar problemas dentro da narrativa, usar laboratórios, breves sessões tipo quadro-negro, em caixas cheias de texto dedicados a conceitos científicos centrais para elaborar a Física e, em seguida, retomar a narrativa, na qual os conceitos serão aplicados.

Em condições de rigor do material, todas as concessões são introduções igualmente adequadas que não mimam o leitor nem induzem a sobrecarga de informações. Entretanto, os alunos precisarão reler os livros para compreender totalmente o material. Ambos devem ler a investigação de Física uma vez para enxergar como a história foi resolvida e depois novamente para entender as descrições da mesma.

De certa forma, fazer duas passagens é uma virtude: a primeira passagem introduz o material na forma de uma história e a segunda reforça a ciência e a matemática subjacente e aprofunda a compreensão do leitor. No entanto, para o auto-estado, a série é uma opção confiável para alunos dispostos a aceitar o formato de história em quadrinhos para um tópico sério. Os livros preenchem uma lacuna necessária entre a não ficção narrativa e os livros convencionais.

A cada ano que passa os professores se perguntam como podem tornar a Física mais atraente e interessante para os alunos. Tornar o conteúdo interessante não é uma tarefa fácil, dessa forma, a utilização das histórias em quadrinhos torna o assunto mais tolerável. Ao criar uma história em quadrinhos atraente com os conceitos corretos, é possível entusiasmar os alunos do ensino médio que, de outra forma, seriam afastados pelos métodos tradicionais de ensino.

Uma lição aprendida é que é muito importante garantir, antes de mais nada, que os alunos gostem da história e que sintam uma conexão com os personagens, assim fisgados e, uma vez atraídos, a aprendizagem acontece automaticamente

O *PhysicsCentral* é um site administrado pela *The American Physical Society* (uma organização que representa 48.000 físicos), criou uma série de histórias em quadrinhos projetadas para deixar as crianças empolgadas com a Física. A história de 2008 coloca Thomas Edison contra Tesla, o herói anônimo da eletricidade e do magnetismo.

Os feitos fantásticos dos super-heróis dos quadrinhos são úteis para o ensino, pois a maioria dos alunos não vê a relevância da Física nas suas vidas

diárias. Oficialmente, portanto, os quadrinhos são usados nas aulas como um recurso didático de extrema qualidade.

A história em quadrinhos pode realmente adquirir o *status* histórico, para testemunhar o imaginário coletivo da época em que está inscrita. Na era da multimídia e das novas tecnologias, os quadrinhos se afirmam no papel de eixo entre o romance, o cinema, a arte contemporânea, a internet e os videogames. Ele claramente ocupa um lugar estratégico no estabelecimento de ligações entre a alfabetização tradicional e as novas formas de cultura da mídia.

A análise da linguagem facilita a passagem para uma leitura distanciada, sensível às estratégias narrativas, pois os efeitos da composição são literalmente visíveis dentro das placas, desde que os alunos sejam ensinados a exercitar o olhar. Ao contrário de ideias preconcebidas sobre a facilidade de leitura, a banda desenhada é uma forma de expressão “resistente”, pela aparência multimodal, mas também pelos múltiplos jogos que realiza, com a linguagem e o imaginário coletivo.

Do lado da produção, os quadrinhos permitem que a didática do ensino de Física seja renovada, e desenvolve a criação do roteiro. A prioridade da educação escolar será sempre a realização dos próprios objetivos de aprendizagem. Portanto, é normal que a integração da história em quadrinhos seja feita antes de mais nada no modo de uso e que a história seja concebida a serviço de objetivos educacionais externos, sempre priorizando o cotidiano do aluno. Mas, uma vez que essa estrutura tenha sido estabelecida e aceita, uma grande margem de manobra permanece na maneira de abordar o estudo dos quadrinhos em classe.

## **2.2 Máquinas térmicas**

### **Ensino de termodinâmica**

A termodinâmica é o ramo da Física que lida com calor, temperatura e sua relação com energia, trabalho, radiação e propriedades da matéria. O comportamento dessas quantidades é governado pelas quatro leis da termodinâmica, que transmitem uma descrição quantitativa usando quantidades físicas macroscópicas mensuráveis, mas podem ser explicadas em termos de constituintes microscópicos pela mecânica estatística. A termodinâmica se aplica a uma ampla variedade de tópicos em ciências e engenharia, especialmente físico-química, engenharia química e engenharia



mecânica, mas também em campos tão complexos quanto a meteorologia (RAMOS *et al.*, 2017).

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. O físico escocês-irlandês Lord Kelvin foi o primeiro a formular uma definição concisa da termodinâmica em 1854. Termodinâmica é o assunto da relação do calor com as forças que atuam entre partes contíguas dos corpos, e a relação do calor com a agência elétrica (FORATO, 2015).

A aplicação inicial da termodinâmica a motores térmicos mecânicos foi estendida desde o início ao estudo de compostos químicos e reações químicas. A termodinâmica química estuda a natureza do papel da entropia no processo de reações químicas e forneceu a maior parte da expansão e conhecimento do campo. Existem, assim, outras formulações de termodinâmica, tais como: a termodinâmica estatística, ou mecânica estatística que se preocupa com a estatística e previsões do movimento coletivo de partículas a partir de seu comportamento microscópico. Em 1909, Constantin Carathéodory apresentou uma abordagem puramente matemática em uma formulação axiomática, uma descrição frequentemente referida como termodinâmica geométrica (MENDONZA, 1988).

Uma descrição de qualquer sistema termodinâmico emprega as quatro leis da termodinâmica que formam uma base axiomática. A primeira lei especifica que a energia pode ser trocada entre sistemas físicos como calor e trabalho. A segunda lei define a existência de uma quantidade chamada entropia, que descreve a direção, termodinamicamente, de que um sistema pode evoluir e quantifica o estado de ordem de outro que pode ser usado para quantificar o trabalho útil que a ser extraído do sistema (FORATO, 2015).

Outra lei, dentro da termodinâmica é a lei zero. Quando dois sistemas estão em equilíbrio térmico com um terceiro, os dois primeiros estão em equilíbrio térmico entre si. Essa propriedade torna significativo o uso de termômetros como o "terceiro sistema" e a definição de uma escala de temperatura (CINDRA e TEIXEIRA, 2005).

Na termodinâmica, as interações entre grandes conjuntos de objetos são estudadas e categorizadas. Central para isso são os conceitos do sistema termodinâmico e seus arredores. Um sistema é composto de partículas, cujos

movimentos médios definem suas propriedades, essas propriedades, por sua vez, são relacionadas entre si por meio de equações de estado. As propriedades podem ser combinadas para expressar energia interna e potenciais termodinâmicos, que são úteis para determinar condições para processos espontâneos e de equilíbrio (CASTIGNANI, 1999).

Com essas ferramentas, a termodinâmica pode ser usada para descrever como os sistemas respondem às mudanças em seu ambiente. De acordo com Silva (2009) isso pode ser aplicado a uma ampla variedade de tópicos em ciências e engenharia, como motores, transições de fase, reações químicas, fenômenos de transporte e até buracos negros. Os resultados da termodinâmica são essenciais para outros campos da Física, Química, Engenharia Química, Engenharia de Corrosão, Engenharia Aeroespacial, Engenharia Mecânica, Biologia Celular, Engenharia Biomédica, Ciência dos Materiais e Economia, para citar alguns.

Nas últimas décadas, a pesquisa sobre a pedagogia da termodinâmica floresceu, sendo esta parte integrante do currículo de Física. Por outro lado, ela é igualmente importante para os estudantes de Química, pois é essencial para o entendimento profundo e rigoroso de muitos dos conceitos mais fundamentais no campo, como constantes de equilíbrio, energia livre de *gibbs*, entalpia e entropia (PASSOS, 2009).

Embora várias pesquisas sobre termodinâmica tenham focado em questões muito específicas, como identificar concepções alternativas sobre calor ou trabalho e desenvolver ferramentas eficazes para melhorar a compreensão dos alunos sobre essas, poucos estudos combinaram e aplicaram esses resultados em unidades de estudo maiores, como cursos completos (HÜLSENDEGER, 2007).

Existem vários fatores que tornam a termodinâmica um tópico desafiador para os estudantes. Além da natureza abstrata dos conceitos, os princípios são abordagens pedagógicas centradas no instrutor e há falha em priorizar tópicos por parte do instrutor bem como falta de motivação por parte do aluno. Outros estudos mostraram que as instalações de um aluno com capacidade de cálculo e pensamento lógico, juntamente com suas habilidades de estudo e atitudes em relação à físico-química, afetam o desempenho em cursos de termodinâmica (SILVA, 2009). Além disso, compreender a natureza particulada da matéria é parte essencial de uma profunda apreciação da termodinâmica e, no entanto, muitos estudantes lutam com as representações da natureza particulada da matéria em todos os níveis (BORGES e FORATO, 2017).

Outras dificuldades dizem respeito à capacidade do aluno de resolver problemas físico-químicos que envolvem álgebra, que formam uma parte central da maioria dos cursos de físico-química. De um modo mais geral, conectar inscrições matemáticas abstratas a informações sobre sistemas macroscópicos ou microscópicos parece ser um desafio para os alunos (SILVA, 2009).

No lado afetivo, uma parcela significativa dos estudantes ingressa em cursos de físico-química com percepções negativas e baixas expectativas de sucesso pessoal (BORGES e FORATO, 2017). Esses tipos de atitudes são prejudiciais ao envolvimento dos alunos com o curso e podem atuar como profecias negativas de auto-realização e até levar os mesmos a abandonar o curso, razão pela qual é importante abordá-los na primeira possibilidade (RAMOS *et al.*, 2017).

Devido à maior ênfase na expressão de ideias usando inscrições matemáticas e ao grande número de conceitos desafiadores que se chocam regularmente com as interpretações cotidianas dessas palavras, a termodinâmica difere significativamente da maioria dos cursos de Química. Diante dessas dificuldades, mesmo os alunos com altas habilidades de auto-regulação são mais afetados pelo ambiente de aprendizagem, que apresenta desafios únicos também para o instrutor (BORGES e FORATO, 2017).

### **A primeira lei da termodinâmica**

Essa é mais uma das leis, que se encontram presentes no cotidiano da sociedade, desde o funcionamento de uma geladeira até o estouro de uma garrafa de champagne, a referida lei faz uma distinção entre as trocas de energia na forma de calor e trabalho e estabelece a relação com uma grandeza que se encontra ligada com o estado do sistema física denominada energia interna (YOUNG, 2008).

Entendida como uma extensão do Princípio da Conservação de Energia, no entanto ela amplia esse pensamento físico para entender as transferências de energia por intermédio das trocas de calor e pela realização de trabalho. A referida lei, também apresenta o conceito de energia interna que se encontra interligada de forma direta com a temperatura do corpo.

Quando se tem um gás perfeito, a energia interna do mesmo se constitui naquela energia denominada cinética total média de suas respectivas moléculas, denominada como teoria cinética dos gases, no âmbito das experimentações é

possível verificar que a energia cinética das moléculas onde se encontra envolvido diferentes gases, fica na dependência apenas da temperatura e também dos números existentes de moléculas. Por isso, a quantidade de calor trocado com o meio externo ( $Q$ ) se constitui na soma algébrica igual ao trabalho executado pelo gás ou de acordo com a variação de energia interna do respectivo gás.

Portanto a primeira Lei da Termodinâmica ou Princípio da conservação de energia afirma que um gás ao receber uma certa quantidade de calor, que é uma forma de energia, utiliza esta energia de duas maneiras: realizando trabalho e variando sua energia interna. O contrário também é válido, isto é, sofrendo trabalho e tendo sua energia interna reduzida, o gás libera energia ao meio externo. Algebricamente:

$$\Delta U = Q - W$$

Onde,  $\Delta U$  = Energia interna;  $Q$  = Calor cedido ou absorvido;  $W$  = Trabalho realizado. Dessa forma a referida lei, conhecida também como Lei da Conservação de Energia, afirma que a energia em sistemas não pode ser criada ou destruída. Sendo assim, é possível transformá-la de uma forma para outra ou transferi-la entre sistemas (DANTAS, 2010).

Apesar da energia assumir diferentes formas, a sua quantidade total é constante, uma vez que quando a energia desaparece de alguma forma ela é convertida em outra forma simultaneamente. Para o desenvolvimento desse balanço, definimos um sistema, que pode estar “fechado”, o que implica não haver troca de massa, ou podemos ter um sistema “aberto”, com fluxo de massa (SMITH; VAN NESS; ABBOTT, 2007).

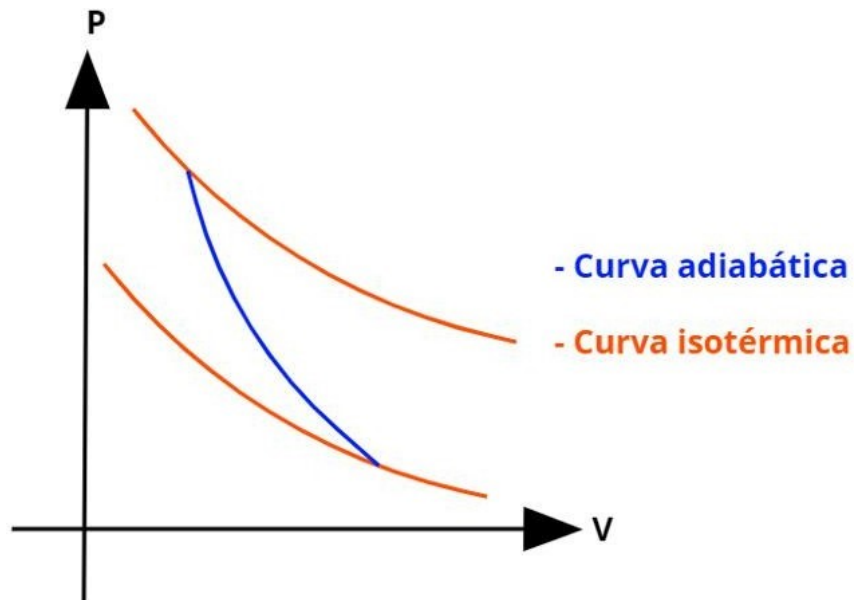
Existem quatro tipos de processos termodinâmicos, são eles: adiabático, isocórico (ou isovolumétrico), isobárico e isotérmico especificados como segue:

**Processo adiabático:** no sistema não ocorre nenhuma forma de transferência de calor, isso consiste,  $Q = 0$ . Se pensarmos com relação a fórmula da Primeira Lei da Termodinâmica, é relevante entender o respectivo processo  $U = -W$ . No entanto havendo uma expansão do sistema o trabalho executado é positivo e a energia interna sofre uma diminuição. Porém se o sistema se comprimir, o trabalho feito é negativo e terá um aumento da energia interna. Exemplo disso: quando estoura uma rolha de uma garrafa de champagne, onde os gases se expandem de forma rápida não se processando há tempo para troca de calor no ambiente (YOUNG, 2008).

Segundo Young “a curva que representa um processo adiabático em um

diagrama P-V também depende do sistema. Para um gás ideal, as curvas adiabáticas são mais “inclinadas” que as isotermas”.

**Figura 1 - Processo adiabático**



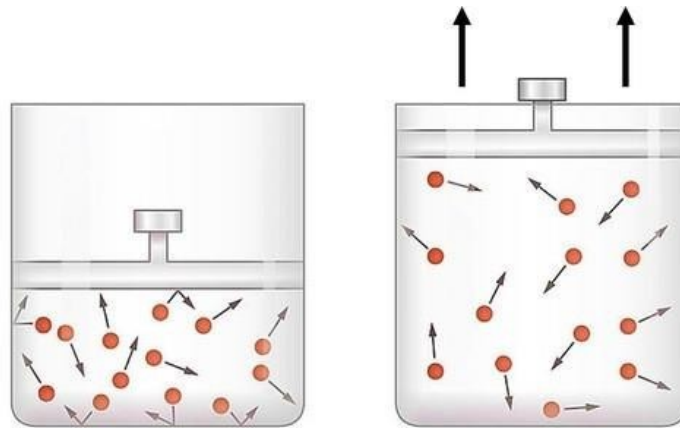
**Fonte: Young (2008 p. 29)**

Para se entender na prática a expansão adiabática, se torna essencial alguns exemplos como:

- 1 - Desodorante spray (gás interno a alta pressão, quando ele sai, expande e cai a temperatura).

No decorrer da transformação isotérmica, os gases são capazes de sofrer variações de temperatura, por exemplo, quando um spray de aerossol é pressionado, o gás, que é limitado a alta pressão, é expelido rapidamente. Sua temperatura, dessa maneira, cai muito devido à grande queda de pressão que o gás sofre ao sair de seu recipiente.

**Figura 2 - Expansão adiabática o gás**



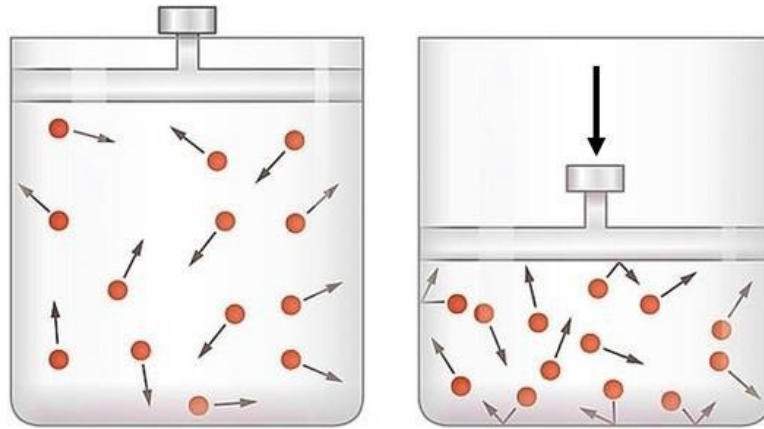
**Fonte: Cengel (2013, p. 89)**

A referida energia estruturada pelo gás tem sua medição feita pelo trabalho para que ocorra a transformação, quando o sistema faz a realização do trabalho ele se torna *positivo* ( $w > 0$ ) e, portanto, a variação de energia se apresenta como *negativa* ( $\Delta U < 0$ ).

Dessa maneira, a energia interna do sistema ocorre a partir de uma diminuição proporcional ao trabalho que vai ser feito, pois o mesmo efetua-se a partir da energia interna do sistema.

- Bomba de encher pneu de bicicleta, quando comprime o ar, ela aquece o tubo (compressão adiabática)

No contexto prático, a compressão de um gás adiabaticamente pode ser evidenciada quando usa uma bomba de ar para encher o pneu de uma bicicleta, assim ao tocar no material entendemos que a extremidade da bomba está aquecida.

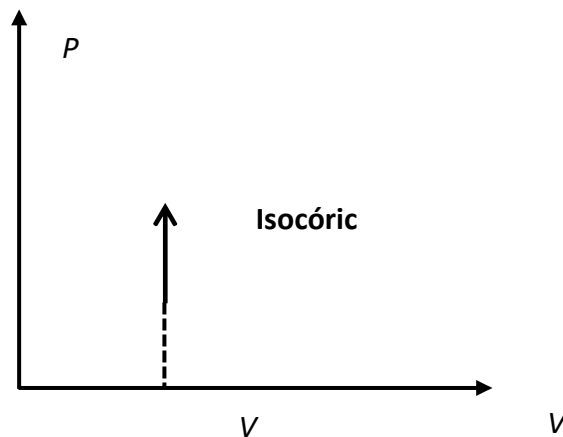
**Figura 3 - Compressão adiabática**

Fonte: Celgel (2013, p. 90)

Neste contexto, a energia interna do sistema aumenta de forma proporcional ao trabalho recebido, pois o sistema está recebendo energia do meio externo. Observa-se que o sistema aquece pela elevação da temperatura na compressão rápida de um gás.

**Processo isocórico (ou processo isovolumétrico):** no respectivo processo o volume continua constante, porém se permanecer dessa maneira o trabalho não será realizado, ou seja,  $W = 0$ . Compreendendo a fórmula da Primeira Lei da Termodinâmica, é relevante analisar que no processo isovolumétrico  $U = W$ . No processo isocórico pode-se afirmar que todo o calor se mantém no interior do sistema, o que ajuda no aumento da energia interna. Exemplo: explosão de latas de aerossol por conta de aquecimento. O volume dentro do recipiente ficou constante, porém, sua energia interna aumentou por conta das trocas de calor (YOUNG, 2008).

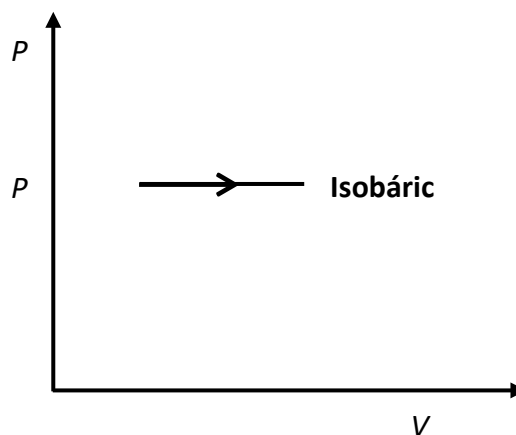
Figura 4 - Processo isocórico



Fonte: Young (2008, p. 30)

**Processo isobárico:** a pressão no referido sistema é constante, haja vista que nenhuma das grandezas participantes da transformação (energia interna, calor e trabalho) terá nulidade. Exemplo: fervura da água dentro de uma panela à pressão constante (YOUNG, 2008).

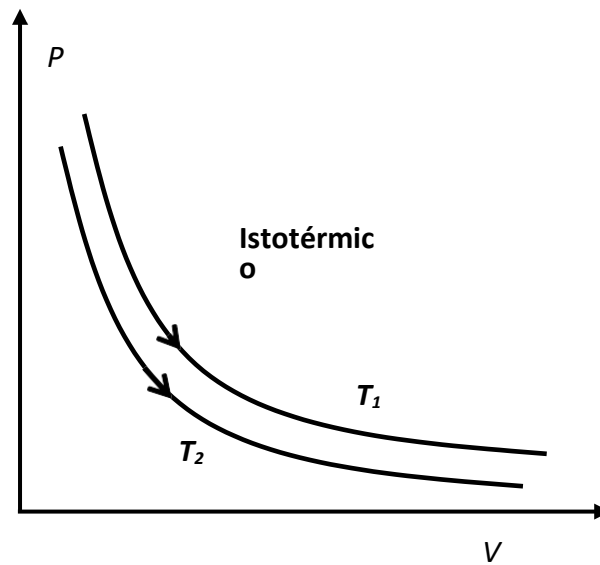
Figura 5 - Processo isobárico



Fonte: Young (2008, p.31)

**Processo isotérmico:** Nesse a temperatura será constante, pra isso a transferência de calor deve ser demasiadamente lenta. Exemplo: gás ideal. Se constitui num caso especial onde a energia interna fica na dependência da temperatura e não do volume ou da pressão. Assim, a energia interna é constante, isso implica que  $U = 0$ . Tem como consequência o fato do calor trocado ser numericamente igual ao trabalho realizado pelo sistema ( $Q = W$ ) (YOUNG, 2008).



**Figura 6 - Processo isocórico**

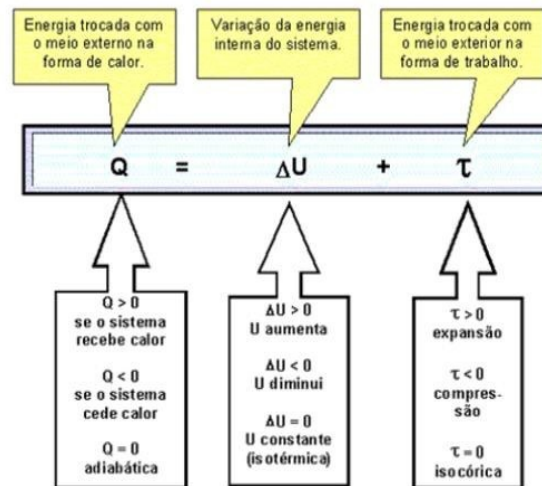
Fonte: Young (2008 p. 33)

### Gases e transformações termodinâmicas

A Termodinâmica é uma descrição estatística da natureza, por meio dela é possível conceber o comportamento macroscópico de sistemas que contenham muitos corpos. Nesse contexto as transformações pelas quais passam a mesma tem uma fórmula que a representa e que diz respeito a energia trocada com o meio externo na forma de calor, a variação da energia interna do sistema e a energia trocada com o meio exterior na forma de trabalho.

Figura 7 - Transformações termodinâmicas

## Transformações termodinâmicas



Fonte: Bueno (2015, p. 03)

Todas essas transformações ajudam na compreensão do comportamento dos gases e suas respectivas transformações, é necessário entender primeiro o que se remete ao estado gasoso. Os gases não apresentam volume e nem forma definida, ou seja, eles se adequam à forma de acordo com o recipiente em que estão presentes. Nesse estado, as moléculas se movem de modo aleatório e encontram-se distante uma das outras.

O volume dos gases é determinado pelo volume do recipiente que o contém, à medida que a temperatura do gás aumenta, os átomos ou moléculas (partículas) vão se movimentar mais rapidamente. Esse movimento aleatório e mais intenso gera colisões das partículas contra as paredes do espaço no qual o gás está confinado resultando assim no aparecimento de uma pressão (MOREIRA; COUTO, 2019).

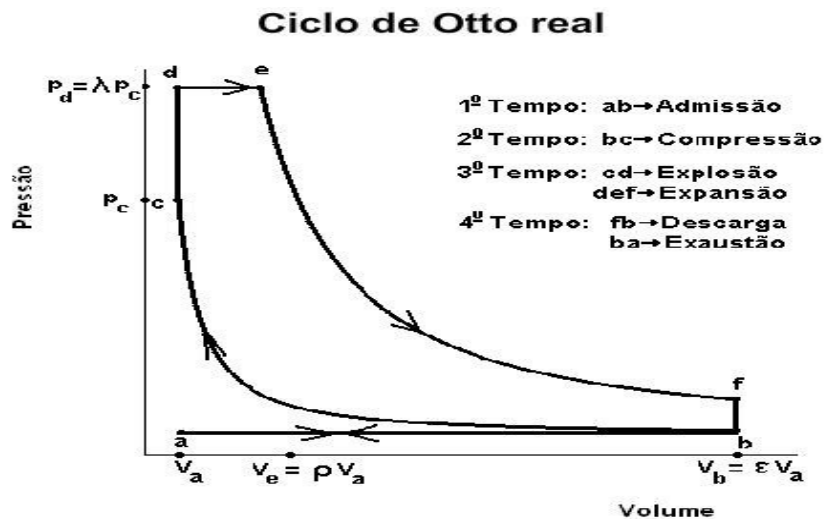
Como exemplos de transformações gasosas são possíveis mencionar o Ciclo de OTTO. O referido ciclo consiste em transformações termodinâmicas que ocorrem em um motor em quatro diferentes estágios (SMITH, VAN NESS, ABBOTT, 2007).

- 1º estágio: admissão (cilindro do pistão desce puxando mistura ar + combustível). Essa etapa ocorre com a pressão constante (processo isobárico), no qual o pistão se move para fora atraindo uma mistura combustível / ar para dentro de um cilindro;
- 2º estágio: compressão (cilindro sobe comprimido combustível + ar). O estágio

é caracterizado pela sequência de etapas na qual todas as válvulas estão fechadas, e a mistura combustível/ar é comprimida, aproximadamente adiabaticamente (não há troca de calor com o ambiente). A mistura é então inflamada, disparando uma vela de ignição, e a combustão ocorre tão rapidamente que o volume permanece quase constante (processo isocórico ou isovolumétrico) enquanto a pressão aumenta.

- 3º estágio: explosão/expansão (vela promove reação química e o pistão desce). No referido processo, o trabalho é produzido. Os produtos encontram-se em alta temperatura e alta pressão de expansão da combustão e mantêm-se em um processo adiabático. Na sequência, a válvula de escape então abre e a pressão cai rapidamente, a um volume quase constante.
- 4º estágio: exaustão (cilindro sobe expelindo gases resultantes da reação com o combustível). Essa etapa também é designada como escape. O pistão empurra os gases de combustão restantes (exceto para o conteúdo do volume livre) do cilindro. O volume plotado é o volume total de gás contido no motor entre o pistão e a parte superior do cilindro, conforme Figura 8 que apresenta o Ciclo de Otto com os respectivos estágios.

Figura 8 - Ciclo de Otto



A figura foi modificada com base na original extraída do artigo *Máquinas térmicas à combustão interna de Otto e de Diesel* - autor Fernando Lang (lang@if.ufrgs.br)

Fonte: Schulz (2009, p. 02)

## Ciclo de Carnot

Falar do ciclo de Carnot, é entender que sua proposição foi feita por um engenheiro militar e físico, Nicolas Leonard Sadi Carnot no ano de 84, sendo representado por uma sequência de transformações gasosas, nas quais, uma máquina térmica apresenta o rendimento máximo operando em ciclos, por conta de duas fontes térmicas. O autor dessa teoria traz como evidência o fato de que quanto maior a temperatura da fonte quente, maior seria seu rendimento diante de uma substância que se comporta como um gás ideal.

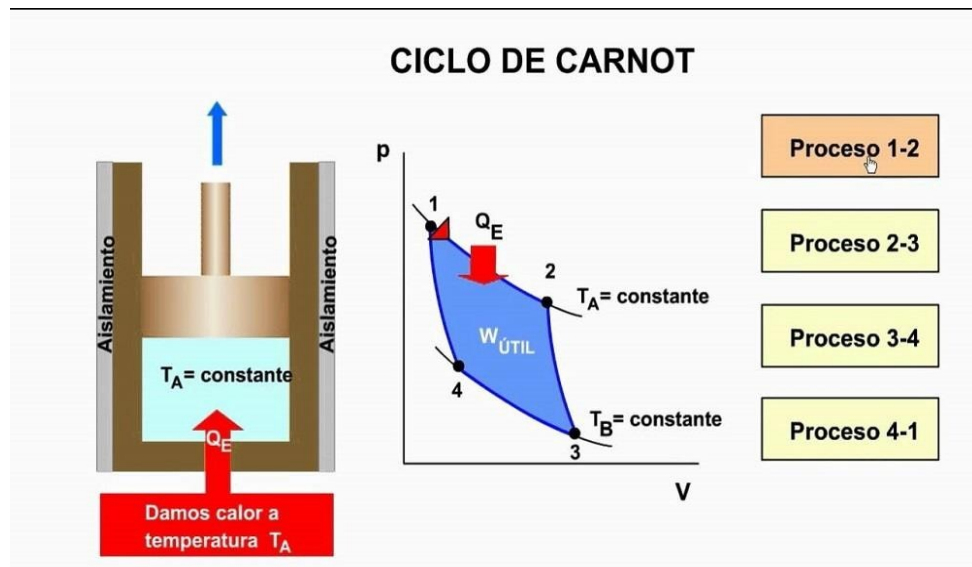
Sua representatividade é realizada por um processo cíclico reversível que está subdividido em quatro etapas, sendo duas isotérmicas e duas são adiabáticas. A operação do ciclo se dá por intermédio entre dois reservatórios térmicos considerados onde as características não se modificam em detrimento do processo, mesmo que um esteja em alta temperatura e outro em baixa.

O ciclo de Carnot pode atuar como um motor térmico, utilizando o calor do reservatório de alta temperatura e rejeitando o excedente num reservatório de baixa temperatura. Se operado de forma inversa e reversível, o ciclo passa e se estruturar como um refrigerador, que muda calor do reservatório de baixa para alta temperatura, à custa de um trabalho. O referido ciclo é pensado de forma ideal por conta de operar de maneira reversível, e essa reversibilidade oportuniza obter a maior eficiência térmica de acordo com os níveis previstos de temperatura (STOECKER e JABARDO, 2002).

Sendo o ciclo estruturado em duas transformações adiabáticas que se alternam com duas transformações isotérmicas: uma para a temperatura  $T_1$  da fonte quente, onde se tem o processo de expansão, e a outra temperatura  $T_2$  que diz respeito a fonte fria onde acontece o processo de compressão, sendo que cada uma se intercala com duas transformações adiabáticas.

O ciclo de Carnot também é reversível, haja visto que o mesmo é evidenciado dentro do sentido horário e o trabalho é feito de forma positiva, e medido com números pela área do ciclo. Pense numa máquina térmica na qual o gás sofra expansões e compressões, realizando o ciclo de Carnot, seja  $T_h$  a temperatura da fonte quente e  $T_2$  a temperatura da fonte fria. (STOECKER e JABARDO, 2002). Conforme figura 7 abaixo:

Figura 9 - Ciclo de Carnot



Fonte: Curado (2020, p. 01)

### Fundamentos da funcionalidade de uma máquina térmica

Uma máquina térmica refere-se a um sistema capaz de converter a energia térmica, o calor, para energia mecânica, resultando assim em um processo de trabalho mecânico. A máquina térmica faz este trabalho, trazendo um material ativo de alta temperatura a baixa temperatura. A fonte de calor gera energia térmica que leva o material ativo a um estado de alta temperatura (BALDOW e MONTEIRO-JÚNIOR, 2010).

A substância de trabalho gera trabalho no corpo de trabalho do motor e transfere calor para o radiador mais frio até atingir um estado de baixa temperatura. Nesse processo, parte da energia térmica é convertida em trabalho, explorando assim as características da substância de trabalho (RAMOS *et al.*, 2017).

O material ativo pode ser qualquer sistema com capacidade de calor diferente de zero, mas geralmente é um gás ou líquido. Durante este processo, algum calor

geralmente é perdido para o meio ambiente e não será convertido em trabalho. Além disso, parte da energia não está disponível devido ao atrito e resistência (NARDI, 2009).

De forma simples, uma máquina térmica converte energia em trabalho mecânico. A diferença entre motores térmicos e outros tipos de motores é que o teorema de Carnot limita fundamentalmente sua eficiência. Embora essa limitação de eficiência possa ser desvantajosa, a vantagem dos motores térmicos é que a maioria das formas de energia pode ser facilmente convertida em calor por meio de processos como reações exotérmicas (como combustão), fissão nuclear, absorção de luz ou fricção de partículas. Como a fonte de calor que fornece energia térmica ao motor pode ser alimentada por quase qualquer tipo de fonte de energia, o motor térmico cobre uma ampla gama de aplicações (BORGES e FORATO, 2017).

No ensino de termodinâmica, as máquinas térmicas, por meio de seus motores térmicos, são geralmente modeladas usando modelos de engenharia padrão (como o ciclo de Otto). Pode-se usar ferramentas como gráficos indicadores para refinar o modelo teórico e aumentá-lo com dados reais do motor em funcionamento. Como existem poucos motores térmicos no mundo real que podem corresponder totalmente ao seu ciclo térmico básico, pode-se dizer que o ciclo térmico é a situação ideal para um motor mecânico. Em qualquer caso, para entender completamente o motor e sua eficiência, é preciso ter um bom entendimento do modelo teórico (que pode ser simplificado ou idealizado), as nuances reais do motor mecânico real e as diferenças entre os dois (NARDI, 2009).

De modo geral, quanto maior a diferença de temperatura entre a fonte de calor e a armadilha de frio, maior será a eficiência térmica potencial do ciclo. Na terra, a extremidade fria de qualquer motor térmico é limitada à temperatura ambiente próxima ao ambiente, ou não inferior a 300 Kelvin. Portanto, a maioria dos esforços para melhorar a eficiência termodinâmica de vários motores térmicos está focada no aumento da temperatura do motor térmico. Fonte dentro da restrição de material. Na teoria, a eficiência total teórica de uma máquina térmica, é determinada como a diferença da temperatura entre a extremidade fria, com a extremidade quente, sendo dividida pela temperatura da extremidade quente, de forma, que cada uma expresse em sua temperatura absoluta (HÜLSENDEGER, 2007).

Os vários motores térmicos propostos ou usados hoje têm uma ampla gama de eficiências (FORATO, 2015):

- 3% (97% do calor residual usando calor de baixa qualidade) é usado para conversão de energia térmica oceânica (OTEC), energia oceânica recomendada
- A proporção da maioria dos motores a gasolina de automóveis é de 25%
- 49% é usado em usinas elétricas supercríticas a carvão.
- Turbina a gás de ciclo combinado resfriada a vapor é 60%

A eficiência desses processos é aproximadamente proporcional à queda de temperatura entre eles. Equipamentos auxiliares (como bombas) consomem muita energia, o que efetivamente reduz a eficiência (PASSOS, 2009).

### **2.3 Os três momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov**

A natureza dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3PM) foi incorporada em diferentes sugestões para superar a dispersão do ensino. Segundo Muenchen e Delizoicov (2010), a dinâmica conhecida como 3MP começou a se espalhar no final dos anos 1980 por causa da "Metodologia de Ensino de Ciências" (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990) e do livro "Aprendizagem de Física". "(DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990), as quais foram utilizadas pelo programa do INEP/MEC. Além disso, esses materiais passaram a aparecer em ciências, cursos de pós-graduação, concursos públicos para o magistério, e direcionados no referencial bibliográfico do curso de graduação do curso de formação continuada de professores.

Essa dinâmica, proposta originalmente por Delizoicov (1982), promove a transformação do conceito de Paulo Freire em espaço educacional. Partindo da abordagem temática, o trabalho docente em sala de aula pode ser descrito da seguinte forma: equivalente ao problema inicial (PI), procura-se lidar com a situação relacionada, com a situação real dos alunos, para que enfrentem desafios. Sendo difícil expressar opiniões sobre as questões levantadas e atentar para a necessidade de obter outros conhecimentos que não possuem.

No segundo momento, correspondente à organização do conhecimento (OC), sob a mediação do docente, são estudados os conhecimentos científicos necessários para que os alunos possam compreender o tema / tema em estudo e o PI antes de serem realizados. Por fim, na terceira etapa da aplicação de conhecimentos (AC) envolvendo o ensino, continue a responder às questões levantadas no PI de forma a analisar os conhecimentos absorvidos em sala de aula. Além disso, neste momento,

outras questões relacionadas ao conhecimento científico realizado sobre o OC também podem ser feitas.

Nos estudos realizados por Muenchen (2010), Muenchen, Delizoicov (2009, 2014), Araujo *et al.* (2012) e Ferreira *et al.* (2014), os autores perceberam que o 3MP era usado como um método em sala de aula, aplicado à interpretação de conceitos científicos. Segundo Muenchen (2010), isso pode estar relacionado ao fato de muitos professores utilizarem as obras "Métodos de Ensino Científico" e "Física" que não utilizam a discussão 3MP como um curso estruturado. Nesses trabalhos, o 3MP é utilizado para o ensino em sala de aula. De acordo com Muenchen (2010) e Muenchen e Delizoicov (2012), o 3MP também pode ser usado para o design do curso. Assim, considerando que essas contradições advêm da investigação da realidade da comunidade onde a escola está inserida, o conhecimento científico pode ser resolvido por meio da compreensão da situação que constitui uma das principais contradições sociais para a realidade dos alunos.

Nessa dinâmica, a construção do conhecimento também decorre do conhecimento prévio dos alunos sobre as questões levantadas, o que pode ser entendido como o ponto de partida para a construção do conhecimento científico dos mesmos. Coerente com o conteúdo acima, Freire (1987) enfatizou:

Os educadores não são mais apenas educadores, mas educadores que conversam com os alunos enquanto são educados. Educado e educado ele. Portanto, ambos se tornaram sujeitos de um processo em que crescem juntos e o "argumento oficial não é mais válido (FREIRE, 1987 p. 39).

Além disso, por meio das mudanças dinâmicas do 3MP, os alunos podem conectar-se com metade do seu conhecimento acumulado sobre problemas do mundo real, o que também ajuda a estimular habilidades de expressão verbal, pois isso fará com que os alunos produzam uma certa ansiedade. Portanto, em consonância com Freire (1987) recomenda-se reconsiderar a relação entre o currículo e a comunidade escolar, pois baseia em temas importantes que abordam essa realidade.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o aspecto mais importante da tradução das visões de Freire em recomendações para a educação escolar é o método de estruturação do currículo para torná-lo mais relevante e dinâmico. O planejamento e a implementação de atividades educacionais (incluindo a seleção de conteúdo) são inconsistentes com o paradigma curricular tradicional baseado em



métodos conceituais. Para Delizoicov *et al.* (1982), os métodos de tópicos incluem: perspectivas curriculares, cuja lógica organizacional é selecionada de acordo com ópicos de conteúdos.

No entanto, Muenchen e Delizoicov (2013) perceberam que alguns educadores têm uma melhor compreensão do ensino ao analisar os materiais didáticos produzidos pelos professores em suas práticas pedagógicas e em diversos documentos de projetos desenvolvidos por formadores envolvendo esses professores. A natureza dinâmica do método para professores que ainda não vivenciaram o novo processo de formação, mas apenas mantêm contato com o 3MP por meio de livros didáticos, eles são apenas o nível de questões e métodos conceituais.

Num estudo realizado por Muenchen e Delizoicov (2010), foram enfocados o método e a frequência de utilização de 3MP em artigos na área de Santa Maria. O estudo foi publicado no I e V Congresso Nacional de Investigação Científica (ENPEC). O uso acima deste método dinâmico aumentou. No entanto, eles apontaram que o 3MP não se concentra apenas em uma área do Brasil, mas também sugere um estudo mais extenso do uso da cinética.

## 2.4 O ensino de máquinas térmicas no ensino médio

Ao pesquisar as palavras chave máquinas térmicas; Demétrio Delizoicov e histórias em quadrinhos na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), entre os anos selecionados de 2016 até 2020 (últimos 5 anos completos), encontrou-se 128 pesquisas que mencionam e trabalham com este assunto. Os quadros abaixo apresentam essas fontes em ordem cronológica, ressaltando seus autores, títulos e tipo, entre dissertação e teses.

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Disser./ Tese</b>
SABKA, Diego Ricardo	Uma abordagem CTS das máquinas térmicas na revolução industrial utilizando o RPG como recurso didático	2016	D
BORGES, Danielle Beatriz de Sousa	A construção de uma abordagem histórica para o ensino de termodinâmica: Sadi Carnot e o estudo da máquina	2016	D

	térmica		
PASCOAL, Alexandre dosSantos	A evolução histórica da máquina térmica de Carnot como proposta para o ensino da Segunda Lei da Termodinâmica	2016	D
TOTAL TRABALHOS 2016			3
ALVES, Luciano Guimarães	Análise térmica e exérgica de máquinas de absorção de simples efeito	2018	D
GRASSELLI, Erasmo Carlos	Uma abordagem das máquinas térmicas no ensino da termodinâmica sob a ótica da aprendizagem significativa	2018	D
LOPES, Francisco George de Sousa	Design de estratégia de ensino-aprendizagem para o estudo de máquinas térmicas	2018	D
TOTAL TRABALHOS 2018			3
SOUZA, Robineide Borges de	Sequência didática para o ensino das leis da termodinâmica e máquinas térmicas	2019	D
PALMA, Francisco Rodrigo das Chagas	Alfabetização científica por meio do conteúdo máquinas térmicas: uma perspectiva para a aprendizagem de Física	2019	D
TOTAL TRABALHOS 2019			2

**Quadro 1 - Trabalhos sobre máquinas térmicas entre os anos de 2016 a 2020**  
**Fonte: Autoria própria (2020).**

No quadro apresentado acima, pode-se notar apenas 8 autores que abordaram este assunto no período pesquisado, o que dentro da quantidade de trabalhos localizados (128) é considerado um baixo índice de desenvolvimento referente ao assunto. Adiante, o quadro 2 apresenta os trabalhos localizados sobre Demétrio Delizoicov.

**Quadro 2- Trabalhos sobre Demétrio Delizoicov entre os anos de 2016 a 2020**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Disser./ Tese</b>
MENDONÇA, Ariane Rochelle	A aposta da reorientação curricular via tema gerador no Projeto Parnamirim Interdisciplinar	2016	D
MACHADO, Elaine Ferreira	Os estudos observacionais de Maria Sibylla Merian: contribuições para o ensino dos insetos mediado por tecnologias da informação e comunicação	2016	D
ALVES, Luis	A diologicidade na formação continuada de professores da Escola Técnica Profissional de Becora em Timor-Leste	2016	D
HOFFMANN, Marilisa Bialvo	Constituição da identidade profissional docente dos formadores de professores de biologia: potencialidades da intercoletividade	2016	T
SAMAGAIA, Rafaela Rejane	Comunicação, divulgação e educação científicas: uma análise em função dos modelos teóricos e pedagógicos	2016	D
HUNSCHE, Sandra	Docência no ensino superior: abordagem temática licenciaturas da área de ciências da natureza	2016	D
SILVA, Denis de Oliveira	Metodologia de projetos no ensino das ciências - Reflexão, estratégia e prática metodológica no 5º ano do Ensino Fundamental na escola São Pedro Parananema - Parintins/Am	2016	D
<b>TOTAL TRABALHOS 2016</b>			<b>7</b>
SOUZA, Paulo Roberto Lima de	Alfabetização científica a partir de experimentos químicos: uma vivência nos anos iniciais	2017	D
ROSO, Caetano Castro	Transformações na educação CTS: uma proposta a partir do conceito de tecnologia social	2017	T
BRICK, Elizandro Maurício	Realidade e ensino de ciências	2017	T
HERRAN, Wallace Chriciano Souza	Inclusão digital e alfabetização científico - tecnológico: um estudo com crianças nos anos iniciais do ensino fundamental	2017	D
RODRIGUES, Cintia Cavalcante	O ensino de ciências na formação dos professores: limites, desafios e possibilidades no curso de pedagogia	2017	D
<b>TOTAL TRABALHOS 2017</b>			<b>5</b>

CRUZ, Daniel Ortega da	Uma abordagem histórica da propagação, reflexão e refração da luz para o ensino médio	2018	D
SILVA, Denny Davidson de Almeida	Confecção e aplicação de uma placa foto-eletrônica como ferramenta para mediar projetos pedagógicos sobre o efeito fotoelétrico no século XXI	2018	D
ARAÚJO, Pereira de Emanuel	Pirâmide "holográfica": uma introdução ao estudo da óptica no ensino fundamental	2018	D
TAHA, Marli Spat	Educação ambiental e educação patrimonial como prática pedagógica interdisciplinar para o ensino de ciências	2018	D
CRISTIANE Mendes da Silva Dantas	Ensino de Ciências para anos iniciais: seleção de conteúdos curriculares a partir do conceito de tema gerador de Paulo Freire	2018	D
NUNES, Fabiana Boschetti	Um olhar crítico-libertador sobre o movimento de construção curricular da rede municipal de Sorocaba entre 1999 e 2007	2018	D
<b>TOTAL TRABALHOS 2018</b>			<b>6</b>
OLIVEIRA, Claudinei Osório de	Ensinando hidrólise salina por meio de blog na perspectiva do ensino híbrido	2019	D
<b>TOTAL TRABALHOS 2019</b>			<b>1</b>

**Fonte: Autoria própria (2020).**

No quadro apresentado acima, pode-se notar apenas 19 autores que abordaram este assunto no período pesquisado, o que dentro da quantidade de trabalhos localizados (128) é considerado um baixo índice de desenvolvimento referente ao assunto. Pois somando com os 8 resultados do quadro 1 tem-se um total de 27 trabalhos, no período em estudo. Seguindo, o quadro 3 apresenta os trabalhos localizados sobre histórias em quadrinhos.

**Quadro 3 – Trabalhos sobre histórias em quadrinhos entre os anos de 2015 a 2020**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Disser./ Tese</b>
DALMOLIN, Terezinha Cleoni Tronco	Das concepções à construção de uma história em quadrinhos estilo mangá sobre o sistema respiratório	2016	D
DÓRO, Leandro Malósi	Histórias em quadrinhos e design estratégico: cenários para apropriação e produção de HQ nas mídias digitais	2016	D
FREITAS, Mercia Cristina de Araújo	História em quadrinhos: uma proposta de ensino da língua portuguesa para surdo	2016	D

ZANIN, Ricardo Zolinger	O grotesco nas histórias em quadrinhos de Marcatti	2016	D
FIORESI, Claudia Almeida	Textos de divulgação científica e as histórias em quadrinhos: um estudo das interpretações de estudantes do ensino médio	2016	D
BUSARELLO, Raul Inácio	Gamificação em histórias em quadrinhos hipermídia: diretrizes para construção de objeto de aprendizagem acessível	2016	T
DUARTE, Rafael Soares	Aproximações entre poesia visual moderna e histórias em quadrinhos	2016	T
GONÇALVES, Davi Colombo	Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino de física na educação de jovens e adultos	2016	D
CZIZEWESKI, Grégori Michel	É apenas um jogo: pensamento, condição humana e pós-modernidade no final do século XX na história em quadrinhos Os invisíveis, de Grant Morrison	2016	T
COLOMBO Gonçalves, Davi	Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino de física na educação de jovens e adultos	2016	D
BRÉSIO, Sabrina da Paixão	Nas trilhas do herói. histórias em quadrinhos & itinerários de formação	2016	D
PIMENTEL, Ana Carolina Alves de Souza	O habitus dos tradutores de histórias em quadrinhos de super-heróis da Marvel e DC Comics no Brasil	2016	D
MACEDO JÚNIOR, Jairo	O grotesco nas histórias em quadrinhos brasileiras: bestiários do humor e do medo em Francisco Marcatti e Lourenço Mutarelli	2016	D
MACHADO, Liandro Roger Memória	À tela infinita... e além: um estudo sobre o uso de recursos da hipermídia na criação de histórias em quadrinhos digitais	2016	D
OLIVEIRA, Livia Maria Serafim Duarte	As questões étnico-raciais nas histórias em quadrinhos: reflexões educativas na formação docente	2016	D
MONTEIRO, Reginaldo do Rego	A leitura das histórias em quadrinhos nas aulas de língua portuguesa: prerrogativas deste gênero multimodal	2016	D
PAIVA, Fábio da Silva	Histórias em quadrinhos na educação: memórias resultados e dados	2016	T
CASELLA, Rosa Alicia Nonone	As histórias em quadrinhos na educação do Peru no século XXI	2016	D
SOUZA, Silvana Colares Lúcio de	Os efeitos de sentido da ironia e do humor: uma análise do discurso contestatório nas histórias em quadrinhos da Mafalda	2016	D

TAVARES, Mayara Barbosa	História em quadrinhos não ficcionais: usos e discursos	2016	T
RODRIGUES, F. R	O uso das histórias em quadrinhos da <i>Monica's gang</i> como recurso para a produção de diálogos interculturais no ensino de inglês como LE	2016	D
<b>TOTAL DE TRABALHOS EM 2016</b>			<b>21</b>
TOMAZELI, Yedda Carolina Piccoli	As histórias em quadrinhos e as mídias emergentes	2017	D
FERNANDES, Rodrigo Emanuel	O punctum na sarjeta: as redes sociais digitais e as histórias em quadrinhos	2017	T
RAMOS, Fabiane de Andrade	Ensino de estequiometria para o ensino médio: criação de uma revista de histórias em quadrinhos	2017	D
SANTOS, Carlos Eduardo da Rocha	As histórias em quadrinhos como linguagem no ensino do projeto de arquitetura e urbanismo	2017	D
COUTINHO, Mariana de Souza	Django Livre: tradução intersemiótica do cinema para as histórias em quadrinhos	2017	T
OLIVEIRA, Maria Jaciara de Azeredo	As histórias em quadrinhos como fonte de informação: uma leitura de Fábulas no âmbito da Ciência da Informação	2017	D
NASCIMENTO, Monique dos Santos	Hibridismo imagético: características composicionais e produção de sentido do encontro entre fotografia e desenho na história em quadrinhos O Fotógrafo	2017	D
FABRI, Eliane Isabel	Narrativas e histórias em quadrinhos: reflexões sobre o preconceito e exclusão nas práticas corporais	2017	T
SOUZA, Deynea Fabíola Ferreira de	O corvo, de Edgar Allan Poe: interseção de linguagens entre tradução intersemiótica, adaptação e história em quadrinhos	2017	D
SILVA, Telma Fidelis Fragoso da	"Nem tudo é por Bhaskara": a aprendizagem significativa por meio da história em quadrinhos para o ensino da equação do segundo grau	2017	T
OKAEDA, Micarlla Priscilla Freitas da Silva	Histórias em quadrinhos em contexto matemático: uma proposta para o ensino de triângulos à luz da teoria dos registros de representação semiótica	2017	D
CRUZ, Dandara Palankof e	A outra ponte do arco-íris: discursos e representações LGBTTT nas histórias em quadrinhos de super-heróis norte-americanas	2017	T

RAMOS, André de Freitas	Digital Comics: A Linguagem Visual Das Histórias Em Quadrinhos E O Paradigma Digital	2017	D
GARCIA, Izabelle Galiardo	História em quadrinhos em educação e saúde sobre erliquiose canina	2017	D
RODRIGUES, Danilo Pontes	Estados Unidos pós 11 de setembro na história em <i>quadrinhos In the shadow of no towers de Art Spiegelman</i> (2001-2004)	2017	D
BARROS, Diomara Martins Reigato	A utilização de histórias em quadrinhos na especificação de requisitos de software	2017	D
SOUZA, Mariane de	"Estação das Brumas": a intertextualidade nas histórias em quadrinhos e a apropriação da informação cultural em Sandman	2017	D
Almeida, Fabio Aquino de	Para ler a Mônica: reflexões sobre quadrinhos, indústria cultural e ensino de história	2017	D
LIBERATTI, Elisângela	Traduzindo histórias em quadrinhos: proposta de unidades didáticas com enfoque funcionalista e com base em tarefas de tradução	2017	T
VIEIRA, Carlos Daniel Santos	A contribuição de Moacyr Cirne para o estudo das histórias em quadrinhos: a semiologia materialista como método	2017	D
Carvalho, Beatriz Sequeira de	O processo de legitimação cultural das histórias em quadrinhos	2017	D
RAMOS, Rubem Borges Teixeira	Com grandes poderes, vêm grandes responsabilidades: um estudo etnometodológico sobre o leitor e a leitura de histórias em quadrinhos de super-heróis da Marvel e da DC Comics	2017	T
D'AMBROSIO, Izabel Silva Souza	História em quadrinhos digital como estratégia de desenvolvimento da escrita em inglês	2017	D
ESTEVÃO, Ana Paula Sodrê da Silva	História em quadrinhos no ensino de química como Estratégia didática para abordagem do tema "lixo eletrônico"	2017	T
CORREIA, Victor Vitório de Barros	História em quadrinhos, memória em quadrinhos: a representação do trauma em Maus – a história de um sobrevivente	2017	D
WESCHENFELDER, Gelson, Vanderlei	Os super-heróis das histórias em quadrinhos como recursos para a promoção de resiliência em crianças e adolescentes em situação de risco	2017	T

ALMEIDA, Thayse Gomes de	História em Quadrinhos como recurso pedagógico para adolescentes: métodos contraceptivos	2017	D
ABRAHÃO Júnior, Weber	Quadrinhos e ensino de História: o mundo sob a perspectiva de Carl Barks, "O homem dos patos"	2017	D
OLIVEIRA, Ivan Carlo Andrade de	A fantástica história de Francisco Iwerten: hiper-realidade e simulacro nos quadrinhos do Capitão Galha	2017	T
<b>TOTAL DE TRABALHOS EM 2017</b>			<b>29</b>
VELOSO, Roberta Marcelino	Imagens de uma escrava rebelde: quadrinhos, raça e gênero no ensino de História	2018	D
DANIEL, Ana Paula	A Historieta que conta a História: a realidade narrada por Quino em seu quadrinho Mafalda	2018	D
GONÇALVES, Daniel Conceição	Vozes sobre o uso de histórias em quadrinhos na educação e no livro didático de artes	2018	D
SILVA, FábioTavares da	A leitura e produção de histórias em quadrinhos no ensino de arte na Escola de Ensino Médio Aduino Bezerra - Barbalha, Ceará	2018	D
ANDRÉA Corrêa Lagareiro	Resolução de conflitos interpessoais e as histórias em quadrinhos: uma possibilidade de interlocução	2018	D
RAVAGLIO, Marcia de Souza	História em quadrinhos: gênese, estrutura e sociedade	2018	D
MANHÃES, Ricardo Cordeiro	Adaptação da linguagem das histórias em quadrinhos para o design de animação	2018	D
ASSIS, Érico Gonçalves	Aproximações entre letramento e tradução linguística na tradução de histórias em quadrinhos	2018	T
VIEIRA, Edimara Fernandes	Histórias Em Quadrinhos Na Formação Inicial De Professores De Física: Da Curiosidade À Elaboração De Sentidos	2018	D
ANDRADE, Roberto Cavalcante de	Física Com Histórias Em Quadrinhos	2018	D
SANTOS, Jucilene Santana	Sequência de ensino-aprendizagem em todas as histórias em quadrinhos a luz das interações discursivas e do engajamento dos alunos	2018	D



CORDEIRO, Verônica Pereira	A ilustração como tradução: avaliando 'Orgulho e preconceito' em história em quadrinho	2018	D
SILVA, Anderson Tavares Correia da	Audiodescrição de histórias em quadrinhos em língua brasileira de sinais	2018	D
CHIARELLI JÚNIOR, Wilson Roberto	Produção de histórias em quadrinhos como estratégia didática para desenvolvimento da educação patrimonial em Olinda	2018	D
CARVALHO, Ive Marian de	A transposição didática do gênero história em quadrinhos (HQ) no 9º ano do ensino fundamental	2018	D
SILVA, Marília Gerlane Guimarães da Silva	A produção de histórias em quadrinhos na Escola Municipal de Ensino Fundamental Eufláudia Rodrigues em Boqueirão - PB	2018	D
QUEIROZ, Kézia Barbosa de	A retextualização de histórias em quadrinhos como estratégia para as aulas de produção textual	2018	D
KLEIN, Vanessa	Histórias em quadrinhos: uma alternativa pedagógica para o ensino de química	2018	D
SANTOS, Maria Bethânia de Siqueira Leite Fochi dos	Histórias em quadrinhos produzidas por alunos de Ensino Médio: identificando sentidos e indicadores de alfabetização científica.	2018	D
<b>TOTAL DE TRABALHOS EM 2018</b>			<b>19</b>
CARVALHO, José Luan de	O uso de histórias em quadrinhos/texto ilustrado como material paradidático no ensino de biologia celular e genética	2019	D
SANTOS, Andrios Bemfica dos	A teoria da relatividade restrita em uma sequência de ensino potencialmente significativa com o uso de histórias em quadrinhos	2019	D
CESAR, Felipe Modesto	O uso de história em quadrinhos como recurso didático no ensino de evolução	2019	D
CESAR, Felipe Modesto	O uso de histórias em quadrinhos como recurso didático no ensino de Evolução	2019	D
CAPARICA, Victor Hugo Cruz	A audiodescrição de histórias em quadrinhos: perspectivas semióticas	2019	T

CALDEROLLI, Gino Machado	A percepção de educadores sobre o uso das histórias em quadrinhos na sala de aula na perspectiva da Educomunicação	2019	D
KUNDLATSCH, Aline	Enquadrando as Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de Química: possibilidades e limites	2019	D
DIAS, Rafael Cobbe	Esquema de metadados para a disseminação do uso das histórias em quadrinhos na sala de aula: os repositórios institucionais na educação	2019	D
GIOVANA, Maria Carvalho Martins	O uso escolar de "Os miseráveis" em quadrinhos na aprendizagem histórica de jovens estudantes : um estudo na perspectiva do novo humanismo	2019	D
SILVA, Guilherme Balestiero da	Leitura da história em quadrinhos " <i>Trinity</i> " por licenciandos em química: exercício...	2019	D
THOMÉ, Luciano	Sexo, drogas e... histórias em quadrinhos!!!: política de consciência e economia do prazer nos quadrinhos alternativos brasileiros pós-ditadura (1985-1995)	2019	T
SOUZA, Perivaldo Oliveira de	Sandman Overture e a experiência narrativa através das histórias em quadrinhos	2019	D
ALVARES, Valéria	Física em Quadrinhos: material de apoio ao professor utilizando Histórias em Quadrinhos no ensino	2019	D
PEREIRA, Nicélia Nunes Azevêdo	Diálogo verbo-visual em tirinha e história em quadrinhos: formando leitores no ensino fundamental	2019	D
SANTOS, Cícero Gonçalves dos	Estratégias para implantação e avaliação de um método educacional desplugado com histórias...	2019	D
Carneiro, Lucas Freitas Pereira	Entre quadrinhos, teorias e histórias: uma proposta de abordagem contextual no ensino da herança mendeliana	2019	D
SILVA, Everton Willian de Lima	Estratégias de leitura para as aulas de educação física a partir do gênero história em quadrinhos – o bullying como temática motivadora	2019	D
VALADARES, Nice Vânia Machado Rodrigues	Leitura e produção de histórias em quadrinhos digitais :uma proposta de uso do smartphone	2019	D

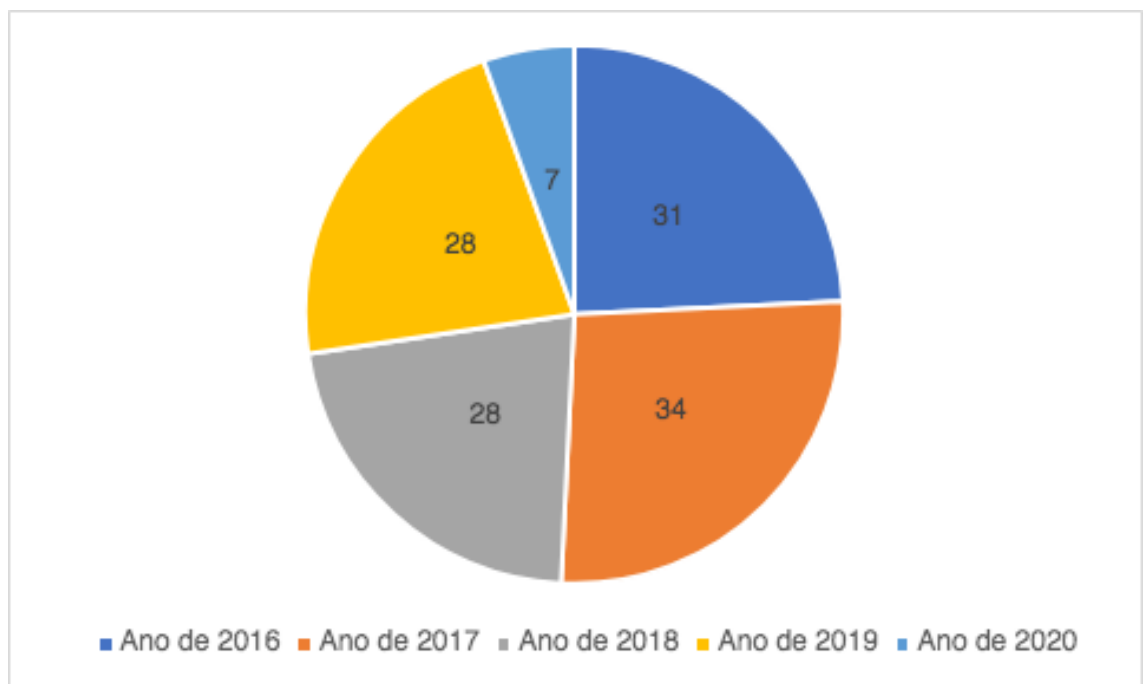
BRANDÃO, Pedro José Arruda	Entre o cinzel e o pincel: as relações entre desenhos e fotografias em histórias em quadrinhos que narram a realidade	2019	D
LORENÇON, Bruno Darros	Elaboração de uma história em quadrinhos utilizando tópicos de Física para o ensino médio.	2019	D
SILVA, Silvana Mércia da	Estratégias de leitura do gênero histórias em quadrinhos no ensino fundamental	2019	D
SANTOS, Ezequiel França dos	História em quadrinhos como recurso didático para conservação das nascentes hídricas	2019	D
DIAS, Alzira Carla de Oliveira	O ensino de biologia e as histórias em quadrinhos : uma experiência para o estudo de citologia	2019	D
VASCONCELOS, Danilo Monteiro de	Entre palavras, quadros e números: uma análise ontossemiótica da construção do conceito de razões trigonométricas com a utilização de histórias em quadrinhos	2019	D
ALMEIDA, Maria de Lourdes Oliveira	Produção de histórias em quadrinhos (HQ) no processo de aprendizagem da leitura e da escrita	2019	D
<b>TOTAL DE TRABALHOS EM 2019</b>			<b>25</b>
KRÜGER, Felipe Radünz	De que passado nós lembramos: uma reflexão sobre a representação do passado nas histórias em quadrinhos, na literatura, nos filmes e nos videogames	2020	T
MATOS, Roberta Molina	Sequência didática: a construção de história em quadrinhos como recurso didático para dinamizar o ensino de biologia	2020	D
OLIVEIRA, Maíra Matos de	A contribuição das histórias em quadrinhos para a formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental	2020	D
SUSAN Caroline Camargo	"Com grandes poderes vêm grandes responsabilidades": a vida acadêmica e as formações identitárias de Peter Parker nas histórias em quadrinhos do Homem-aranha	2020	D
LEITE, Mônica Regina Vieira	Histórias em quadrinhos como material didático para a aproximação da História e Filosofia da Ciência ao ensino dos elementos químicos	2020	D

SILVA, José Wellington Farias da	Ensino de geografia e histórias em quadrinhos: uso da plataforma Pixton no 6º ano do ensino fundamental	2020	D
SANTOS, Leandro Luiz dos	As histórias em quadrinhos de Maria Erótica (1979-1981) de Claudio Seto: visões carnavalizantes durante a ditadura militar	2020	D
<b>TOTAL DE TRABALHOS EM 2020</b>			<b>7</b>

Fonte: Autoria própria (2020).

Observando os três quadros apresentados acima, pode-se notar que a grande concentração de pesquisas desenvolvidas com algum tipo de similaridade com as palavras chaves utilizadas nesta pesquisa, foram realizadas entre os 12 meses do ano de 2017, concentrando ao todo 34 pesquisas. O gráfico abaixo apresenta o desenvolvido das pesquisas no decorrer dos 5 anos em estudo.

**Gráfico 1 - Comparativo da quantidade de trabalhos por ano**



Fonte: Autoria própria (2020).

Ao observar o gráfico acima, nota-se a mesma quantidade de pesquisas realizadas entre os anos de 2018 e 2019. Como já mencionado, o ano de 2017 foi o que mais se pesquisou sobre os assuntos abordados, porém deve-se ressaltar que não houve nenhuma pesquisa desenvolvida sobre máquinas térmicas, sendo a maior concentração de pesquisas em assuntos relacionados às histórias em quadrinhos.

O ano de 2016 é o segundo ano com mais pesquisas, seguido de perto no ano de 2017, cabe ressaltar também que o assunto menos abordado no ano de 2016 foi o de máquinas térmicas, o qual também não aparece em nenhum trabalho desenvolvido no ano de 2020. No ano de 2020 também não se desenvolveu nenhuma pesquisa relacionada à Demétrio Delizoicov.

Adiante, destaca-se que a palavra chave que mais se repetiu foi a de histórias em quadrinhos, tendo uma totalidade de 101 trabalhos e teses desenvolvidas sobre o assunto, seguidos de 19 trabalhos desenvolvidos sobre Demétrio Delizoicov e 8 trabalhos sobre máquinas térmicas.

Por fim, no que se refere ao tipo de trabalho em assuntos relacionados às máquinas térmicas não houve nenhuma tese, sendo apenas 8 dissertações. Nos assuntos relacionados ao Demétrio Delizoicov, foram 3 teses e nos assuntos ligados às histórias em quadrinhos, houve 17 teses em 101 trabalhos totais.

### 3 METODOLOGIA

Nesta etapa apresenta-se a metodologia utilizada para desenvolvimento deste estudo, descrevendo os procedimentos metodológicos utilizados, bem como o processo de coleta e análise dos dados. Considerou-se nesse processo as atividades aplicadas aos alunos e a experiência vivida, apresentada por meio de relato.

#### 3.1 Procedimentos metodológicos

Trata-se de uma pesquisa descritiva do tipo relato de experiência. As pesquisas descritivas procuram especificar as propriedades importantes das pessoas, grupos, comunidades ou qualquer outro fenômeno que seja submetido a análise. Avaliam diversos aspectos, dimensões ou componentes do fenômeno ou fenômenos a investigar (VILELAS, 2009).

Segundo Marconi e Lakatos (2005), os estudos descritivos permitem ao pesquisador descrever de forma completa os fatos ou fenômenos de uma determinada área, situação ou realidade. Exigindo do pesquisador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar.

Esta pesquisa descritiva assume a forma de um relato de experiência, de acordo com Aires e Guimarães (2017), se caracteriza por uma reflexão sobre uma ação ou conjunto de ações que evidenciem uma situação vivenciada em âmbito profissional que seja de interesse da comunidade científica. Assim, neste estudo, relata-se a experiência realizada através do ensino de Física com alunos do Ensino Médio, considerando a contextualização de conteúdos por meio de histórias em quadrinhos.

Para desenvolvimento desta pesquisa foi realizada uma pesquisa de campo do tipo pesquisa-ação. Ressalta-se que a pesquisa de campo é um processo sistemático de investigação e construção do conhecimento que busca gerar novos conhecimentos e respostas para vários questionamentos, como também soluções para problemas já existentes. Segundo Tartuce (2008, p. 14):

Pesquisa é o processo de desenvolvimento do método científico, seu objetivo é descobrir respostas mediante o uso de procedimentos científicos. De maneira bem simples é procurar resposta para indagações propostas.

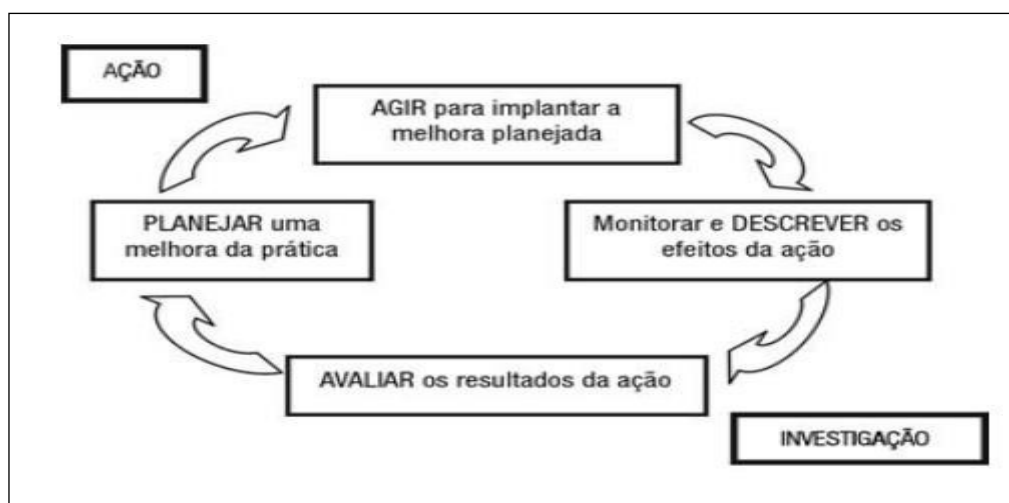
A escolha desse tipo de pesquisa foi feita com objetivo de explorar o conhecimento relacionado ao tema e descrever como ele pode ser usado na empresa.

A pesquisa-ação se configura como uma metodologia bastante utilizada no campo educacional, tendo em vista que possui um caráter participativo e democrático, se caracterizando pela interação entre especialistas e práticas, o que possibilita uma visão real dos resultados trazidos por determinado método. No âmbito educacional esse tipo de pesquisa é realizada com a interação entre professor e alunos, o que possibilita uma reflexão crítica e, conseqüentemente, condições para ações e transformações dentro do ambiente escolar (FOGAÇA, 2010). Sobre as contribuições trazidas pela pesquisa-ação, Tripp (2005, p. 445) bem disserta:

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos.

Assim, a pesquisa-ação pode ser enquadrada como uma pesquisa aplicada, já que seus resultados visam a transformação de uma realidade. No caso desta pesquisa, visa-se contribuir para a transformação das aulas de Física, considerando que a transmissão do conhecimento tem sido feita de forma mecanizada, fazendo-se necessário que o processo de ensino e aprendizagem seja mais dinâmico e significativo. De acordo com Tripp (2005), a pesquisa-ação ocorre em quatro fases: planejar, agir, descrever e avaliar, seguindo um ciclo, conforme apresenta a Figura 10:

**Figura 10 - Ciclo básico da pesquisa-ação**



Fonte: Tripp (2005 p. 62)

Dessa forma, nesta pesquisa foi seguido este ciclo com o intuito de obter resultados significativos, tomando como base os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990): problematização inicial; organização do conhecimento; e aplicação do conhecimento.

### **3.2 Classificação e natureza da pesquisa**

A pesquisa classifica-se como descritiva de natureza qualitativa. De acordo com Gil (2008), a pesquisa possui como objetivo a familiarização do pesquisador com um assunto ainda pouco conhecido. O autor destaca que assim como qualquer pesquisa, se faz necessário anteriormente um estudo bibliográfico sobre o assunto tratado, mesmo que se tenham poucas referências disponíveis, tendo como intuito verificar em que posicionamento o tema tratado explorou os resultados que já foram verificados.

No que diz respeito à pesquisa qualitativa, de acordo com Triviños (1987), busca analisar o significado dos dados, percebendo o fenômeno dentro do seu contexto. Ressalta-se que esse tipo de pesquisa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador assume a posição de principal instrumento. Sobre a caracterização da pesquisa qualitativa, Triviños (1987, p. 132) explica:

[...] uma espécie de representatividade do grupo maior dos sujeitos que participarão no estudo. Porém, não é, em geral, a preocupação dela a quantificação da amostragem. E, ao invés da aleatoriedade, decide intencionalmente, considerando uma série de condições (sujeitos que sejam essenciais, segundo o ponto de vista do investigador, para o esclarecimento do assunto em foco; facilidade para se encontrar com as pessoas; tempo do indivíduo para as entrevistas, etc.).

Desse modo, a natureza qualitativa adotada nesta pesquisa permitiu uma análise sobre a experiência em sala de aula com o uso de histórias em quadrinhos e contextualização do conteúdo com o cotidiano dos alunos como estratégia de aprendizagem.



### 3.3 Processo de coleta de dados

O processo de coleta de dados realizado para esta pesquisa utilizou os seguintes instrumentos: questionário estruturado, observação participante, diário de campo e um grupo focal. As atividades foram realizadas entre os dias 08/04/2021 a 29/04/2021 com os alunos do Colégio Santos Dummont, pelo sistema Google Meet, com atividades de forma síncrona (15/04/2021; 22/04/2021 e 29/04/2021) e assíncrona (08/04/2021 – Google Forms - e entre os dias 22 e 29/04/2021 - confecção das HQ).

Um total de 12 alunos participaram da pesquisa, todos do 3º ano do Ensino Médio, sendo ministrado um conteúdo de 2º ano. A opção em considerar conteúdos do 2º ano se deu em decorrência aulas do ano de 2020 terem sido gravadas, o que impactou no conhecimento dos alunos, fazendo-se importante reforçar os conteúdos abordados, principalmente por serem recorrentes em provas do ENEM. Foram formados cinco grupos entre os alunos. A pesquisa foi realizada considerando os três momentos de Delizoicov e Angotti (1990), conforme descreve-se no Quadro 4.

Quadro 4 - Três momentos da pesquisa

Etapa	Aulas	Atividades
Problematização Inicial (assíncrona)	01	- Aplicação do formulário através do google Forms; - Interpretação de três tirinhas;
Organização do Conhecimento (Síncrona)	03	- Resumo sobre a revolução industrial, explicação sobre máquinas térmicas; exemplos de máquinas térmicas no cotidiano; - Explicação detalhada sobre o funcionamento da geladeira, ar condicionado e motor de automóvel (2 e 4 tempos); - Explicação e demonstrativo das ferramentas para a elaboração de histórias em quadrinhos;

Aplicação do Conhecimento	04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confecção de tirinhas pelos alunos; (Assíncrona)</li> <li>- Apresentação para os demais grupos; (Síncrona)</li> <li>- Verificação se o objetivo foi atingido (Síncrona)</li> </ul>
---------------------------	----	---

Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme é possível verificar no Quadro 4, inicialmente foi aplicado o questionário estruturado aos alunos, como parte do primeiro momento de Delizoicov e Angotti (1990), problematização inicial. O questionário composto por sete questões disponibilizadas via Google Formulário e enviadas via WhatsApp para que respondessem. O intuito foi de melhor conhecer sua relação com a disciplina de Física e com o uso das histórias em quadrinhos.

Salienta-se que antes de iniciar o uso dos referidos recursos didáticos procedeu-se com o ensino do conteúdo, transmitindo aos alunos conhecimento sobre os conteúdos relacionados ao seu cotidiano, destacando-se o funcionamento de um ar condicionado, de uma geladeira e do motor de um carro, partindo da premissa de que esse conhecimento prévio é fator fundamental.

Durante as aulas utilizou-se a técnica da observação participante, fazendo as anotações pertinentes em diário de campo. Sobre a técnica da observação, Cervo e Bervian (2002, p. 27) afirmam que: “observar é aplicar atentamente os sentidos físicos a um amplo objeto, para dele adquirir um conhecimento claro e preciso”.

Trata-se de uma observação participante por esta pesquisadora ter se envolvido com o grupo, se caracterizando como um de seus membros. Em conjunto com a técnica da observação participante foi utilizada a técnica de diário de campo, a qual se configura, conforme elucida Triviños (1987), como o meio físico para registro dos fatores observados em campo. As observações foram anotadas em diário de campo para fins de registros.

A elaboração de quadrinho foi instrumento-chave no desenvolvimento da pesquisa, sendo considerada como o resultado da aprendizagem dos alunos. Cada grupo apresentou seu resultado, registrando sua participação. Ao final das apresentações, iniciou-se o grupo focal de forma espontânea, trazendo questões relacionadas ao processo de uso das histórias em quadrinhos no ensino e

aprendizagem de Física, com os alunos interagindo e discutindo sobre o processo.

Os alunos foram avaliados de acordo com o que foi observado em campo, considerando o desempenho dos mesmos em sala de aula, apresentando os resultados em forma de relato de experiência.

### **3.4 Processo de análise dos dados**

Para análise dos dados qualitativos foi feita uma análise de conteúdo dos dados coletados. Vale destacar, com base em Freitas, Cunha e Moscarola (1997), que a análise de conteúdo consiste em uma metodologia refinada, que demanda dedicação, paciência e tempo do pesquisador, visto que, além de se apoiar em dados como um estudo teórico, por exemplo, deverá também utilizar sua intuição, imaginação e criatividade, sendo necessário, assim, disciplina, perseverança e rigor por parte do pesquisador.

Dessa forma, é possível dizer que esta pesquisa foi realizada à luz da análise de conteúdo, que significa dizer que foram seguidos alguns procedimentos, mas não se propõe a realizar uma profunda análise de conteúdo. Chizzotti (2006) afirma que “compreender criticamente o sentido das comunicações, seu conteúdo manifesto ou latente, as significações explícitas ou ocultas”. (p. 98). Assim, por meio da análise de conteúdo, desenvolveu-se este trabalho, utilizando-se de material teórico e prático para que os objetivos deste estudo fossem alcançados.

#### 4 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Desde o início de 2020 a sociedade foi surpreendida com uma mudança inesperada, que fez repensar as diferentes formas de se relacionar e agir no cotidiano, das tarefas mais simples às mais complexas. Ocorre que o Coronavírus forçou um isolamento social no mundo, visto que o modo de transmissão desse vírus pode ser via toque do aperto de mão, gotículas de saliva, espirro, tosse, catarro, objetos ou superfícies contaminadas, como celulares, mesas, maçanetas, brinquedos, teclados de computador etc. Trata-se de uma doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, apresenta quadro clínico que varia desde infecções assintomáticas até quadros respiratórios graves, tendo como principais sintomas tosse, febre, coriza, dor de garganta e dificuldade para respirar (LIMA, 2020).

A partir desse isolamento social, a sociedade mundial tem buscado se adaptar nas mais diferentes esferas, sendo a educação uma das que mais têm sofrido consequências em seus resultados. De um lado professores precisando rever seus métodos de ensino e, de outro, alunos que precisaram se adaptar às plataformas de aulas remotas.

Desde o início, o ensino remoto tem sido o foco de controvérsia, com muitos pesquisadores, administradores e professores relegando a educação a distância a um status inferior em comparação com os métodos educacionais baseados em campus. Esses debates se concentraram na incapacidade da tecnologia de reduzir efetivamente a distância entre professores e alunos. Todavia, os avanços são inquestionáveis e já é possível verificar que as formas de comunicação e os métodos pedagógicos aplicados corretamente podem sim possibilitar um ensino-aprendizagem de qualidade.

Nesse ambiente, o professor sai de sua zona de conforto e passa a ser desafiado, encarando muitas das vezes situações que colocam em xeque seus conhecimentos, sendo necessário, portanto, criatividade e mudança de postura, entendendo que sua identidade deixa de ser a de detentora do saber para mediador do conhecimento. É justamente nesse sentido que se concentra a experiência aqui relatada.

Essa experiência ocorreu em uma turma de alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola da rede pública, localizada em Campina da Lagoa - PR. A turma é

composta por 12 alunos, que foram divididos em 5 grupos. A experiência ocorreu com base nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Na problematização inicial, com vistas a melhor conhecer a turma sobre sua relação com as HQs e os conteúdos da disciplina, foi realizado inicialmente um levantamento prévio por meio de um questionário. As respostas serviram como base para planejamento das atividades e em relação a melhor forma de agir com os alunos. Além disso, foi criado um grupo de WhatsApp com a turma, visando a aproximação e a interação, além de ser canal de comunicação para recados.

Como bem afirmam Muenchen e Delizoicov (2012), o intuito da problematização inicial é de romper com a curiosidade ingênua, abrindo espaço para a curiosidade epistemológica, buscando despertar o interesse dos alunos para aquisição de novos conhecimentos. Com isso, foi aplicado um questionário em busca desse despertar.

Inicialmente foi perguntado aos alunos se eles consideravam a disciplina de Física difícil de aprender. Em resposta, 5 alunos informaram considerar a disciplina difícil, enquanto três negaram dificuldade. A maior parte das respostas foram parciais, informando ser a disciplina “mais ou menos” ou “pouco” difícil (8 alunos). Um dos alunos, melhor detalhou a resposta, informando que: “a disciplina em si é fácil, mas os cálculos e as fórmulas são um pouco complicados”.

Dando continuidade à problematização, perguntou-se se eles acreditavam que as HQs poderiam auxiliar na compreensão dos conteúdos de Física, pedindo que justificassem suas respostas. Os resultados encontrados estão apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5 - Percepção dos alunos sobre as histórias em quadrinhos na melhor compreensão dos conteúdos de Física**

Sim, para a formação do gosto pela leitura, o visual é interessante, chama a atenção.
Sim, porque será bem mais fácil de entender o conteúdo.
Sim, bom acho que vai ser um método, “mas” legal e mais fácil de “grava” as coisas.
Sim, com animação tudo fica mais simples.
Acho que sim, porque é uma nova forma de auxiliar nos nossos conhecimentos.
Sim. Por ser um método mais simples e fácil de entendimento.

Sim se for auxiliado ao conteúdo de física.
Sim, pois é uma forma mais descontraída.
Sim, pois estarei aprendendo o conteúdo de uma forma mais didática.
Sim, porque contém desenhos que ajudam a compreender.
Sim, porque de uma forma diverte os alunos, aumentando a vontade de aprender
Sim, mais fácil de se compreender.
Sim, fica mais fácil de entender.
Sim, mais fácil de se compreender
Sim, acho que a história em quadrinhos seria uma forma didática que nos ajudaria a compreender melhor o conteúdo.
Sim, por meio de histórias é mais fácil de compreender
Sim, as histórias em quadrinhos podem introduzir um tema que posteriormente será abordado a partir de outras perspectivas de ensino.

**Fonte: Autoria própria (2021).**

Conforme verifica-se no Quadro 1, os alunos concordam que o uso de histórias em quadrinhos no ensino de Física pode facilitar a compreensão do conteúdo, sendo destacados fatores como a ludicidade desse material, maior motivação e espontaneidade, além de considerarem como um método mais simples e didático.

Foi perguntado ainda aos alunos se eles já haviam estudado algum conteúdo de outra disciplina com base nas histórias em quadrinhos e, em caso positivo, foi pedido que informassem em qual disciplina. Somente cinco alunos informaram não ter estudado, enquanto os demais alunos destacaram seu uso na disciplina de Português e de Artes. Nesse mesmo sentido, foi perguntado se eles já haviam elaborado alguma história em quadrinhos. Nessa ocasião, somente três alunos informaram já ter elaborado ainda no primário (Ensino Fundamental I).

Prosseguindo com a problematização, foi perguntado aos alunos se eles conheciam ferramentas que poderiam utilizar para a confecção de histórias em quadrinhos. Caso conhecessem, foi pedido que informassem quais seriam. A partir disso, verificou-se o desconhecimento dos alunos em relação à elaboração de histórias em quadrinhos, com 12 respondendo não conhecer essas ferramentas. Aqueles que responderam de forma positiva informaram Gibi, aplicativos de edição, e sites de edição, sem especificar quais seriam.

Visando problematizar o conhecimento dos alunos em relação aos conteúdos

que seriam ministrados foi apresentado um quadrinho (Figura 11) e pedido que eles respondessem à pergunta feita pelo personagem.

Figura 11 - Funcionamento do ar condicionado

### Funcionamento do ar condicionado



Fonte: Autoria própria (2021)

Verificou-se esforços dos alunos para responder à pergunta, apesar de informações superficiais e sem real conhecimento do funcionamento, conforme é possível observar no Quadro 6.

**Quadro 6 - Percepção dos alunos sobre as histórias em quadrinhos na melhor compreensão dos conteúdos de Física**

Eu não sei, o funcionamento dele se deve por correntes de conversão. O fluido (ar) da parte superior do ar condicionado vai refrigerar, ele ficará mais denso, conseqüentemente ele vai descer, e o ar de baixo que está menos denso, ele vai subir, formando assim as correntes de conversão.

Não sei nada sobre ar condicionado.

O ar condicionado vai esfriar a parte superior, e o ar quente irá subir, assim vira um ciclo.

Absorve o ar do ambiente e transforma ele em ar frio ou quente depende do modelo do ar condicionado.
Ar condicionado um aparelho que ressuscita de água e energia a água pra estabilizar o clima é energia pra funcionar os motores.
Através da propagação de calor, transforma ar quente em ar frio.
O ar condicionado ele solta um ar gelado no ambiente.
Não sei
Dentro do ar condicionado tem algumas substâncias capazes de resfriar o ar do meio ambiente, sendo assim o ar ambiente é puxado para dentro do aparelho, passa por essas substâncias e é resfriado imediatamente, ao longo desse processo ocorre um ressecamento do ar.
É assim que funciona o ciclo de refrigeração em um ar condicionado: O compressor comprime o gás frio, fazendo com que ele se torne gás quente de alta pressão (em vermelho no diagrama acima). Este gás quente corre através de um trocador de calor para dissipar o calor e se condensa para o estado líquido.
Uma máquina que fica na parede, que usa eletricidade e libera um ar gelado.
O trabalho do ar-condicionado começa com o seu ventilador sugando o ar do ambiente e fazendo-o passar por um conjunto de serpentinas preenchidas por uma substância líquida formada por uma mistura de cloro, fluor e carbono, chamada R-22. Ela evapora a 7Â°C.
O trabalho do ar-condicionado começa com o seu ventilador sugando o ar do ambiente e fazendo-o passar por um conjunto de serpentinas preenchidas por uma substância líquida formada por uma mistura de cloro, fluor e carbono, chamada R-22.
O trabalho do ar-condicionado começa com o seu ventilador sugando o ar do ambiente e fazendo-o passar por um conjunto de serpentinas preenchidas por uma substância líquida formada por uma mistura de cloro, fluor e carbono, chamada R-22.
O ar condicionado é um aparelho que refresca os ambientes da nossa casa. Ele controla a temperatura e a umidade do ambiente.
O motor do ar condicionado contém um gás que quando circula ele é resfriado o ar então é "puchado" por um filtro e assim é resfriado e mandado para o local onde está ligado.



O trabalho do ar-condicionado começa com o seu ventilador sugando o ar do ambiente e fazendo-o passar por um conjunto de serpentinas preenchidas por uma substância líquida formada por uma mistura de cloro, fluor e carbono, chamada R-22.

Fonte: Autoria própria (2021)

Apesar de respostas coerentes apresentadas pelos alunos, é possível verificar que pesquisaram para apresentar suas respostas, inclusive, identificando-se respostas iguais apresentadas, o que evidencia esse desconhecimento em relação ao funcionamento do aparelho, abrindo espaço para uma abordagem em sala de aula, já que neste momento, conseguiu atingir o objetivo da problematização que é instigar o conhecimento dos alunos.

Nesse mesmo sentido, foi apresentado aos alunos o funcionamento de uma geladeira, conforme é possível verificar na Figura 12.

Figura 12 - Funcionamento de uma geladeira

### Funcionamento da geladeira



PIXTON

CRIE SEUS PRÓPRIOS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: Autoria própria (2021)

Novamente verificou-se desconhecimento por parte dos alunos em relação ao funcionamento de um equipamento presente em seu cotidiano como a geladeira, verificando-se esforços em responder à pergunta a partir de pesquisa na internet, com alguns já informando desconhecer o funcionamento, conforme é possível verificar no

## Quadro 7.

**Quadro 7 - Conhecimento dos alunos sobre o funcionamento de uma geladeira**

O calor transfere do corpo que está com maior temperatura, para o corpo de menor temperatura. A pressão é proporcional à temperatura. Assim, ao reduzir a pressão, também se reduz a temperatura e a evaporação de um líquido retira calor de um corpo.
Também não sei como funciona a geladeira
A parte de cima esfria e o ar quente sobe, assim esfriando tudo ali dentro
Não sei
Geladeira, existem duas partes fundamentais: o compressor, que suga o líquido e transfere-o sob pressão de uma câmara para outra. o condensador, que é a serpentina que fica atrás da geladeira, onde o vapor comprimido pelo compressor se liquefaz e libera calor para o ambiente
Da mesma forma que o ar condicionado funciona.
Não sei
Não sei
O que eu sei é que a geladeira contém diversos elementos responsáveis por conseguir se manter resfriada, e que tem a formação de correntes de convecção internas, permitindo a mistura do ar à baixa temperatura do congelador e de sua vizinhança com o ar à temperatura mais elevada das outras partes.
A geladeira contém duas bobinas, uma evaporadora e a outra condensadora. O que resfria os alimentos dentro da geladeira é um fluido refrigerante, de flúor, hidrogênio e carbono, que corre em tubos no interior das geladeiras.
Dentro da geladeira, existem duas partes fundamentais: o compressor, que suga o líquido e transfere-o sob pressão de uma câmara para outra. o condensador, que é a serpentina que fica atrás da geladeira, onde o vapor comprimido pelo compressor se liquefaz e libera calor para o ambiente.
Ela pega o ar quente e com ajuda de algumas substâncias transforma em frio.
Dentro da geladeira, existem duas partes fundamentais: o compressor, que suga o líquido e transfere-o sob pressão de uma câmara para outra. o condensador, que é a serpentina que fica atrás da geladeira, onde o vapor comprimido pelo compressor se liquefaz e libera calor para o ambiente.
Ela pega o ar quente e com ajuda de algumas substâncias transforma em frio

Dentro da geladeira existem duas partes fundamentais: o compressor e o condensador. O resfriamento da geladeira por um todo ocorre por meio do congelador, que é por onde passa o gás sob alta pressão e baixa temperatura. Os corpos que estiverem ali buscarão o equilíbrio térmico com o congelador cedendo energia térmica a ele, incluindo o ar que estão dentro da geladeira.

A geladeira possui uma placa fria que circula o gás não sei qual o nome do gás o motor joga o gás pelos canos de cobre e quando chega na placa fria ele faz a placa se resfriar conforme a intensidade da geladeira assim deixando ela fria.

O compressor, que suga o líquido e transfere-o sob pressão de uma câmara para outra. o condensador, que é a serpentina que fica trás da geladeira, onde o vapor comprimido pelo compressor se liquefaz e libera calor para o ambiente.

**Fonte: Autoria própria (2021)**

A partir dos resultados verificados, subtende-se a problemática do desconhecimento do funcionamento de equipamentos presente no cotidiano desses alunos, conteúdos de Física que podem ser contextualizados e estão passando despercebido pelos professores. A partir disso, chama-se atenção para a necessidade de um olhar mais didático dos professores para o próprio dia a dia, acreditando-se que a aprendizagem pode se tornar mais significativa a partir dessa contextualização.

O conhecimento dos alunos foi verificado ainda em relação ao funcionamento do motor de um carro, também apresentando uma ilustração em quadrinhos para chamar atenção sobre o assunto, como se demonstra na Figura 13.

**Figura 13 - Funcionamento de um motor de automóvel**



Fonte: Autoria própria (2021)

Os resultados foram semelhantes às questões anteriores, com alunos já admitindo o desconhecimento e outros esforçando-se em responder com base em pesquisa realizada na internet, como se apresenta no Quadro 8.

**Quadro 8 - Conhecimento dos alunos sobre o funcionamento do motor de um automóvel**

Dentro do motor existe um mecanismo chamado cilindro, dentro dele estão posicionados alguns itens, tipo bico, vela e etc. Eu não sei explicar a função deles, porém, eu sei que a energia gerada pela explosão, apenas uma parte é convertida em energia mecânica, e a grande parte dessa energia é dissipada na forma de calor, gerando o aquecimento do motor. Outra parte da energia é utilizada no sistema de refrigeração da água do radiador.

Também não entendi kkk

Não sei

Por combustível

o motor a combustão funciona, como o nome sugere, com explosões. Elas ocorrem dentro dos cilindros e transformam o combustível líquido em energia cinética que move as rodas. Para essas explosões ocorrem, é necessário combustível, oxigênio e eletricidade.

Também continuo sem entender.

O combustível vem para os bicos do carro e vai para os cilindros dados uma explosão para andar o carro
Funciona a combustão eu acho.
O motor a combustão funciona, com explosões. Elas ocorrem dentro dos cilindros e transformam o combustível líquido em energia cinética que move as rodas.
A rigor, o motor a combustão funciona, como o nome sugere, com explosões. Elas ocorrem dentro dos cilindros e transformam o combustível líquido em energia cinética que move as rodas. Para essas explosões ocorrerem, é necessário combustível, oxigênio.
Com explosões. Elas ocorrem dentro dos cilindros e transformam o combustível líquido em energia cinética que move as rodas
A função principal do motor é transformar combustível em energia capaz de gerar movimento nas rodas. O coração desse sistema é uma pequena câmara de combustão chamada cilindro.
com explosões. Elas ocorrem dentro dos cilindros e transformam o combustível líquido em energia cinética que move as rodas.
O motor de combustão ou de explosão funciona em quatro tempos: entrada da mistura combustível-ar, compressão dessa mistura, explosão e escape dos gases formados. O motor que normalmente equipa os automóveis é o motor de explosão ou de combustão de quatro tempos.
o motor geralmente é composto por 4 pistões ou 3 que são ligados por uma espécie de barra torta girabrequin ele possui uma válvula de combustível e uma de escape e entre elas uma vela de ignição o combustível do tanque é jogado para o motor por meio de uma bomba elétrica que manda para os bicos os bicos jogam para as válvulas que misturado com o ar forma uma espécie de gás combustível dentro da câmara a vela faísca fazendo o pistão girar com a explosão o pistão gira com a explosão depois volta para jogar a fumaça para a válvula de escape o giro do motor é concentrado na caixa de câmbio que converte o giro em tork e faz o carro andar .
Dentro do motor existe um mecanismo chamado cilindro, dentro dele estão posicionados: vela, bico injetor de combustível e pistão. A vela é responsável por gerar faíscas dentro do cilindro e dar ignição no combustível liberado pelo bico injetor.

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Diante do exposto, verifica-se que alguns alunos também recorreram à internet para responder sobre o funcionamento de um veículo, todavia, verificou-se que um dos alunos respondeu de forma mais completa, provavelmente, o aluno pertencia a outra turma e pediu para participar do nosso projeto pelo seu interesse por automóveis, já que demonstra um maior conhecimento sobre o assunto.

A partir dos resultados dos questionários problematizou-se o conhecimento dos alunos em relação ao conteúdo de Física a ser abordado, o que evidenciou caminhos para abordagem do assunto.

Entretanto o educador não deve somente expor os seus conhecimentos aos alunos e esperar que estes os absorvam com facilidade, mas, sim, desenvolver metodologias que os motivem em seu aprendizado, levantando seu interesse acerca do conteúdo transmitido. O aluno na prática da Física, aprende a utilizar esquemas e servir-se de relações matemáticas.

Para realizar um trabalho pedagógico com base na didática, o professor deve ser crítico, perspicaz, conseguindo estimular em seus alunos o mesmo pensamento crítico sem que precise forçar esta situação, para tanto, ele deve conhecer seu campo de atuação de forma aprofundada, sabendo também como passar para seus alunos, os motivando a interpretar o assunto. Assim, um professor que age com base na didática orienta e acompanha seus alunos, mostrando interesse em não somente passar seus conhecimentos, mas também, receber o conhecimento que cada aluno possui.

Após esse primeiro contato com os alunos, tanto por meio do questionário, quanto das interações por grupo de WhatsApp, foi feita uma revisão com os alunos sobre o conteúdo de máquinas térmicas, com fins de retomar o que os alunos já haviam aprendido. E, em seguida, foi pedido que os grupos trabalhassem em grupo para criação de histórias em quadrinhos que envolvessem o conteúdo ministrado. Na aula seguinte, os alunos procederam com a apresentação de suas criações.

No segundo momento, organização do conhecimento, foi realizada uma videochamada por meio do *Google Meet*, onde foi explicado detalhadamente o funcionamento do motor do automóvel, funcionamento do ar condicionado e da geladeira. Apresentou-se, ainda, as ferramentas para a confecção das histórias em quadrinhos, sendo concedida a liberdade de cada grupo escolher qual ferramenta desejaria utilizar. Importante mencionar que se optou por fazer as histórias em quadrinhos utilizando instrumentos tecnológicos, ao invés de fazer à mão, porque além

do momento da pandemia, que exigiu as aulas remotas, também visou-se aproximar o aluno, utilizando um aparelho que já faz parte do seu cotidiano, como o *smartphone* e o computador. Os grupos também foram formados livremente, permitindo que escolhessem os colegas por grau de afinidade.

Salienta-se que o momento de organização do conhecimento, de acordo com Muenchen e Delizoicov (2012), é justamente onde o professor deve dispor o conhecimento necessário para a compreensão do tema problematizado no primeiro momento, sem oferecer respostas prontas, instigando a busca por conhecimento. A história em quadrinhos como produto educacional é um instrumento facilitador da aprendizagem, proporcionando o aprimoramento do ensino permitindo que os professores trabalhem os conteúdos em texto por meio de metáforas.

Percebe-se que as histórias em quadrinhos fazem parte do cotidiano extraclasse dos alunos, já que muitos alunos costumam lê-las tanto na forma de gibis como em jornais ou fascículos infantis que são agregados a publicações diárias (VASCO et al., 2008, p. 4).

É importante destacar que as histórias em quadrinhos possuem narrativas quadro a quadro, utilizando discurso direto, caracterizando-se pela língua falada. Possuem os seguintes termos e conceitos: balão, requadro, onomatopeias, linhas cinéticas, metáforas e cores.

Santos (2014) destaca que o que irá garantir a comunicação, independente dos *status* sociais e oportunidades de estudo, são como se realizará essa comunicação. O emissor deverá passar a mensagem ao receptor utilizando o canal e o código que achar melhor. O que é e sempre será exigido é que a comunicação seja estabelecida entre as partes.

Ainda nesse segundo momento, notou-se que os meninos interagiram muito no quesito de perguntas, havia um aluno apaixonado por carros, outro mecânico, então a interação foi muito grande por parte deles. Outro aluno, que não era da turma do projeto, quando ficou sabendo que estava tendo uma aula sobre motor de automóvel, pediu para a professora da turma aceitar ele na chamada. Depois que terminou, ele apresentou um *feedback* agradecendo pela permissão em participar, dizendo que entendeu tudo o que estava sendo falado, aumentando ainda mais a sua vontade em cursar engenharia mecânica.

Resultados como esse chamam atenção, considerando que ainda no segundo

momento o objetivo de maior motivação dos alunos foi alcançado, apesar de menor interação das meninas, verificou-se que trazer conteúdos contextualizados ao cotidiano desses alunos é fator fundamental para que se alcance uma aprendizagem mais significativa.

No terceiro momento, aplicação do conhecimento, a aula foi iniciada conversando com os alunos sobre suas experiências com a criação de uma história em quadrinhos, verificando-se entusiasmo e participação por parte dos mesmos. Sobre esse terceiro momento, segundo Muenchen e Delizoicov (2012) é onde o professor analisa os resultados alcançados a partir da prática pedagógica, considerando a capacidade de argumentar e de participar do aluno, rompendo com a avaliação classificatória.

Nesse momento, destaca-se que a maior parte dos grupos utilizou o celular como instrumento para elaboração da história em quadrinhos, somente um grupo afirmou ter feito uso de computador pessoal. Esse fator chamou atenção, considerando que desenvolver esse tipo de atividade pelo celular é bem mais complexo, dada a dificuldade de tamanho de tela e recursos físicos e do App.

Quanto ao *software* utilizado para montagem das histórias em quadrinhos, verificou-se uso do *Comic*, *Pixton.com* e do *Canvas*. Muitos relataram como dificuldade nesse processo a falta de acesso a serviços *premium*, já que apesar de ambos oferecem serviços gratuitos, estes são limitados, com muitos recursos demandando pagamento para serem disponibilizados. Todos os grupos relataram facilidade no desenvolvimento e montagem das histórias. Foi possível perceber criatividade para tratar os conteúdos.

A primeira história em quadrinhos apresentada trouxe o funcionamento de um motor a gasolina, em poucos quadrinhos os alunos conseguiram retratar sobre esse funcionamento, verificando-se clareza na apresentação e descrição, conforme é possível verificar nas Figuras 14 e 15.



Figura 14 - História em quadrinhos sobre o funcionamento de um motor à gasolina



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 15 - História em quadrinhos sobre o funcionamento de um motor à gasolina (continuação)



Fonte: Autoria própria (2021)

O grupo era formado por três alunos que utilizaram a *Comic* como ferramenta de criação da história em quadrinhos, com uso do smartphone como dispositivo. Observa-se que, mesmo com a dificuldade de desenvolvimento pelo smartphone, alunos conseguiram trabalhar bem o *design* e as informações. Os alunos foram elogiados durante a aula com vistas a reforçar o trabalho realizado.



Por sua vez, o segundo grupo, formado por dois alunos, falou sobre o funcionamento da geladeira, utilizando a ferramenta *pixton.edu*, o resultado está apresentado na Figura 16.

**Figura 16 - História em quadrinho sobre o funcionamento de uma geladeira**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Os alunos informaram ter um pouco de dificuldade para o desenvolvimento de sua história, principalmente pelo uso de recursos gratuitos, o que limitou uma história mais livre, já que até mesmo o número de quadinhos é limitado. Os alunos também fizeram uso do *smartphone* e conseguiram bem relatar sobre o funcionamento da geladeira. Ao final da apresentação novamente foi feita uma interação com os alunos, elogiando-os pela história criada.

Para Chicóira e Camargo (2017), os benefícios da utilização de HQs no ensino de Física podem ser explicados pela linguagem mais fácil de ser entendida, além de caracterizar-se pela ludicidade, conferindo ao aluno uma aprendizagem mais descontraída, mais próxima de sua realidade.

O terceiro grupo, formado por três alunos, fizeram uso do *Canva* e tiveram o computador como dispositivo, inclusive, a confecção da HQ foi realizada com o grupo em videochamada via *Google Meet*. Em relação ao *design* verificou-se a letra menor, o que pode prejudicar a legibilidade, mas em relação ao conteúdo verificou-se aprendizado dos alunos e criatividade para desenvolvimento de uma história. Os alunos escreveram sobre o funcionamento de um gerador elétrico em uma usina hidrelétrica. A Figura 17 traz a história apresentada pelos alunos.

Figura 17 - História em quadrinho sobre o funcionamento de um gerador elétrico em uma usina hidrelétrica



Fonte: Autoria própria (2021)

Na Figura 17 chama atenção a preocupação dos alunos em colocar os personagens de máscara, o que liga ao atual contexto de pandemia que se vive desde o início de 2020 no Brasil. Os alunos também relataram limitações pela falta dos recursos pagos, inclusive, com o número de quadrinhos. Relataram ainda experiência anterior com o aplicativo, o que permitiu maior facilidade.

Dando continuidade, tem-se a apresentação do quarto grupo, também formado por três alunos, com o uso da ferramenta disponibilizada pela *Comic* e do *smartphone* como dispositivo. Os alunos escreveram sobre o funcionamento de um aparelho de ar condicionado, como se pode verificar na Figura 18.

**Figura 18 - História em quadrinho sobre o funcionamento de um aparelho de ar condicionado**



Fonte: Autoria própria (2021)



Os alunos conseguiram ser claros e apresentar um design com legibilidade, todavia, mencionaram as dificuldades enfrentadas para o desenvolvimento da história, precisando um trabalho em equipe em ajuda mútua para conseguirem desenvolver. Também mencionaram sobre as limitações pela falta de recursos disponíveis no modo gratuito.

Por fim, apresenta-se a história escrita por uma aluna, de forma mais curta e trazendo um humor leve, falou sobre a máquina a vapor, ligando ao filme Titanic, em que essas máquinas tinham destaque. A referida história é apresentada na Figura 19.

**Figura 19 - História em quadrinho sobre o funcionamento de uma máquina a vapor**



Fonte: Autoria própria (2021)

Sentiu-se falta de uma maior descrição sobre o funcionamento da máquina, contudo percebe-se a criatividade da aluna, que afirmou já ter experiência com o uso

do Canva, o que facilitou seu trabalho, apesar de relatar intercorrências, por problemas de acesso à conta do aplicativo.

Após conhecer todas as histórias escritas, iniciou-se uma conversa com os alunos, onde foram feitas perguntas direcionadas para que melhor fosse possível conhecer sobre a experiência e sua percepção sobre a aprendizagem do conteúdo a partir desse tipo de atividade. As opiniões convergiram em relação a maior facilidade de entender o conteúdo, dada a maneira mais lúdica e mais próxima de suas realidades, como é possível verificar no relato de uma das alunas:

Eu acho que o mais fácil de ver, fica bem mais fácil de compreender, tipo porque é coisas do nosso dia a dia, coisas que é tipo um filme, tipo carro, a gente não presta muito atenção nessas coisas, e fica mais fácil da gente entender, na minha opinião né?! (A1).

A professora da turma também deu sua opinião e ratificou a positividade da atividade realizada, tanto na aprendizagem do conteúdo, quanto para aguçar a criatividade dos alunos, em suas palavras:

[...] e é interessante porque eu acho que há um engajamento entre eles e ela fica engraçada, porque as vezes a gente trabalha por trás de um contexto de uma história criativa, todos foram muito criativos, aí no decorrer das histórias, mas, às vezes, tem histórias que são engraçadas, tem histórias que são muito sérias né?! [...] a gente vê uma explicação e pronto e outras a gente acaba vendo umas histórias muito divertidas que a gente chega a dar risada quando a gente vê o contexto todo dela, isso é interessante né?! a gente pode brincar aí com essas histórias em quadrinhos, eu gostei muito, tanto que quando utilizaram as histórias em quadrinhos nas avaliações e utilizava histórias em quadrinhos prontas da internet, né, principalmente filosofia que eu gostava de usar muito a Mafalda, porque é a campeã aí no ranking né?! [...] na língua portuguesa e na filosofia, e algumas eu utilizava na Física, mas eram aquelas que já estavam prontas do Garfield falando da inércia é... algumas outras falando de dilatação, por exemplo, mas, num eram engraçadas né?! hoje eu posso criar uma ideia e perguntar, o que que trata do conteúdo né?! ah trata sobre campo, é sobre eletrização, é dilatação, é calor, temperatura, o que que é o conteúdo né?! achei muito válido pra poder trabalhar isso em sala de aula, é uma ferramenta que eu não conhecia né?! E, pra mim, foi muito válido mesmo. Então, pra mim, é um ponto positivo gostei bastante (Professora).

Dessa forma, a partir das palavras da professora é possível falar em uma aprendizagem significativa, considerando que os alunos utilizam seus subsunçores para novas aprendizagens, como o uso de aplicativos, já que muitos relataram experiências anteriores, passando a aplicá-las, assim, na aprendizagem dos conteúdos de Física.

Apesar de conceitos diferenciados, a Aprendizagem Significativa relaciona-se diretamente com a prática pedagógica dos três momentos de Delizoicov e Angotti (1990), partindo-se do entendimento de que essa prática é geradora de aprendizagem significativa. Como bem afirma Zabala (2010), os três momentos devem trabalhar os conteúdos de forma mais investigativa, contextualizada e significativa, indo além de realizada uma atividade, envolvendo a reflexão de como realizá-las.

Moreira (2010) explica que na visão de Ausubel, a aprendizagem é a estrutura cognitiva numa forma mais ampla, que ocorre através da incorporação de novas ideias a ela. Esta aprendizagem dependendo do tipo de relacionamento que se tem entre as ideias já existentes nesta estrutura e as novas que se estão internalizando, pode ocorrer um aprendizado que varia do mecânico ao significativo.

Segundo Ausubel (1982), a aprendizagem pode ocorrer: por descoberta e por recepção. A aprendizagem por descoberta acontece quando é apresentado um problema ou questionamento a ser solucionado pelo aprendiz, esse tipo de aprendizagem motiva o aluno a construir suas próprias definições, fazendo com que, o novo conhecimento se interligue aos subsunçores de maneira significativa. Na descoberta o aluno deve descobrir algum princípio, relação, lei, como pode acontecer na solução de um problema, mas que acontece de forma isolada, sozinho.

Na recepção o aluno já recebe todas as informações e consiste basicamente na tarefa do aluno em trabalhar, ou seja, estudar o material fornecido, para que possa daí relacioná-lo a ideias importantes disponíveis em sua estrutura cognitiva. A aprendizagem por recepção é apresentada em sua forma final, isto é, através de: aulas expositivas, utilização de simuladores, uso do livro didático e outros. A partir disso, é possível dizer que os alunos desenvolveram a aprendizagem por descoberta com o uso das histórias em quadrinhos.

Nesse mesmo sentido, Delizoicov (1982) afirma que a partir dessa prática pedagógica é possível extrapolar a uma esfera da aprendizagem que transcende o cotidiano do aluno.

Dando continuidade foi relatado durante a aula que o objetivo de trabalhar essa ferramenta era que pelo menos que os alunos conseguissem entender o funcionamento da geladeira, do ar-condicionado e do automóvel, porque é algo que faz parte do seu dia a dia, várias vezes por dia. Por outro lado, caso tenha que elaborar alguma história em quadrinhos, já terão esse conhecimento também. Nesse sentido, ao verificar se o objetivo foi atingido, os alunos relataram, via *chat*, o que confirma



esse alcance, assim, seguem dois relatos de alunos detalhando sua opinião:

Eu gostei porque, tipo, eu não tinha, no ano passado, acho que foi ensinado isso no ano passado, eu não estudei por causa que deu problema pra mim estudar, daí no ano passado eu não peguei nada, daí tipo peguei informações que eu não tinha, eu não tinha nenhuma dessas informações. Um motor de carro mesmo, eu já nem sei como que funciona a ideia e sobre as partes dos quadrinhos eu já gosto de mexer com isso, eu já mexo com isso, então, tipo, hoje em dia é mais fácil, é uma coisa mais divertida pra mim (A2). Ah eu gostei desse trabalho, porque eu nunca usei o Canva e eu achei muito interessante pra montar trabalho e acho que vou continuar usando daqui pra frente (A3).

Como verifica-se, a ferramenta foi vantajosa tanto para alunos que já tinham experiência com esse tipo de aplicativo, quanto para aqueles que nunca haviam utilizado. Inclusive, vale destacar sobre as limitações encontradas anteriormente, na primeira vez que o conteúdo foi ministrado, ainda quando faziam o segundo ano. Como bem afirma A2, ainda não havia alcançado a aprendizagem nesse primeiro momento, alcançando maior clareza e entendimento a partir da atividade realizada.

Importante mencionar que a maioria dos alunos apresenta dificuldade de aprendizagem na disciplina de Física, pois julgam difícil e longe de sua realidade. Este fato deve-se a inúmeros fatores, dentre os quais é possível destacar a maneira tradicional que essa disciplina é apresentada aos estudantes com mera aplicação de fórmulas, fatos desvinculados ou muito distantes da realidade dos alunos, sem uma visão interpretativa das aplicações da mesma no cotidiano.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) defendem que os estudantes se apropriem dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia e apliquem esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural.

O processo ensino aprendizagem de Física tem promovido discussões entre pesquisadores que focam seus estudos nas dificuldades relacionadas ao ensino desta ciência. A questão se dá não pela falta de importância da disciplina, mas pela maneira que é abordada pelos professores, onde sua ação pedagógica é voltada para atividades com apresentação de conceitos, fórmulas, distanciando da realidade do educando.

Chama-se atenção para a importância que o smartphone tomou no processo de ensino e aprendizagem desses alunos, principalmente quando se observa que, mesmo sendo mais complexo, muitos alunos utilizaram esse dispositivo para elaborar a história em quadrinhos.

Na pesquisa realizada por Santos (2020), foi apontado que nesse cenário de pandemia e isolamento social, o celular ganhou destaque, sendo ressignificado, ganhando espaço como método escolar no ensino de Matemática, o que trouxe uma relação entre o tradicional e o tecnológico.

Como bem afirmam Rocha et al. (2015, p. 42): “Pensando em tornar o ensino mais atrativo, a escola tem que se libertar do resquício tradicionalistas/tecnicistas e se renovar, adaptando-se as práticas pedagógicas, inserindo-as no cotidiano dos estudantes”. Assim, o *smartphone* é apontado como mais um recurso tecnológico que pode ser agregado ao ensino. Nesse contexto, verifica-se que esses aparelhos podem ser aliados do ensino.

Durante a aula foi reforçado sobre a importância de atividades como essa para uma aprendizagem mútua, considerando que tanto professores quanto alunos conseguem aproveitar-se em conhecimento. Por exemplo, no uso da ferramenta Canvas, com a experiência dos alunos, foi possível melhor aprender sobre novas utilidades do mesmo, capazes de serem aplicadas em sala de aula. A professora da turma se surpreendeu com tantas ferramentas disponíveis para utilizar em sala de aula, destacando as diferenças em relação ao *layout* para melhoria do processo de ensino e aprendizagem:

[...] eu fui lá no Canva e eu digitei um fundo de Química, Meu Deus apareceu um fundo lindo e maravilhoso com aquelas cadeias orgânicas de carbono, cadeias condensadas, cadeias de bastão e aí eles falaram assim: “nossa flor, hoje o material tá show de bola em” (risos). E aí, eu falei assim: “gente, esse aqui eu não fico montando tudo bonitinho né, não, ele é um fundo que já tem pronto e eu coloco o conteúdo de vocês aqui e querendo ou não eu percebi que chama a atenção (uhum), porque, se eu pego um material lá da aula Paraná, é um slide branco com logo escrito Paraná, eu vou trabalhar aquele tipo de material, vou explicar o importante é o conteúdo, mas o visual conta muito, até porque, se tem uma história em quadrinhos né?! também vai chamar atenção, então isso me chamou bastante atenção né?! falando agora, ah eu gostei igual o Pedro, comentando, eu vi que dá pra elaborar trabalhos... dá sim Pedro, inclusive, quando os professores de vocês pedirem pra vocês apresentarem algum trabalho, o slide é um suporte pra vocês né?! trabalhareis tanto com imagens, tudo... e o Canva você pode digitar lá: “ah eu quero um trabalho sobre guerras”, ele vai te trazer todo o material já relacionado àquele conteúdo, ele é muito útil, inclusive, ele já existia, a gente que não utilizava, mas, na pandemia, ele veio e se alastrou né?! porque a gente vem trabalhando com mais frequência com esse tipo de material e na internet, principalmente, no instagram, tem vários cursos gratuitos pra ensinar a mexer no Canva, porque não é só essas ferramentas, tem gravação de vídeo, tem num sei o que e querendo, ou não, os alunos eles são experts né?! Eu, por exemplo, eu só tenho o TikTok, a conta, mas, eu nem sei fazer, nem sei mexer no TikTok, mas algumas, já tem a manha né?! (é) de trabalhar com isso, então eu achei super, super válido mesmo né?! e o pessoal aí tá de parabéns (Professora).

Considera-se que o uso forçado das tecnologias nesse período de pandemia irá deixar legados, com o fortalecimento dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem mais significativos, fator que também é mencionado pela professora da turma:

[...] e por mais aí que tão cogitando da gente voltar e tudo mais, acredito que essa parte, essas ferramentas tecnológicas elas vieram pra dar um suporte no nosso trabalho, então, não é porque eu vou tá ali no presencial que eu não posso trazer uma tirinha, um slide, até porque todas as salas de aula tem um data show e a gente pode sim né?! melhorar as nossas aulas, eu só tenho a agradecer porque pra mim né?! foi um aprendizado, eu não conhecia e aí eu posso trabalhar qualquer tipo de conteúdo né?! em cima dessas histórias em quadrinhos, tanto que eu fiquei pensando né?! que eu posso elaborar um prova somente com histórias em quadrinhos, qual fenômeno está ocorrendo aqui nesse contexto da história né?! explicar, porque acontece isso, isso e isso... eu achei muito legal e é uma questão que vai de cada um explicar o que tá acontecendo a partir daquelas histórias.

Dessa forma, verifica-se que o uso da ferramenta apresentou-se como benéfico no processo de ensino e aprendizagem, tanto pela professora quanto pelos alunos, apresentando como uma rica troca de conhecimentos, mesmo nesse ambiente de ensino remoto, que inevitavelmente aumenta as distâncias entre professor e aluno, acreditando que, a partir disso, é possível melhor aproximá-los. Destaca-se que no contexto de aula presencial, talvez, o uso dessa ferramenta torne-se ainda mais vantajoso, considerando que possibilita uma maior troca entre os alunos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo percebeu-se que a forma tradicional para o processo de ensino e aprendizagem de Física já não vinha mais satisfazendo as exigências do aluno da atualidade que vive num mundo dinâmico e contextualizado.

Assim, ao serem trabalhadas histórias em quadrinhos com o intuito de dinamizar e contextualizar o ensino, aliado ao uso de conteúdos que fazem parte do cotidiano desses alunos, percebeu-se que a assimilação e o rendimento no aprendizado foram mais significativos.

As dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Física foram apresentadas como uma questão comum na Educação Básica, com alunos verbalizando constantemente que seus conteúdos são enfadonhos e difíceis, fator que evidencia a necessidade da adoção de estratégias pelos professores para que essa realidade possa ser modificada.

Pode-se dizer que o ensino deve ser facilitado, o ensino mecânico não mais tem espaço nos dias de hoje, o professor precisa assumir uma postura de facilitador e não de mero transmissor do conhecimento, dinamizar as aulas é fundamental nesse processo.

Ademais, percebeu-se que o uso de história em quadrinhos no processo de ensino e aprendizagem de Física mostra-se pertinente nas colocações e na assimilação, além de motivar a aprendizagem desses alunos.

Ao refletir sobre a utilização desse método como um recurso didático nas aulas de Física, verificou-se que são úteis pois possibilitam que o professor possa trabalhar conteúdos de maneira lúdica e criativa.

Salienta-se que a maior parte das mensagens percebidas pelos leitores de revistas em quadrinhos, se dão por parte da relação entre a linguagem verbal e a linguagem visual, esses dois códigos perderiam o sentido se trabalhados separadamente. Para o bom entendimento dos quadrinhos, é fundamental tomar conhecimento da diversidade das linguagens gráficas mais comuns presentes em nosso cotidiano.

Submeter os alunos a atividades complementares que relacionem a Física ao seu cotidiano ou adequar um conteúdo teórico a situações reais, propicia a eles melhor entendimento acerca da disciplina. Para que essa apropriação seja feita com

competência, é fundamental que os docentes, saibam explorar os recursos cabíveis ao ensino.

Utilizar, recursos didáticos, como *softwares*, jogos, material concreto ou histórias em quadrinhos podem ser de suma importância para o processo da aprendizagem. Os professores, deverão ter o conhecimento para desencadear estratégias para o uso dessas metodologias pois é preciso que esses recursos integrem situações que levem os alunos a discussão, reflexão e análise.

Durante a pesquisa realizada foi possível verificar que as histórias em quadrinhos contribuíram para o ensino e aprendizagem de Física, com participação dos alunos e interesse dos mesmos pelo conteúdo, principalmente por fazerem parte de seu cotidiano, já que instrumentos tão utilizados por eles como o ar-condicionado e a geladeira passavam despercebidos em conhecimento, sendo ricos no conteúdo de Física.

Ressalta-se, ainda, o aprendizado do uso de ferramentas tecnológicas, já que também precisaram aprender a manipular as ferramentas para desenvolver suas histórias.

Ao final do estudo, pode-se perceber que o processo de ensino e aprendizagem de Física deve ser diferenciado e direcionado por meio de métodos alternativos e atrativos, a fim de conquistar o aluno ao ponto de tê-lo sempre por perto à disposição do aprendizado espontâneo e significativo. Acredita-se ainda, que sem medidas de inovação e técnicas diferenciadas, o interesse pelo ensino de Física diminuirá cada vez mais pelos alunos.

Com base em pesquisas bibliográficas, foi possível verificar que poucos são os estudos que discorrem sobre o processo de construção dos quadrinhos relacionando com a Física. Pensando nas contribuições desse recurso para melhoria do ensino-aprendizagem de Física, acredita-se que a resposta esteja na formação inicial dos professores, incentivando-os ao uso dessas ferramentas alternativas, com as histórias em quadrinhos se apresentando como uma ferramenta eficiente na melhoria do interesse dos alunos e em seu conseqüente aprendizado.

Deve-se destacar que este estudo não possui como intuito encerrar as discussões sobre o assunto, mas sim ampliá-las, sugerindo-se para futuras pesquisas que as histórias em quadrinhos sejam utilizadas para ministrar outros conteúdos, considerando o interesse despertado nos alunos.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, R. M. B.; GUIMARÃES, L. B. E. Relatode experiência de um grupo de residentes em enfermagem obstétrica sobre prática de organização do processo de trabalho. **Rev. Enferm. UFPE on line**, p. 1103-1107, 2017.
- ARAUJO, L. B.; NIEMEYER, J.; MAGOGA, T.; MUENCHEN, C. A Concepção Freireana e os Três Momentos Pedagógicos: Alguns Resultados dos Trabalhos nos encontros nacionais de pesquisa em ensino de física (EPEF). *In: VI SEMINÁRIO NACIONAL DIÁLOGOS COM PAULO FREIRE*, 2012, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria/RS:UFSM, 2012.
- ARAÚJO, P. C. **O bibliotecário e a formação de leitores**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) - Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educacional: Uma visão cognitiva**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1982.
- BALDOW, R.; MONTEIRO-JÚNIOR, F. N. Os livros didáticos e suas omissões e distorções na História e no desenvolvimento da Termodinâmica. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 3, n. 1, p. 3-19, 2010.
- BONIFÁCIO, S. F.; CERRI, L. F. Histórias em quadrinhos: conhecimento histórico e comunicação de massa no espaço escolar. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA*, 23., 2005, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: UEL, 2005. p.1-8.
- BORGES, D.B.S.; FORATO, T.C.M. Ciência e sociedade: retratos da história da termodinâmica na Arte. *In: MOURA, B. A.; FORATO, T. C. M. comps. Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores* [online]. São Bernardo do Campo, SP: Editora UFABC, 2017.
- BRAZ, K. M.; FERNANDES, S. A. História em Quadrinhos: Um Recurso Didático Para As Aulas de Física. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 18, 2009, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: 2009. p. 15-21.
- BRUNETTI, I. **A Arte de Quadrinizar**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2013.
- CARTER H. A. Química nos quadrinhos: Parte 1. Um levantamento da literatura de quadrinhos. **J Chem Educ**. v. 65, n. 12, p. 1029-1045, 1988.
- CASTIGNANI, A. **Sadi Carnot e o Desenvolvimento Inicial da Termodinâmica Clássica**. 1999. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1999.
- CENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 7 ed. Porto Alegre: AMGH. 2013.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHICÓRA, T.; CAMARGO, S. As histórias em quadrinhos no ensino de física. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – EMPEC*, 2012, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria/RS:UFSM, 2012.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p.379-399, 2005.

CUNHA, R. Quadrinhos entraram na escola. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 4, p. 62-63, 2009.

DANTAS, M. Aspectos ambientais dos sistemas agroflorestais. *In: Congresso Brasileiro Sobre Ecossistemas Agroflorestais*. Porto Velho: Embrapa/CNPQ, 2010.

DELIZOICOV NETO, D.; MENEZES, L. C. **Concepção problematizadora para o ensino de ciencias na educacao formal: relato e analise de uma pratica educacional na guine-bissau**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990. DELIZOICOV,

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990. 207 p.

DIAS, B.; IRWIN, R. L. **Pesquisa Educacional Baseada em Arte: A/r/tografia**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

FERREIRA, M.V.; NIEMEYER, J.; PANIZ, C.M.; MUENCHEN, C. A utilização da Problematização Inicial no Ensino de Ciências: um olhar a partir dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPECs). *In: VIII SEMINÁRIO NACIONAL: DIÁLOGOS COM PAULO FREIRE - POR UMA PEDAGOGIA DOS DIREITOS HUMANOS*, 2014, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: UFRS, 2014.

FOGAÇA, J. Pesquisa-ação. **Brasil Escola**. 2010. Disponível em: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/pesquisa-acao.htm>. Acesso em: 11 de jul. de 2021.

FORATO, T. C. M. **Sadi Carnot and the ideal steam machine: thermodynamics and the social, economic and political context in teacher education.** In: IHPST Thirteen Biennial International Conference. p. 22-25, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, H.; CUNHA Jr. M. V. M.; MOSCAROLA, J. Aplicação de sistema de software para auxílio na análise de conteúdo. São Paulo: **RAUSP**, v. 32, n. 3, Jul/Set., pp. 97-109, 1997.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROENSTEEN, T. **O Sistema dos Quadrinhos.** Rio de Janeiro: Marsupial Editora, 2015.

GELATTI, L. D.; MARQUEZAN, L. I. P. Contribuições Da Gestão Escolar Para A Qualidade Da Educação. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional.** Santa Maria. v. 2, n. 4, p. 43-62, 2013.

HANSEN B. Medical History for the Masses: How American Comic Books Celebrated Heroes of Medicine in the 1940. **Bull. Hist. Med.** v. 78, n. 1, p. 148-191, 2004.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C. A História da Ciência no Ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências.** v. 9, n. 2, p. 222-237, 2007.

LIMA, C. M. A. O. Informações sobre o novo coronavírus(COVID-19). **Radiol Bras.** São Paulo, v. 53, n. 2, p. V-VI, Apr. 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2005.

MENDONZA, E. **Reflections on the Motive Power of Fire by Sadi Carnot and other Paper on the Second Law of Thermodynamics by É. Clapeyron and R. Clausius.** New York: Dover Publications, 1988.

MOREIRA, A. F.; COUTO, F. P. **A Termodinâmica do Motor de Combustão Interna Implicações sociais do uso dessa.** CEFET-MG. 2019. Disponível em: <http://www.cac.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/30/2019/10/main.pdf>. Acesso em 10 de jul. de 2020.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Currículum, 2010.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS.** 2010. Tese (Doutorado em educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.



MUENCHEN, C. DELIZOICOV, D. Concepções sobre Problematização na Educação em Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, p. 2447-2451, 2013.

MUENCHEN, C., DELIZOICOV, D. **PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NA REGIÃO DE SANTA MARIA/RS: ALGUMAS CARACTERÍSTICAS**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPC). Florianópolis, SC, 2009.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p.199-215, 2012.

NARDI, R. Ensino de ciências e matemática, *In: Temas sobre a formação de professores* [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 258 p. ISBN 978-85-7983-004-4.

OLIVEIRA, A. O desenvolvimento da competência comunicativa intercultural (CCI): na fronteira com a prática de ensino. *In: SCHEYERL, D.; SIQUEIRA, S. (Org.). Materiais didáticos para o ensino de línguas na contemporaneidade: contestações e proposições*. Salvador: EDUFBA, 2012. p. 189-212.

PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 3603(1-8), 2009.

RAMA, Â.; VERGUEIRO, W. (Org.) **Como usar as histórias em quadrinhos em sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2014.

RAMOS, W. C.; DEL RIO, B. R.; BARRETO, F.; SUART- JÚNIOR, J. B. A construção de um aplicativo interativo como recurso didático para conceitos termodinâmicos. **Actio: Docência em Ciências**. v. 2, n. 1, p.474-492, 2017.

ROCHA, M. D. *et al.* (Des) liga esse celular, moleque! *Smartphone* como minilaboratório no ensino de ciências. **Revista Monografias Ambientais**, v.14, p. 41-52, 2015.

SANTOS, A. A. Leitura crítica e identidades em aulas de espanhol. **Revista Fórum Identidades**, 2014.

SANTOS, G. R. F. Ensino de matemática: concepções sobre o conhecimento matemático e a ressignificação do método de ensino em tempos de pandemia. **Culturas & Fronteiras**, v. 2, n. 2, p. 40-57, 2020.

SCHIRMER, C.; DUTRA, M. I.; FAGUNDES, S. L. Comunicação para todos – em busca da inclusão social e escolar. *In: L. R. NUNES; M. PELOSI E M. GOMES (Orgs), Um Retrato da Comunicação Alternativa no Brasil: Relatos de Pesquisas e Experiências*. Rio de Janeiro: Edit Quatro Pontos/FINEP, 2007.

SILVA, D. N. **A Termodinâmica no Ensino Médio: ênfase nos processos irreversíveis**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) –Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C.; ABBOTT, M. M. **Introdução à termodinâmica da engenharia química**. Trad. Eduardo Mach Queiroz, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

STOECKER, W.F; JABARDO, J. M. **Refrigeração industrial**. 2ª ed. 2002.

TARTUCE, T. J. A. **Métodos de pesquisa**. Fortaleza: UNICE – Ensino Superior, 2008.

TATSUBÔ, F. Utilização do mangá em sala de aula. *In*: LUYTEN, S. B. (Org.) **Cultura pop japonesa: mangá e animê**. São Paulo: Hedra, 2005. p.119-124.

TOLEDO, A. Eu já sei ler gibi. **Revista Nova Escola**, v. 22, n. 210, p.43-45, 2007.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educ. Pesqui.[online]**. 2005, v. 31, n. 3, p.443-466.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VASCO, A. M; *et al.* Software de autoria de História em Quadrinhos para apoio ao ensino de Língua Portuguesa e Matemática. **III Seminário de Informática e Tecnologia (SITE)**, Bandeirantes-PR, p. 1-12, 2008.

VERGUEIRO, W. A linguagem dos quadrinhos: uma alfabetização necessária. *In*: RAMA, A. et al. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006. p.31-64.

VILELAS, J. **Investigação—o processo de construção do conhecimento**. Lisboa: Edições Sílabo, 2009.

WRIGHT, A. J. Vejo você nos Funny Papers: Anestesia em desenhos animados e quadrinhos. **Int CongrSer**. 2002; 1242: 547-551.

YOUNG, H. D. *et al.* **Física II: Termodinâmica e Ondas**. São Paulo: AddisonWesley, 2008.

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE MÁQUINAS**  
**TÉRMICAS UTILIZANDO HISTÓRIAS EMQUADRINHOS**

**Crislayne Gotardo Kovalik**

Campo Mourão  
2021

**CRISLAYNE GOTARDO KOVALIK**

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE MÁQUINAS  
TÉRMICAS UTILIZANDO HISTÓRIAS EMQUADRINHOS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos.  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana da Silva Fontes

**Campo Mourão  
2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra são cobertos pela licença.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo isotérmico .....	8
Figura 2 - Processo adiabático .....	9
Figura 3 - Expansão adiabática o gás .....	10
Figura 4 - Compressão adiabática .....	11
Figura 5 - Processo isocórico .....	12
Figura 6 - Processo isobárico .....	12
Figura 7 - Transformações termodinâmicas .....	13
Figura 8 - Ciclo de Otto .....	15
Figura 9 - Ciclo de Carnot .....	16
Figura 10 - Transformações Gasosas com um Simulador Interativo .....	29
Figura 11 - Motor - Etapas de Funcionamento .....	30
Figura 12 - Máquina térmica .....	38

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Primeira Lei da Termodinâmica e Transformações Gasosas.....	6
2.2 Caracterizando a disciplina de Física no Currículo .....	17
2.3 História em quadrinhos: evolução.....	19
2.4 O Uso das HQs no Ensino da Física.....	20
2.5 O Uso da História em Quadrinhos enquanto recurso didático .....	22
<b>3 UNIDADE DIDÁTICA .....</b>	<b>25</b>
3.1 Proposta didática .....	25
3.2 Objetivos propostos .....	25
3.3 Papel do professor.....	26
3.4 Organização e desenvolvimento da unidade didática .....	26
3.5 Avaliação.....	43
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

É necessário entender a relevância do ensino da Física no ensino médio que oportunize aos alunos fazer uma reflexão acerca dos conteúdos abordados, é de grande importância organizar ações que visem gerar nos alunos a compreensão dos conteúdos abordados, nesse sentido, é que se busca o uso das Histórias em Quadrinhos (HQs), para trabalhar os conteúdos propostos, de forma mais atraente e eficiente.

A partir dessa perspectiva, foi feita uma busca de estratégias que oportunizasse aos alunos uma aprendizagem significativa, que viesse a aliar os aspectos teóricos e práticos da mesma, dentro do contexto educacional e do momento tecnológico onde a sociedade se encontra inserida, motivando os professores a buscarem estratégias de ensino que venham a despertar nos alunos uma aprendizagem significativa. A pedagogia tradicional, pautada em aulas focadas nas teorias, tem sido uma tônica no espaço escolar durante muitos anos, no entanto essa aprendizagem passiva aos poucos não atende os objetivos de aprendizagem, exigindo uma nova postura educacional. Em muitos momentos, a falta de materiais pedagógicos e o déficit na formação acadêmica dos professores, acabam por limitar os mesmos na preparação e execução das aulas.

Nesse contexto, a ideia de usar as HQs como ferramenta para mediar o processo ensino aprendizagem dos conteúdos dentro da disciplina de Física, se torna relevante. Dessa maneira, o intuito do estudo é auxiliar os educadores, apresentando essa estratégia, que pode ser usada para ministrar os conteúdos dentro da disciplina. A proposta de intervenção, toma como base a metodologia que tem como prioridade o uso dos vídeos, experimentos e simuladores e também a utilização das TIC's no ensino da Física, além de valorizar o trabalho em equipe, oportunizando que os alunos estabeleçam parcerias e colaborações entre eles.

Dessa forma, a sequência de ensino pensada, prevê um quantitativo de horas e estratégias, podendo ser alterado, se houver necessidade, mas que tem como intuito promover uma aprendizagem significativa do conteúdo programado. A respectiva sequência se organiza em módulos, que dialogam entre si, oportunizando um entrelaçamento entre teoria e prática.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Primeira Lei da Termodinâmica e Transformações Gasosas

Para falarmos sobre o ensino de Física para o ensino médio, os alunos precisam entender primeiramente, as bases científicas para esse estudo bem como, os conceitos básicos que estão diretamente relacionados com a “Termodinâmica”.

#### Análise da Termodinâmica

A Termodinâmica é conceituada como a ciência da energia e da entropia, isto é, a ciência que aborda a transformação de calor em trabalho, e das respectivas propriedades das substâncias que se inter-relacionam com o calor e ao trabalho. Apresenta como objetivo o estabelecimento de critérios generalizados para analisar o projeto e funcionamento de sistemas térmicos, cuja energia tem um papel importante (VANWYLEN *et al.*, 2003).

A Termodinâmica, pode parecer algo complexo em um primeiro momento, no entanto, ela corresponde as transformações físicas desde os primórdios da Revolução Industrial no século XVIII. Nesse período, tivemos as primeiras máquinas a vapor e com elas surgiram os conceitos de calor e trabalho.

Se constitui no ramo da Física que estuda as relações que se estabelecem entre duas formas de energia: trabalho e calor. Nesse contexto, não se origina no desenvolvimento e difusão do conhecimento científico, ou seja, na criação de teorias prévias ou de conceitos da ciência, ao contrário, origina-se na invenção e aperfeiçoamento das chamadas máquinas térmicas.

Nesse contexto, a ciência termodinâmica foi de forma inicial desenvolvida por estudiosos que procuraram uma maneira de aprimorar as máquinas, durante o período em que ocorria a Revolução Industrial, fazendo com que se melhorasse a eficiência das mesmas. Os saberes que se aplicam no mundo atual as mais diversas situações do dia a dia, como por exemplo máquinas térmicas, motores de carros etc.

Nesse sentido, surgiu a Termodinâmica e com ela a sua primeira lei, que consiste na lei da conservação da energia, a qual pode ser aplicada por meio das equações de balanço de energia. Dessa forma, esta se faz mais presente no universo do que se imagina e que precisa ser objeto de estudo.

### **A primeira lei da termodinâmica**

Essa é mais uma das leis, que se encontra presente no cotidiano da sociedade, desde o funcionamento de uma geladeira até o estouro de uma garrafa de champagne, a referida lei faz uma distinção entre as trocas de energia na forma de calor e trabalho e estabelece a relação com uma grandeza que se encontra ligada com o estado do sistema física denominada energia interna (YOUNG, 2008).

Entendida como uma extensão do Princípio da Conservação de Energia, ela amplia esse pensamento físico para entender as transferências de energia por intermédio das trocas de calor e pela realização de trabalho. A referida lei, também apresenta o conceito de energia interna que se encontra interligada de forma direta com a temperatura do corpo.

Quando se tem um gás perfeito, a energia interna do mesmo se constitui naquela energia denominada cinética total média de suas respectivas moléculas, denominada como teoria cinética dos gases. No âmbito das experimentações é possível verificar que a energia cinética das moléculas, onde se encontram envolvidos diferentes gases, fica na dependência apenas da temperatura e também dos números existentes de moléculas. Por isso, a quantidade de calor trocado com o meio externo se constitui na soma algébrica igual ao trabalho executado pelo gás ou de acordo com a variação de energia interna do respectivo gás.

Portanto, a primeira Lei da Termodinâmica ou Princípio da Conservação de Energia afirma que um gás ao receber uma certa quantidade de calor, que é uma forma de energia, utiliza esta de duas maneiras: realizando trabalho e variando sua energia interna. O contrário também é válido, isto é, sofrendo trabalho e tendo sua energia interna reduzida, o gás libera energia ao meio externo. Algebricamente:

$$\Delta U = Q - W \quad (1)$$

$\Delta U$  = Energia interna

Q = Calor cedido ou absorvido

W = Trabalho realizado

Dessa forma a referida lei, conhecida também como Lei da Conservação de Energia, afirma que a energia em sistemas fica impedida de ser criada ou destruída. Sendo assim, é possível transformá-la de uma forma para outra ou transferi-la entre sistemas (DANTAS, 2010).

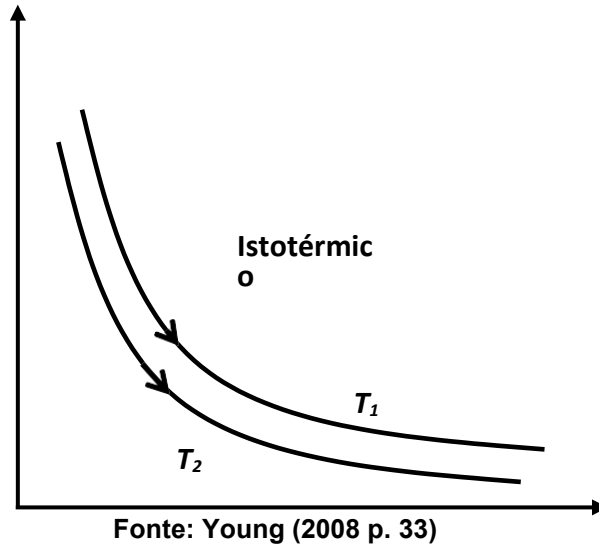
Apesar da energia assumir diferentes formas, a sua quantidade total é

constante, uma vez que quando a energia desaparece de alguma forma ela é convertida em outra forma simultaneamente. Para o desenvolvimento desse balanço, definimos um sistema, o qual pode estar “fechado”, o que implica não haver troca de massa, ou podemos ter um sistema “aberto”, com fluxo de massa (SMITH; VAN NESS; ABBOTT, 2007).

Existem quatro tipos de processos termodinâmicos, são eles: processo isotérmico, processo adiabático, processo isocórico (ou isovolumétrico) e processo isobárico especificados como segue:

**Processo isotérmico:** nesse processo a temperatura é constante, para isso a transferência de calor deve ser demasiadamente lenta. Exemplo: gás ideal. Se constitui num caso especial, como a temperatura é constante e a energia interna é uma função que depende da temperatura, ela também é constante. Onde  $\Delta U = 0$ . Tem como consequência o fato do calor trocado ser numericamente igual ao trabalho realizado pelo sistema ( $Q = W$ ) (YOUNG, 2008).

Figura 1 - Processo isotérmico



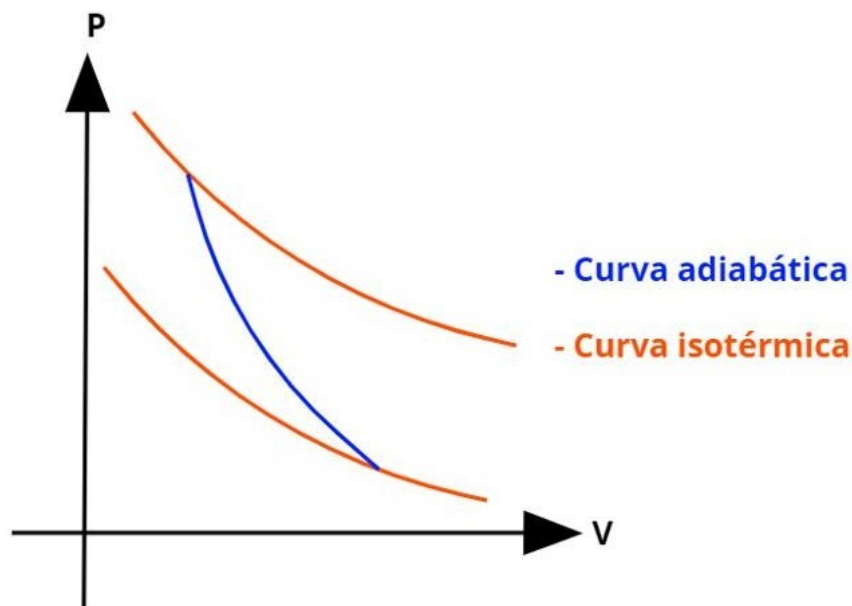
**Processo adiabático:** no sistema não ocorre nenhuma forma de transferência de calor, isso consiste,  $Q = 0$ . Se pensarmos com relação a fórmula da Primeira Lei da Termodinâmica, é relevante entender o respectivo processo  $U = -W$ .

No entanto havendo uma expansão do sistema o trabalho executado é positivo e a energia interna sofre uma diminuição. Porém se o sistema se comprimir, o trabalho feito é negativo e terá um aumento da energia interna. Exemplo disso: quando estoura uma rolha de uma garrafa de champagne, onde os gases se expandem de forma

rápida, não há tempo para troca de calor no ambiente (YOUNG, 2008).

Segundo Young “a curva que representa um processo adiabático em um diagrama P–V também depende do sistema. Para um gás ideal, as curvas adiabáticas são mais “inclinadas” que as isotermas”.

Figura 2 - Processo adiabático



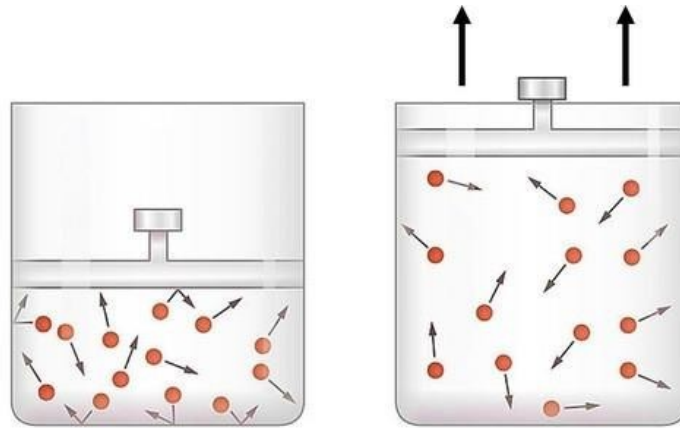
Fonte: Young (2008, p. 29)

Para se entender na prática a expansão adiabática se torna essencial alguns exemplos como:

1 - Desodorante *spray* (gás interno a alta pressão, quando ele sai, expande e cai a temperatura).

No decorrer da transformação isotérmica, os gases são capazes de sofrer variações de temperatura, por exemplo, quando um *spray* de aerossol é pressionado, o gás, que é limitado a alta pressão, é expelido rapidamente. Sua temperatura, dessa maneira, cai muito, devido à grande queda de pressão que o gás sofre ao sair de seu recipiente.

**Figura 3 - Expansão adiabática o gás**



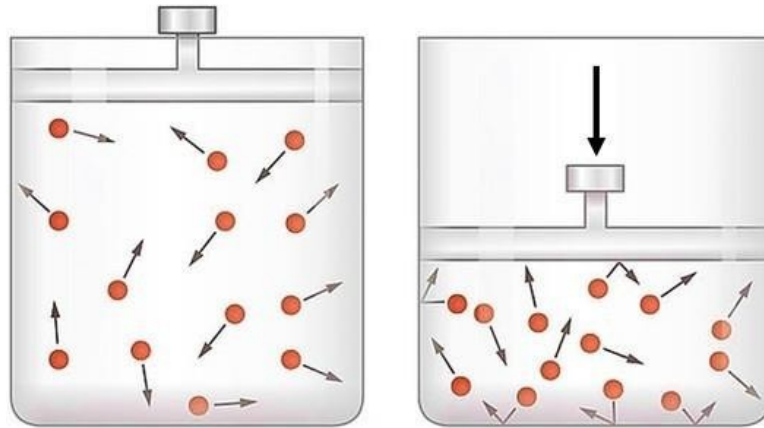
**Fonte: Cengel (2013, p. 89)**

A referida energia, estruturada pelo gás tem sua medição feita pelo trabalho para que ocorra a transformação, quando o sistema faz a realização do trabalho ele se torna positivo ( $\tau > 0$ ) e, portanto, a variação de energia se apresenta como negativa ( $\Delta U < 0$ ).

Dessa maneira, a energia interna do sistema ocorre a partir de uma diminuição proporcional ao trabalho que vai ser feito, pois o mesmo efetua-se a partir da energia interna do sistema.

2 - Bomba de encher pneu de bicicleta: quando comprime o ar, ela aquece o tubo (compressão adiabática)

No contexto prático, a compressão de um gás adiabaticamente pode ser evidenciada quando usa uma bomba de ar para encher o pneu de uma bicicleta, assim ao tocar no material entendemos que a extremidade da bomba está aquecida.

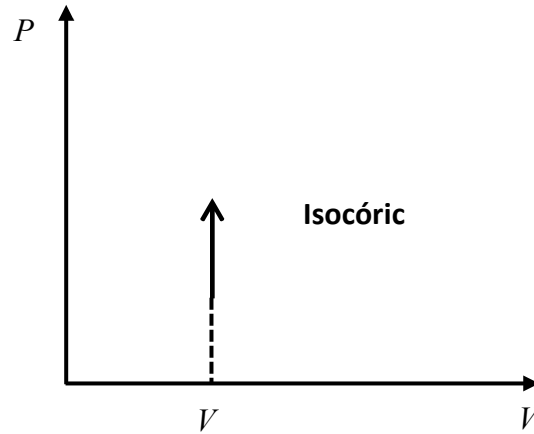
**Figura 4 - Compressão adiabática**

Fonte: Cengel (2013, p. 90)

Neste contexto, a energia interna do sistema aumenta de forma proporcional ao trabalho recebido, pois o sistema está recebendo energia do meio externo. Observa-se que o sistema aquece pela elevação da temperatura na compressão rápida de um gás.

**Processo isocórico (ou processo isovolumétrico):** no respectivo processo o volume permanece constante, dessa maneira, não ocorre realização de trabalho, ou seja,  $W = 0$ . Compreendendo a equação da Primeira Lei da Termodinâmica, é relevante analisar que no processo isovolumétrico  $U = Q$ . No processo isocórico, pode-se afirmar que todo o calor se mantém no interior do sistema, o que ajuda no aumento da energia interna. Exemplo: explosão de latas de aerossol por conta de aquecimento. O volume dentro do recipiente ficou constante, porém, sua energia interna aumentou por conta das trocas de calor (YOUNG, 2008).

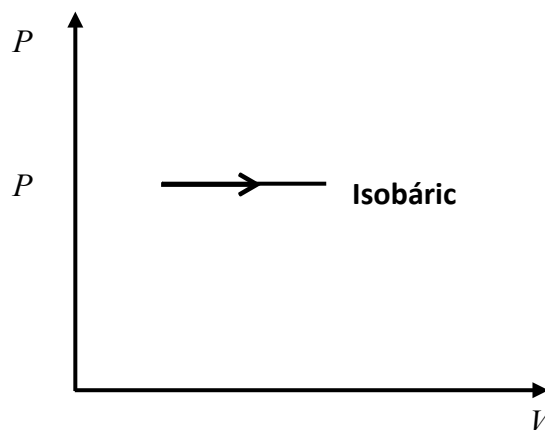
Figura 5 - Processo isocórico



Fonte: Young (2008 p. 30)

**Processo isobárico:** Nesse processo, a pressão no sistema é constante, desta forma nenhuma das grandezas envolvidas será nula (energia interna, calor e trabalho). Exemplo: fervura da água dentro de uma panela à pressão constante (YOUNG, 2008).

Figura 6 - Processo isobárico

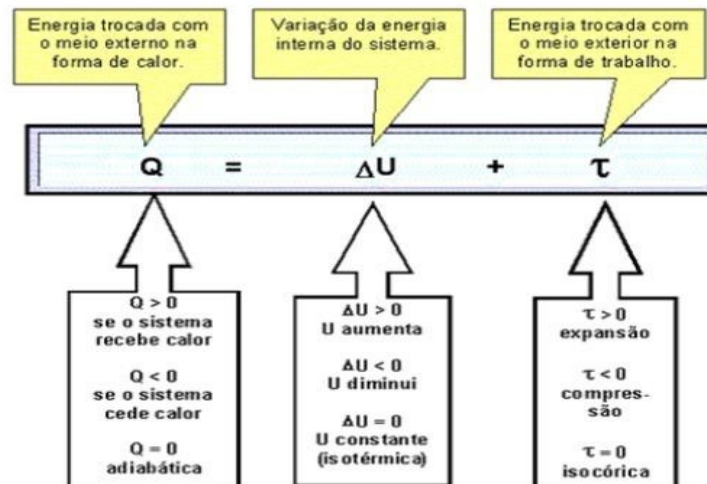


Fonte: Young (2008 p. 31)

## Gases e transformações termodinâmicas

A Termodinâmica é uma descrição estatística da natureza, por meio dela é possível conceber o comportamento macroscópico de sistemas que contenham muitos corpos.

Figura 7 - Transformações termodinâmicas  
**Transformações termodinâmicas**



Fonte: Bueno (2015, p. 03)

Todas essas transformações ajudam na compreensão do comportamento dos gases e suas respectivas transformações é necessário entender primeiro o que se remete ao estado gasoso. Os gases não apresentam volume e nem forma definida, ou seja, ele se adequa a forma de acordo com o recipiente em que estão presentes. Nesse estado, as moléculas se movem de modo aleatório e encontram-se distante uma das outras.

O volume dos gases é determinado pelo volume do recipiente que o contém, à medida que a temperatura do gás aumenta, os átomos ou moléculas (partículas) vão se movimentar mais rapidamente. Esse movimento aleatório e mais intenso gera colisões das partículas contra as paredes do espaço no qual o gás está confinado resultando assim no aparecimento de uma pressão (MOREIRA; COUTO, 2019).

Como exemplos de transformações gasosas são possíveis mencionar o Ciclo de OTTO. O referido ciclo consiste em transformações termodinâmicas que ocorrem em um motor em quatro diferentes estágios (SMITH, VAN NESS, ABBOTT, 2007).

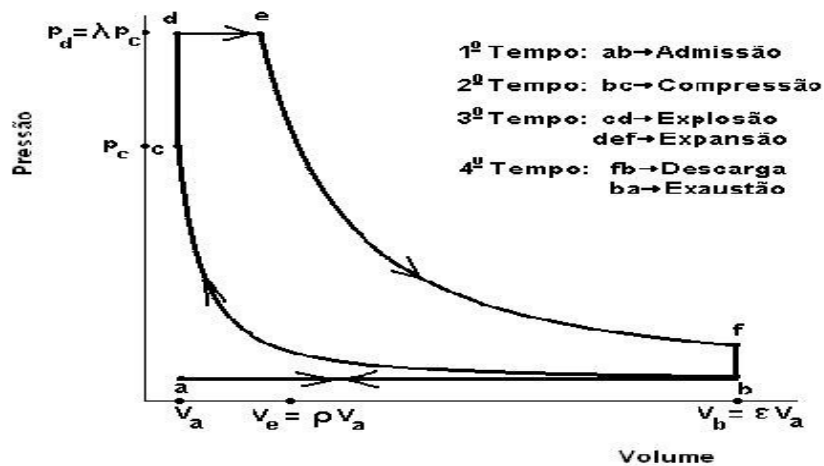
- 1º estágio: admissão (cilindro do pistão desce puxando mistura ar + combustível). Essa etapa ocorre com a pressão constante (processo isobárico),



no qual o pistão se move para fora atraindo uma mistura combustível / ar para dentro do cilindro;

- 2º estágio: compressão (cilindro sobe comprimindo combustível + ar). O estágio é caracterizado pela sequência de etapas na qual todas as válvulas estão fechadas, e a mistura combustível/ar é comprimida, aproximadamente adiabaticamente (não há troca de calor com o ambiente). A mistura é então inflamada, disparando uma vela de ignição, e a combustão ocorre tão rapidamente que o volume permanece quase constante (processo isocórico ou isovolumétrico) enquanto a pressão aumenta.
- 3º estágio: explosão/expansão (vela promove reação química e o pistão desce). No referido processo, o trabalho é produzido. Os produtos encontram-se em alta temperatura e alta pressão de expansão da combustão e mantêm-se em um processo adiabático. Na sequência, a válvula de escape então abre e a pressão cai rapidamente, a um volume quase constante.
- 4º estágio: exaustão (cilindro sobe expelindo gases resultantes da reação com o combustível). Essa etapa também é designada como escape. O pistão empurra os gases de combustão restantes (exceto para o conteúdo do volume livre) do cilindro. O volume plotado é o volume total de gás contido no motor entre o pistão e a parte superior do cilindro, conforme Figura 8 que apresenta o Ciclo de Otto com os respectivos estágios.

Figura 8 - Ciclo de Otto  
Ciclo de Otto real



Daniel Schulz - UFRGS - 2009

A figura foi modificada com base na original extraída do artigo *Máquinas térmicas à combustão interna de Otto e de Diesel* - autor Fernando Lang (lang@if.ufrgs.br)

Fonte: Schulz (2009, p. 02)

### Ciclo de Carnot

Falar do ciclo de Carnot, é entender que sua proposição foi feita por um engenheiro militar e físico, Nicolas Leonard Sadi Carnot no ano de 84, sendo representado por uma sequência de transformações gasosas, onde uma máquina térmica apresenta o rendimento máximo operando em ciclos, por conta de duas fontes térmicas. O autor dessa teoria traz como evidência o fato de que quanto maior a temperatura da fonte quente, maior seria seu rendimento diante de uma substância que se comporta como um gás ideal. De acordo com os postulados enunciados por Carnot, podemos ver a garantia de que o rendimento de uma máquina térmica é função das temperaturas das fontes quente e fria. Entretanto, fixando-se as temperaturas dessas fontes, a máquina teórica de Carnot é aquela que consegue ter o maior rendimento (SILVA, 2021).

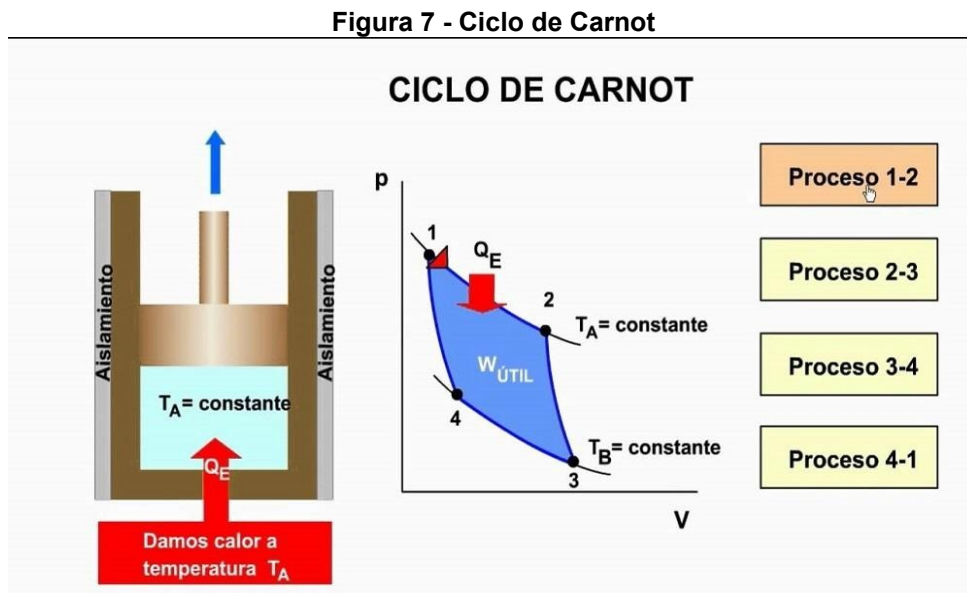
Sua representatividade é realizada por um processo cíclico reversível que esta subdividido e quatro etapas, sendo duas isotérmicas e duas adiabáticas. A operação do ciclo se dá por intermédio entre dois reservatórios térmicos considerados onde as características não se modificam em detrimento do processo, mesmo que um esteja em alta temperatura e outro a baixa.

O ciclo de Carnot pode atuar como um motor térmico, utilizando o calor do reservatório de alta temperatura e rejeitando o excedente num reservatório de baixa

temperatura. Se operado de forma inversa e reversível, o ciclo passa e se remove. Um refrigerador, que muda calor do reservatório de baixa para alta temperatura, à custa de um trabalho.

O referido ciclo, é pensado de forma ideal por conta de operar de maneira reversível, e essa reversibilidade permite obter a maior eficiência térmica de acordo com os níveis previstos de temperatura (STOECKER e JABARDO, 2002). Sendo o ciclo estruturado, em duas transformações adiabáticas que se alternam com duas transformações isotérmicas: uma para a temperatura  $T_1$  da fonte quente onde se tem o processo de expansão e a outra temperatura  $T_2$  que diz respeito a fonte fria onde acontece o processo de compressão, sendo que cada uma se intercala com duas transformações adiabáticas.

O ciclo de Carnot também é reversível, haja visto que o mesmo é evidenciado dentro do sentido horário o trabalho é feito de forma positiva, e medido com números pela área do ciclo. Pense numa máquina térmica, na qual o gás sofra expansões e compressões, realizando o ciclo de Carnot, Seja  $T_A$  a temperatura da fonte quente e  $T_B$  a temperatura da fonte fria. (STOECKER e JABARDO, 2002). Conforme figura 7 abaixo:



Fonte: Curado (2020, p. 01)

## 2.2 Caracterizando a disciplina de Física no Currículo

A Física é a ciência que investiga as propriedades dos campos e as propriedades e a estrutura dos sistemas materiais, e suas leis fundamentais. A Física é a ciência que estuda a natureza, com foco na preocupação de levar conhecimento dos fenômenos naturais. O respectivo ensino da disciplina tem como meta central trabalhar conteúdos e metodologias capazes de oportunizar aos estudantes uma reflexão sobre o mundo das ciências sob o contexto da racionalidade científica (MENEZES, 2004).

A Física enquanto disciplina do currículo oportuniza uma educação para a cidadania ajudando no desenvolvimento de uma pessoa crítica que seja capaz de admirar a beleza da produção científica no decorrer da história. Dessa forma, a compreensão da necessidade dos saberes para o estudo e o entendimento do universo de fenômenos que o cerca. Evidenciam a neutralidade das produções, assim como os aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais da mesma, seu comprometimento e envolvimento com as estruturas que representam esses aspectos.

A Física deve contribuir para a formação dos sujeitos, porém através de conteúdos que dêem suporte no entendimento dos objetos de seus estudos. Dessa forma, a disciplina constitui-se num saber que permite a elaboração de modelos de evolução e investigação de mistérios do mundo, das partículas que compõem a matéria e o desenvolvimento de novas fontes de energia assim como a criação de novos materiais, produtos e tecnologia. O ensino da disciplina faz parte da educação básica na formação do cidadão. Portanto na perspectiva de Pozo e Crespo (2009, p.27 )

o conhecimento científico deve ser construído através dos conhecimentos prévios que os alunos têm, por suas dúvidas e incertezas de forma que o aprendizado ocorra de forma construtiva em busca de significados e de interpretações, em vez de se basear na mera repetição, memorização de cálculos e reprodução de conhecimentos.

O ensino de Física, deve ser trabalhado de maneira contextualizada e interdisciplinar visando obter uma visão mais ampla das suas aplicações bem como entender de que maneira os conhecimentos físicos influenciam na compreensão do mundo que o cerca. Na perspectiva dos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002) fica entendido que:

Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas,

impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens. Em outras palavras, a realidade educacional e os projetos pedagógicos das escolas, que expressam os objetivos formativos mais amplos a serem alcançados, é que devem direcionar o trabalho de construção do conhecimento físico a ser empreendido (BRASIL, 2002, p. 2).

Dessa forma:

A Física no Ensino médio deve assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo onde se habita, logo a mesma é uma ciência que permite a investigação dos mistérios do mundo, propiciando ao indivíduo a interpretação de fenômenos naturais que estão sempre em transformação, através da interação com os vários tipos de tecnologias, para que ele possa compreender melhor o mundo a sua volta (CARVALHO *et al.*, 2012, p.15).

Ensinar Física é pensar a mesma, explicando aos estudantes que ela se constitui numa ciência que está viva na vida dos mesmos, de forma contextualizada e também interdisciplinar, usando dinâmicas, e experimentos, onde fica claro o que acontece na realidade das práticas, que visa gerar entendimento sobre o porquê estudá-la, fazendo com que os alunos passem a gostar de aprender.

Por isso, para ministrar as aulas, pode-se usar para um maior entendimento dos conteúdos, o uso de laboratórios, experimentos e simuladores. Para Lima (2011) o uso de experimentos no desenvolvimento das atividades, oportuniza que os alunos visualizem diversas demonstrações de fenômenos, que possam contribuir para que se compreenda diversos contextos relacionados aos mesmos, contribuindo para que seja elaborado as novas ideias a partir das experiências de situações capazes de oportunizar o desenvolvimento da capacidade de abstrair e de aprender. Dessa forma as aulas se tornam mais atrativas uma vez que não se volta apenas para os cálculos.

### **2.3 História em quadrinhos: evolução**

Não se sabe ao certo a origem das Histórias em Quadrinhos, visto que as fontes que se tem hoje divergem quanto às datas do seu surgimento. Por isso, estabelecer um período ou creditar a alguém sua criação não seria correto. Para McCloud (2005, p. 22), “a origem da Arte Sequencial é remota, oriunda das pinturas das cavernas, onde as sequências de imagens criavam uma história”.

Portanto, as histórias em quadrinhos são resultantes de uma evolução que

ocorre por intermédio das dinâmicas sociais que exigem, dentro do âmbito econômico. A sociedade foi transformando as maneiras de tornar visível o real e novas formas de operacionalizar que são previstos para suprir as lacunas que as linguagens existentes iam mostrando. Ou seja:

À medida que o recurso a uma técnica vai se mostrando satisfatório do ponto de vista da solução dos problemas enfrentados no cotidiano, o olhar sobre essa técnica vai se tornando mais apurado, e acaba gerando uma consciência sobre seu potencial em relação a outras técnicas: está aberto o campo para o surgimento de uma nova linguagem (McCLOUD, 2005, p. 24).

De qualquer modo, seja qual for sua origem, o certo é que as histórias em quadrinhos, como qualquer outra forma de linguagem, têm o potencial de despertar nos alunos sentimentos, emoções, conhecimento e opiniões. Os HQs, porém, são diferentes de qualquer tipo de meio de comunicação em massa, pois requer uma leitura e um envolvimento pessoal de cada leitor, pois proporciona sentimentos únicos em cada aventura, texto ou desenho.

Inúmeras pessoas podem se colocar como testemunhas dos benefícios que o acesso às histórias em quadrinhos durante a infância trazem, tanto no contexto da inserção autônoma no mundo das fábulas quanto para aprender a ler e escrever.

Portanto, as HQ não necessitam que seja feito credenciamento da escola para subir no contexto político mais elevado, ao contrário:

[...] a escola é que se beneficiaria das HQ para desenvolver com mais facilidade a inserção dos alunos nas arenas discursivas. Ocorre que as características da escola não permitem a presença dos quadrinhos senão que pela redução destes aos valores e procedimentos escolares. A literatura padece do mesmo problema. Resta que um dispositivo formador por natureza acaba neutralizado na escola e rejeitado, assim como ocorre com outros recursos (SILVA, 2002, p. 45).

Quando se analisa as histórias em quadrinhos, principalmente nas revistas vendidas em bancas, corre-se o risco de rotular esse material como medíocre, unicamente baseando-se no fato de que a maioria das HQs trazerem super-heróis ou adolescentes poderosos que estão sempre tentando salvar o mundo. Estes são quadrinhos pobres, superficiais, que não trazem reflexão sobre os temas da sociedade.

É importante lembrar que o problema das Histórias em Quadrinhos está no conteúdo e não na sua estrutura, pois de acordo com McCloud (2006, p. 51):

[...] nem sempre a escrita é fundamental em uma história em quadrinhos. Naverdade, o quadrinista trabalha com a linguagem, em que narração e o emprego das imagens falam por si mesmas. Quando lemos um trabalho de um bom quadrinista, mesmo de outra nacionalidade, conseguimos entender a história, já que os desenhos e as sequências gráficas auxiliam no entendimento universal desta arte. Para uma página de quadrinhos ser entendida de maneira simples e clara pelo leitor, é necessário que o artista conheça uma série de elementos como Psicologia (interação humana, valores sociais, linguagem corporal e emocional), Física (leis de gravidade, luz, movimento, cinética) Arquitetura, Design, Moda, Roteiro, Diagramação e Sequência de cenas, Anatomia, Perspectiva, e elementos técnicos como retículas e caracterização de personagens, processo de escaneamento, tratamento de imagem, impressão da página e distribuição do produto finalizado.

Dessa forma, os quadrinhos reúnem todos estes elementos numa única linguagem, porém sofre por parte dos professores certo reducionismo, visto que é quase sempre limitado a prática de leitura como mero passatempo, o que dificulta a sua implementação nas disciplinas curriculares.

## **2.4 O Uso das HQs no Ensino da Física**

No âmbito do ensino da Física, evidencia-se que na prática de sala de aula ainda toma como base um ensino metodológico baseado no método expositivo. Onde o professor expõe os conteúdos em algumas vezes desvinculados da realidade dos alunos.

Nesse contexto, a ênfase principal está na resolução de exercícios padrão, feitos de forma repetida, visando basicamente verificar a competência dos alunos em realizar substituição dos números em fórmulas para que se compreenda de forma mais objetiva os fenômenos.

Nesse tipo de aula, onde o professor foca na memorização de equações e fatos, acaba por não gerar nos alunos interesse, porque a metodologia não possui um significado. Com isso, o que se evidencia é um abismo entre a linguagem utilizada pelos professores, e a compreensão por parte dos alunos.

Nesse contexto, o uso de Histórias em Quadrinhos pode ser uma proposição dentro da disciplina de Física que pode contribuir de forma significativa para gerar um maior entendimento nos alunos dos conteúdos propostos. Assim, as histórias em quadrinhos podem ser vistas como uma fonte acessível, uma ferramenta que pode fazer parte do contexto dos alunos, de forma direta e ao usar nas aulas de Física é

possível uma maior compreensão dos conteúdos. Porém deve-se salientar que a linguagem e a forma proposta pelas histórias em quadrinhos devem ocorrer dentro de uma narrativa dinâmica, com proposta de desafios e atividades cognitivas propostas aos alunos.

Para se entender o uso dos Quadrinhos no âmbito da disciplina, para o desenvolvimento das aulas a partir da ótica do conteúdo proposto, utilizar-se-á os três momentos pedagógicos proposto por Demétrio Delizoicov que consiste em:

1º) A problematização inicial, onde as questões e as situações para a discussão com os alunos são apresentadas. Deve ser pensada além da motivação para que os conteúdos específicos sejam introduzidos, tem como intuito promover uma ligação desses conteúdos com as situações do cotidiano dos alunos aos quais fazem parte de suas respectivas realidades, mas que não conseguem interpretar de forma completa ou correta haja vista não dispor de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29) .

Nesse momento, pode acontecer pelo menos dois sentidos nessa problematização: 1) que constitui as concepções alternativas dos alunos, aquilo de que o aluno já tem noção, fruto de aprendizagens anteriores. 2) um problema a ser solucionado, quando o aluno sentir necessidade de conhecimento que ainda não possui (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29).

Portanto a recomendação é de que os professores, voltem seus olhares para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto visando responder e explicar questões propostas. No momento de escolher as questões deve-se levar em consideração o conteúdo a ser desenvolvido, essas devem se relacionar com o conteúdo abordado (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29).

2º) Organização do conhecimento – nesse momento os saberes da Física são necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial serão estudados de forma sistemática pelos professores. Nesse momento, vai ser preparado e desenvolvido o conteúdo de acordo com o número de aulas, os objetivos propostos, os recursos disponíveis dentro do conteúdo proposto, visando propor atividades que venham a organizar a aprendizagem. Algumas atividades são propostas para desenvolver esse momento: exposição, formulação de questões, textos para discussão, trabalhos extraclasse, etc (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29).

3º) Aplicação do conhecimento – momento de abordar de forma sistemática os conhecimentos que vem sendo incorporados pelo aluno, para analisar e interpretar



tanto as situações iniciais, como outras que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. Assim o que se pretende é que o aluno perceba que o conhecimento, é uma construção histórica e que se encontra acessível para qualquer pessoa, e, portanto, deve ser apreendido, para assim fazer uso dele (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29).

## **2.5 O Uso da História em Quadrinhos enquanto recurso didático**

Atualmente, várias pesquisas têm se debruçado sobre a História em Quadrinhos – HQ, considerando-a por suas peculiaridades discursivas, como importante aliada nas aulas de diversas disciplinas, apesar de ser um recurso didático que padece ainda de formas sutis de preconceito, que ao longo dos anos foram um impeditivo para sua adoção no ensino.

O quadrinho, por ser uma forma de linguagem que, na maioria das vezes, é o aluno que apresenta ao professor, devido ao seu maior contato com essa mídia, acaba proporcionando prazer com a sua leitura. A associação entre desenhos e textos fascina o aluno, que consegue compreender de modo muito mais rápido o que a história procurou transmitir.

O desenvolvimento de atividades com as HQ pode ser feito de maneira a conduzir os alunos no processo de interação com situações concretas onde os mesmos possam ser usados, desenvolvendo os esquemas de uso dos mesmos. O mecanismo para desenvolver tais esquemas é que conduz ao interesse pedagógico, podendo ser transcrito para a escrita e demais linguagens.

De qualquer modo, seja qual for sua origem, o certo é que as HQs, como qualquer outra forma de linguagem, têm o potencial de despertar nos alunos sentimentos, emoções, conhecimento e opiniões. Os HQs, porém, são diferentes de qualquer tipo de meio de comunicação em massa, pois requer uma leitura e um envolvimento pessoal de cada leitor, pois proporciona sentimentos únicos em cada aventura, texto ou desenho.

Grande número de pessoas são testemunhas de benefícios trazidos pelo acesso a histórias em quadrinhos na infância, tanto do ponto de vista da inserção autônoma no mundo da fabulação quanto do aprendizado da leitura e da escrita.

Quando se analisa as histórias em quadrinhos, principalmente as revistas vendidas em bancas, corre-se o risco de rotular esse material como medíocre,

unicamente baseando-se no fato de que a maioria das tirinhas de HQs trazerem super-heróis ou adolescentes poderosos que estão sempre tentando salvar o mundo. Estes são quadrinhos pobres, superficiais, que não trazem reflexão sobre os temas da sociedade.

Dessa forma, o quadrinho reúne todos estes elementos numa única linguagem, porém sofre por parte dos professores certo reducionismo, visto que é quase sempre limitada a prática de leitura como mero passatempo, o que dificulta a seu uso nas disciplinas curriculares.

Os quadrinhos são um meio de comunicação a princípio voltado para a criança. Juntamente com a TV, o cinema, a internet ou a música, a HQ é um meio de comunicação que se identifica com esta faixa etária. No entanto, mesmo com essa característica, segundo Vergueiro (2004, p. 35) os quadrinhos têm se constituído como um instrumento valioso na educação:

[...] por ser capaz de trabalhar em atividades interdisciplinares. Matérias como História, Geografia e Artes podem atuar em torno de um assunto comum usando os quadrinhos, já que esta linguagem tem como meta contar uma história usando imagens, sequências e textos, ou seja, os alunos podem, por exemplo, realizar um trabalho sobre o combate ao tabagismo usando os elementos científicos sobre os danos que o ato de fumar causa no ser humano (questão debatida em aulas de Ciências); a criatividade e fundamentos de desenho na execução de uma revista (atividade exercida em aulas de Artes); e na prática de leitura, já enfatizada pelos PCNs e pela maioria dos educadores.

O intercâmbio entre outras formas de linguagem é outro fator positivo quando se pensa em utilizar os quadrinhos em sala de aula, pois através desse recurso o aluno se vê estimulado a produzir suas próprias histórias e, para isso, terá de conhecer e dominar outros conceitos como desenho, estrutura narrativa, diálogo dentre outros. Nota-se que quando se utiliza os quadrinhos como um instrumento de educação, propicia-se ao aluno a oportunidade de interagir com essa linguagem não como espectador. Produzindo seus próprios quadrinhos, ele passa a projetar histórias que geralmente dizem respeito a sua própria vida e do mundo em que estão inseridos.

Por isso, segundo Santos (2002, p. 57):

Quando o aluno é incentivado a publicar o trabalho em um fanzine ou site, ele percebe que aquele simples papel, desenhado e escrito por ele ganha outra dimensão. Passa a ser um elemento de leitura e apreciação de outras pessoas. Deixa de ser um simples rascunho de carteira ou caderno. Torna-se um objeto de comunicação e arte.

Nesse contexto, toda a proposta de ensino da Física a partir do uso da história em quadrinhos oportuniza uma contextualização dos conhecimentos de forma a gerar um maior aprendizado dentro da referida disciplina.

Toda a proposta didática se refere a estudar e entender as questões envolvendo a Termodinâmica e como os seus respectivos saberes podem ser aprendidos dentro do âmbito da Física usando as HQs, elaboradas a partir de experimentos ou mesmo de simuladores.

Nesse contexto, os respectivos simuladores, permitem que se façam simulações de situações experimentais, oportunizando um maior aprendizado dentro da respectiva disciplina. Dessa forma o uso do mesmo na disciplina de Física se constitui em grande vantagem, por apresentam uma maior interatividade e participação efetiva dos alunos, que podem trabalhar com experimentos com muitas variáveis.

Dessa forma o uso de simuladores dentro da respectiva disciplina oportuniza um aprendizado dos conteúdos permitindo que os alunos alterem com grande facilidade e agilidade dos parâmetros físicos para os aspectos envolvidos na simulação.

O que oportuniza aos alunos se tornarem ativos no processo ensino aprendizagem tornando a aprendizagem mais significativa, oportunizando que os mesmos construam e explorem, as máquinas, estabelecendo dessa forma um diálogo com os conhecimentos abordados na disciplina.

## **UNIDADE DIDÁTICA**

### **3.1 Proposta didática**

O objetivo do trabalho é transformar os conhecimentos prévios dos alunos sobre termodinâmica, numa forma de aprendizagem significativa e que tenha sentido para a formação humana dos mesmos. Portanto, as atividades foram organizadas para que os referidos conhecimentos sejam aprendidos e que as habilidades sejam desenvolvidas de acordo com o ensino da Física de forma integral, oportunizando ao aluno entender que os saberes nunca são finitos e devem ser transformados continuamente.

A referida proposta, foi desenvolvida para que o trabalho seja feito em pequenos grupos. Na perspectiva de Perpétuo e Gonçalves (2005), a dinâmica de grupo se constitui num instrumento valioso dentro do âmbito educacional, para trabalhar o ensino-aprendizagem quando se tem como objetivo valorizar tanto os aspectos teóricos quanto práticos levando em consideração todos os envolvidos enquanto sujeitos. Dessa forma quando a aprendizagem é coletiva, os alunos promovem a construção do saber em conjunto, estimulando mais a capacidade criativa, produtiva e as relações interpessoais.

### **3.2 Objetivos propostos**

- Abordar a energia interna enquanto propriedade dos sistemas termodinâmicos.
- Especificar as características da primeira lei da termodinâmica.
- Identificar as características das máquinas térmicas e seus respectivos funcionamentos.
- Explicar os tipos de transformações gasosas.
- Possibilitar uma prática dos alunos dentro da aula, oportunizando aliar os conhecimentos teóricos aos práticos nos conteúdos de Física, a partir do lúdico usando as HQs.

### 3.3 Papel do professor

O professor será aquele que conduzirá as atividades como um mediador de forma ativa e participativa, encaminhando o conteúdo de forma estruturada, organizada e compreensível para gerar nos alunos o máximo de entendimento. Devendo auxiliar sempre quando necessário, facilitando a compreensão do conteúdo e instigando o debate entre os alunos sobre a importância do processo de aprendizagem e o seu relacionamento com as diretrizes do ensino de Física.

### 3.4 Organização e desenvolvimento da unidade didática

A carga horária destinada ao desenvolvimento da sequência, será de 08 aulas de 50 minutos cada, sendo três aulas extraclasse.

#### **PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DE ENSINO IMPLEMENTADA – MNPEF**

#### **TURMA: 2º ANO ENSINO MÉDIO**

##### **MÓDULO 01**

AULA 1 – Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre Termodinâmica, por meio de um questionário realizado na plataforma *google forms*; leitura e discussão de textos no formato de histórias em quadrinhos sobre funcionamento de máquinas térmicas.

AULA 2 – Extraclasse – Vídeos pra recapitular conteúdo (Energia interna, Primeira Lei da Termodinâmica e Máquinas Térmicas)

##### **MÓDULO 02**

AULA 3 – Máquinas Térmicas

AULA 4 – Lista de exercícios e ferramentas para elaborar as HQs

##### **MÓDULO 03**

AULA 5 e 6 – Extraclasse – Confecção das HQs

##### **MÓDULO 04**

AULA 7 – Apresentação das HQs e Auto avaliação

MÓDULO 01	Aula 01 - Aplicação do questionário (Anexo 01); - Entrega das histórias em quadrinhos (Anexo 02);
-----------	---

	<p style="text-align: right;">27</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anotar as repostas para usar no último módulo;</li> <li>- Vídeo: Física: Que gelo! - Como funciona a geladeira?  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=kp_vVuBtc-U">https://www.youtube.com/watch?v=kp_vVuBtc-U</a></li> <li>- Explicar as transformações gasosas utilizando o simulador (Figura6)</li> </ul> <p>Para Casa:</p> <p>Aula 02</p> <p>Assistir os vídeos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vídeo para recapitular sobre transformações gasosas:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8IYLWBp2Bbo">https://www.youtube.com/watch?v=8IYLWBp2Bbo</a></li> </ul> <p>Sobre energia interna:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XCOqHmwi-ls">https://www.youtube.com/watch?v=XCOqHmwi-ls</a></p> <p>Sobre Primeira lei da Termodinâmica:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=lQt-vB5Jdzs">https://www.youtube.com/watch?v=lQt-vB5Jdzs</a></p> <p>Máquinas Térmicas:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=q3ZBwqtOt2c">https://www.youtube.com/watch?v=q3ZBwqtOt2c</a></p>
MÓDULO 02	<p>Aula 03</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimento sobre Transformação adiabática (Anexo 3)</li> <li>- Leitura do texto: Saiba como funciona uma lata de <i>spray</i> e aerossol.(Anexo 4)</li> <li>- Introdução as máquinas térmicas</li> <li>- Eficiência e rendimento de máquinas térmicas</li> </ul> <p>Aula 04</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de exercícios sobre máquinas térmicas (anexo 5)</li> <li>- Apresentação das ferramentas para elaborar as histórias em quadrinhos;</li> <li>- Grupo de <i>WhatsApp</i> para auxílio remoto;</li> <li>- Separar grupos para a confecção dos gibis</li> </ul>
MÓDULO 03	<p>Aula 05 e 06 (Extraclasse)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Confecção das histórias em quadrinhos em grupos;</li> <li>- Gravar as HQs em CD/DVD, visando a inclusão áudio visual</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interação pelo grupo de <i>WhatsApp</i> para sanar dúvidas e trocas de experiências;</li> </ul>

MODULO 04	Aula 07 - Correção dos exercícios da aula 04. Entregar as histórias em quadrinhos do primeiro encontro e eixaros alunos se auto avaliarem;
-----------	---

## MÓDULO 01

No primeiro momento o professor iniciará a aula aplicando um questionário nas turmas do 2º ano do ensino médio, com relação ao conhecimento dos mesmos sobre o uso das Histórias em Quadrinhos dentro das disciplinas a fim de promover uma aprendizagem mais eficiente (Anexo 1). Os alunos após pegar o questionário irão responder as questões propostas, mas antes o professor irá explicar os objetivos da aplicação do mesmo. O questionário é composto por 06 perguntas:

Você considera os conteúdos de Física difíceis? Os conceitos de Termodinâmica são trabalhados de forma concreta na sala de aula? Você sabe como funciona um motor de geladeira e ar condicionado? Você acha que existe uma relação entre o funcionamento do motor e a disciplina de Física? Acredita que as HQs podem ajudar na compreensão do estudo de Física: Justifique. Os professores de Física utilizam as HQs na sala de aula? Você gostaria que fosse trabalhado dentro da disciplina de Física para ensinar os conteúdos as HQs?

No próximo momento, o professor inicia este momento entregando aos alunas 3 tirinhas de HQs (Anexo 2) e deixar um tempo para eles observarem a mesma e depois perguntar o que eles entenderam e anotar as respostas numa planilha (Anexo 2) para usar em no último módulo.

Para um melhor entendimento do assunto, será proposto aos alunos o vídeo:

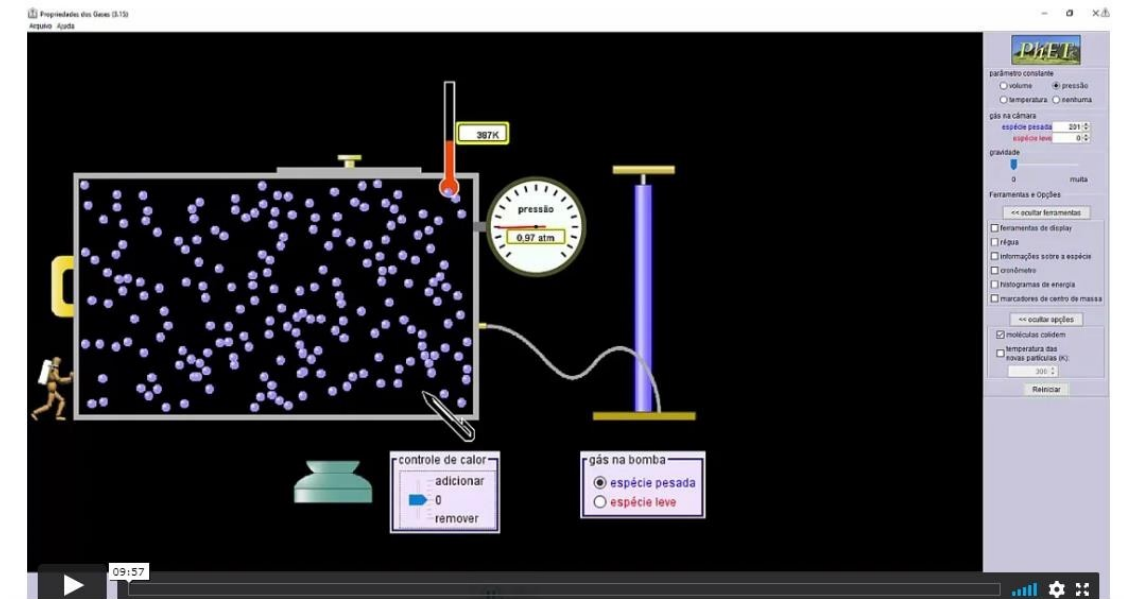
Física: Que gelo! - Como funciona a geladeira?, disponível em:

[https://www.youtube.com/watch?v=kp\\_vVuBtc-U](https://www.youtube.com/watch?v=kp_vVuBtc-U)

Em seguida explica as transformações gasosas utilizando o simulador (Figura 6 e 7).

Antes de iniciar propriamente dito o estudo dos conteúdos, se torna relevante explicar os simuladores que serão utilizados no decorrer da explicação do conhecimento a ser abordado.

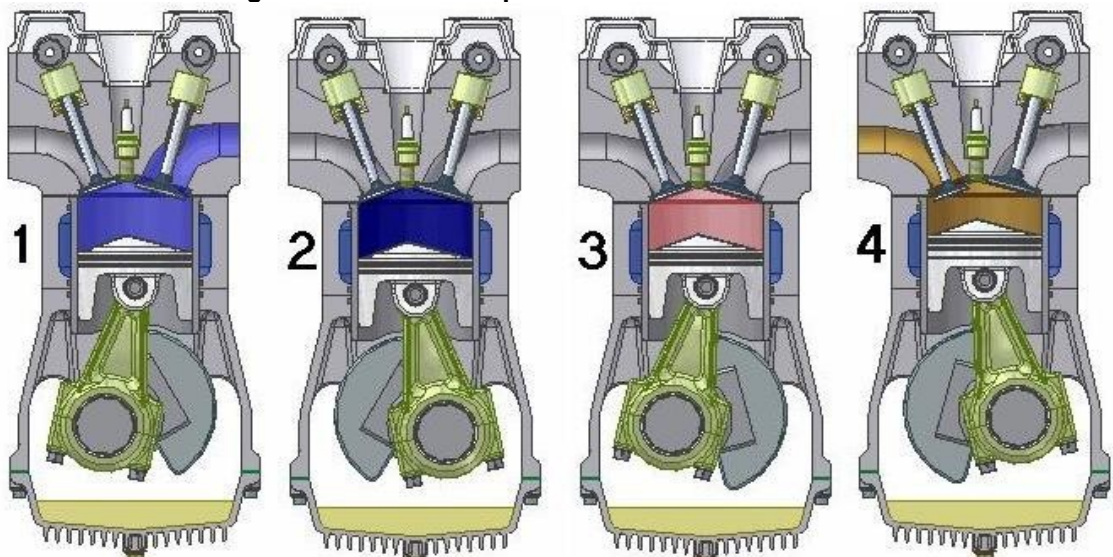
**Figura 10 - Transformações Gasosas com um Simulador Interativo**



Fonte: Vicente (2020)

O simulador demonstra que ao colocar uma quantidade de gás e esperar uma estabilização tem-se uma pressão, uma temperatura e um volume definido, que é caracterizado pelo tamanho. Assim se pode estudar as transformações particulares: isobárica (pressão constante), isotérmica (temperatura constante), isocórica (volume constante).

**Figura 11 - Motor - Etapas de Funcionamento**



Fonte: Schulz (2009)



A primeira etapa é *admissão*, a válvula de admissão, oportuniza a entrada na câmara de combustão, de uma mistura de ar e combustível enquanto o pistão se move de forma a aumentar o espaço no interior da câmara.

A segunda etapa é a *compressão*. O pistão se move de forma a comprimir a mistura, fazendo seu volume diminuir, sendo que acontece uma compressão adiabática e posteriormente a máquina térmica recebe calor numa transformação isocórica

A terceira etapa denomina-se *explosão*. Ocorrida no final da compressão onde um dispositivo elétrico faz com que ocorra uma centelha que gera a explosão da mistura ocasionando sua expansão

Após isto ocorre então o quarto tempo quando a válvula de saída abre e permite a *exaustão* do gás queimado na explosão. A expansão adiabática leva a máquina ao próximo estado, onde ela perde calor e retorna ao seu estado inicial, onde o ciclo se reinicia.

## **AULA 02**

Assistir os vídeos em casa para recapitular os conteúdos, transformações gasosas, energia interna, primeira lei da termodinâmica e máquinas térmicas.

**Energia interna:** adição de energias cinéticas e potencial que se inter-relacionam com os movimentos dos átomos e moléculas que fazem parte do corpo. A energia interna se constitui diretamente proporcional a temperatura do corpo. Trata-se de uma grandeza escalas medida em Joules (SI) e determinada em função de variáveis como **pressão** (P), **volume** (V) e **temperatura** termodinâmica (T) de um sistema que é medida sempre em Kelvin (K).

Quanto maior for a temperatura de um corpo, maior será a sua energia interna, portanto, maior será a sua capacidade de realizar algum trabalho. Além disso, a energia interna de gases monoatômicos, por exemplo, é dada exclusivamente pela soma da energia cinética. De cada átomo do gás. Quando lidamos com gases moleculares, como os gases diatômicos, devem-se levar em conta as interações moleculares e, por isso, a energia interna é determinada pela soma da energia cinética das moléculas com a energia potencial existente entre elas.

**Interna de gases monoatômicos ideais:** Como não existe interação entre os átomos de um gás monoatômico ideal, sua energia interna depende exclusivamente de duas variáveis: o número de mols (n) e a temperatura do gás (T).

$$U = \frac{3nRT}{2} \quad (2)$$

U – Energia Interna n- número de mol  
 R- Constante Universal dos Gases Perfeitos  
 T - Temperatura

Na equação acima, **R** tem módulo de 0,082 atm.L/mol.K ou 8,31 J/mol.K (SI). Pode-se escrever a equação acima em detrimento de outras grandezas, como a pressão e o volume. Para tanto, precisamos recordar a Equação, usada para os gases ideais.

$$PV = nRT \quad (3)$$

P- Pressão gerada  
 V- Volume ocupado

Substituindo a equação acima na anterior, teremos a seguinte expressão para o cálculo da energia interna:

$$U = \frac{3PV}{2} \quad (4)$$

Considerando as equações acima, é relevante fazer uma relação entre a energia cinética dos átomos de um gás monoatômico ideal e a sua temperatura. Portanto afirma-se que a energia cinética desse tipo de gás é **puramente cinética**. Observe:

$$\frac{mv}{2} = \frac{3nRT}{2} \quad (5)$$

$$T = \frac{mv}{3nR} \rightarrow m = n.M \quad (6)$$

$$T = \frac{Mv}{3R} \quad (7)$$

m – Massa  
 M – Massa molar

Inúmeras situações, verifica-se como calcular a variação da energia interna ( $\Delta U$ ) de um gás, haja vista ser essa uma grandeza que faz uma indicação se o gás

recebeu ou cedeu energia. No caso, de haver uma variação da energia interna do gás tenha sido positiva ( $\Delta U > 0$ ), o gás terá recebido energia; caso contrário ( $\Delta U < 0$ ), o gás terá cedido parte de sua energia.

$$U = \frac{3nRT}{2} \quad (8)$$

Atente-se para a variação da energia interna em consonância com a variação de volume do gás.

**Energia interna para gases diatômicos:** Para os referidos gases ideais, a energia interna é estruturada a partir de uma equação um pouco diferente.

$$U = \frac{5nRT}{2} \quad (9)$$

**Energia interna em transformações e ciclos termodinâmicos:** De acordo com a 1ª Lei da Termodinâmica, a energia interna de um gás ideal pode sofrer variações em determinadas transformações termodinâmicas, dependendo da quantidade de calor trocada entre as vizinhanças e o sistema, bem como do trabalho realizado por ou sobre o sistema.

$$\Delta U = Q - T \quad (10)$$

Q – Calor

T – Trabalho

Em seguida, vamos conferir a forma que essa lei assume para algumas transformações termodinâmicas particulares. Na transformação isotérmica, não há mudança de temperatura e, por isso, a energia interna permanece constante.

$$0 = Q - T \rightarrow Q = T \quad (11)$$

Nesse caso, toda a quantidade de calor que é trocada com o sistema é transformada em trabalho e vice-versa. Na transformação isovolumétrica, não é possível haver realização de trabalho, uma vez que o sistema encontra-se confinado em um recipiente rígido. Nesse caso, toda a quantidade de calor que é trocada com o sistema varia diretamente sua energia interna.

$$\Delta U = Q \quad (12)$$

Já transformação isobárica o sistema está submetido a uma pressão constante, logo, o trabalho por ele ou sobre ele realizado pode ser calculado analiticamente.

$$\Delta U = Q - P\Delta V \quad (13)$$

Nas transformações adiabáticas, não ocorrem trocas de calor entre o sistema e a sua vizinhança, portanto, a variação da energia interna depende exclusivamente do trabalho realizado por ou sobre o sistema.

$$\Delta U = -T \quad (14)$$

Em todo processo cíclico, o estado termodinâmico de um sistema, representado por suas variáveis pressão, volume e temperatura (P, V, T), é transformado, mas acaba retornando ao estado original (P,V,T), portanto, a variação de energia interna nesse tipo de processo é sempre nula ( $\Delta U = 0$ ).

Após a explanação dos conteúdos, usando slides o professor proporá aos alunos para melhor compreender o assunto, pode-se propor para os alunos que assistam o vídeo no link: <https://www.youtube.com/watch?v=XCOqHmwi-Is>, que contribuirá de forma significativa para melhor entendimento dos exercícios que podem ser aplicados, visando fixar o assunto.

### **Vídeo para recapitular sobre Primeira Lei da Termodinâmica**

O professor inicia esse momento explicando que chamamos de 1ª Lei da Termodinâmica o princípio *da conservação de energia* aplicada à Termodinâmica, o que torna possível prever o comportamento de um sistema gasoso ao sofrer uma transformação termodinâmica. Analisando o princípio da conservação de energia ao contexto da Termodinâmica: um sistema não pode criar ou consumir energia, mas apenas armazená-la ou transferi-la ao meio onde se encontra, como trabalho, ou ambas as situações simultaneamente, então, ao receber uma quantidade **Q** de calor, esta poderá realizar um trabalho e aumentar a energia interna do sistema  **$\Delta U$** , ou seja, expressando matematicamente (SÓFISICA, 2020).

Para se compreender melhor o assunto, pode-se propor para os alunos que assistam o vídeo no link: <https://www.youtube.com/watch?v=lQt-vB5Jdzs>, que contribuirá de forma significativa para melhor entendimento do conteúdo.

## **MODULO 02:**

### **AULA 03**

A aula inicia com o experimento sobre as transformações adiabáticas (Anexo3). Mas antes o professor irá explicar o assunto, utilizando a aula expositiva dialogada, como o principal ponto dessa estratégia é incentivar o diálogo entre os alunos e o professor, gerando um debate saudável e construtivo em sala de aula. Assim, o professor deverá explicar os tipos de transformações gasosas que são relevantes para entender o comportamento dos gases em diversas situações do dia a dia. No estudo da Termodinâmica, existem transformações gasosas especiais focando nas transformações adiabáticas.

**Transformações adiabáticas:** são as que ocorrem onde não existe a transferência de calor e seu recipiente ou com o meio externo, ocorridas quando acontece os gases são armazenados em locais com isolamento térmico (como paredes de isopor) ou quando sofrem expansões ou contrações muito rápidas, de maneira que não ocorra tempo suficiente para que a substância gaseosa troque calor com o meio.

Exemplificando a transformação adiabática, mostrando um desodorante *spray*, onde o gás está sob pressão dentro do recipiente e sofre uma expansão com queda de temperatura. Outro exemplo é a bomba de encher pneu de bicicleta ou seringa, é interessante levar para a aula, você tampa a saída de ar e comprime rapidamente, nesse caso compressão adiabática e a temperatura aumenta.

Como tarefa de casa os alunos devem assistir o vídeo sobre as transformações gasosas: <https://www.youtube.com/watch?v=8IYLWBp2Bbo>. O referido vídeo contribuirá para fixar o assunto. Em seguida se proporá exercícios a serem realizados pelos alunos, também com o intuito de fixar os conteúdos repassados.

Em seguida fará a leitura do texto: Saiba como funciona uma lata de *spray* e aerossol (Anexo 5). Dando continuidade à aula se abordará sobre as máquinas térmicas, evidenciando a eficiência e o rendimento das mesmas.

Esse momento da aula será destinado a trabalhar sobre as máquinas térmicas. São máquinas capazes de converter calor em trabalho. Elas funcionam em ciclos e utilizam duas fontes de temperaturas diferentes, uma fonte quente, que é de onde recebem calor e uma fonte fria, que é para onde o calor que foi rejeitado é direcionado.

As mesmas não transformam todo o calor em trabalho, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

Depois de explanar sobre os conteúdos, o professor sugere que os alunos vejam um vídeo sobre o assunto a fim de fixar o mesmo no link: <https://www.youtube.com/watch?v=q3ZBwqtOt2c>; que contribuirá de forma significativa para melhor entendimento do conteúdo abordado.

A fim de trabalhar sobre as máquinas térmicas o professor pode usar simulador. Esse simulador que se constitui em experimentos que visa facilitar a visualização de determinados fenômenos físicos, o que constitui uma importância e eficiência, chamando a atenção dos alunos e evidenciando o quanto a disciplina é muito mais do que simplesmente cálculos matemáticos. Também é possível para facilitar o entendimento usar os laboratórios de informática e oportunizar que os alunos compreendam os respectivos fenômenos usando para isso os simuladores, que irão permitir que se façam simulações de situações experimentais.

As transformações podem ser reversíveis atuando e efetuando em ambos os sentidos, de maneira que ao voltar o sistema seja reformado ao estágio inicial, seguindo pelos estados intermediários já vistos, sem haver variações definitivas junto aos corpos que os cercam. A irreversível no caso inverso só se efetua enquanto etapa de um processo considerado mais complexo e que envolve interação com outros corpos.

Durante o processo de transformação, um gás que não se encontra em equilíbrio, as relações citadas não se aplicam. Porém, se for realizada de maneira lenta ocorrerá uma uniformização de pressão e temperatura no sistema e no meio exterior, assim se torna válida as relações entre pressão, volume e temperatura, denominada quase-estática ou reversível. Uma vez que o referido processo pode ser invertido e o gás poderá voltar ao estágio do início, passando por todos os estágios sem sofrer mudanças do meio externo (CURADO, 2020). As máquinas térmicas se constituem em máquinas que são capazes de fazer a conversão do calor em trabalho. Tem seu funcionamento interligado a ciclos que usam duas fontes de temperaturas diferentes, sendo uma fonte de origem quente onde o calor é recebido e uma fonte fria onde o calor é rejeitado e, portanto, direcionado. No que diz respeito a máquinas térmicas é relevante entender que as mesmas transformam todo o calor em trabalho, sendo que o rendimento de uma máquina térmica se mostrando inferior ao total (CURADO, 2020).

Nesse contexto, as referidas máquinas térmicas têm o intuito de absorver o calor e liberam trabalho, contrário do que os refrigeradores realizam. Na perspectiva da primeira lei da termodinâmica, as máquinas necessitam receber determinada quantidade de calor para seu funcionamento (CURADO, 2020).

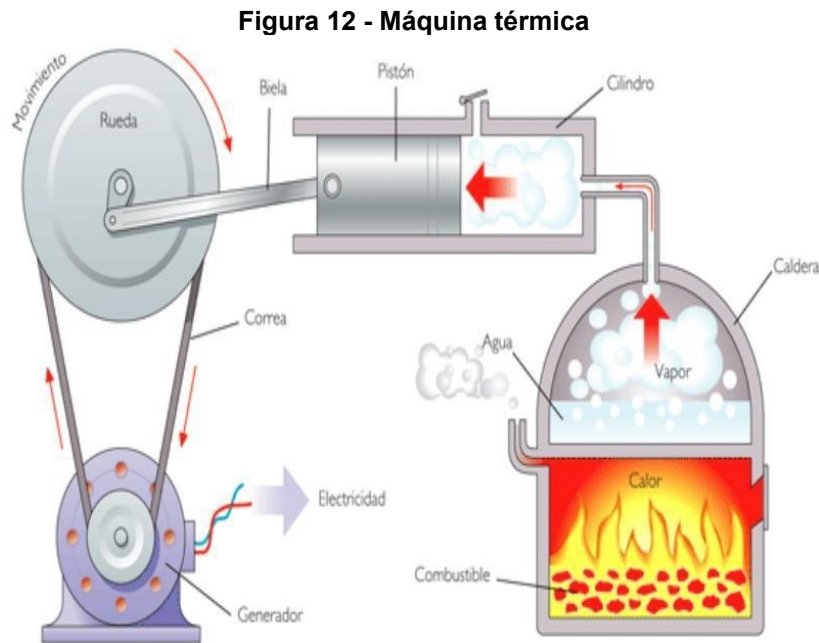
Enquanto mecanismo que converte energia térmica em energia mecânica, sendo usadas especialmente como meios para transporte e nas indústrias. O primeiro meio que usava esse mesmo princípio para funcionar foi a máquina de Herón, no século I d.C. No ano de 98, Savery criou a primeira com uso prático, que era utilizado para retirar água das minas. Depois no ano de 1712, a máquina foi melhorada por Thomas Newcomen passando a ser usada para elevação das cargas. (CURADO, 2020).

Porém, as referidas máquinas se destacaram de fato no século 18, quando James Watt em 1763, realizou a criação de uma máquina que apresentava uma maior eficiência das que se apresentavam até então. Passando a ser usadas na indústria em larga escala, se apresentando como uma grande contribuição para a Revolução Industrial. Portanto, só no ano de 1804 que as referidas máquinas a vapor começaram a ser usadas para locomoção, destacando a locomotiva a vapor, construída com capacidade para transportar 450 pessoas, em seguida foram construídos carros, em 1885. As máquinas térmicas tiveram uma grande relevância para o desenvolvimento das tecnologias no mundo, desde a revolução industrial. Nesse cenário fica difícil imaginar a sociedade sem os referidos inventos que tornaram o cotidiano das pessoas mais fácil e levaram uma melhora na qualidade de vida (CURADO, 2020).

As máquinas térmicas surgiram antes que fossem criados os princípios teóricos que iriam nortear seus funcionamentos. Analisando as mesmas, Carnot apontou que existe uma diferenciação de temperatura considerada essencial para uma máquina térmica no que diz respeito ao nível d'água em detrimento de uma máquina hidráulica (CURADO, 2020).

Estruturou-se que uma máquina térmica converta calor em trabalho de forma contínua, deve operar em ciclo entre duas fontes térmicas, uma quente e outra fria: a máquina retira calor da fonte quente (QT) converte-o parcialmente em trabalho ( $\dot{w}$ ) e rejeita o restante ( $\dot{q}_y$ ) para a fonte fria. Uma máquina térmica bem conhecida é a locomotiva a vapor, nela a fonte quente é a caldeira (fornalha) e a fonte fria é o ar atmosférico. O calor retirado da caldeira é parcialmente transformado no trabalho motor que aciona a máquina e a diferença é rejeitada para a atmosfera. Observe, para

que a máquina funcione, deve existir sempre um sistema (geralmente gasoso) realizando ciclos continuamente, esse sistema constitui a substância trabalhante da máquina. No caso da locomotiva a vapor, a substância trabalhante é o vapor d'água, conforme figura 12, onde isso fica evidente (FISICO DHC, 2020).



Fonte: Silva (2014)

#### AULA 04

Passar para a turma uma lista de exercícios sobre as máquinas térmicas (anexo 5). Apresentação das ferramentas para elaborar as histórias em quadrinhos como segue.

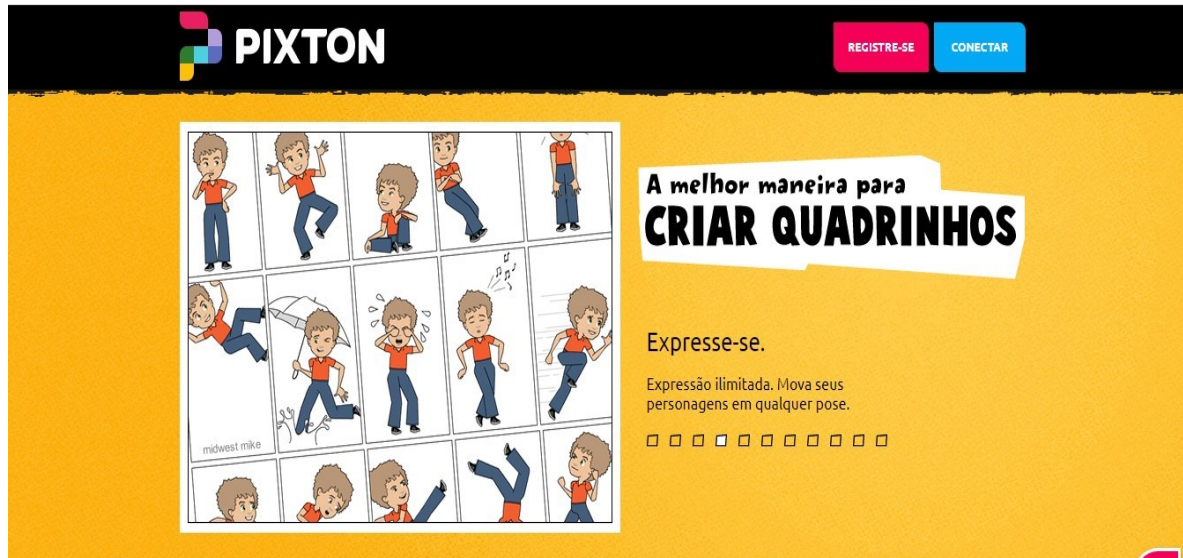
Após trabalhar os conteúdos com os alunos na sala de aula, dando uma explicação geral sobre o assunto. Será proposto que os alunos construam suas HQs, dentro do assunto abordado. Para tanto será feita uma explanação aos alunos, sobre as ferramentas para confecção de tirinhas de HQs. Para isso pode-se montar um *slide* que pode ser compartilhado com os alunos no módulo *online* usando o *Google Meet*, ou mesmo disponibilizado no *Google* sala de aula. Nesse slide será abordado algumas das ferramentas que podem ser usadas por eles para construir suas tirinhas de HQs dentro do conteúdo proposto que são ferramentas *online*s e gratuitas: *Create Your Own Comic*, *Comic Máster*, *comic creator*, *ToonDoo*, *bitstrips* *Pikikids*, *creaza*, *stripcreator*, *ComicBrush*, *Pixton*.

A fim de usar o *Pixton* para a criação das histórias em quadrinhos os alunos



devem entrar no site da mesma através do link: [www.pixton.com](http://www.pixton.com) . O mesmo não precisa baixar, basta apenas se cadastrar no sistema.

Após entrar no *link* os alunos devem se registrar no site:



Após o registro no site os alunos passam para o momento da criação, onde vão escolher o formato, no caso quadrinho.



Ao clicar em quadrinho aparece para criar um quadrinho, pode clicar em iniciante.

Idioma: Português (BR)

## CRIE UM QUADRINHO

**Iniciante**

Escolha a configuração e personagens, tipo de texto.

[SELECIONAR...](#)

**Avançada**

Criar cada painel com controle máximo.

[SELECIONAR](#)

Follow Pixton: [f](#) [m](#) [in](#) [t](#) [p](#) [v](#)

© 2020 Pixton Comics Inc. Todos os direitos reservados. A marca comercial Pixton é de propriedade da Pixton Comics Inc. Reg. USPTO & CIPO. Site traduzido por Andreas Niedeke

[AJUDA](#)

Neste momento, surgirá uma tela aparecendo o local, os alunos podem escolher o local que quiserem.

## ESCOLHER UM LOCAL

Palavras-chave  [BUSCAR](#)

40s / 50s America

A década de 1920

Africa

Age of Discovery

Airport

Antigo testamento

Asia

Bakery

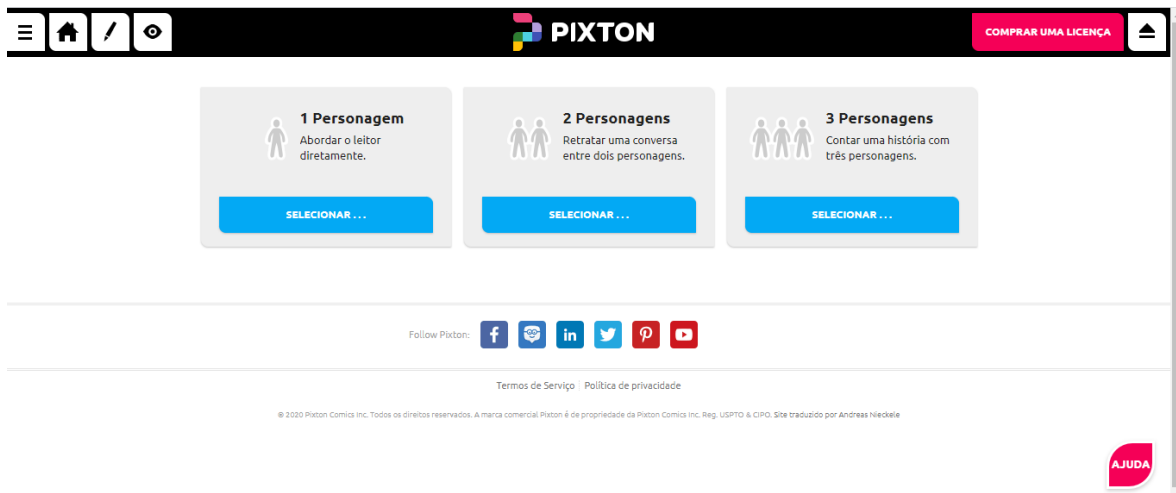
Bar / Café

Beach

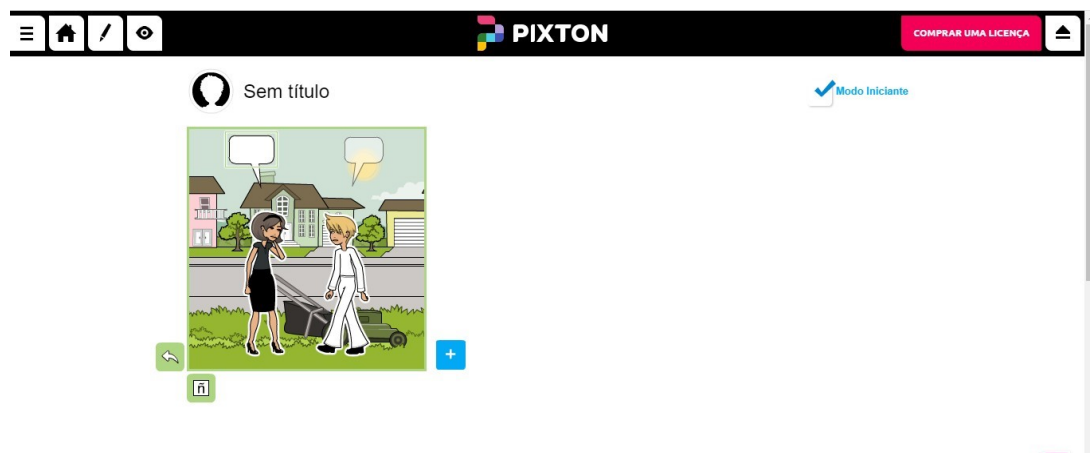
© 2020 Pixton Comics Inc. Todos os direitos reservados. A marca comercial Pixton é de propriedade da Pixton Comics Inc. Reg. USPTO & CIPO. Site traduzido por Andreas Niedeke

[AJUDA](#)

Em seguida vai aparecer para escolher o personagem. Após clicar vai para a página seguinte que aparece a cena já escolhida.



Depois aparecerá a cena com os personagens, só clicar nos balões e escrever. E então salvar.



Criação de grupos de *Whats App* para auxílio remoto. Separação dos grupos para a confecção das HQs.

### **MÓDULO 03**

#### **AULA 05 e 06 – EXTRACLASSE**

Após apresentar aos alunos as ferramentas para confecção de tirinhas de HQs, será dada a liberdade para que escolham a ferramenta que melhor se adapte para elaborar os gibis. Pode ser orientado aos alunos que a confecção seja em pequenos grupos e que os mesmos podem ir confeccionando usando o compartilhamento permitido dentro da plataforma do Google sala de aula, onde cada membro do grupo pode ir fazendo os ajustes e já fica salvo, permitindo que todos visualizem. Os grupos de alunos serão formados de no máximo 04 componentes. A

carga horária prevista para esse momento de confecção das HQS pelos alunos será de aproximadamente 4 aulas, nessas aulas os alunos produzirão seus trabalhos, sob a supervisão do professor para que sempre se atenham ao assunto em questão. Após a confecção das histórias pelos grupos os alunos irão gravar os mesmos em CD/DVD visando a inclusão áudio visual.

Interação pelo grupo de *Whats App* para sanar dúvidas e trocas de experiências.

## **MÓDULO 04**

### **AULA 07**

Nessa aula se fará a correção dos exercícios da aula 04. Em seguida entregar as histórias em quadrinhos do primeiro módulo e deixar os alunos se autoavaliarem.

### **3.5 Avaliação**

A avaliação constitui-se num instrumento para aprimorar a qualidade do ensino, com vistas a fazer com que os alunos sejam bem-sucedidos. Portanto para a escolha da forma de avaliar, é determinante para que se objetive a formação do aluno um indivíduo ativo e autônomo ou em um indivíduo submisso e passivo.

Nesse tipo de trabalho a avaliação deve ser contínua e cumulativa durante todo processo de ensino. Assim o desempenho e a participação dos alunos no transcorrer do desenvolvimento das atividades se constituem em uma das principais formas de avaliar. A fim de que se tenha um resultado positivo para a sequência didática proposta, espera-se que o professor consiga:

- Organizar o conteúdo de forma clara, objetiva e organizada;
- Oportunizar a compreensão dos conceitos de transformações gasosas e seus tipos;
- Compreender e analisar os conhecimentos prévios dos alunos;
- Contextualizar o conteúdo possibilitando uma aprendizagem mais significativa aos alunos.

Dessa forma a avaliação será através dos seguintes instrumentos: questionários e HQs confeccionados pelos alunos.

Finalmente recomenda-se oportunizar aos alunos que realizarem uma

autoavaliação que servirá para a reflexão sobre seu desempenho e evolução durante todo o processo de aprendizagem. A auto-avaliação constitui-se num instrumento onde os alunos analisam as atividades executadas a partir do seu ponto de vista.

A proposta da autoavaliação, tem como foco ser elaborada pelo professor dentro dos objetivos propostos. A escolha dela oportunizará que os alunos reflitam sobre o processo de construção das Histórias em Quadrinhos dentro do conteúdo proposto, e poderão entender como se deu o aprendizado do mesmo, analisando os pontos fortes e fracos, assim como suas dificuldades e o que pode ser proposto para melhorar esse processo.

As perguntas da autoavaliação serão específicas do assunto em questão, estimulando os alunos a refletirem sobre o percurso de elaboração da HQs assim como do aprendizado dos conteúdos aos quais os Quadrinhos tratam. Após a aplicação da autoavaliação é preciso que o professor dê um retorno aos alunos sobre as mesmas, e isso pode ser feito por meio de um feedback geral da autoavaliação para a turma, sem citar nomes, e apenas a partir das reflexões propor soluções para os problemas, deixar os alunos falarem se torna essencial, para que eles se sintam importante na execução da atividade, se sintam parte do processo. Essa autoavaliação pode ser enviada via *WhatsApp* de forma individual em que os mesmos respondam e possam reenviar ao professor. No momento de explicar os procedimentos aos alunos o professor pode fazer *online*, usando o *Google Meet*.

Após o uso da autoavaliação e do retorno dado pelos alunos, e do professor dialogado com os mesmos dentro da plataforma do *Google Meet*, pode-se aplicar novamente o questionário inicial, e depois fazer uma tabela comparativa entre as respostas do primeiro e do segundo, especificando o que mudou e porque, quais os aprendizados ocorridos a partir da prática que levaram a mudança. Nesse processo de diálogo e reflexão se torna essencial os alunos exporem seus pensamentos e os conhecimentos adquiridos do assunto para o professor e a turma.

O processo de avaliação se torna essencial, e precisa ser feito para que se verifique se os objetivos propostos foram atingidos. Nesse contexto, a aplicação da mesma pode ser via relatório onde os alunos vão relatar todo o processo tanto de criação da HQs, quanto os conhecimentos adquiridos através da mesma sobre o assunto. Esse relatório será enviado ao professor para avaliação.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Física Ensino Médio**. v. 2. Scipione, 2009.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. PCN+ - Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002. Disponível em [http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf). Acesso em out. 2020.
- BUENO, L. **Transformações da Termodinâmica**. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/3141959/>. Acesso em out. de 2020.
- CARVALHO, Á. P. *et al.* **Algumas dificuldades de aprendizagem de física em turmas do terceiro ano do ensino médio**. Universidade Federal do Piauí, 2012.
- CURADO, A. **Ciclo de Carnot – o que é, história, etapas, utilidade e Máquina de Carnot**. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/ciclo-de-carnot-maquina-de-carnot/>. Acesso em ago. de 2020.
- DANTAS, M. Aspectos ambientais dos sistemas agroflorestais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ECOSSISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2010, Porto Velho. **Anais** [...]. Porto Velho: Embrapa/CNPQ, 2010.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990<sup>a</sup>.
- FISICOS DO DHC. **Máquinas térmicas**. Disponível em: <https://fisicosdodhc.webnode.com/maquinas-termicas/>. Acesso em ago. de 2020.
- LABORATÓRIO DE TERMODINÂMICA. *In*: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>. Acesso em out. de 2020.
- LIMA, F. D. A. **As disciplinas de física na concepção dos alunos do ensino médio na rede pública de Fortaleza/CE**, 2011. Disponível em: [www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc\\_download/113-](http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_download/113-). Acesso nov. de 2020.
- McCLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**. São Paulo: Makron Books, 2005.
- MCCLOUD, S. **Reinventando os quadrinhos: Como a imaginação e a tecnologia vêm revolucionando essa forma de arte**. São Paulo, M. Books, 2006
- MENEZES, L. C. A matéria – Uma Aventura do Espírito: Fundamentos e Fronteiras do Conhecimento Físico. *In*: **Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica**. Departamento de Educação Básica. Curitiba, 2010, p. 37.
- MOREIRA, A. F.; COUTO, F. P. **A Termodinâmica do Motor de Combustão Interna Implicações sociais do uso dessa**. CEFET-MG, 2019. Disponível em: <http://www.cac.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/30/2019/10/main.pdf>. Acesso jul. 2020.

PERPÉTUO, S. C.; GONÇALVEZ, A. M. **Dinâmicas de grupos na formação de lideranças**. Rio de Janeiro: DP&A, 2005.

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

SANTOS, R. **Para reler os quadrinhos Disney: linguagem, evolução e análise de HQs**. São Paulo: Paulinas, 2002.

SILVA, N. **Fantasia e cotidiano nas histórias em quadrinhos**. São Paulo: Annablume, 2002.

SILVA, D. C. M. **"Máquinas de Carnot"**; Brasil Escola. 2009. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/maquinas-carnot.htm>. Acesso em fev. de 2021.

SCHULZ, D. **Máquinas térmicas à combustão interna de Otto e de Diesel**. Disponível em: [www.if.ufrgs.br/~lang/maqterm.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~lang/maqterm.pdf). Acesso em ago. de 2020.

SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C.; ABBOTT, M. M. **Introdução à termodinâmica da engenharia química**. Trad. Eduardo Mach Queiroz, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SÓ FÍSICA. **Material de apoio**. 2020. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/>. Acesso em nov. de 2020.

STOECKER, W.F.; JABARDO, J.M. **Refrigeração industrial**. 2ª ed. 2002.

VAN WYLEN, G. J; BORGNAKKE, C.; SOONTAG, R. E. **Fundamentos da Termodinâmica**, 6 ed., Edgard Blücher, 2003.

VERGUEIRO, Waldomiro. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2004.

VICENTE, P. **Física Interativa**. Disponível em: <https://www.fisicainterativa.com/transformacoes-gasosas-com-um-simulador-interativo/>. Acesso em nov. de 2020.

YOUNG, H. D. *et al.* **Física II: Termodinâmica e Ondas**. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

XAVIER, C.; BARRETO, B. **Física no Ensino Médio**. v. 2 FTD, 2010.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Questionário aplicado aos alunos

Perguntas	Sim	Não	Às Vezes	Justifique
Você considera os conteúdos de Física difíceis?				
Os conceitos de Física são trabalhados nas aulas usando materiais concretos?				
Você sabe como funciona um motor de geladeira e ar condicionado?				
Você sabia que para esse motor funciona, precisamos de conhecimento de Física?				
Acredita que as HQs podem ajudar na compreensão do estudo de Física? Justifique.				
Em alguma outra disciplina já foi usada as HQs na sua aula?				
Você gostaria que fosse trabalhado mais vezes com as HQs?				

Fonte: Autoria própria (2020)



## ANEXO 2 - HISTÓRIA EM QUADRINHO

### Funcionamento do ar condicionado



**PIXTON**

CRIE SEUS PRÓPRIOS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: Autoria própria (2020)

### Funcionamento da geladeira



**PIXTON**

CRIE SEUS PRÓPRIOS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: Autoria própria (2020)

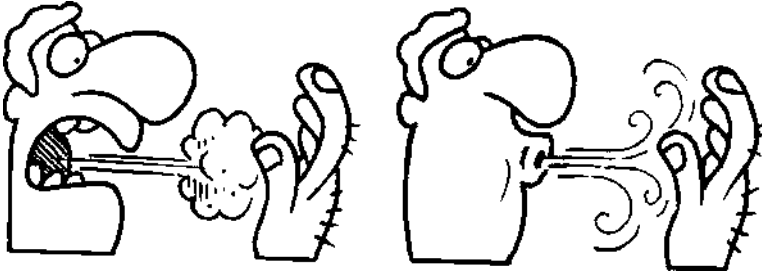


Fonte: Autoria própria (2020)

Tabela

<p>HQs</p>	<p><b>Funcionamento do ar condicionado</b></p>	<p><b>Funcionamento da geladeira</b></p>	
<p>Resposta dos alunos</p>			

### ANEXO 3 – Experimento sobre transformação adiabática



Coloque uma de suas mãos nas proximidades de sua boca e, com esta aberta, sopra sobre a mão. Em seguida, sopra sobre a mão com a boca quase fechada. Você percebe a diferença de temperatura nas duas situações? Esta diferença ocorre porque, no segundo caso, o gás sofre uma expansão rápida (adiabática) ao passar pela boca quase fechada. Consequentemente, há uma queda em sua temperatura.

Fonte: ALVARENGA, 2009

## **ANEXO 4 - TEXTO: SAIBA COMO FUNCIONA A LATA DE SPLAY E AEROSSOL**

### **Saiba como funciona uma lata de spray e aerossol.**

Popularizadas durante a segunda guerra mundial, quando soldados do exército norte-americano usavam pesticidas para se proteger de pragas encontradas nos acampamentos da Europa e Ásia, as latas de spray e aerossol são muito utilizadas atualmente para armazenar desodorantes, produtos de limpeza, cosméticos, inseticidas e tintas.

Esta é uma invenção prática que, sem dúvida, tornou a vida mais confortável em diversos aspectos. Aprenda, na sequência, como é o funcionamento deste mecanismo que pode ser facilmente encontrado em supermercados e lojas em geral:

Como funciona uma lata de spray e aerossol?

O funcionamento de uma lata de spray e aerossol pode ser dividido em duas etapas: pressão e mistura de fluídos. Saiba mais sobre cada uma dessas fases:

**Pressão:** ao pressionar a válvula da embalagem da lata, a pressão interna diminui e o líquido que fica em seu interior se expande até um tubo plástico que termina no bico. É este momento de pulverização;

**Mistura de fluídos:** quando o bico é aberto, a pressão externa atua dentro da lata, e os líquidos internos (produto em si e um gás propelente) entram em contato, expelindo gás e produto na medida certa. É este o resultado ao apertar o bico da embalagem;

**Agite antes de usar:** sabe por que existe esta instrução nas latas de spray e aerossol? É simples... Dentro da lata existe uma pequena bola de metal que auxilia na mistura entre o gás propelente e produto.

Texto retirado do site: <https://www.dinamicambiental.com.br/blog/curiosidades/saiba-funciona-lata-spray-aerossol/>

**ANEXO 5 – LISTA DE EXERCÍCIOS SOBRE MÁQUINAS TÉRMICAS**

01. (BARRETO, XAVIER, XXX) Um motor térmico recebe em cada ciclo 240 cal de uma fonte quente e rejeita 180 cal para a fonte fria. Calcule o rendimento desse motor.

R: 25%

02. (BARRETO, XAVIER, XXX) Uma máquina térmica trabalha entre duas fontes com temperatura de 27°C e 127°C, segundo o ciclo de Carnot, retirando, em cada ciclo, 800 J da fonte quente, calcular:

a) O rendimento da máquina térmica. R: 25%

b) O trabalho realizado. R: 200 J

c) O calor rejeitado para a fonte fria. R: 600 J

03. (BARRETO, XAVIER, XXX) Uma máquina térmica funciona realizando o ciclo de Carnot entre as temperaturas 600k e 200k. Em cada ciclo a máquina recebe 900J de calor da fonte quente.

a) Qual o calor rejeitado em cada ciclo?

b) Qual o trabalho realizado pela máquina em cada ciclo?

04. (Mack-SP) Um motor térmico funciona segundo o ciclo de Carnot. a temperatura da fonte quente é 400k e da fonte fria é 300k. em cada ciclo o motor recebe 600 cal da fonte quente. A quantidade de calor rejeitada para a fonte fria em cada ciclo e o rendimento do motor valem, respectivamente:

a) 400 cal e 50%

b) 300 cal e 25%

c) 600 cal e 50%

d) 450 cal e 50%

e) 450 cal e 25%

05. (UFMA) Uma máquina térmica funciona realizando o ciclo de Carnot. Em cada ciclo, o trabalho útil fornecido pela máquina é de 2 000 J. As temperaturas das fontes térmicas são 227 °C e 27 °C, respectivamente. O rendimento da máquina, a quantidade de calor retirada da fonte quente e a quantidade de calor rejeitada para a fonte fria são, respectivamente:

60%, 4 000 J e 6 000 J.

40%, 3 000 J e 5 000 J.

40%, 5 000 J e 3 000 J.

40%, 4 000 J e 1 000 J.

30%, 6 000 J e 4 000 J.

06. (ALVARENGA, MÁXIMO, 2009). Um motor a diesel apresenta um rendimento de 40%, realizando em cada ciclo um trabalho de 1000J. Calcule, em calorias, a quantidade de calor que, em cada ciclo, o motor (considere  $1 \text{ cal} = 4\text{J}$ ):

- a) recebe da fonte quente
- b) rejeita para a fonte fria

07. (ALVARENGA, MÁXIMO, 2009). Uma máquina térmica recebe, por ciclo, 1.000 J de calor de uma fonte quente enquanto rejeita 700 J para uma fonte fria. Sabe – se que a máquina realiza 10 ciclos/s. Determine:

- a) O trabalho realizado por ciclo pela máquina térmica;
- b) A potência útil obtida da máquina;
- c) O rendimento dessa máquina.

08. (ALVARENGA, MÁXIMO, 2009). Numa geladeira doméstica, de cada 50 J de calor retirados em cada ciclo do fluido de trabalho circulante entre as paredes do congelador, 70 J são enviados para a atmosfera. Determine:

- a) O trabalho do compressor em cada ciclo;
- b) A eficiência dessa geladeira.

09. (ALVARENGA, MÁXIMO, 2009). Em um refrigerador doméstico ocorre a retirada, por ciclo, de 100 J de calor do fluido de trabalho quando esse fluido passa pelo congelador; ao mesmo tempo, no radiador, ocorre a rejeição de 150 J de calor para a atmosfera. Determine:

- a) O trabalho do compressor em cada ciclo;
- b) A eficiência dessa geladeira.

10) Faça uma pesquisa sobre tipos de máquinas térmicas.