



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

EDUARDO SILVEIRA DANTAS LIZARAZU

**O USO DO PODCAST COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE
FÍSICA**

FORTALEZA

2021

EDUARDO SILVEIRA DANTAS LIZARAZU

O USO DO PODCAST COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE
FÍSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado. Linha de Pesquisa: Novas tecnologias no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L765u Lizarazu, Eduardo Silveira Dantas.
O uso do podcast como ferramenta para o ensino de Física / Eduardo Silveira Dantas Lizarazu. – 2021.
129 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona .
1. Ensino de Física . 2. Produto educacional . 3. Podcast. 4. Tecnologia . I. Título.
- CDD 530.07
-

EDUARDO SILVEIRA DANTAS LIZARAZU

O USO DO PODCAST COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE
FÍSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado. Linha de Pesquisa: Novas tecnologias no ensino de Física.

Aprovada em: __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona (Orientador)

Universidade Federal do Ceará
(UFC)

Prof. Dr. José Ramos Gonçalves
(Interno)

Universidade Federal do Ceará
(UFC)

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Interno)

Universidade Federal do Ceará
(UFC)

A todos os professores e alunos interessados em buscar novas ideias e metodologias para o ensino de Física. Àqueles que acreditam que as mídias digitais devem ser exploradas para gerar conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, criador e regente do universo, pela oportunidade que me proporciona em buscar e transmitir conhecimento.

À CAPES e à SBF, pelo excelente programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física realizado no Polo da Universidade Federal do Ceará.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Humberto Carmona, pela dedicação, objetividade e direcionamento no presente trabalho.

Aos professores regentes das disciplinas por mim cursadas e aos participantes da banca examinadora.

Aos meus queridos alunos, pelas contribuições, críticas e sugestões realizadas durante a realização das atividades.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos meus irmãos, Marcelo e Marcia. À minha esposa, Karyne e a todos que contribuíram com incentivo e sugestão no período em que estava me dedicando à elaboração deste trabalho acadêmico.

“Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”
(FREIRE, 1996, p. 25).

RESUMO

Tendo em vista que a tecnologia está cada vez mais sendo utilizada no processo de ensino e aprendizagem, o presente trabalho tem o objetivo de promover o uso do podcast como uma ferramenta para o ensino de Física. O *podcast* é uma forma de compartilhar conteúdo predominantemente na forma de áudio usando uma série de episódios que o usuário pode baixar para seu telefone ou outros dispositivos de uso pessoal. Os *podcasts* são normalmente disponibilizados através de sites, blogs e aplicativos na internet. Esta dissertação apresenta uma metodologia para processo de desenvolvimento de *podcasts* para o Ensino de Física de forma colaborativa incluindo alunos e professores. Durante esse processo, uma sequência de atividades foi realizada com um grupo de alunos, nas quais foram realizadas as etapas de planejamento, produção e publicação de *podcasts* sobre tópicos de mecânica e física térmica. Além de elaborar a metodologia, buscou-se verificar se essa se mostra viável e com potencial para o ensino alternativo de Física, através da análise do rendimento do grupo de alunos envolvidos após a produção dos *podcasts*. O presente trabalho discute, ainda, sobre as potencialidades e limitações dessa ferramenta para o ensino de Física. O produto educacional presente neste trabalho consiste em um livreto com um tutorial completo para professores com e sem experiência na produção de *podcasts* voltados para o ensino de Física no Ensino Médio, especialmente detalhando as etapas de planejamento, elaboração e publicação desses *podcasts* de forma colaborativa com seus alunos.

Palavras-chave: ensino de Física; produto educacional; *podcast*; tecnologia.

ABSTRACT

Bearing in mind that technology has been increasingly used in education, the present work aims to promote the use of the podcast as a tool for Physics teaching. The podcast is a way to share content, predominantly audio, using a series of episodes that the user can download to his phone or other devices of personal use. These podcasts are usually made available through websites, blogs and applications on the internet. This dissertation presents a methodology for the process of developing podcasts for Teaching Physics in a collaborative way including students and teachers. During this process, a sequence of activities was carried out with a group of students, in which they were carried out as stages of planning, production and publication of podcasts on mechanics and thermal physics. In addition to elaborating the methodology, we sought to verify whether it proves to be viable and with the potential for alternative teaching of Physics, through the analysis of students' performance after the production of podcasts. The present work also discusses the potential and limitations of this tool for teaching Physics. The educational product present in this work consists of a booklet with a complete tutorial for teachers with and without experience in the production of podcasts, focusing on the production in a collaborative way with their students, and in podcasts aimed at teaching Physics in High School, especially detailing the stages of planning, preparing and publishing these podcasts.

Keywords: Physics education; educational product; podcast; technology.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa conceitual sobre a teoria da aprendizagem significativa..... | 19 |
| Figura 2 – Podcast e a aprendizagem significativa..... | 22 |
| Figura 3 – Primeira medida simultânea de posição e tempo..... | 27 |
| Figura 4 – Segunda medida simultânea de posição e tempo..... | 28 |
| Figura 5 – A rampa de Galileu Galilei..... | 30 |
| Figura 6 – Medidas de tempo, posição e velocidade..... | 31 |
| Figura 7 – Definição operacional de força..... | 33 |
| Figura 8 – Uma força aplicada em direção diferente..... | 34 |
| Figura 9 – Duas molas idênticas produzindo uma força de duas unidades..... | 34 |
| Figura 10 – Experimento variando a massa e mantendo a mesma força constante..... | 35 |
| Figura 11 - Relação entre força aplicada e aceleração..... | 36 |
| Figura 12 – Gráfico relacionando força e aceleração | 37 |
| Figura 13 – Experimento para verificar a relação entre massa e aceleração | 37 |
| Figura 14 – Experimento para analisar a relação entre força e massa..... | 38 |
| Figura 15 – Verificação da lei da inércia..... | 39 |
| Figura 16 – Equilíbrio de três forças em um corpo pontual | 40 |
| Figura 17 – Forças de ação e reação..... | 43 |
| Figura 18 – Termoscópio de Galileu | 46 |
| Figura 19 – Relações entre escalas termométricas | 47 |
| Figura 20 – Termômetro digital infravermelho..... | 48 |
| Figura 21 – Análise da relação entre calor e trabalho | 50 |
| Figura 22 – Fluxo de calor em um bastão | 57 |
| Figura 23 – Convecção térmica numa geladeira tradicional | 60 |
| Figura 24 – Análise da dilatação aparente de um líquido..... | 63 |
| Figura 25 – Gráfico da dilatação anômala da água | 63 |
| Figura 26 – Fluxograma das atividades realizadas..... | 71 |
| Figura 27 – Página inicial da Anchor® | 82 |
| Figura 28 – Criação de conta na Anchor® | 83 |
| Figura 29 – Conta criada na Anchor®..... | 84 |
| Figura 30 – Configurações do Podcast..... | 85 |
| Figura 31 – Escolha da foto de capa..... | 86 |
| Figura 32 – Registro dos áudios na plataforma Anchor | 87 |
| Figura 33 – Edição e publicação dos áudios..... | 88 |

| | |
|--|----|
| Figura 34 – Título e descrição dos episódios | 89 |
| Figura 35 – Podcast Física Viva..... | 90 |
| Figura 36 – Comparativo de aproveitamento nos testes realizados com os alunos..... | 95 |
| Figura 37 – Opinião dos alunos em relação à motivação | 97 |
| Figura 38 – Opinião dos alunos em relação ao potencial do podcast..... | 98 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Calores específicos de algumas substâncias | 53 |
| Tabela 2 – Transformações entre estados físicos | 55 |
| Tabela 3 – Latente de mudança de estado físico da água..... | 56 |
| Tabela 4 – Etapas que foram seguidas para a realização das atividades | 73 |
| Tabela 5 – Uso de smartphone pelos alunos..... | 75 |
| Tabela 6 – Vídeos motivacionais utilizados | 75 |
| Tabela 7 – Resultados individuais do pré-teste | 93 |
| Tabela 8 – Resultados individuais do pós-teste..... | 94 |
| Tabela 9 – Comparativo entre os testes realizados..... | 96 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| ENEM | Exame Nacional do Ensino Médio |
| URL | Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos) |
| RSS | <i>Rich Site Summary</i> (rico resumo do site) |
| TIC | Tecnologia de Informação e Comunicação |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 | REFERENCIAL PEDAGÓGICO | 19 |
| 2.1 | A teoria da aprendizagem significativa | 19 |
| 3 | TÓPICOS DE CINEMÁTICA | 24 |
| 3.1 | Evolução das ideias sobre o movimento dos corpos | 24 |
| 3.2 | Cinemática | 26 |
| 4 | LEIS DE NEWTON | 33 |
| 4.1 | Forças | 33 |
| 4.2 | Massa | 35 |
| 4.3 | A primeira lei de Newton | 38 |
| 4.4 | Natureza vetorial das forças | 39 |
| 4.5 | A segunda lei de Newton | 40 |
| 4.6 | A terceira lei de Newton | 42 |
| 5 | TÓPICOS DE FÍSICA TÉRMICA | 45 |
| 5.1 | Temperatura e calor | 45 |
| 5.2 | Equilíbrio térmico | 48 |
| 5.3 | Calor, trabalho e energia interna | 49 |
| 5.4 | Calor específico e capacidade térmica | 52 |
| 5.5 | Calor sensível e calor latente | 54 |
| 5.6 | Processos de propagação do calor | 56 |
| 5.7 | Dilatação e contração térmica | 61 |
| 6 | A MÍDIA PODCAST | 65 |
| 6.1 | O <i>podcast</i> na educação | 66 |
| 6.2 | O uso do Podcast no ensino de Física | 67 |
| 7 | METODOLOGIA | 70 |
| 8 | PRÁTICA PEDAGÓGICA | 74 |
| 8.1 | Etapa 1 – Planejamento | 74 |
| 8.2 | Etapa 2 – Formação da equipe | 74 |
| 8.3 | Etapa 3 – Projeto | 77 |
| 8.4 | Etapa 4 - Detalhamento do conteúdo | 78 |
| 8.5 | Etapa 5 – Roteiro | 79 |
| 8.6 | Etapa 6 – Desenvolvimento | 79 |
| 8.7 | Etapa 7 – Teste piloto | 80 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| 8.8 | Etapa 8 - Publicação | 81 |
| 8.8.1 | <i>Inscrição na plataforma Anchor®</i> | 81 |
| 8.8.2 | <i>Configurações do podcast</i> | 84 |
| 8.8.3 | <i>Criação dos episódios</i> | 86 |
| 8.9 | Etapa 9 – Avaliação de conhecimentos | 90 |
| 9 | ANÁLISE DOS RESULTADOS | 93 |
| 10 | CONCLUSÃO | 99 |
| | REFERÊNCIAS | 101 |
| | APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL | 104 |

1 INTRODUÇÃO

O caminho na procura por ferramentas que tornem o ensino mais atrativo perpassa pela busca por recursos e estratégias didáticas que estimulem o gosto pela pesquisa, leitura, criação e aprendizagem. A pesquisa no ensino de física busca, dentre outros objetivos, desenvolver estratégias alternativas de ensino que possam despertar o desejo de aprender e ensinar.

Os jovens do século XXI estão em constante contato com a tecnologia digital. São reconhecidos como “nativos digitais”, como menciona Kampf (2011). É muito comum encontrar alunos que possuam dispositivos eletrônicos como celular, tablet, notebook e fone de ouvido, por exemplo. Sendo assim, no presente trabalho buscamos desenvolver uma estratégia de ensino onde o uso da tecnologia favoreça o processo pedagógico.

Outra motivação para esta dissertação está na realidade de que, hoje em dia, personagens como “youtubers” e “influencers digitais” se tornam celebridades e referências para muitos jovens que sonham em se tornar “geradores de conteúdo”.

Em particular, o presente trabalho busca contribuir com o ensino de física através da utilização de *podcasts*, uma forma de publicação e distribuição de arquivos de áudio e vídeo na internet. Trata-se de um recurso para divulgação de conteúdos, onde os temas, que podem ser de vários tipos, são usualmente divididos em capítulos, chamados de episódios, cada um com duração determinada pelo autor. Atualmente os podcasts podem ser distribuídos.

A utilização de *podcasts* no contexto educacional é possível, por exemplo, através da criação de episódios que reforcem os temas tratados em sala de aula. Além disso, pode-se explorar a elaboração de conteúdos pelos próprios alunos. Um dos desafios do presente trabalho é fazer do podcast parte de um conjunto de estratégias disponíveis para o processo de ensino e aprendizagem de física.

Os *podcasts* ainda são relativamente pouco explorados para fins educacionais, sendo, portanto, bastante difícil encontrar informações para docentes não especializados sobre as capacidades técnicas necessárias para a produção de *podcasts*. Este trabalho pretende preencher essa lacuna, trazendo um tutorial sobre as capacidades técnicas necessárias para a criação de podcasts de forma colaborativa em equipes formadas por alunos e professores.

O produto educacional associado a essa dissertação consiste em um guia onde a estratégia para uso de podcasts no ensino de física é detalhada nas etapas de planejamento, desenvolvimento, publicação e avaliação. Esse produto encontra-se no apêndice I.

Na elaboração do produto educacional, tópicos de mecânica e termodinâmica foram utilizados como exemplos de aplicação da metodologia colaborativa desenvolvida. A extensão para outros tópicos pode ser bastante simples. Os episódios gravados como resultado dessa aplicação são de autoria discente, de forma que os alunos são os protagonistas do processo de aprendizagem, como defendido na *teoria da aprendizagem significativa* de Ausubel. (AUSUBEL, 2003)

Por ser uma mídia digital predominantemente em áudio, o uso do *podcast* para o ensino de física deve priorizar o aprofundamento conceitual dos tópicos abordados, por isso é necessário que os episódios sejam bem planejados. Um desafio, nesse planejamento, é a abordagem de conteúdos com alto grau de abstração com o uso de equações complexas.

Por outro lado, quando levado em consideração a maneira como o público ouvinte vai interagir com o *podcast*, usualmente de forma descontraída, bem como a fácil a acessibilidade desse tipo de mídia digital, o uso de *podcasts* no ensino de física apresenta um grande potencial para auxiliar no processo de aprendizagem.

É importante mencionar que o uso do *podcast* tem destaque na prática pedagógica inclusiva, pois é uma forma de ensino em áudio que se mostra viável e recomendado para estudantes com deficiência visual. Dessa forma, o uso dessa ferramenta para esse público possui grande potencial para ser explorado.

O capítulo 2 desta dissertação apresenta o referencial teórico utilizado que servirá como base para este trabalho. Trata-se da teoria da aprendizagem significativa, formulada por David Ausubel, onde a aprendizagem acontece quando os conhecimentos pré-existentes relevantes, chamados de subsunçores, caracterizam-se como pontos de ancoragem para ocorrer a integração com os novos conhecimentos, ampliando a estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias.

Os capítulos 3, 4 e 5 tratam dos conceitos físicos que foram abordados neste trabalho, onde serão detalhados os conteúdos envolvidos e a importância da compreensão dos fenômenos físicos e sua percepção no cotidiano. Os temas escolhidos foram tópicos de mecânica e física térmica.

O capítulo 6 apresenta uma explicação detalhada sobre a mídia *podcast*, assim como discute sobre a possibilidade e a importância do uso dessa ferramenta na educação e para o ensino de Física.

O capítulo 7 apresenta a metodologia desenvolvida pelo autor deste trabalho e são apresentadas as etapas da elaboração do projeto, assim como a estratégia pedagógica utilizada e o número de aula que foi necessário para realizar essa prática pedagógica.

O capítulo 8 trata dos detalhes da prática pedagógica nos encontros que ocorreram para a criação do *podcast*, assim como os procedimentos utilizados para a publicação dessa ferramenta no aplicativo Spotify®, uma das maiores plataformas de *streaming* de música e *podcast* do mundo, onde arquivos de áudio e vídeo podem ser acessados através de aplicativos para dispositivos eletrônicos.

O capítulo 9 desta dissertação trata dos resultados e discussões a respeito da metodologia desenvolvida. Foram apresentados os resultados obtidos pelos alunos nos exames de pré-teste e pós-teste, bem como são apresentados os dados comparativos entre os mesmos para ser possível obter uma conclusão sobre as atividades realizadas. Além disso, foi feita uma análise a respeito das opiniões registradas pelos alunos acerca dos procedimentos adotados.

O capítulo 10 traz as conclusões do autor em relação à atividade que foi desenvolvida, bem como do produto educacional criado a partir deste trabalho, onde também são sugeridas algumas formas de utilização do *podcast* para o ensino de Física.

No apêndice I desta dissertação se encontra o produto educacional desenvolvido através deste trabalho, o mesmo consta de um livreto em forma de tutorial a ser seguido para a criação e publicação de um *podcast* sobre conteúdos de Física através de um trabalho colaborativo entre alunos e professores.

2 REFERENCIAL PEDAGÓGICO

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórico-pedagógica que foi utilizada como base para a metodologia desenvolvida neste trabalho.

2.1 A teoria da aprendizagem significativa

David Paul Ausubel (1918 - 2008) nasceu nos Estados Unidos da América e foi um psicólogo da educação. Ele dedicou seus estudos ao desenvolvimento de uma teoria educacional para relacionar intrinsecamente os processos de ensino e aprendizagem. Ele desenvolveu a famosa teoria da aprendizagem significativa, uma teoria que pode ser classificada como cognitiva e construtivista. A primeira definição ocorre porque essa teoria pretende explicar o processo de aprendizagem, ou seja, como o ser humano compreende, armazena, transforma e utiliza suas informações. Já a segunda definição acontece porque propõe que o indivíduo aprende a partir daquilo que já sabe. Ausubel foi um grande defensor da importância do conhecimento prévio do indivíduo como fundamental para a aprendizagem significativa. A figura 1 apresenta um mapa conceitual sobre a *aprendizagem significativa de Ausubel*.

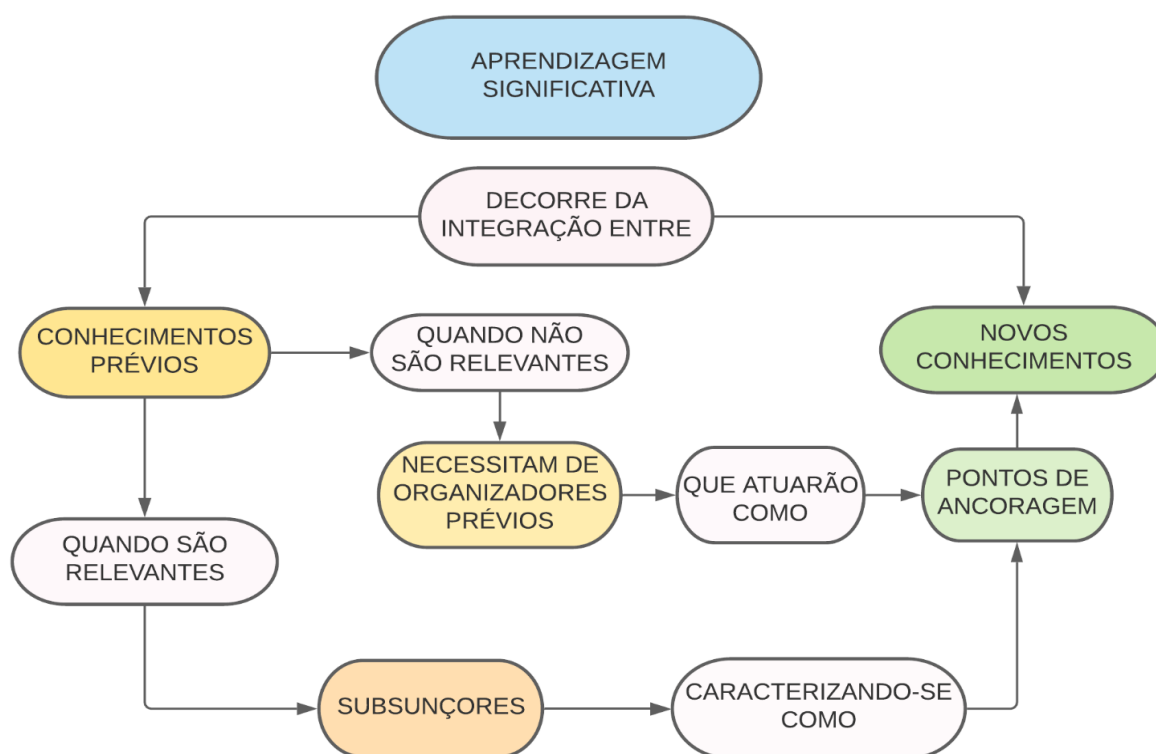


Figura 1– Mapa conceitual sobre a teoria da aprendizagem significativa
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como ilustrado na figura 1, Ausubel propõe que a aprendizagem significativa ocorre através da interação entre um conhecimento prévio e um novo conhecimento, ou seja, uma nova informação se relaciona a um aspecto relevante na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel (2003) define esses conhecimentos relevantes que já existem na estrutura cognitiva do aprendiz como *subsunçores*. Sendo assim, um subsunçor pode ser uma imagem, um conceito, uma proposição ou até um modelo mental. Logo, para que um conhecimento seja considerado um subsunçor, necessita ser especificamente relevante à nova aprendizagem, assim permitindo ao aluno dar sentido ao novo conhecimento apresentado, seja por descoberta ou por percepção (MOREIRA, 2012).

Dessa forma, podemos entender que a aprendizagem significativa é aquela em que as ideias apresentadas interagem de maneira não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Não arbitrária significa que a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relacionado ao assunto abordado, o chamado subsunçor. (MOREIRA, 2012)

Caso a estrutura cognitiva do discente não seja estável e organizada de forma suficiente, ou seja, se os conhecimentos prévios do aprendiz não forem adequados para o armazenamento de novos conhecimentos em determinado conteúdo, torna-se necessário utilizar organizadores prévios. Os organizadores prévios podem ser: uma pergunta, um filme, uma aula introdutória ou até mesmo uma simulação computacional. Esses organizadores precisam ser utilizados antes do material principal do objeto de estudo ser utilizado pelos estudantes e servem como mediadores entre os subsunçores e os conhecimentos que serão apresentados aos alunos. Sendo assim, um organizador prévio tem a função de apresentar “ideias âncoras” relevantes para a aprendizagem do novo material, bem como estabelecer relações entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já possui, mas não percebe que são relacionáveis aos novos. (MOREIRA, 2012)

É importante investigar o que o discente já sabe, sendo assim, a criação de atividades de ensino e de aprendizagem devem permitir a ancoragem dos novos conhecimentos aos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do discente. (MORO, 2015). Acerca disso, o docente pode realizar um pré-teste para analisar o nível de conhecimento do estudante sobre a temática que será abordada.

O material utilizado pelo docente possui um papel essencial na teoria da aprendizagem significativa. É importante que o docente utilize um tipo de material que tenha potencial para se relacionar e se incorporar à estrutura cognitiva do aluno. Esse tipo de material apenas pode ser considerado potencialmente significativo, pois se ele já fosse significativo, o objetivo principal da aprendizagem significativa, ou seja, o aprendizado de novos conhecimentos, já estaria realizado antes mesmo de ser tentado qualquer tipo de aprendizagem. (AUSUBEL, 2003).

Dessa forma, um material potencialmente significativo é fundamental para que a aprendizagem significativa aconteça. Além disso, o estudante precisa ter uma pré-disposição em aprender e o mesmo deve se esforçar para adquirir os novos conhecimentos. O aluno deve relacionar de forma interativa os novos conhecimentos a algum conhecimento presente na estrutura cognitiva prévia, de forma a modificá-la, enriquecê-la e dar significado ao novo conhecimento. Pode ser, por exemplo, simplesmente pelo fato do indivíduo saber que precisa compreender a matéria para conseguir bons resultados nas avaliações (MOREIRA, 2012)

Quando mencionamos estrutura cognitiva pré-existente, devemos entender que a mesma consiste no conteúdo total de ideias que o indivíduo possui ou a organização de ideias existentes em uma determinada área de conhecimentos.

É preciso deixar claro que tornar o aluno o agente principal no processo de ensino-aprendizagem não significa deixá-lo isolado no ambiente escolar. Sendo assim, é importante destacar o papel do docente como mediador, assim como é preciso adequar a realidade do aluno durante o processo de construção de novos conhecimentos.

É importante diferenciar a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica. Enquanto a primeira está relacionada com a simples memorização do conteúdo, sem relação alguma com a vivência do indivíduo; a segunda acontece a partir de conhecimentos pré-existentes, relacionando conhecimento novo com o conhecimento anteriormente presente.

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, para que aconteça um desempenho satisfatório no processo de ensino e aprendizagem são necessárias, pelo menos, três condições: a primeira, identificar o que o aprendiz já sabe, permitindo identificar seus subsunçores. A segunda, o aprendiz deve estar predisposto a estudar o conteúdo. A terceira, a temática a ser aprendida deve ser potencialmente significativa e não arbitrária, ou seja, o que pode se relacionar à estrutura cognitiva do aprendiz.

É importante mencionar que Ausubel também acredita que a aprendizagem pode ser significativa através da recepção, bem como por descoberta. A aprendizagem por recepção é o tipo de aprendizagem em que o aprendiz recebe a informação, ou seja, o conhecimento a ser adquirido em forma final. Por exemplo, a informação pode vir por meio de um livro, filme, *podcast*, software, dentre outros. De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem por recepção pode se tornar significativa a partir do momento que o professor elabora seu material de instrução de modo a torná-lo potencialmente significativo, de forma a procurar identificar os subsunçores que são necessários para a ancoragem do novo conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na aprendizagem por descoberta, o aluno precisa aprender “sozinho”, identificando algum princípio ou relação para organizar um conjunto de informações e integrá-las a um conhecimento que já possui.

É importante perceber que, dependendo da forma e metodologia que o docente irá utilizar, a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta podem se tornar do tipo mecânica ou significativa. A aprendizagem mecânica prioriza a memorização e as novas informações destinadas aos aprendizes são assimiladas sem a interação com os conceitos relevantes na estrutura cognitiva, ou seja, sem ligação aos subsunçores (MOREIRA, 2009)

No presente trabalho, foi realizado um pré-teste para verificar e analisar os subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos, após isso, foi realizada uma sequência de atividades de ensino, onde os alunos foram os verdadeiros protagonistas nesse processo, demonstrando predisposição em aprender.

2.2 O *podcast* e a aprendizagem significativa

A figura 2 ilustra como um *podcast* pode contribuir para que uma aprendizagem venha a se tornar significativa.



Figura 2 – Podcast e a aprendizagem significativa
Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a figura 2, faremos uma relação entre o uso da ferramenta *podcast* na educação e dois tipos de aprendizagem: aprendizagem mecânica e significativa.

Primeiramente, vimos que para a aprendizagem seja significativa é necessário que os alunos tenham uma predisposição em aprender. Dessa forma, é interessante instigar os alunos para que os mesmos se tornem produtores de conteúdo, pois assim a tendência é que os mesmos tenham uma participação efetiva durante uma atividade didática envolvendo *podcast*.

Como mencionado anteriormente, também é necessário que os temas abordados se relacionem com os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos, dessa forma, o professor deve sempre fazer uma análise desses conhecimentos prévios para analisar se há ou não a necessidade de inserir organizadores prévios em suas atividades, a fim de relacionar os novos conhecimentos a alguma ideia presente na estrutura cognitiva do aprendiz. É

importante perceber que quando os conteúdos em áudio são preparados apenas pelo professor, sem levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e sem uma predisposição dos alunos em aprender, a tendência é que a aprendizagem seja mecânica, ou seja, priorizando a memorização. Visto que, nesse caso, os alunos recebem o material pronto e apenas irão procurar memorizar os conteúdos através da ferramenta *podcast*.

Já em casos pelo qual os alunos participam do processo de construção da ferramenta pedagógica, demonstrando predisposição em aprender, assim como o professor leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos na preparação do material, bem como na execução das atividades, a tendência é que os discentes alcancem uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, é interessante que o docente busque instigar a problematização, contextualização e estímulos a investigação por parte dos alunos.

Dessa forma, acreditamos que o embasamento da teoria da aprendizagem significativa em atividades que envolvem o ensino de Física através de um *podcast* possui grande potencial para auxiliar o professor, tanto no planejamento como na execução das atividades.

3 TÓPICOS DE CINEMÁTICA

Mecânica é uma parte da física responsável pelo estudo dos movimentos. O estudo da mecânica é muito importante para o estudo de todos os tópicos de física. Além disso, conceitos relacionados a esse tópico podem ser encontrados em todos os lugares no cotidiano, sendo importante para muitas profissões. Não é surpreendente ser esse o conteúdo mais abordado no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Por muitas vezes, a mecânica é o primeiro tema de física estudado pelos alunos. Algumas metodologias são frequentemente debatidas em relação ao processo de ensino e aprendizagem desse tema. É importante buscar a contextualização dos assuntos e focar inicialmente nos conceitos, visto que a utilização excessiva da matemática pode transparecer que a física é apenas matemática aplicada e, dessa forma, não atrair a atenção de alguns alunos. Dessa forma, é interessante que antes de serem apresentadas as equações relativas ao assunto, seja apresentado o desenvolvimento do pensamento científico relativo ao tema a ser abordado.

A mecânica é usualmente dividida em *cinemática* e *dinâmica*. Inicialmente serão apresentados os primeiros conceitos e o processo de construção do pensamento científico a respeito do movimento dos corpos.

3.1 Evolução das ideias sobre o movimento dos corpos

Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) foi um filósofo grego. Ele dividiu o movimento dos corpos em duas classes: movimento natural e movimento violento. É importante considerá-las como uma base para a introdução das ideias sobre o movimento.

Aristóteles dizia que o movimento natural transcorre da “natureza” de um corpo e que esse movimento depende de qual combinação entre os quatro elementos: terra, água, ar e fogo, ele fosse constituído. Ele defendia que cada objeto no universo tem seu lugar “natural” e que isso é determinado pela sua “natureza”, sendo assim, um objeto que não esteja em seu “lugar natural” se diligenciará para alcançá-lo. Por exemplo, por ser composto principalmente do elemento terra, um objeto feito de barro que não está apoiado de forma suficiente cai ao chão. Por ser composto principalmente do elemento ar, uma certa quantidade de fumaça sobe. Segundo Aristóteles, para objetos que possuem elementos misturados, deve-se observar o elemento predominante para saber o seu estado natural. Uma pena, por ser uma mistura dos elementos terra e ar, mas sendo predominantemente feito de terra, ela cai ao chão, mas não tão veloz quanto um objeto de barro. Aristóteles, além disso, afirmava que um corpo mais pesado deveria “esforçar-se” mais fortemente.

Logo ele argumentava que os objetos deveriam cair com velocidade proporcional a seus pesos, ou seja, quanto mais pesado, mais rápido um objeto deveria cair. De uma forma contrária ao movimento vertical, o movimento circular não tinha começo ou fim, ou seja, repetia-se sem desvio. Aristóteles afirmava que diferentes leis se aplicavam aos céus, e afirmava que os objetos celestes são esferas perfeitas, constituídas por uma substância imutável e incorruptível, chamada de éter. (HEWITT, 2015)

O *movimento violento*, uma outra classe de movimento, de acordo com Aristóteles, esse movimento era oriundo de forças que puxavam ou empurravam. O movimento violento é o movimento *aplicado*. Por exemplo, se uma pessoa empurra uma cadeira está impondo movimento, da mesma forma que quando jogamos uma pedra em um lago. (ROSA, 2012).

Se o objeto se encontra em seu lugar natural, segundo Aristóteles, ele não irá se mover caso não seja atingido por uma força. Além disso, ele afirmava que o estado normal dos corpos é o estado de repouso. Isso apenas não seria válido para corpos celestes.

A importância das afirmações de Aristóteles sobre o movimento foi a construção de um início do pensamento científico. Os seus seguidores não ousaram questionar seu posicionamento por quase 2.000 anos. É importante salientar que muitos estudantes acreditam, mesmo de forma inconsciente, nessas ideias, como mostram as obras de Aikenhead (1988), Stinner (1989) e Kokkotas (2009).

O astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) formulou sua teoria do movimento da Terra e as ideias propostas por Aristóteles começaram a ser modificadas. Copérnico pensou que a maneira mais simples de explicar os movimentos observados do Sol, da Lua e dos planetas no céu era supor que a Terra realizasse movimentos circulares em torno do Sol. Por muitos anos, ele trabalhou e não tornou públicas suas ideias. Tanto por medo de perseguição, como também pela insegurança que ele tinha sobre a sua teoria. (HEWITT, 2015)

Galileu Galilei foi um astrônomo, físico e engenheiro florentino, nascido em 1564. Galileu é conhecido como “pai da astronomia observacional” e “pai do método científico”. Em seu livro, chamado *Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas Mundiais*, escrito em 1632, ele deu muito prestígio à opinião de Nicolau Copérnico sobre o movimento da Terra. Galileu priorizava a observação e os experimentos.

A teoria de Copérnico contribuiu para invalidar as ideias de Aristóteles sobre a queda dos corpos, Galileu comprovou que uma pedra duas vezes mais pesada que outra não caía com o dobro da rapidez. Exceto pelo pequeno efeito da resistência do ar, ele descobriu que corpos de vários pesos, soltos ao mesmo tempo, alcançavam o chão simultaneamente. (HEWITT, 2015)

Galileu mostrou que os experimentos se tornam testes de conhecimento superiores à lógica. Ele notou que bolas que rolam para baixo sobre planos inclinados tornam-se mais velozes, enquanto bolas que rolam para cima, sobre também um plano inclinado, tornam-se menos velozes. Dessa forma, ele pôde afirmar que bolas que rolassem em um plano horizontal não deveriam vir a ter mais ou menos velocidade. Então ele concluiu, em seus experimentos, que a bola, após um movimento horizontal atinge o repouso, não por conta de sua natureza, como afirmava Aristóteles, mas sim por conta do atrito. Em suas várias observações a respeito do movimento por superfícies cada vez mais lisas, ou seja, com menos atrito, ele constatou que o movimento dos corpos continuava por mais tempo e quanto menor fosse o atrito, a velocidade se aproximava cada vez mais de um valor constante. Ele viu que, na ausência de atrito ou de outras forças opostas, um objeto movendo-se na horizontal continuaria movendo-se indefinidamente. (ROSA, 2012)

Dessa forma, Galileu constatou que, quando um plano for horizontal e sem atrito, uma bola em movimento não deve perder nenhuma rapidez. Ou seja, quando não agem forças retardadoras, a tendência da bola é de se mover eternamente com a mesma velocidade. Através de Galileu, pela primeira vez, foi estabelecida uma relação entre estado de movimento e sistema de referência. Ou seja, Galileu procurou comparar o movimento visto por diferentes observadores a respeito de um mesmo movimento. Esse assunto será detalhado na seção a seguir.

3.2 Cinemática

A cinemática é a parte da mecânica que estuda o movimento dos corpos sem o estudo da causa da origem dos mesmos.

Primeiramente, ao discutimos o movimento de um corpo, devemos entender que o mesmo é descrito em relação a alguma coisa. Quando perguntamos se um objeto está em movimento, devemos sempre fazer a pergunta: *em relação a qual referencial?* Portanto a ideia de movimento é sempre em relação a um referencial e dizemos que um objeto está em movimento quando este possui uma velocidade não nula em relação a um determinado referencial. Aqui, um referencial, então, é um sistema de coordenadas utilizado para o estudo de um movimento. Na cinemática, quando o corpo possui a mesma velocidade do referencial, dizemos que o mesmo está em repouso.

Nesse ponto assumimos que conceitos como distância, medida em metros, bem como tempo, medido em segundos, já foram introduzidos previamente. Sempre que estudamos movimento usamos medidas de posição e tempo. Para medir posição usamos réguas, ou escalas, graduadas em metros no Sistema Internacional de Unidades (SI). Um metro é definido atualmente

com a distância percorrida pela luz, no vácuo, em $1/1.299.792.458$ segundos. Um segundo, por sua vez, é definido em termos do tempo necessário para uma radiação específica oscilar 9.192.631.770 vezes, no caso a radiação emitida por elétrons na transição entre os dois níveis do estado fundamental do isótopo césio-133. (SANTOS e SALVADOR, 2006)

Para introduzir o conceito de velocidade precisamos primeiro inserir o conceito em um evento como sendo uma medida simultânea de posição e tempo. Considere a figura 3.

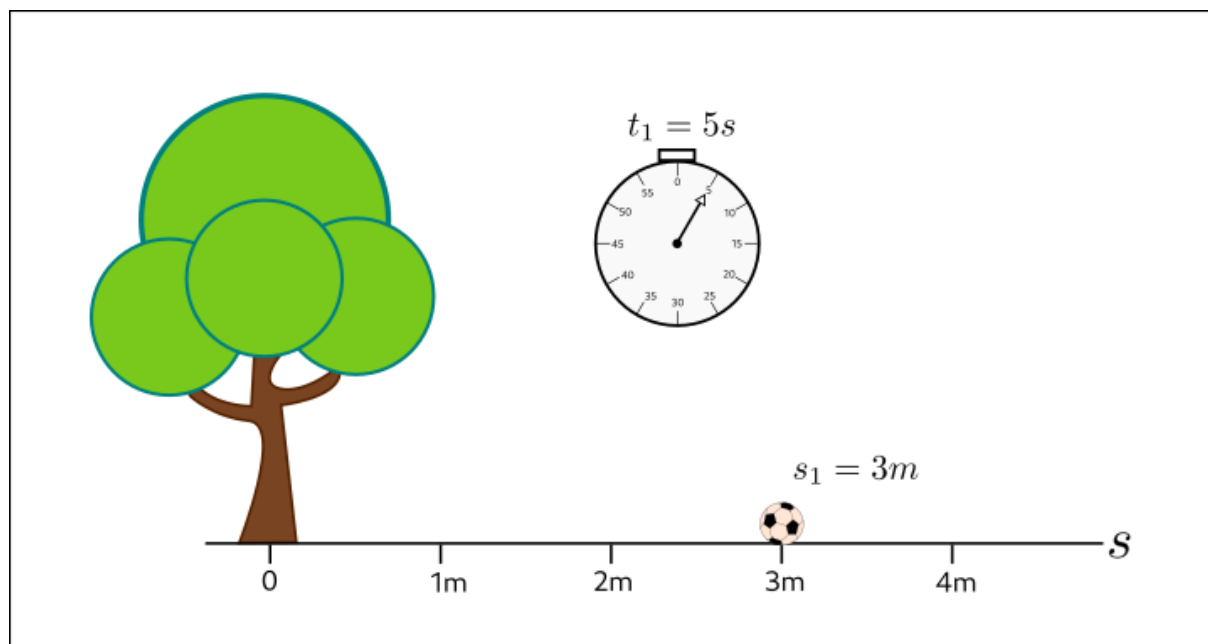


Figura 3 – Primeira medida simultânea de posição e tempo
Fonte: Elaborado pelo autor

Nessa figura, definimos a *posição* da bola como sendo a medida da distância, em metros, entre ela e a origem do referencial, nesse caso a árvore. Nesse momento é importante notar o símbolo s para designar a posição, e salientar para os alunos que esse símbolo vem da palavra espaço em inglês (*space*) ou latim (*spatium*). O uso do termo *espaço* para a posição merece discussão, a palavra espaço está normalmente associada com um “volume”, algo finito, enquanto “posição” é definida como apenas o ponto que localiza a bola. A correspondência que precisa ser feita é entre o ponto e o “espaço percorrido” entre a origem e esse ponto, daí o termo “espaço” e, portanto, o símbolo “ s ”. A figura sugere ainda que a posição da bola é dada por $s_1 = 3m$, onde “1” como subíndice é usado para designar “a primeira medida de posição”.

Definimos o tempo como “valor marcado no relógio” em um dado instante. Dizemos que $t_1 = 5s$ é a medida de tempo no mesmo instante em que a posição da bola foi medida, $s_1 = 3m$. Como a palavra tempo está associada a “duração”, aqui é importante discutir a diferença entre “instante” e “intervalo de tempo”.

Nesse ponto, é fundamental discutir que as medidas de posição e tempo na figura foram feitas simultaneamente, constituindo um *evento*. Uma boa analogia é caracterizar a figura como uma “fotografia”. Assim, um evento corresponde a uma medida simultânea de posição e tempo (s_1, t_1) .

Na figura 4 mostramos um outro evento subsequente ($t_2 > t_1$). O subíndice “2” em s_2 e t_2 indica “a segunda medida simultânea de posição e tempo”.

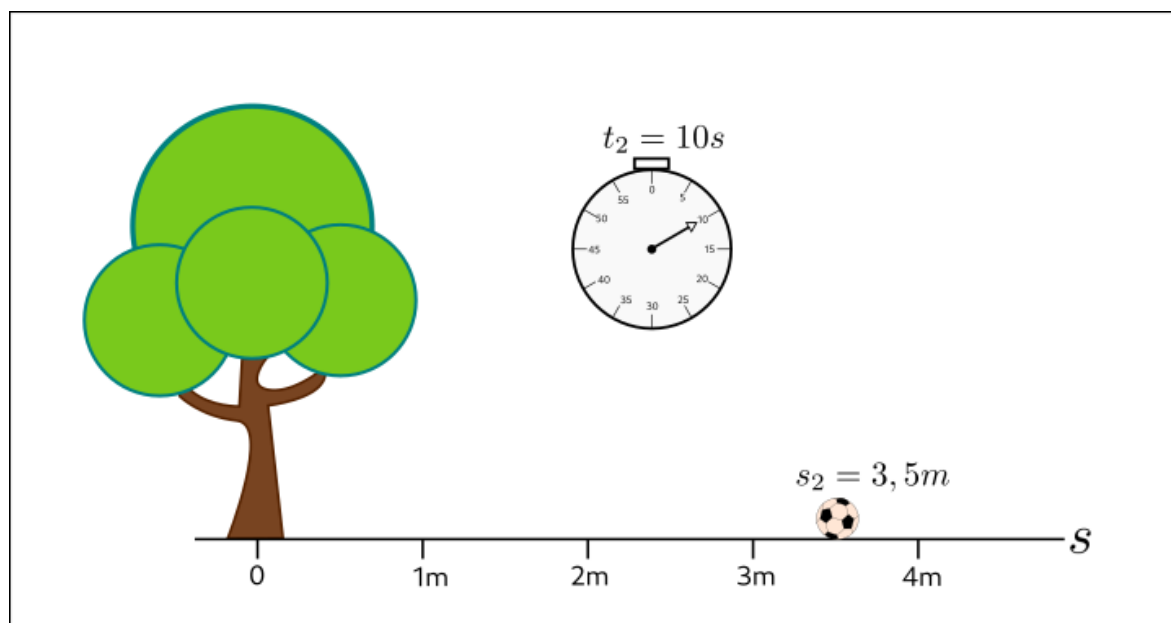


Figura 4 – Segunda medida simultânea de posição e tempo
Fonte: Elaborado pelo autor

Uma sequência de eventos $(s_1, t_1), (s_2, t_2), (s_3, t_3), (s_4, t_4) \dots$ com $t_4 > t_3 > t_2 > t_1$ conta a “história” de um movimento, e constitui o que chamamos de *trajetória*. É relevante destacar que apesar desses eventos serem medidos em instantes diferentes normalmente separados por um tempo finito, a posição s da bola, bem como o tempo t marcado no relógio variam continuamente. Pode ser feita a seguinte análise: Se a bola está se movendo em relação à origem (árvore), *quanto tempo ela permaneceu na posição $s_2 = 3,5m$* ? Essa discussão vai aprofundar o conceito de posição e tempo.

O próximo conceito que é preciso introduzir é o de “deslocamento”. Definimos a quantidade

$$\Delta s = s_2 - s_1 \quad (1)$$

como o deslocamento entre as posições s_1 e s_2 . A letra grega Δ é normalmente utilizada para denotar diferenças, aqui a diferença entre as posições s_2 e s_1 , que define o deslocamento. Aqui Δs é um símbolo único, lê-se “delta s”. Sendo definido como uma diferença, o deslocamento $\Delta s = s_2 - s_1$ pode ser positivo, se $s_2 > s_1$, pode ser negativo, se $s_2 < s_1$ e, é claro, nulo se $s_2 = s_1$, cada um desses casos deve ser analisado com valores numéricos e discutido com os alunos. O sinal do

deslocamento está associado com o sentido do movimento, para direita ou para esquerda nas figuras 3 e 4. Esse sinal deve ser utilizado pelo professor para introduzir a ideia de que deslocamento é uma grandeza vetorial, cujo módulo contém a informação da “distância percorrida”, e o sinal contém a informação do sentido do movimento. Essencialmente a posição s é apenas uma das componentes do vetor posição, e o deslocamento Δs apenas uma das componentes do vetor deslocamento. Usando os eventos medidos nas figuras 3 e 4 obtemos $\Delta s = 3,5\text{m} - 3,0\text{m} = 0,5\text{m}$, que corresponde a um deslocamento de 0,5 m para a direita.

O intervalo de tempo, ou “tempo percorrido”, como normalmente utilizado, é definido como

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (2)$$

Novamente se trata de uma diferença (por isso o uso do símbolo Δ), exceto que nesse caso sempre positiva, $\Delta t > 0$. Utilizando os eventos medidos nas figuras 3 e 4 obtemos $\Delta t = 10\text{s} - 5\text{s} = 5\text{s}$.

Estamos prontos para introduzir o conceito de velocidade média. Definimos velocidade média como a quantidade

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (3)$$

Como $\Delta t > 0$, o sinal da velocidade média tem a mesma interpretação do sinal do deslocamento Δs , portanto a velocidade deve também ser tratada como uma grandeza vetorial cujo módulo trás a informação de “rapidez” e o sinal trás a informação sobre o sentido do movimento (para direita ou esquerda nas figuras 3 e 4). Antes de introduzir a equação (3), pode-se discutir o significado da fração $\Delta t/\Delta s$, levando os alunos a uma melhor compreensão do significado de velocidade média. Usando os eventos correspondentes às figuras 3 e 4 obtemos:

$$v_{med} = \frac{3,5\text{m} - 3,0\text{m}}{10\text{s} - 5\text{s}} = 0,1 \text{ m/s.}$$

que corresponde à bola se deslocar 0,1m para direita *a cada segundo*, em média.

Qual é o significado do termo “média” na definição de velocidade média? Seria o deslocamento (para direita ou para esquerda) em metros *para cada segundo, se a velocidade fosse constante durante aquele intervalo de tempo*. Esse conceito é bastante sutil e difícil de alcançar para muitos alunos. Afinal, o que significa que a velocidade **não** é constante? Podemos usar as rampas de Galileu para identificar que a velocidade pode variar continuamente. Na figura 5, o que esperamos acontecer com a bola se for solta *a partir do repouso*? O aluno deve ser guiado a compreender que a velocidade varia *gradativamente e continuamente* desde o repouso até uma dada quantidade de metros para cada segundo para baixo. Com isso o aluno deve ser capaz de identificar que se tivéssemos um “velocímetro” poderíamos fazer medidas *simultâneas* de “velocidade instantânea” e tempo.



Figura 5 – A rampa da Galileu Galilei
 Fonte: Adaptado de <https://www.museogalileo.it>

O conceito de velocidade instantânea envolve ferramentas matemáticas que normalmente não estão disponíveis para os estudantes no nível médio, sobretudo no período escolar corresponde ao 9º ano do ensino fundamental ou 1º ano ensino médio, quando esse assunto é tratado. Particularmente trata-se da ferramenta de limites. De maneira formal a velocidade instantânea de um corpo em movimento no instante t é definida como

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (4)$$

onde $\Delta s = s(t+\Delta t) - s(t)$ corresponde ao deslocamento entre duas medidas de posição, uma feita no instante t e outra num instante futuro $t + \Delta t$. A equação (4) implica que estamos variando esse valor de Δt , e, portanto, tomando intervalos de tempos cada vez menores para o cálculo da velocidade, *tendendo ao limite em que t é tão pequeno que pode ser considerado zero*. A equação (4) se mostra complexa para os alunos já que o fato de que a razão s/t tende a encaminhar-se para um valor constante não é nada óbvio. Entretanto, entender o conceito de velocidade instantânea é pré-requisito para se compreender o conceito de aceleração. Assim, o professor deve concentrar-se nesse conceito, por exemplo estimulando os alunos a criar eles próprios seus “velocímetros” com medidas de posição em intervalos de tempo cada vez menores, até que um bom entendimento do conceito de velocidade instantânea seja adquirido pelos alunos antes de prosseguir.

Uma vez compreendido o conceito de velocidade instantânea podemos agora refazer as figuras 3 e 4 incluindo medidas simultâneas de velocidades instantâneas, como mostrado na figura 6. Dessa forma podemos introduzir o conceito de aceleração média:

$$a_{med} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (5)$$

onde definimos $\Delta v = v_2 - v_1$ a variação da velocidade entre os tempos t_1 e t_2 . O módulo da aceleração indica quantos m/s em velocidade a bola está ganhando, ou perdendo, a cada segundo. O sinal indica a direção da variação da velocidade, se é aumentando ou diminuindo a velocidade. Esse sinal não está relacionado diretamente à direção do movimento. A bola pode ter velocidade positiva, estando se movendo para a direita, e aceleração negativa, o que significa que a velocidade está diminuindo em valor (não em módulo).

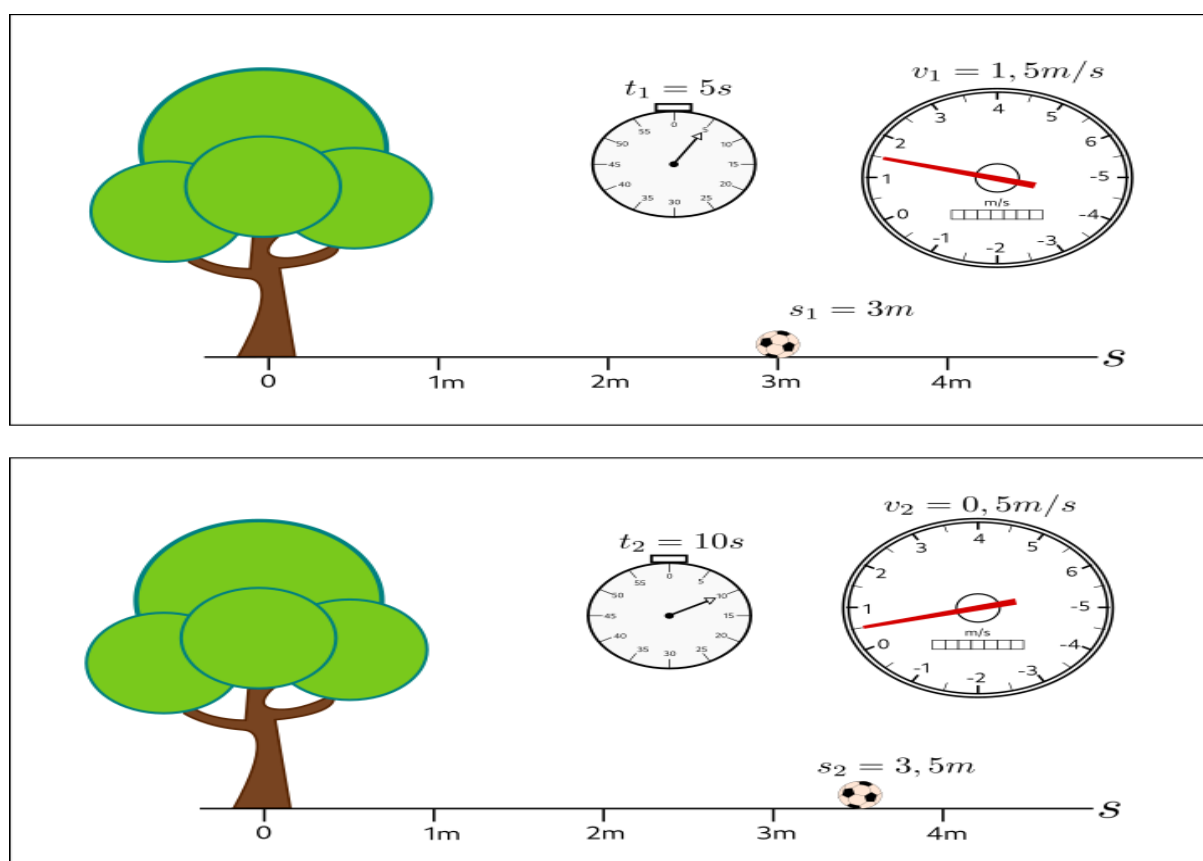


Figura 6 – Medidas de tempo, posição e velocidade instantânea
Fonte: Elaborado pelo autor

O conceito de aceleração é um dos conceitos que podem gerar dúvidas nos alunos. Ele é normalmente confundido com o conceito de velocidade, e termos como “movimento acelerado” e “movimento desacelerado” confundem ainda mais. Sabendo disso, o professor deve aprofundar discussões que possam distinguir esses conceitos. O sinal da aceleração e o significado de “movimento desacelerado” precisa ser tratado com exemplos numéricos.

Suponha, por exemplo, que no instante $t_1 = 0,5s$ uma bola esteja se movendo com velocidade $v_1 = -2m/s$, é importante esclarecer para os alunos essa situação: a bola se move com velocidade de 2m a cada segundo para esquerda. Agora considere que no instante $t_2 = 1,5s$ a mesma bola esteja se movendo com velocidade $v_2 = -4m/s$. A velocidade diminuiu, já que $-4 < -2$, no entanto a velocidade aumentou em módulo. Nesse exemplo a aceleração média

$$a_{med} = \frac{-4m/s - (-2m/s)}{1,5s - 0,5s} = -\frac{2m/s}{s}$$

A velocidade aumentou em módulo e a aceleração é negativa! Note que usar $-\frac{2m/s}{s}$ pode ser melhor que $-2m/s^2$.

Uma vez compreendido o conceito de aceleração média devemos introduzir o conceito de aceleração instantânea, definida como

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (6)$$

onde $\Delta v = v(t + \Delta t) - v(t)$ corresponde à diferença entre duas medidas de velocidade instantânea, uma feita no instante t e outra num instante futuro $t + \Delta t$.

Por fim, as equações (4) e (6) correspondem a derivadas, podendo ser representadas da seguinte forma:

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}, \quad (7)$$

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}, \quad (8)$$

onde os símbolos ds/dt e dv/dt devem ser apresentados como uma notação resumida do processo de se fazer os limites correspondentes.

4 LEIS DE NEWTON

A dinâmica corresponde a uma parte da mecânica responsável por estudar as causas dos movimentos dos corpos, isto é, lida com os efeitos e causas das forças sobre os corpos em movimento.

No capítulo anterior já estudamos o conceito de aceleração. Neste capítulo, veremos que a segunda lei de Newton relaciona aceleração, força e massa. Para prosseguir, precisamos nos aprofundar nos conceitos de força e massa e aceleração.

4.1 Forças

A noção de força já era compreendida desde Galileu como sendo uma ação, expressa externamente a um corpo, capaz de mudar a sua velocidade. Todos nós temos uma boa ideia de força como uma ação, um puxão ou empurrão, capaz de alterar o movimento de um corpo. Entretanto, é preciso de uma maneira de medir força quantitativamente, ou seja, atribuir um valor numérico a força. Uma forma de fazer isso é com o uso de uma mola. Usamos uma força para causar uma deformação em uma mola, e assumimos que sempre que usamos a mesma mola e produzimos a mesma deformação, estamos aplicando a mesma força. O processo está ilustrado na figura 7.

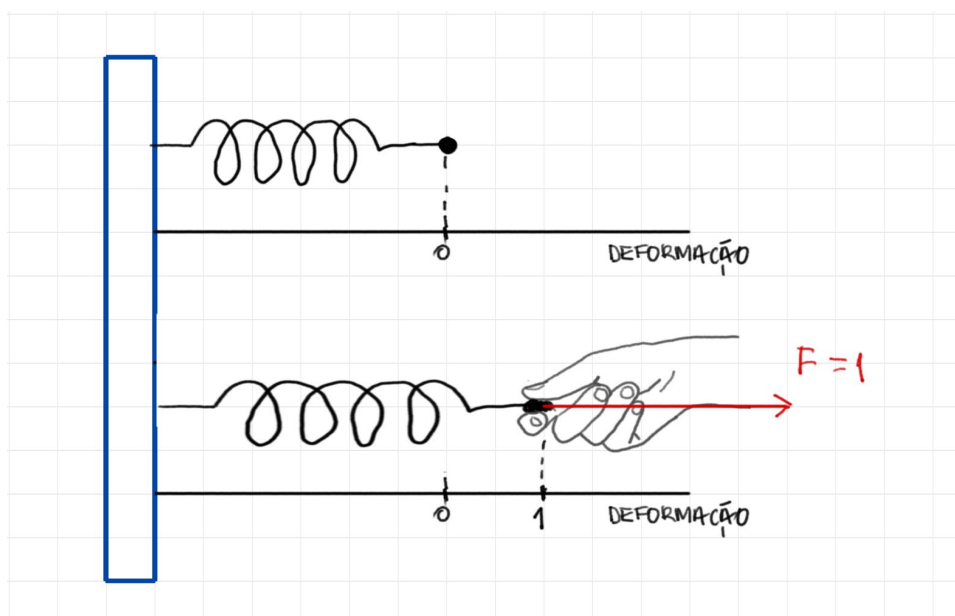


Figura 7 – Definição operacional de força
Fonte: Elaborado pelo autor

A força aplicada será medida através de uma escala graduada de acordo com a deformação. No caso da figura 1 a força é definida como sendo uma unidade (por enquanto

arbitrária) de força ($F = 1$). Note que aqui não estamos assumindo que a deformação da mola é linear, apenas marcamos na escala o valor numérico da força.

O mesmo procedimento pode ser utilizado para aplicar uma força de uma unidade em outra direção, como ilustrado na figura 8.

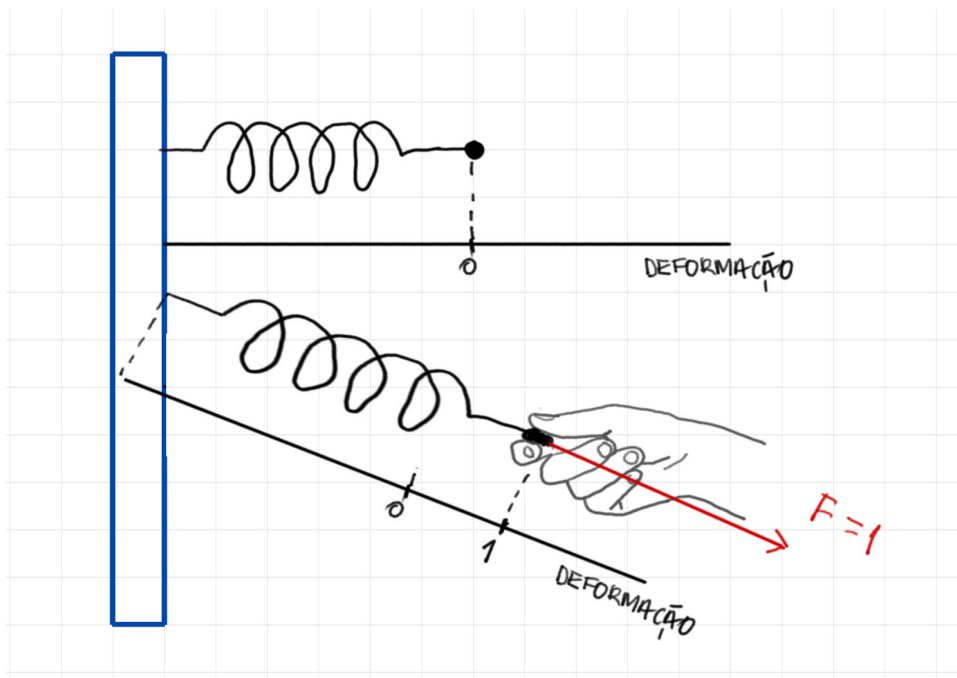


Figura 8 – Uma força aplicada em direção diferente
Fonte: Elaborado pelo autor

Para aplicar duas unidades de força usamos duas molas idênticas, colocadas paralelamente uma à outra, como ilustrado na figura 9 e esse procedimento pode ser mentalmente estendido para mais molas.

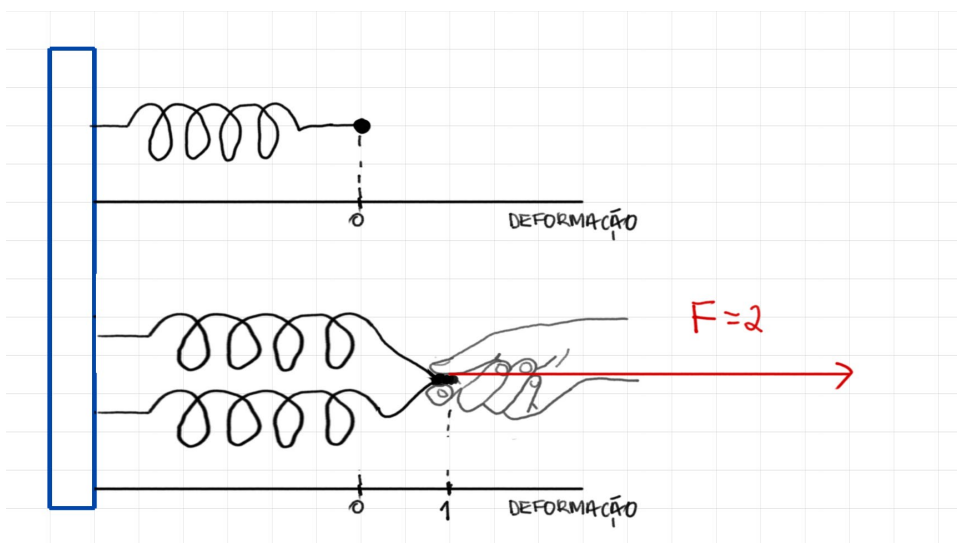


Figura 9 – Duas molas idênticas produzindo uma força de duas unidades
Fonte: Elaborado pelo autor

Aqui, vale destacar, a natureza vetorial da força, pois ao tentar quantificar a força, logo vemos que apenas medimos sua intensidade de forma que sua direção e sentido também importam, ou seja, duas forças no mesmo corpo podem gerar diversas forças resultantes, como veremos mais à frente.

4.2 Massa

Na seção anterior, entendemos força como uma ação de empurrar e puxar, como no exemplo da deformação de uma mola. Além disso, vimos como uma força pode ser medida quantitativamente.

A massa é uma propriedade física dos corpos e das partículas. Podemos compreender melhor esse conceito por meio de um experimento onde, com uma mesma força constante horizontal “F”, previamente medida, deslocamos um bloco, depois um conjunto de dois blocos, depois um conjunto composto de três blocos (os blocos são idênticos) e analisamos o gráfico das medidas do espaço em função do tempo para cada caso, como ilustrado na figura 10 a seguir.

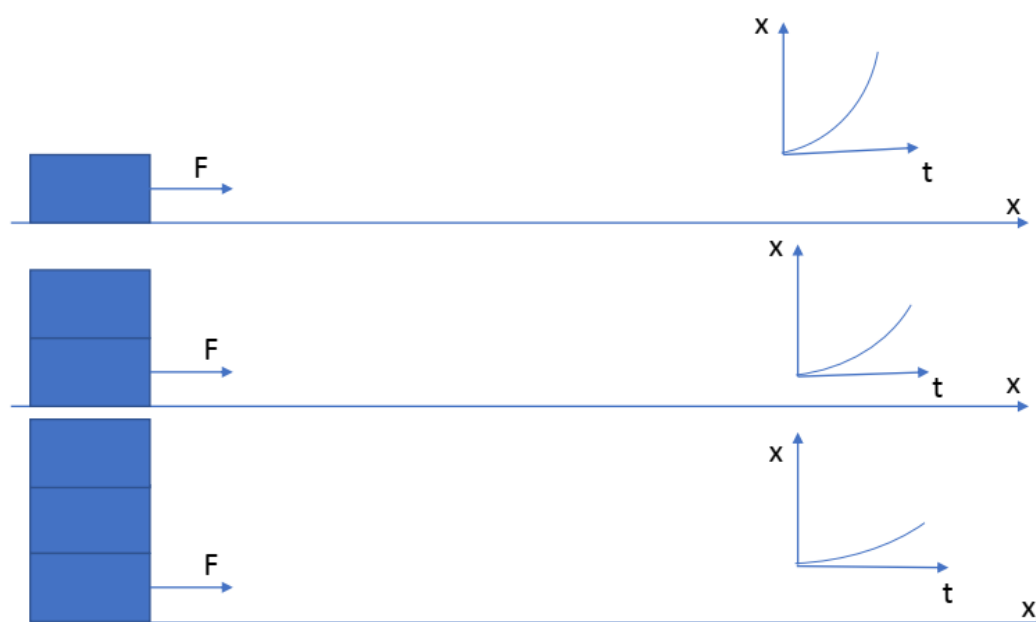


Figura 10 – Experimento variando a massa e mantendo a mesma força constante
 Fonte: Elaborado pelo autor

É possível perceber que, mantendo a força constante, e aumentando o valor da massa, o gráfico de espaço pelo tempo dos sistemas muda, de forma que a variação do espaço pelo tempo se mostra mais acentuada nos casos com menor massa.

Dessa forma, pode-se entender a massa como uma medida quantitativa da inércia de um corpo ou partícula. A inércia é a tendência de um corpo ficar em movimento ou a ficar parado, dessa forma, quanto maior a massa de um corpo, mais difícil será colocar o corpo em movimento, mas ao mesmo tempo, mais difícil é pará-lo.

Então temos que a massa é uma medida da inércia e a força é como conseguimos tirar um corpo da tendência de se manter em uma dada velocidade (ou em repouso), ou seja, por meio da força é que aceleramos um corpo. Agora vamos utilizar a figura 11 para observarmos a relação existente entre força e aceleração para uma mesma massa.

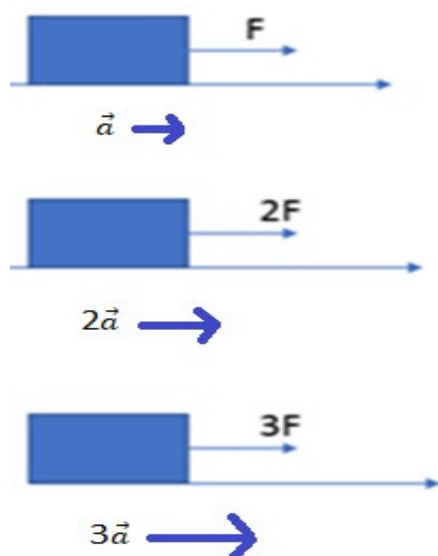


Figura 11 – Relação entre força aplicada e aceleração
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 11, é ilustrada uma situação em que é aplicada uma força constante F a um determinado bloco. Nesse caso é verificada uma determinada aceleração constante de módulo a . Em um segundo experimento, duas forças iguais e constantes de valor F cada uma, ou seja, agora temos uma força resultante constante de valor $2F$ atuando sobre o mesmo bloco, nesse caso é possível observar uma aceleração constante de valor $2a$. Em uma terceira verificação, são aplicadas 3 forças constantes de valor F cada uma, isto é, uma força constante de valor $3F$, onde verificamos uma aceleração constante de valor $3a$. Em todos os casos foi possível perceber que o sentido da aceleração ocorreu no mesmo sentido da força resultante.

A figura 12 apresenta o gráfico relativo aos dados desse experimento.

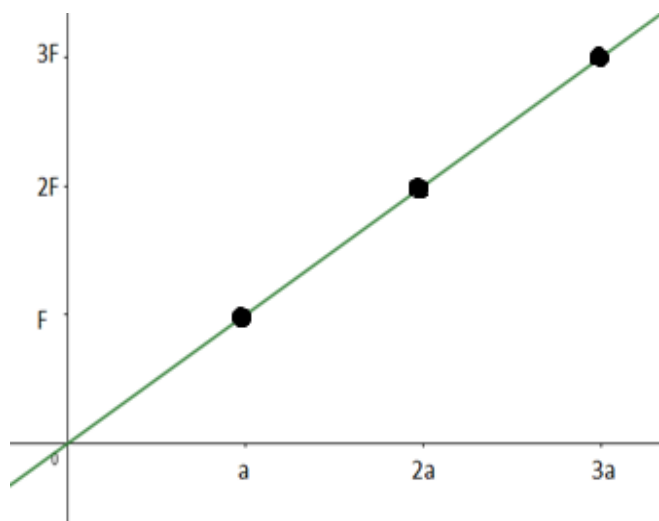


Figura 12 – Gráfico relacionando força e aceleração
Fonte: Elaborado pelo autor

Através do gráfico acima, percebemos que força e aceleração se apresentam como grandezas diretamente proporcionais.

Agora, vamos analisar a figura 13, onde temos um bloco, onde no mesmo está sendo aplicada uma força constante de intensidade F em um bloco de massa m . Em um segundo experimento, a mesma força constante F é aplicada em um conjunto de dois blocos idênticos (ou seja, o dobro da massa inicial). Por fim, uma terceira situação é analisada, onde o triplo da massa inicial, ou seja, três blocos unidos sofrem a ação da mesma força constante F .

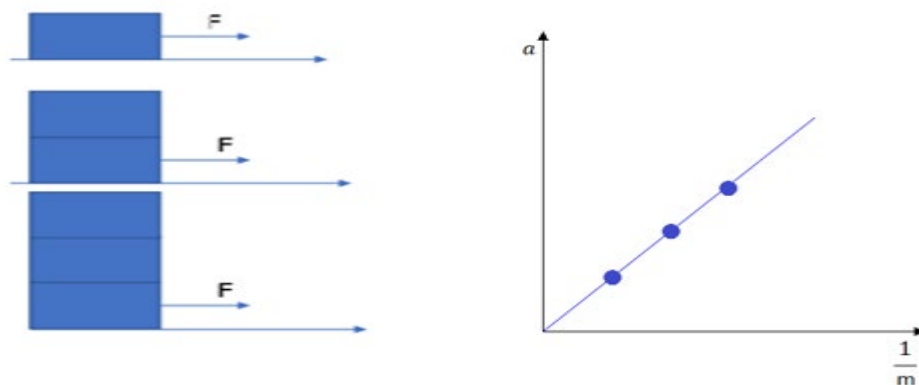


Figura 13 – Experimento para verificar a relação entre massa e aceleração
Fonte: Elaborado pelo autor

Medindo o espaço e o tempo em cada experimento para saber o valor da aceleração, é possível perceber que massa e aceleração são inversamente proporcionais, visto que, quando dobramos a quantidade de blocos, ou seja, dobramos a massa, o valor da aceleração resulta na metade de seu valor inicial e quando a massa é triplicada, o valor da aceleração é reduzido à terça parte da massa inicial. O gráfico dessa relação é apresentado na figura 13.

Na figura 14, temos um experimento para verificar a relação entre força e massa.

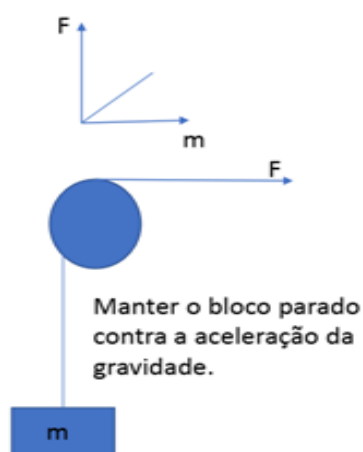


Figura 14 – Experimento para analisar a relação entre força e massa
 Fonte: Elaborado pelo autor

Pelo experimento, utilizamos uma força F para manter o bloco em repouso. Verifica-se que, ao dobrar a força, ou seja, se tivermos uma nova força resultante igual a $2F$, temos que também dobrar o valor da massa, ou seja, ter um conjunto de dois blocos idênticos, para que o conjunto permaneça em repouso. Se triplicarmos a força, ou seja, se aplicarmos uma força de intensidade $3F$ percebemos que é preciso um conjunto de três blocos idênticos unidos para que o corpo permaneça em repouso. Portanto percebemos uma relação linear, onde o gráfico dessa relação entre as grandezas está ilustrado na figura 14.

Desse modo, de uma forma simplificada, percebemos que a força é proporcional a aceleração e a massa. Já a massa e aceleração são inversamente proporcionais, logo temos:

$$F = ma \quad (9)$$

Essa relação será apresentada com mais detalhes na seção 4.4 deste capítulo.

É importante salientar que nesta seção ainda não foi apresentada a natureza vetorial da força, apenas o conceito de aceleração como vetor foi estudado no capítulo anterior.

4.3 A primeira lei de Newton

Usando nossa definição operacional de força podemos enunciar a primeira lei de Newton:

Todo corpo permanece em estado de repouso ou em movimento retilíneo com velocidade constante a menos que seja compelido a mudar esse estado pela ação de forças externas.

Um exemplo cotidiano da primeira lei de Newton ocorre quando um motorista de automóvel freia o carro abruptamente. Suponha que o motorista (o corpo em movimento nesse exemplo) está inicialmente se movendo com velocidade constante. A primeira lei de Newton afirma que nesse caso não há força externa resultante atuando sobre ele. Quando o motorista freia o carro abruptamente, a força aplicada ao carro não é transferida imediatamente para ele através do assento do carro, e ele tende a permanecer em movimento em linha reta. O motorista normalmente percebe sua "tendência" de continuar em movimento, como ilustrado na figura 15.



Figura 15 – Verificação da lei da inércia
Fonte: Elaborado pelo autor

É interessante que o professor explore exemplos sobre o princípio da inércia em situações do cotidiano para que os alunos possam entender que esse assunto não é apenas teórico e pode ser observado rotineiramente. Entretanto, é preciso se aprofundar nos detalhes, como no exemplo anterior. Um referencial onde a primeira lei de Newton é válida é chamado referencial inercial. Note, por exemplo, que um livro deixado sobre uma mesa, em que aparentemente a força resultante é nula, não permanece em repouso ou movimento retilíneo uniforme, mas em movimento de rotação em torno do centro da Terra. Assim, para quaisquer referenciais fixos na superfície da Terra a primeira lei de Newton não é válida, e, portanto, não são referenciais inerciais. Quando usamos um referencial fixo na superfície da Terra para aplicar as leis de Newton estamos sempre cometendo um erro, embora esse seja bem pequeno. Um bom referencial inercial é muito difícil de se obter, usar as estrelas distantes como referencial pode ser uma melhor aproximação. As correções para as leis de Newton para referenciais não inerciais são bem conhecidas, mas fogem do escopo dessa dissertação.

Finalmente, quando um corpo está em movimento retilíneo uniforme ou em repouso em um referencial inercial, a força resultante atuando sobre ele é nula, e dizemos que o corpo está em equilíbrio.

4.4 Natureza vetorial das forças

Vimos anteriormente que o efeito produzido por uma força depende da direção e sentido em que ela é aplicada. É possível explorar situações de equilíbrio para verificar experimentalmente a natureza vetorial das forças.

Um exemplo está ilustrado na figura 16.

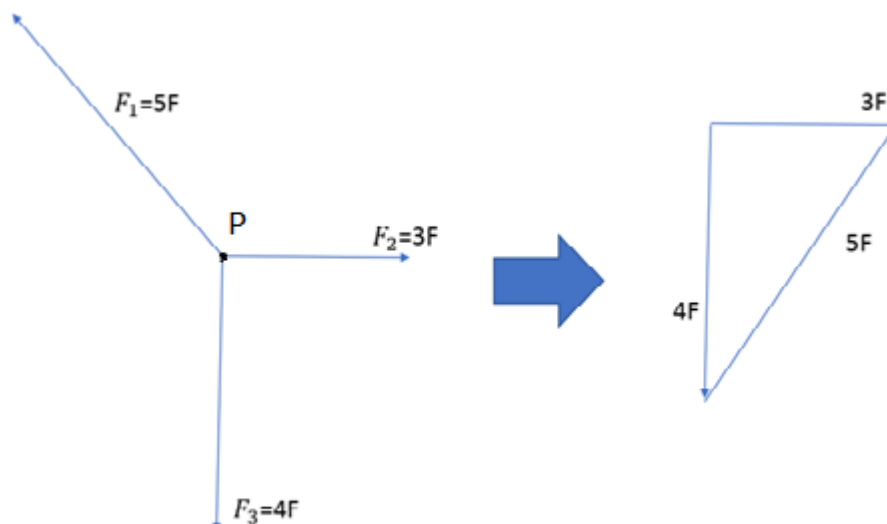


Figura 16 – Equilíbrio de três forças em um corpo pontual
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 15, temos três forças de intensidade $F_1 = 5F$, $F_2 = 3F$ e $F_3 = 4F$, aplicadas à partícula P. Pode ser verificado experimentalmente que, quando essas três forças atuam de forma simultânea, a partícula P permanece em equilíbrio, ou seja, a resultante vetorial das três forças se anula como mostra o polígono fechado na figura 15. Dessa forma, vemos que as forças se combinam como vetores.

Portanto podemos generalizar de forma que concluímos que um corpo só estará em equilíbrio se a soma vetorial das forças aplicadas sobre esse mesmo corpo for um vetor nulo. Assim, além da intensidade, a direção e o sentido são características determinantes de uma força.

4.5 A segunda lei de Newton

Como vimos anteriormente, a primeira lei de Newton diz que se a resultante das forças sobre um corpo for nula, este corpo estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, ou seja, a aceleração é nula em ambas as situações, portanto a lei da inércia implica que qualquer variação de velocidade em um referencial inercial deverá ser devido a uma força, (já apresentada em natureza vetorial), como a variação da velocidade no tempo é a aceleração (também já

apresentada vetorialmente), podemos generalizar a relação verificada anteriormente (equação 9) para uma relação vetorial:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (10)$$

Onde a mesma se refere à segunda lei de Newton, também conhecida como princípio fundamental da dinâmica. Sendo assim, a primeira lei de Newton pode ser vista como um caso específico da segunda lei para casos em que a aceleração é nula.

Chamamos de força resultante \vec{F}_R , a soma vetorial de todas as forças que atuam no corpo ou numa partícula, como visto no exemplo da figura 15, logo:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (11)$$

Onde \vec{F}_1 , \vec{F}_2 e \vec{F}_n representam as forças aplicadas. Dessa forma, podemos também enunciar a segunda lei através da força resultante.

$$\vec{F}_R = m\vec{a} \quad (12)$$

Podemos enunciar a segunda lei de Newton da seguinte forma: quando uma força resultante externa, não nula, aplicada em um corpo ou partícula causa uma aceleração com a mesma direção e sentido da força resultante.

A massa “m” (ou massa inercial), uma grandeza escalar (não apresenta direção e sentido), descrita anteriormente como uma medida quantitativa de inércia, possui unidade definida em função de um protótipo (padrão de platina iridiada, armazenada no Ofício Internacional de Pesos e Medidas em Paris) que representa o quilograma (kg), ou seja, 1 kg é a massa desse protótipo. Portanto no sistema internacional de unidades, a unidade de massa é o quilograma.

Como já mencionado anteriormente, a unidade de aceleração no sistema internacional de unidades é m/s^2 . Logo a unidade de força no sistema internacional de unidades é o newton (N), onde 1 N equivale a 1 kg m/s^2 .

A equação (12) não foi a abordagem original de Newton para a segunda lei. Ele inicialmente definiu a quantidade de movimento:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (12)$$

A quantidade de movimento é medida do mesmo, que se origina conjuntamente da velocidade e da massa. (NEWTON, 2010)

Se a massa não varia em função do tempo, podemos derivar os membros da equação (11), em função do tempo e obter

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad ; \quad \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad (12)$$

A equação (12) mostra que a variação da quantidade de movimento é proporcional

à força aplicada e possui a mesma direção dessa força. Portanto a força pode ser entendida como a taxa de variação temporal da quantidade de movimento. (NUSSENZVEIG, 2002)

No sistema internacional de unidades (SI), a quantidade de movimento, também chamada de momento linear, possui unidade quilograma metro por segundo (kg m/s)

É importante mencionar que em velocidades comparáveis à da luz, como na relatividade restrita, a massa depende da velocidade da partícula. Nesse caso a mecânica newtoniana não é aplicável, assim como em objetos de escala atômica, onde se aplicam as leis da mecânica quântica.

Uma aplicação da segunda lei de Newton é verificada na força peso. Devido à atração gravitacional da Terra, os corpos em sua vizinhança estão sujeitos a uma força, chamada força peso (\vec{P}). Devido a essa atração, os corpos em queda livre caem segundo uma aceleração constante de aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$. Chamando a aceleração vertical e para baixo da gravidade de (\vec{g}) , temos uma aplicação da segunda lei de Newton.

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad (13)$$

Dessa forma, se um corpo for lançado em queda livre, o mesmo será atraído em direção ao centro da Terra e sua velocidade aumentará, aproximadamente, $9,8 \text{ m/s}^2$ a cada segundo de queda.

Podemos perceber que, para um corpo em queda livre:

$$\vec{a} = \vec{g} \quad (14)$$

O peso de um corpo é uma grandeza vetorial. Também é importante esclarecer aos alunos que o peso de um objeto atua eternamente, ou seja, independentemente de estar em queda livre ou não. O aluno pode ter uma dúvida nesse contexto, a respeito do corpo estar em repouso. Se ele não está se movendo, então a força externa resultante sobre o corpo é nula, ou seja, uma ou mais forças estão anulando, agindo no sentido contrário à força peso.

O peso é um exemplo de força de ação à distância, pois ela atua sem a necessidade dos corpos se tocarem, diferentemente de um puxão ou empurrão que podem ser chamados de forças de contato.

4.6 A terceira lei de Newton

Tendo em vista que uma força é capaz de provocar uma mudança de velocidade em um corpo, Newton também se dedicou a estudar o que ocorre na interação entre os corpos e verificou que quando um corpo aplica uma força em outro corpo (chamada de força de ação), o segundo corpo aplica uma força no primeiro (chamada de força de reação).

Quando martelamos um prego contra uma superfície de madeira, por exemplo, ocorre uma interação entre forças de contato. O martelo exerce uma força sobre o prego, a fim de que o mesmo seja penetrado na madeira. Instantaneamente, o prego exerce uma força sobre o martelo.

A figura 17 ilustra a situação acima descrita, onde a força que o martelo aplica no prego, ou seja, a força de ação, foi chamada de \vec{F}_{AB} , lê-se força que o corpo A (martelo) aplica sobre o corpo B (prego), com sentido indicado na figura na cor vermelha e a força que o prego aplica no martelo, ou seja, a força de reação, foi chamada de \vec{F}_{BA} , lê-se força que o corpo B (prego) aplica sobre o corpo A (martelo), com sentido indicado na figura pela cor azul.

Através da ilustração, é também possível perceber que a direção desse par de forças é a mesma (direção vertical) e que as forças descritas possuem sentidos opostos.

É interessante que o docente quando for tratar desse assunto com seus alunos, deixe sempre os vetores que representem as forças bem visíveis em relação a sua direção e sentido, isso evita que o aluno confunda.

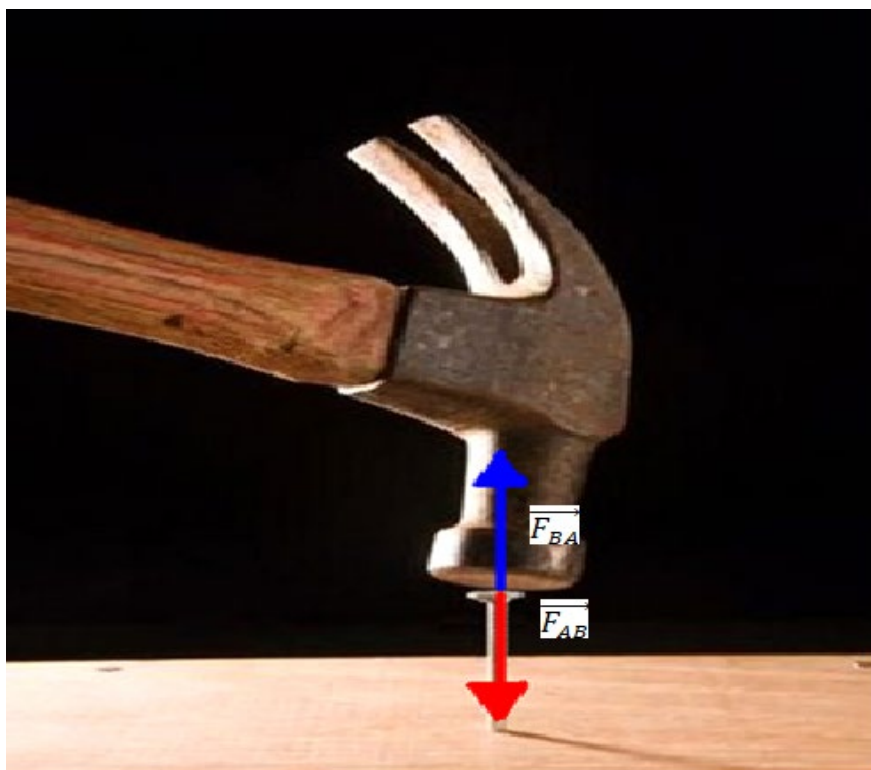


Figura 17 – Forças de ação e reação
Fonte: Elaborado pelo autor

Newton também verificou que as forças de ação e reação, além de terem mesma direção e sentidos opostos, possuem mesmo módulo, ou seja, a mesma intensidade. Como as forças possuem sentidos opostos, temos a seguinte relação:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (15)$$

Onde o sinal negativo indica que \vec{F}_{BA} está em sentido oposto ao vetor \vec{F}_{AB} .

Como as forças ocorrem em corpos diferentes, ou seja, podemos dizer que a força de ação ocorre no prego e a força de reação ocorre no martelo, podemos fazer uma análise das forças da força resultante sobre o sistema (formado por martelo e prego). Através da equação (16), podemos perceber que

$$\vec{F}_{AB} + \vec{F}_{BA} = \vec{0} \quad (16)$$

portanto força resultante sobre o sistema é zero, mas é importante mencionar que essas forças *não se anulam* porque *atuam em corpos diferentes*.

O fato das forças de ação e reação serem iguais em módulo, ou seja, possuírem a mesma intensidade, pode parecer absurdo para alunos de ensino fundamental e médio que estão estudando esse conteúdo pela primeira vez. Os alunos normalmente pensam que a força de ação possui maior valor de intensidade em relação à força de reação. Por exemplo, em uma luta de MMA (artes marciais mistas), um soco que um lutador aplica no rosto de outro lutador, visivelmente parece que causa mais “impacto”, ou seja, mais dano, no rosto do segundo lutador quando comparado com a mão do primeiro. Temos que levar em conta as superfícies que estão entrando em contato, bem como suas respectivas massas para entender os danos causados após uma força aplicada. É importante que isso seja detalhado com os alunos para que os mesmos não venham a “duvidar” da terceira lei de Newton.

Outro fato importante sobre a terceira lei de Newton, também conhecida como lei da ação e reação, é em relação à natureza do par de forças de ação e reação. Se a força de ação for de contato, a força de reação também será de contato. Se a força de ação for uma força de ação à distância, a reação também será uma força de ação à distância. Logo as forças de ação e reação são forças de *mesma natureza*.

5 TÓPICOS DE FÍSICA TÉRMICA

A Termologia é uma área da Física que estuda os fenômenos térmicos como calor, temperatura, dilatação e energia térmica. As dificuldades de ensinar termodinâmica normalmente giram em torno da falta de contextualização dos temas abordados, isso pode levar o aluno a pensar que os fenômenos tratados não podem ser observados em seu cotidiano e/ou não possuem ser úteis para sua vivência, portanto isso pode gerar um desinteresse em relação à disciplina.

5.1 Temperatura e calor

Sempre que utilizamos termômetros comuns e suas leituras, o termo temperatura está envolvido. Cotidianamente o termo *temperatura* se refere ao valor medido em um termômetro comum, que por sua vez é calibrado de acordo com alguma propriedade de um material específico, como resistência elétrica, volume e pressão, por exemplo. Quando usamos um termômetro de mercúrio relacionamos diretamente o valor lido da temperatura com o volume do líquido metálico utilizado. Outras vezes, como quando usamos um termômetro digital, nem relacionamos a temperatura diretamente com uma propriedade do material, simplesmente confiamos na leitura. Na prática, toda medida quantitativa de temperatura, ou termometria, é baseada em alguma “propriedade termométrica” de um material, ou seja, alguma propriedade que muda quando o material se torna mais quente ou frio. (ARONS, 1997)

Vale a pena salientar alguns passos no desenvolvimento histórico dos termômetros Galileu Galilei inventou um dos primeiros “termoscópios” por volta de 1597. Como mostra a figura 18, ele consiste de um bulbo de vidro com uma haste longa e estreita contendo ar que se estende para baixo até um recipiente de água. À medida que o bulbo esquenta ou esfria o ar se expande ou se contrai e o nível da água sobe ou abaixa na haste. É claro que esse termoscópio tem comportamento dependente da pressão atmosférica local.

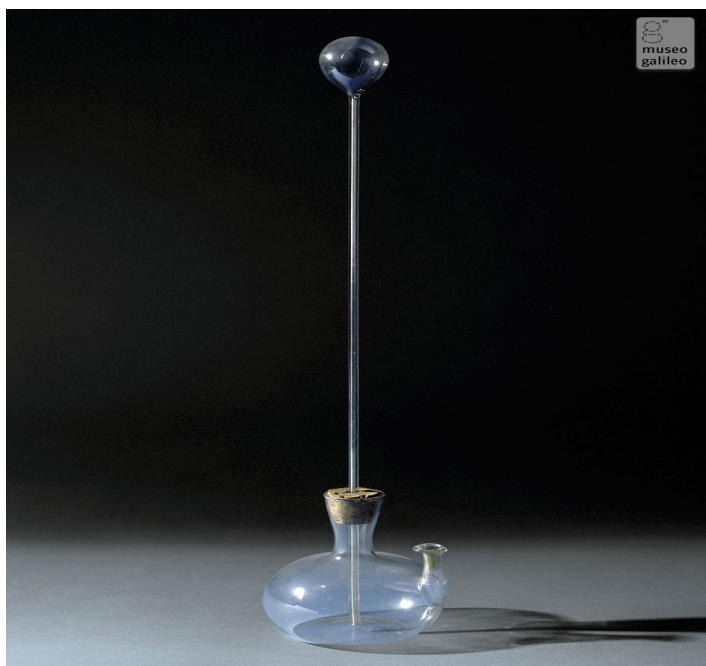


Figura 18 – Termoscópio de Galileu

Fonte: <https://catalogo.museogalileo.it/oggetto/Termoscopio.html>

Vários outros termoscópios melhorados foram feitos depois, eliminando a sensibilidade à pressão atmosférica local pelo uso de líquidos completamente selados. A calibração dos termoscópios através da marcação de pontos fixos como os pontos de fusão (ponto de gelo) e ebulição (ponto de vapor) da água se desenvolveu no século 17. Entre 1714 e 1717, o alemão Daniel G. Fahrenheit construiu os termômetros de mercúrio e álcool, bastante precisos, usando tubos de vidro e bulbos selados. Na escala de Fahrenheit (que tem o seu nome) o ponto de gelo é marcado 32°F e o ponto de vapor 212°F.

A escala “Celsius”, proposta pelo astrônomo sueco Anders Celsius, com 100 graus distribuídos uniformemente entre o ponto de gelo e o ponto de vapor da água surgiu por volta de 1710 a 1743 Normalmente medimos temperatura em graus centígrados (°C), escala baseada nas temperaturas reprodutíveis de congelamento (0°C) e ebulição (100 °C) da água.

A escala de temperatura adotada pelos cientistas é a Kelvin, cujo nome é para homenagear o físico nascido na Escócia William Thomson, Primeiro Barão Kelvin (1824-1907). Essa escala não é calibrada em função dos pontos de fusão e de ebulição da água, mas sim em função da energia. Dessa forma, o número zero é adotado como a temperatura mais baixa possível, chamado de zero absoluto. A escala Kelvin, que é a escala de temperatura no sistema internacional de unidades, historicamente surgiu só em meados do século 19, bem depois de os termômetros já terem se tornado instrumentos comuns. (HEWITT, 2015)

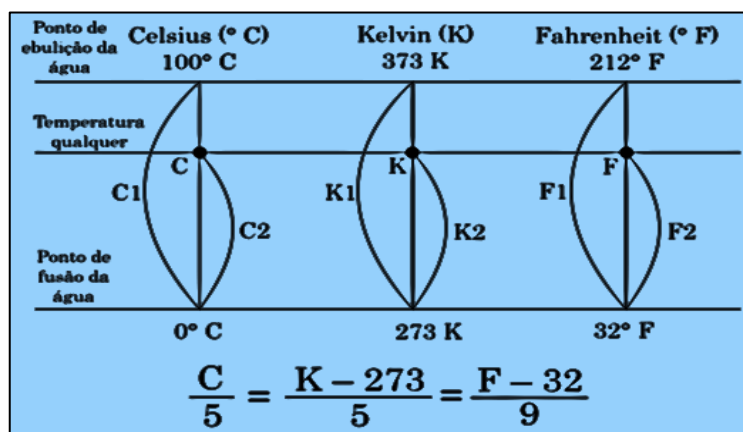


Figura 19 – Relações entre escalas termométricas

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 19 ilustra a equivalência dos pontos de fusão (ponto de gelo) e ebulição (ponto de vapor) entre as três escalas anteriormente citadas. Dessa forma, podemos fazer uma relação de proporcionalidade matemática para estabelecer uma equação que relacione essas escalas, a relação é:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_K - 273}{5} \quad (17)$$

Onde θ_C significa temperatura na escala Celsius, θ_F significa temperatura na escala Fahrenheit e θ_K significa temperatura na escala Kelvin. Através da equação (17), é possível fazer qualquer conversão de temperatura entre essas escalas.

É importante salientar que essas são as escalas termométricas mais utilizadas, porém não são as únicas existentes. Existem outras escalas conhecidas como a Rankine e Réaumur.

Sendo assim, a temperatura, ou estado térmico de um corpo, também pode ser definida como a grandeza física que mede o grau de agitação térmica dos átomos e moléculas que constituem o corpo. De forma que, quanto maior for a agitação das moléculas, maior será a sua temperatura. Quando um corpo é aquecido, suas moléculas passam a vibrar de uma forma mais intensa e essas moléculas tendem a se afastar umas das outras, ocorrendo a chamada dilatação térmica dos materiais. Se o corpo for resfriado, ocorrerá o processo inverso, as moléculas ficarão mais unidas, damos a isso o nome de contração térmica.

Como vimos, a forma mais comum de medir a temperatura é aproveitar o a mudança que ocorre no material no fenômeno da dilatação térmica e construir, a partir disso, uma escala termométrica. No termômetro de mercúrio, temos que o mercúrio sofre dilatação ou contração, de acordo com a aumento ou redução na temperatura. Portanto é sensível às mudanças de temperatura, quando o mesmo entra em contato com o corpo de uma pessoa com febre, o mercúrio no interior do termômetro é aquecido e sofre dilatação. Dessa forma, podem ser estabelecidos os

valores de determinada escala termométrica no tubo do termômetro de mercúrio e determinar precisamente se uma pessoa está ou não com febre.

Os termômetros digitais infravermelhos possuem sensores capazes de aferir a temperatura de superfícies e corpos através da radiação emitida por eles. Para fazer a medição, portanto, não é necessário tocar na superfície, ou seja, não tem necessidade de um contato direto. A figura 20 ilustra um termômetro digital.



Figura 10 – Termômetro digital infravermelho

Fonte: <https://www.rpccommerce.com.br/termometro-digital-infravermelho-com-mira-laser-50o-a-420o-c-pr-2384-244597.htm>

5.2 Equilíbrio térmico

O desenvolvimento de termômetros calibrados confiáveis possibilitou a investigação quantitativa dos fenômenos de aquecimento e resfriamento. Entre o principal investigador dos fenômenos térmicos, o médico escocês Joseph Black (1728-1799) que foi, em vários momentos, professor de medicina e química nas Universidades de Glasgow e Edimburgo. Dada a capacidade de fazer observações quantitativas, Black fez uma investigação sistemática das interações térmicas. Ele primeiro chegou à conclusão de que, quando os materiais em diferentes temperaturas são colocados juntos em uma interação térmica, todos eles acabam em um estado caracterizado pela mesma temperatura final. Foram as primeiras evidências do equilíbrio térmico.

A generalização de Black sobre o equilíbrio térmico incorpora uma ideia que é afirmada de forma mais analítica em livros didáticos modernos sob o nome de "lei zero da termodinâmica": Se o corpo A está em equilíbrio térmico com corpo B e B está em equilíbrio com o corpo C, então A e C também estarão em equilíbrio térmico. (ARONS, 1997)

5.3 Calor, trabalho e energia interna

O conceito de calor foi tema de muitos debates no decorrer da história da humanidade. No século XVI, cientistas como Galileu e Newton acreditavam que o calor era considerado uma espécie de fluido, uma definição oriunda da teoria atômica da Grécia Antiga. Galileu acreditava que o calor é um tipo de movimentação molecular, onde o fogo seria uma multidão de pequeníssimos corpos movimentados com uma velocidade enorme. (Galileu, 1996, p. 222).

No século XVIII, foram desenvolvidos alguns métodos para fazer medições da quantidade de calor que entrava ou saía de um objeto. Nesse contexto, foi o químico Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), nascido na França, ele introduziu o termo calórico, em seu Método de Nomenclatura Química (1787). Ele acreditava que um fluido invisível, inodoro e imponderável preenchia o interior dos corpos. Esse fluido era transferido de um corpo para outro por causa do escoamento do calórico devido a diferença de pressões. (ROSA, 2012)

Alguns cientistas não defendiam a ideia proposta por Lavoisier, como o norte-americano Benjamin Thompson, conde de Rumford (1753-1814). Através de experimentos, obtiveram resultados que demonstravam a equivalência entre calor e energia mecânica. Porém essa ideia não foi totalmente acolhida pelo meio científico e as ideias de Lavoisier ainda prevaleciam como base das pesquisas. (ROSA, 2012)

Sadi Carnot (1796 – 1832), em 1824, embora acreditasse que o calor fosse um fluido material, realizou experimentos e mostrou que o calor podia ser convertido em trabalho graças à diferença de temperaturas entre uma fonte fria e uma fonte quente. O trabalho está relacionado com a aplicação de forças, como por exemplo a força que um gás exerce para expandir-se após ser submetido a uma fonte de calor. Dessa forma, o trabalho é um processo mecânico que representa um fluxo de energia entre o sistema e o seu meio, ou seja, é a energia transferida entre um sistema e um ambiente, por meios independentes da temperatura entre eles. Carnot afirmou que a potência máxima possível no processo de conversão de calor em trabalho era independente do fluido que se utilizasse nas fontes e era somente dependente da diferença de temperatura das fontes. O próprio Carnot designou esta descoberta como “a queda do calórico”. (Cotardièrre, 2010).

Somente em 1840 o calor passou a ser identificado como energia, quando James Joule (1818 – 1889) realizou experimentos que culminaram na primeira medição do equivalente mecânico do calor, através da comparação como calor gerado por uma corrente elétrica produzida por indução eletromagnética. Ele mostrou experimentalmente que, na transformação de energia

mecânica em calor, a mesma quantidade de energia correspondia sempre a mesma quantidade de calor. (ROSA, 2012)

A palavra calor está associada a mudanças de temperatura. Em Física, calor corresponde à energia térmica em trânsito, ou seja, que se transfere de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre os corpos. Essa transferência ocorre sempre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.

No sistema internacional de unidades, o calor é medido em joules (J), onde 1 J equivale a $\frac{1\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$. Também é comum ver o calor sendo medido em calorias. A caloria é definida como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius. A relação entre calorias e joules é a seguinte, 1 caloria equivale a 4,184 joules.

Para entendermos melhor a relação entre calor e trabalho, vamos observar a figura 21, onde é ilustrado um gás confinado em um cilindro que possui um êmbolo móvel. Na parte inferior do cilindro, na situação (1), uma fonte de calor irá aquecer o sistema.

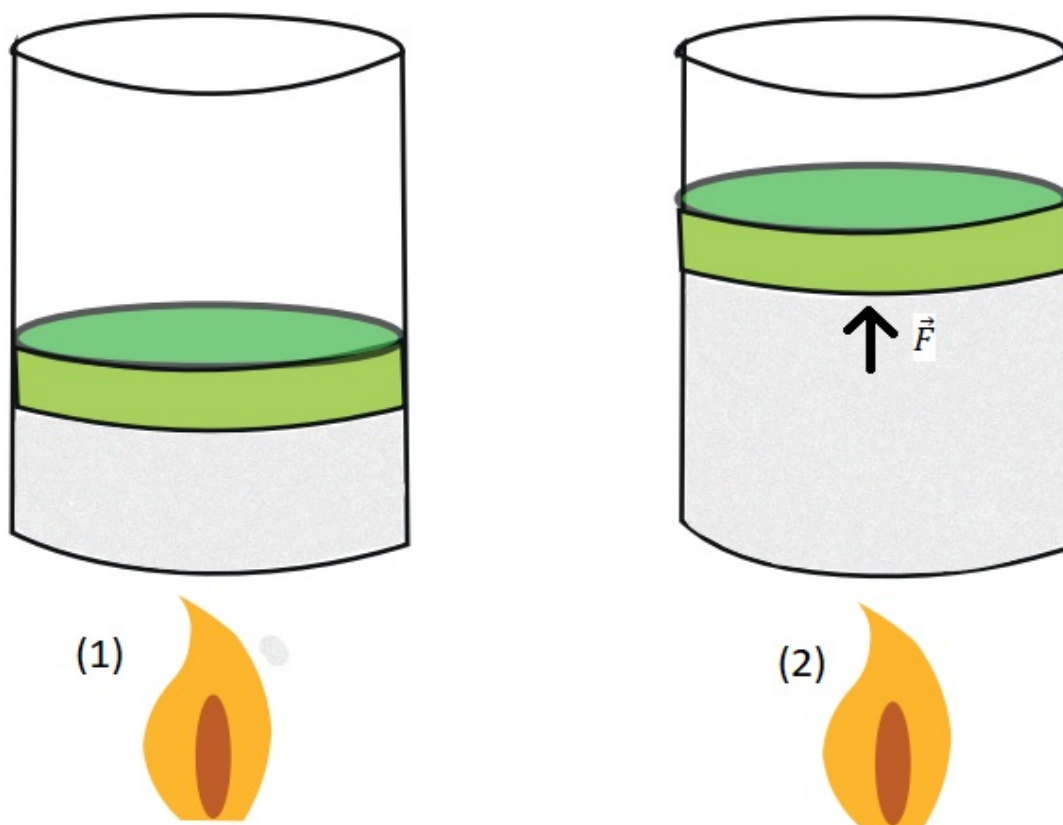


Figura 11 – Análise da relação entre calor e trabalho
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após certo tempo, percebe-se que o gás empurra o êmbolo para cima com uma força \vec{F} , produzindo um deslocamento infinitesimal $d\vec{s}$. Aqui, supomos que essa força é constante, por conta do deslocamento causado ser pequeno. Entendemos pressão como a relação entre uma força e sua área de distribuição. Por definição, o módulo de uma força ($|\vec{F}|$) é igual ao produto da pressão

(p) pela área (A). Portanto o trabalho infinitesimal (dW) realizado pelo gás durante o deslocamento é dado por:

$$dW = |\vec{F}| ds \quad ; \quad dW = pA ds \quad ; \quad \text{mas } A ds = dV \quad (V = \text{volume})$$

logo:

$$dW = p dV \quad (18)$$

onde dV é a variação infinitesimal do volume do gás devido ao movimento do êmbolo.

Para obter o trabalho total exercido

$$W = \int_{V_i}^{V_f} p dV \quad (19)$$

importante que o docente mencione aos alunos a importância do sinal do trabalho (W) e calor (Q). Um valor positivo para Q representa uma quantidade de calor fornecida para o sistema, assim como um trabalho (W) positivo representa um trabalho realizado pelo sistema sobre a sua vizinhança. (YOUNG e FREEDMAN, 2008)

A energia térmica é um tipo de energia associada à temperatura absoluta de um sistema. Ela corresponde, de forma clássica, à soma das energias cinéticas microscópicas em virtude dos movimentos de translação, vibração ou rotação de suas partículas juntamente com a energia potencial devido às forças entre as moléculas. É importante notar que apenas a energia cinética microscópica desordenada contribui para a energia térmica, a energia cinética ordenada devido ao escoamento da água por causa da correnteza de um rio não contribui para a sua temperatura ou energia térmica. Portanto quando uma substância absorve ou cede calor, a sua energia interna, correspondentemente, aumenta ou diminui. Como seria muito difícil medir o valor absoluto da energia interna de um sistema, uma vez que o mesmo inclui as energias de todos os átomos, elétrons e componentes dos núcleos. Dessa forma, é comum medimos a variação de energia interna (ΔU). (HEWITT, 2015)

A energia interna de um sistema pode ser alterada por meio da troca de energia com a vizinhança. Suponhamos que um gás com realize um trabalho, através de uma expansão, com energia equivalente a 10J. A energia interna do sistema precisou ser consumida em 10 J para isso, portanto $\Delta U = -10$ J, onde o sinal negativo significa que houve uma perda de 10 J na energia interna do gás. Caso a energia for transferida do meio exterior para um sistema como trabalho, reduzindo o volume do gás, a energia interna do sistema aumentaria.

Agora, vamos supor que uma fonte de calor “Q” (externa) forneça energia para um sistema, isso fará com que a energia interna do sistema aumente, essa energia transferida para o sistema pode ser representada por $\Delta U = Q$.

Como vimos anteriormente, esse acréscimo de energia interna ao sistema pode fazer com que haja uma realização de trabalho (W) por conta do aumento da temperatura e,

consequentemente, da agitação das moléculas, como na expansão de um gás. Dessa forma, o sistema pode perder energia interna para realizar esse trabalho, como mencionado anteriormente.

Essa relação entre calor (Q), trabalho (W) e variação de energia interna (ΔU) é expresse através da **1ª lei da termodinâmica**: *a variação da energia interna de um sistema é igual a diferença entre o calor trocado e o trabalho realizado pelo sistema.*

Dessa forma, sabendo a variação da energia interna de um sistema e o trabalho realizado, é possível determinar as trocas de calor inerentes a um determinado processo termodinâmico. Essa relação é expressa pela primeira lei da termodinâmica:

$$\Delta U = Q - W \quad (20)$$

A equação (20) mostra que, quando uma quantidade de calor Q é fornecida a um sistema, parte dessa energia permanece dentro do sistema, isso faz com que sua energia interne varie, já a parte restante deixa o sistema novamente ao realizar um trabalho W contra a sua vizinhança. É importante salientar que a variação de energia interna de um sistema durante um processo termodinâmico depende apenas do estado inicial e final do sistema. (YOUNG e FREEDMAN, 2008)

5.4 Calor específico e capacidade térmica

Substâncias diferentes possuem diferentes capacidades de armazenamento de energia interna. Dessa forma, diferentes materiais requerem diferentes quantidades de calor para elevar ou diminuir a temperatura de uma determinada massa desse material. Por exemplo, ao aquecermos uma panela com água no fogão, vemos que a mesma leva cerca de 15 minutos para que sua temperatura se eleve da temperatura ambiente até a temperatura de ebulição. Porém se pusermos uma massa igual de ferro aquecendo nas mesmas condições e na mesma fonte anterior, descobriremos que ele sofrerá a mesma elevação de temperatura em cerca de dois minutos. O motivo se deve parcialmente ao fato de que materiais diferentes absorvem energia de maneiras diferentes. A energia absorvida pode ser compartilhada entre os diversos tipos de energia, incluindo a rotação molecular e energia potencial, o que eleva menos a temperatura. (HEWITT, 2015)

Sendo assim, o calor específico pode ser definido como a quantidade de calor necessária para que cada grama de uma substância varie sua temperatura em 1°C. Um alto calor específico faz com que o corpo tenha que receber muito calor para variar sua temperatura.

No sistema internacional de unidades, o calor específico é medido em $\frac{J}{K Kg}$, (joules por kelvin por quilograma). porém é comum ser medido em cal/g °C (caloria por grama por graus celsius).

A tabela 1 apresenta o calor específico a 20°C sob pressão constante de algumas substâncias:

| Substância | Calor específico (cal/g °C) |
|------------------|-----------------------------|
| Hidrogênio | 3,400 |
| Água | 1,000 |
| Álcool (etílico) | 0,580 |
| Gelo | 0,550 |
| Ar | 0,240 |
| Alumínio | 0,220 |
| Ferro | 0,110 |
| Vidro | 0,160 |
| Cobre | 0,094 |
| Mercúrio | 0,033 |

Tabela 1 – Calores específicos de algumas substâncias
 Fonte: Adaptado de YOUNG e FREEDMAN, 2008

É interessante que o docente explique aos seus alunos o que significa uma substância possuir um calor específico maior em relação a outra substância. Pode ser feita a seguinte indagação, por exemplo: através da tabela, vemos que o calor específico da água é maior que o calor específico do álcool etílico, o que isso significa? Dessa forma, o professor pode explicar o conceito e contextualizar, indicando que, se tivermos uma mesma massa das duas substâncias, o álcool eleva sua temperatura com uma maior facilidade, ou seja, ele precisa de uma quantidade de calor inferior em relação a da água para ter a mesma variação de temperatura. Dessa forma, a água tende a ter uma temperatura mais estável, indicando que o fato do alto calor específico da água possibilita a vida de muitos organismos que só podem sobreviver em uma estreita faixa de variação de temperatura.

Em Física Térmica, a capacidade térmica, também chamada de capacidade calorífica, pode ser definida como a relação entre a quantidade de calor que deve ser absorvida ou cedida por um corpo e a variação de temperatura sofrida por este.

Dessa forma, podemos definir matematicamente a capacidade térmica (C) de um corpo, onde:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \quad (21)$$

Na equação (21), Q representa a quantidade de calor recebido ou cedido durante o processo e $\Delta\theta$ representa a variação de temperatura sofrida pelo corpo.

No sistema internacional de unidades, a capacidade térmica é medida em joules por kelvin (J/K).

O calor específico “c” de uma substância pode ser definido através da relação entre a capacidade térmica “C” do corpo e a massa (m) do mesmo:

$$c = \frac{C}{m} \quad (22)$$

Dessa forma, podemos substituir a capacidade térmica, de acordo com a equação (21):

$$c = \frac{1}{m} \frac{Q}{\Delta\theta} \quad (23)$$

Torna-se necessário salientar que a capacidade térmica caracteriza o corpo, mas não a substância que o constitui. Já quando tratamos do calor específico, mencionamos uma característica do material de que é constituído o corpo.

5.5 Calor sensível e calor latente

O *calor sensível* se refere a quantidade de calor que provoca uma variação, exclusivamente, na temperatura de um corpo ou sistema termodinâmico. Já o *calor latente* se refere a quantidade de calor necessária para variar, exclusivamente, o estado físico.

Verifica-se experimentalmente que a quantidade de calor (Q_s) recebida pelo ou cedida pelo sistema para mudar o valor de sua temperatura é diretamente proporcional à sua massa (m), à sua variação de temperatura ($\Delta\theta$) e ao calor específico do material (c).

$$Q_s = mc\Delta\theta \quad (24)$$

Quando o sistema recebe calor de uma fonte externa, a variação de temperatura ($\Delta\theta$) é positiva, então dizemos que $Q > 0$. Quando o sistema cede calor ao meio externo, temos que a variação de temperatura ($\Delta\theta$) é negativa e $Q < 0$. Isso ocorre devido ao fato da massa e do calor específico assumirem sempre valores positivos, portanto o sinal de “Q” depende exclusivamente da variação de temperatura ($\Delta\theta$).

De forma diferente do calor sensível, quando fornecemos energia térmica a uma substância, e, exclusivamente, seu estado de agregação varia, o calor utilizado é chamado de *calor latente*. O calor latente, assim como o calor sensível, pode ter valores positivos ou negativos, é positivo quando uma substância recebe calor e negativo quando ela cede calor.

Quando uma substância pura atinge sua temperatura de fusão ou ebulição, por exemplo, seu estado físico começa a mudar durante o seu aquecimento. Nesse processo, ela continua absorvendo calor, porém sua temperatura permanece a mesma durante o processo. Isso ocorre porque, quando essas temperaturas são atingidas, nas quais ocorrem mudanças de estado

físico, o calor que recebido pelo sistema termodinâmico é utilizado para vencer a energia de ligação que mantém as suas moléculas agregadas. A partir do momento que o sistema termodinâmico absorve toda a energia necessária para desagregar suas moléculas, a interação entre elas diminui, indicando que o seu estado de agregação mudou. Após a mudança de estado físico, o calor que era absorvido, a temperatura constante, continua a ser absorvido pelas moléculas, proporcionando-lhes energia cinética. A quantidade de calor que eleva a energia cinética das moléculas é o que aqui chamamos de calor sensível.

No ensino básico, aprende-se sobre os estados físicos da matéria e as transformações entre os estados físicos. A tabela 3 resume esses processos:

| Processo físico | Transformação do estado |
|------------------------|--------------------------------|
| Fusão | Sólido para líquido |
| Vaporização | Líquido para vapor |
| Solidificação | Líquido para sólido |
| Condensação | Vapor para líquido |
| Sublimação | Sólido para vapor |
| Ressublimação | Vapor para sólido |

Tabela 2 – Transformações entre estados físicos

Fonte: Elaborado pelo autor.

No estado sólido, as moléculas encontram-se fortemente agregadas umas às outras, isso resulta em formato e volume definidos. Além disso, nesse estado tem-se pouca energia cinética devido a pouca movimentação entre as moléculas. No estado líquido, não existe forma física bem definida, mas existe um volume definido, adquirindo a forma do recipiente que o contém. As moléculas nesse estado estão mais afastadas em comparação ao estado sólido e as forças de repulsão entre as moléculas são um pouco maiores. Já no estado gasoso, o movimento das moléculas é bem maior em comparação aos estados citados anteriormente, dessa forma as forças de repulsão predominam e a energia cinética se torna bem mais elevada, portanto os gases não possuem forma nem volume definidos. Além disso, os gases têm a possibilidade de sofrer compressão e expansão facilmente, adquirindo a forma do recipiente os contém e ocupando todo o volume que estiver à disposição.

Dessa forma, para calcularmos a quantidade de calor (Q_L) necessária para a mudança de estado físico de um sistema, devemos efetuar o produto entre a massa do mesmo e uma constante de proporcionalidade (L), chamada de calor latente de mudança de fase. Esta constante se refere a quantidade de calor que 1 g da substância necessita para mudar de estado físico, portanto depende

da natureza da substância. A tabela 4 mostra os valores da latente de mudança de fase (L) para a água pura:

| | | |
|--------------------------|----------|------------|
| Latente de fusão | L_F | 80 cal/g |
| Latente de solidificação | L_S | -80 cal/g |
| Latente de vaporização | L_V | 540 cal/g |
| Latente de condensação | L_C | -540 cal/g |
| Latente de sublimação | L_{SU} | 620 cal/g |
| Latente de ressublimação | L_R | -620 cal/g |

Tabela 3 – Latente de mudança de estado físico da água
Fonte: Adaptado de YOUNG e FREEDMAN, 2006.

Podemos então definir a quantidade de calor latente:

$$Q = mL \quad (25)$$

É possível perceber através da tabela 2 que quando o sistema se funde ou vaporiza, temos que $Q > 0$ e quando o sistema se solidifica ou condensa, $Q < 0$. Isso ocorre pelo fato da massa sempre assumir valores positivos, então o sinal de Q depende exclusivamente da latente (L). É interessante que o docente explique aos seus alunos que, de acordo com a tabela, os valores negativos para a constante de proporcionalidade (L) em situações de solidificação condensação e ressublimação se referem ao fato de, nesses casos, o corpo ou sistema está cedendo calor, sendo, portanto, um processo exotérmico. Para os demais casos, o corpo ou sistema precisa receber calor, portanto são processos endotérmicos e os valores da constante L nesses casos é positiva.

5.6 Processos de propagação do calor

O calor se propaga sempre quando há uma diferença de temperatura entre dois ou mais corpos. Essa propagação ocorre sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Essa propagação ocorre por três processos, a Convecção Térmica, a Condução Térmica e Irradiação Térmica.

A condução térmica, também chamada de difusão térmica, é a transferência de energia térmica entre moléculas vizinhas de uma substância devido a um gradiente de temperatura, ou seja, é uma forma de transferência térmica causada por uma diferença de temperatura entre duas

regiões em um mesmo meio ou entre dois meios em contato, onde não se percebe movimento global da matéria na escala macroscópica. O gradiente de temperatura, anteriormente citado, é uma grandeza que descreve a direção e a taxa de variação de temperatura em uma determinada área.

A condução ocorre em todos os estados da matéria, mas é maior nos sólidos, por conta da rede de relações mais fixas dos átomos que contribui para a transferência de energia entre eles por vibração e também por transferência de energia através dos elétrons livres, no caso dos bons condutores de calor.

Em 1822, Joseph Fourier, um matemático e físico francês, publicou “*Traité Analytique da la Chaleur*”, um texto que afirma que as transmissões de calor são desconhecidas, mas estão sujeitas a leis fixas e simples que podem ser descobertas. Fourier analisou a lei do calor a partir da “lei do resfriamento”. De acordo com essa lei, o uso do “calórico” a partir de uma região com maior temperatura para uma outra de menor temperatura, é proporcional à razão entre a variação de temperatura e a distância espacial, isto é, proporcional ao gradiente da temperatura. Fourier modelou a condução térmica em função do gradiente de temperatura e de uma constante de proporcionalidade. Nesse modelo, o fluxo de calor depende da área, ou seja, o fluxo de calor (ϕ) é a quantidade (Q) de energia que flui através de uma unidade de área (A) por unidade de tempo.

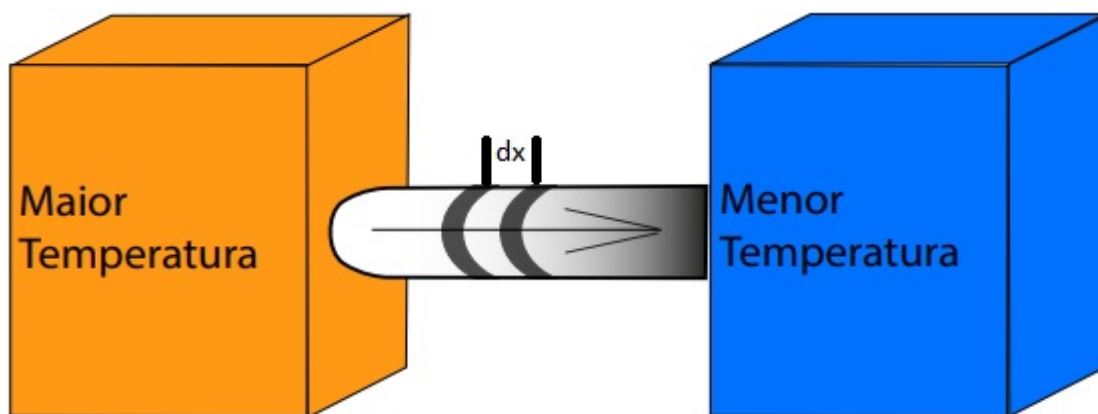


Figura 12 – Fluxo de calor em um bastão
Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 22 ilustra um bastão, onde o mesmo possui uma extremidade a uma temperatura mais alta em relação à outra extremidade. Dessa forma, ocorrerá uma condução de energia através do bastão, no sentido do mais quente para o mais frio. O fluxo de calor (ϕ) é definido por:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} \quad (26)$$

onde Q representa a quantidade de calor e Δt é o intervalo de tempo gasto. A unidade de fluxo de calor no sistema internacional de unidades é J/s (joules por segundo).

Os experimentos de Fourier mostraram que o fluxo de calor, no caso unidimensional, ao longo do eixo x é dado por:

$$q'' = -kA \frac{dT}{dx} \quad (24)$$

Onde q'' representa o fluxo de calor por condução (em J/s), “ k ” representa uma constante de proporcionalidade característica do material, denominada condutividade térmica do material. Quanto mais alto for o valor de k , mais o material é considerado bom condutor de calor. Na equação (24), “ A ” representa a área da seção através da qual o calor flui por condução, medida perpendicular à direção do fluxo (em m^2). O gradiente de temperatura na seção é representado por $\frac{dT}{dx}$, a razão de variação da temperatura com a distância, na direção x do fluxo de calor. O sinal negativo decorre do fato da transferência de calor ocorrer na direção da temperatura decrescente. Podemos perceber que há uma proporcionalidade entre o fluxo de energia e o gradiente de temperatura. A lei de Fourier é fundamental no estudo da transferência de calor por condução, ela é uma expressão que define uma importante propriedade dos materiais, a condutividade térmica.

Na condução térmica, por exemplo, quando aquecemos a extremidade de uma barra metálica com uma chama de fogo, após certo tempo, por condução térmica, a outra extremidade ficará também aquecida. Uma explicação microscópica para esse fenômeno é que a região próxima da chama terá um maior movimento vibratório de suas moléculas, adquirindo mais energia cinética, que é transferida através de choques às partículas vizinhas, logo essa região também aumenta seu movimento vibratório e toda a barra fica aquecida. Esse é um exemplo de aquecimento por condução térmica. Os elétrons livres, capazes de se mover dentro do metal, são chacoalhados e transferem energia para o material por meio de colisões com os átomos e outros elétrons livres do mesmo.

A Condução Térmica necessita de um meio material para se propagar. Os sólidos formados por átomos com um ou mais de seus elétrons mais externos ligados “fracamente”, são bons condutores de calor e eletricidade. Os metais possuem os elétrons externos ligados de uma forma fraca, que são livres para transportar energia por meio de colisões através do metal. Sendo assim, eles são excelentes condutores de calor e de eletricidade. A prata é o melhor condutor de todos, seguido do cobre. Lã, madeira, papel são chamados de maus condutores de calor, pois os elétrons mais externos dos átomos desses materiais estão firmemente ligados. Os maus condutores são denominados isolantes térmicos. (HEWITT, 2015)

Na Convecção Térmica, ocorre a transferência de energia térmica pela movimentação da massa de uma região do fluido (líquidos e gases) para outra região devido a

diferença de densidade. Desse modo, as regiões mais quentes desse fluido, que são menos densas, mais leves, que as restantes, movem-se, dando origem a correntes de convecção.

Quando um líquido em um recipiente é aquecido por baixo, por exemplo, as moléculas do líquido que estão no fundo passam a mover-se mais rapidamente, a água que está em contato absorve energia térmica por condução térmica. Assim, ela aumenta a velocidade molecular, afastando-se, em média, umas das outras, isso gera um acréscimo de volume tornando menos denso o material. O fluido mais frio e mais denso, então, move-se de modo a ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecção mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquenta, formando-se e assim correntes de convecção.

As correntes de convecção ocorrem também na atmosfera, afetando o clima. Quando o ar é aquecido, ele se expande. Desse modo, ele se torna menos denso que o ar ao seu redor. Como um balão, ele sofre ação de uma força ascendente. Quando o ar que se elevou alcança uma altitude na qual sua densidade se iguala à do ar em sua volta, ele para de subir. Isso é evidente quando vemos a fumaça do fogo elevar-se e depois se acomodar quando resfria e sua densidade se iguala à do ar circundante mais no alto. O ar aquecido se expande ao elevar-se, porque ao atingir altitudes maiores, uma pressão atmosférica menor o estará comprimindo. Quando o ar se expande, se resfria. (HEWITT, 2015)

É importante o professor apresentar vários exemplos desses conceitos para que os alunos possam notar a Física em seu cotidiano. Os condicionadores e os refrigeradores também funcionam essencialmente por esse princípio. No refrigerador, por exemplo, a placa resfriadora fica na parte superior do refrigerador. No seu funcionamento o ar que está nas imediações da placa se resfria, diminuindo sua agitação molecular. Essa diminuição causa uma contração do ar. Diminuindo seu volume, o ar fica mais denso e desce pelo interior do refrigerador de modo que resfria os produtos no seu interior. Daí é importante se observar que as prateleiras estejam sempre desobstruídas de modo que facilite o deslocamento da massa de ar no interior do refrigerador. O ar quente que é mais denso, oriundo das trocas de energia com os alimentos, têm volume maior e menor densidade. Dessa forma, este migra para a parte superior do refrigerador entrando em contato com novamente com a placa resfriadora, como mostra a figura 23.

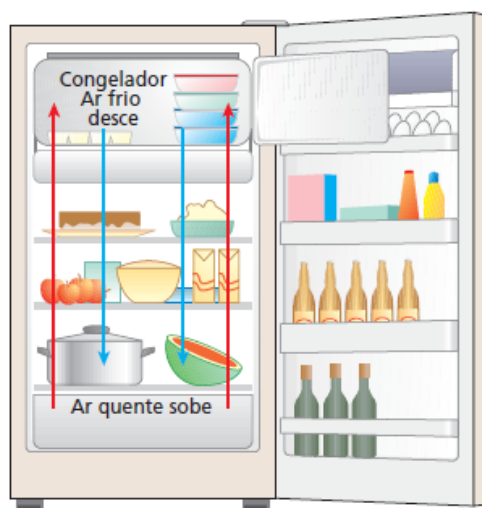


Figura 13 – Convecção térmica numa geladeira tradicional

Fonte: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdex.descomplica.com.br>

Na Irradiação Térmica, a transferência de calor ocorre pela emissão de ondas eletromagnéticas, também chamadas de ondas de calor. É através desse fenômeno que a energia emitida pelo sol chega até a Terra através do vácuo. É importante saber que todos os corpos que possuem temperatura acima do zero absoluto emitem energia radiante e as ondas que são mais eficientes para a transferência do calor estão próximas a frequência do infravermelho. Diferentemente dos outros processos de propagação, a irradiação pode ocorrer sem que haja a necessidade da presença de um material para propagar o calor, já que as ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo. Portanto a irradiação pode ocorrer com ou sem a presença de um meio material.

A energia radiante está na forma de ondas eletromagnéticas, como as ondas de rádio, as micro-ondas, a radiação infravermelha a luz visível, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios gama.

A transferência de calor por radiação é um processo em que a energia é conduzida pelas ondas eletromagnéticas. A taxa de emissão de uma superfície de área (A) e emissividade (ϵ), pode ser determinada pela lei de Stefan-Boltzmann:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \epsilon A \sigma T^4 \quad (27)$$

Onde a razão $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ representa a potência irradiada, ou seja, a quantidade de energia transferida por unidade de tempo. A emissividade (ϵ) é a capacidade de uma superfície emitir radiação eletromagnética. A emissividade é calculada através da razão entre a energia irradiada por um determinado material e a energia irradiada por um corpo negro para um mesmo comprimento de onda ($\epsilon=1$). Qualquer objeto que não seja um verdadeiro corpo negro tem emissividade menor que

1 e maior que zero. $0 < \varepsilon \leq 1$. Quanto maior o valor de ε , mais próxima a emissividade do material é da do corpo negro, ou seja, maior a sua capacidade de emissão de energia.

Já o símbolo σ na equação (25) representa uma constante universal, chamada constante de Stefan-Boltzmann e vale $5,670367 \times 10^{-8} \text{kg s}^{-3} \text{K}^{-4}$

Joseph Stefan foi um físico e matemático austro-esloveno e Ludwig Eduard Boltzmann foi um físico austríaco, conhecido pelo seu trabalho no campo da termodinâmica estatística.

Corpo negro é um objeto hipotético que absorve toda a radiação eletromagnética que nele incide, dessa forma, nenhuma onda o atravessa nem é refletida. O nome se deu pelo fato de que um corpo com essa propriedade, em princípio, não poderia ser visto, por isso o nome corpo negro. Sendo assim, corpos negros praticamente não existem na natureza, visto que nenhum objeto tem absorção e emissão perfeitas. A emissividade de um corpo é definida pela relação entre sua radiância e a do corpo negro.

A frequência de pico da energia radiante é diretamente proporcional à temperatura absoluta do emissor. Se um objeto estiver suficientemente quente, uma pequena parte da energia radiante que ele emite estará na faixa da luz visível. A uma temperatura de aproximadamente 500°C , por exemplo, um objeto começa a emitir os maiores comprimentos de onda visíveis. (HEWITT, 2015)

Nem todos meios materiais permitem a propagação das ondas de calor através deles. Sendo assim, podemos classificá-los em: Diatérmicos: meios que permitem a propagação das ondas de calor através deles, isto é, são transparentes às ondas de calor, como o ar; Atérmicos: meios que não permitem a propagação das ondas de calor através deles, ou seja, são opacos às ondas de calor, como uma parede de tijolos. (EISBERG e RESNICK, 1979)

5.7 Dilatação e contração térmica

A dilatação térmica é a variação que ocorre nas dimensões de um corpo quando submetido a uma variação de temperatura. Quando a temperatura de um sólido aumenta, surge um aumento das vibrações e um distanciamento dos átomos que constituem o corpo. Em consequência disso, ocorre um aumento nas suas dimensões. Se a temperatura diminui, ocorre o fenômeno inverso, ou seja, os átomos ficam mais próximos, se contraem, diminuindo as dimensões do corpo, por isso chamamos de contração térmica.

Em relação aos estados de agregação, a dilatação ocorre de forma mais visível nos gases, de forma intermediária nos líquidos e de forma menos significativa nos sólidos.

Tendo em vista as três dimensões de um corpo, comprimento, largura e profundidade. A dilatação linear leva em consideração a dilatação sofrida por um corpo em apenas uma dimensão, o comprimento.

Dessa forma, a variação da dilatação linear (ΔL) é sempre diretamente proporcional à variação de temperatura ($\Delta\theta$), ao comprimento inicial (L_0) e ao coeficiente de dilatação do material (α).

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta \quad (28)$$

O coeficiente de dilatação do material é uma constante que determina o comportamento de um material quando sofre variação de temperatura, portanto quanto maior for o valor do coeficiente, mais sensível o corpo será às variações de temperatura.

É importante mencionar que a dilatação linear é apenas teórica, pois os corpos são tridimensionais. A matéria sofre dilatação em três dimensões, mas somente uma delas é relevante ou apenas uma dela pode ser calculada, dessa forma, utiliza-se a dilatação linear.

A dilatação térmica superficial ocorre quando um corpo sofre um aumento em duas de suas dimensões. O processo é similar ao da dilatação linear, pois a variação de área sofrido pelo corpo é diretamente proporcional à área de superfície inicial (A_0), à variação de temperatura ($\Delta\theta$) e ao coeficiente de dilatação superficial do corpo (β). Dessa forma, para calcular a variação na dilatação superficial utilizamos:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta\theta \quad (29)$$

O coeficiente de dilatação superficial β é uma propriedade do material que constitui o corpo, ele possui uma relação com o coeficiente de dilatação linear, caso ambos sejam constituídos pelo mesmo material, $\beta = 2\alpha$.

Já a dilatação volumétrica ocorre quando as 3 dimensões de um corpo sofrem um aumento devido a uma elevação de temperatura. O processo também é similar aos já mencionados, pois a variação de volume sofrida pelo corpo será diretamente proporcional ao seu volume inicial, à variação de temperatura ($\Delta\theta$) e ao coeficiente de dilatação volumétrica do corpo (γ). Dessa forma, a variação de volume (ΔV) sofrida pelo corpo pode ser medido por:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta\theta \quad (30)$$

O coeficiente de dilatação superficial γ é uma propriedade do material que constitui o corpo, ele possui uma relação com o coeficiente de dilatação linear, caso ambos sejam constituídos pelo mesmo material, $\gamma = 3\alpha$.

A dilatação de um líquido ou um gás é do tipo volumétrica. A dilatação aparente dos líquidos é determinada pelo volume de líquido que é transbordado se um recipiente

completamente cheio desse líquido for aquecido. No entanto, caso o recipiente sofra uma variação de volume igual à variação volumétrica sofrida pelo líquido, nenhum líquido deverá transbordar.

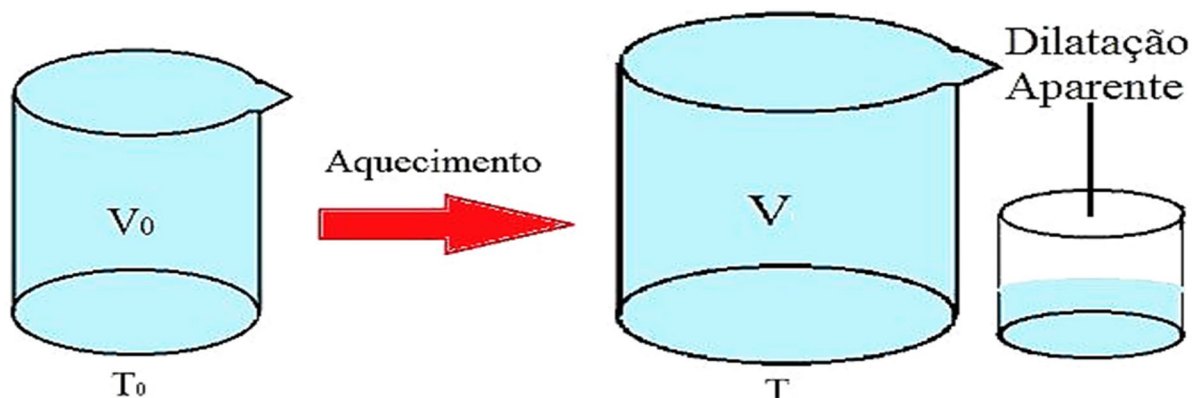


Figura 14 – Análise da dilatação aparente de um líquido
Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a figura 24, o volume de líquido que transbordou após o aquecimento corresponde à dilatação aparente. Dessa forma, para calcular o volume do líquido que transborda, ou seja, a variação de volume aparente (Δv_{ap}) do frasco, utilizamos a equação

$$\Delta v_{ap} = V_0 \gamma_{ap} \Delta \theta \quad (31)$$

Onde V_0 representa o volume inicial do líquido, $\Delta \theta$ é a variação de temperatura sofrida pelo líquido e γ_{ap} é o coeficiente de dilatação volumétrica aparente.

A água possui um comportamento diferente da maioria dos líquidos, por isso sua dilatação é considerada uma dilatação anômala. Quando uma certa quantidade de água, a 0°C , é colocada em um recipiente indilatável e é aquecida, o volume do líquido diminui até uma temperatura de 4°C e a partir daí, se o aquecimento continuar, o volume passa a aumentar. Portanto de 0°C a 4°C a água sofre contração térmica e no aquecimento acima de 4°C ela sofre dilatação térmica, como mostra o gráfico a seguir.

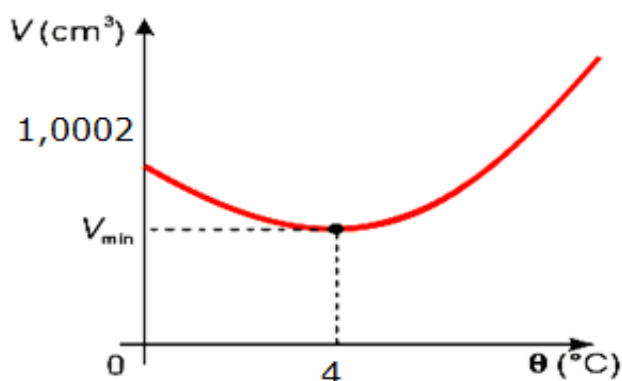


Figura 15 – Gráfico da dilatação anômala da água
Fonte: Elaborado pelo autor.

O comportamento anômalo da água pode ser explicado por ela apresentar um tipo especial de ligação de suas moléculas, as ligações de hidrogênio, uma ligação de natureza elétrica e que ocorre entre átomos de hidrogênio ligados a flúor, oxigênio ou nitrogênio. Quando uma certa massa de água aumenta sua temperatura a partir de 0°C, ocorrem dois fenômenos que se opõem: uma dilatação por conta da maior agitação térmica molecular e o rompimento das ligações de hidrogênio, então, por conta desse rompimento, na nova situação de equilíbrio as moléculas se aproximam uma das outras, o que gera uma contração térmica pela diminuição do seu volume. A predominância da contração térmica em relação à dilatação térmica, nesse caso, determina a contração térmica no aquecimento 0°C a 4°C de uma certa quantidade de água. (PEREIRA et al, 2015)

6 A MÍDIA PODCAST

A forma com que se produz conteúdo na internet mudou bastante na última década, visto que está cada vez mais fácil e acessível se tornar produtor de conteúdos digitais. Sendo assim, as informações estão sendo veiculadas de forma cada vez mais rápidas. Neste contexto surge o podcast, um tipo de mídia digital em formato predominantemente de áudio, produzidos para a internet que pode ser distribuído, por exemplo, através de aplicativos desenvolvidos para celular, computadores e até televisores inteligentes (smart TVs).

O termo *podcast* é recente e tem origem a partir de Adam Curry e Dave Winer, que descreveram esta tecnologia como a possibilidade de postar conteúdos de áudio nas páginas da web. O termo surgiu a partir da junção do termo iPod (dispositivo de reprodução de áudio da Apple) com o termo Broadcast (método de transmissão de dados). Com a evolução das tecnologias de comunicação e banda larga, esse tipo de mídia está se tornando cada vez mais comum. (MOURA & CARVALHO, 2006)

O podcast é uma espécie de programa onde episódios são agrupados de acordo com determinados temas, conforme decidido pelos produtores do conteúdo. Podemos diferenciar um podcast de um programa de rádio. Enquanto um programa de rádio é transmitido em um determinado horário definido pela emissora, o podcast pode ser ouvido a qualquer hora, de acordo com a disponibilidade do usuário. Isto possibilita uma flexibilidade maior para acompanhar os episódios. Além disso, em produções radiofônicas, são necessários diversos equipamentos, como transmissores de rádio de alta potência, com custo relativamente elevado. Já para produzir um podcast, são necessários apenas dispositivos de gravação de áudio digital. A complexidade, e, portanto, o custo, desses dispositivos pode variar bastante, desde um estúdio completo, até um computador com um software dedicado e microfones de alta fidelidade até apenas um smartphone. Muitos provedores de podcasts possuem espaços e informações destinados aos ouvintes, como espaço para envio de mensagens, com sugestões e comentários sobre os episódios. Com isso, é possível ter acesso à aceitação dos ouvintes e constantemente melhorar o conteúdo.

Como os podcasts podem ter temas diversos, como religião, ciência, política dentre outros, eles também podem ser utilizados como ferramenta de ensino e aprendizagem, foco principal deste trabalho.

Neste trabalho usamos a plataforma Spotify® (Disponível em <https://open.spotify.com>. Acesso em 13/02/2021) para o armazenamento e distribuição dos podcasts criados em equipe com os alunos envolvidos nesse projeto. Essa plataforma foi escolhida

por causa da facilidade de acesso, confiabilidade e permite a organização dos conteúdos, criação de capas, dentre outros. Além disso, é um aplicativo gratuito.

Para que os episódios sejam publicados no Spotify®, utilizaremos uma plataforma que envia os áudios diretamente para o Spotify®, além de outros distribuidores de mídia, como o Google Podcast® e o Deezer®, a plataforma se chama Anchor®. Segundo a própria plataforma, após criado o *podcast* pelo endereço eletrônico (Disponível em <https://anchor.fm>. Acesso em 13/02/2021), automaticamente o *podcast* é enviado ao Spotify®, dessa forma, após criado, o *podcast* poderá ser acessado diretamente pelo Spotify®.

Podemos diferenciar do *podcast* para um programa de rádio. O *podcast* é um tipo de mídia que não necessita ser transmitida em tempo real, isto possibilita uma flexibilidade maior para acompanhar os episódios. Além disso, em produções radiofônicas, são necessários diversos equipamentos com custo relativamente elevado. Já para produzir um *podcast*, apenas é necessário um dispositivo de gravação de áudio, como um smartphone ou computador, e uma conexão com a internet.

6.1 O *podcast* na educação

O *podcast* surge como uma tecnologia que pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, visto que é possível elaborar áudios com conteúdos que ficam disponíveis em uma plataforma digital onde os alunos podem ter fácil acesso durante o dia, inclusive durante atividades rotineiras.

Os alunos podem ouvir o *podcast* feito pelo professor, assim como podem ser estimulados a serem os produtores dos episódios, tornando-se reais protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, o uso do *podcast* na educação pode trazer vantagens por proporcionar maior interesse dos alunos devido ao fato de ser uma ferramenta tecnológica acessada por dispositivo eletrônicos, assim como ajuda nos diferentes ritmos de aprendizagem, tendo em vista que os áudios ficam disponibilizados e podem ser ouvidos inúmeras vezes.

É importante mencionar que o uso de qualquer aplicativo ou conteúdo tecnológico durante uma atividade pedagógica, mesmo que seja simples para a maioria dos participantes, requer uma certa prática tecnológica, isso implica na necessidade de mediação por parte de um professor ou instrutor. Isso evita que os usuários desistam de participar da atividade por falta de instrução referente ao recurso tecnológico. É cada vez mais frequente o uso de *podcasts* na prática pedagógica, isso se deve ao fato da difusão dessa mídia digital. Detalharemos alguns: O

PodAprender, por exemplo, é um *podcast* da editora Aprende Brasil e atende cerca de 266 mil alunos da rede pública, em mais de 200 municípios brasileiros. Os episódios são publicados quinzenalmente e aborda temas relacionados à educação. (PODAPRENDER, 2021)

Outro exemplo de *podcast* utilizado para o ensino é o de autoria da professora Susane Ribeiro, do ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica). Nos episódios, ela dá dicas de como estudar e tirar boas notas no Enem. (RESUMOV, 2021)

É importante mencionar que esse tipo de ferramenta em formato de áudio pode apresentar benefícios no processo de ensino a alunos que possuem algum tipo de deficiência visual, podendo vir a ser utilizado para a educação inclusiva.

6.2 O uso do Podcast no ensino de Física

Relativamente a outras ferramentas (como ferramentas em vídeo), pouco se encontra na internet acerca de trabalhos acadêmicos ou tutoriais com temas relacionados ao *podcast* como ferramenta para o ensino. Esse fato se tornou uma motivação para a realização deste trabalho.

O *podcast* que foi produzido através das atividades que serão apresentadas no decorrer deste trabalho é fruto de um trabalho conjunto entre o professor e um grupo de alunos, onde os alunos foram instruídos e incentivados a pesquisar sobre tópicos de mecânica e termologia para depois gravarem áudios (chamados de episódios), ou seja, os alunos se tornaram os produtores dos conteúdos do *podcast*.

Alguns *podcasts* voltados para o ensino de Física, divulgação científica e trabalhos acadêmicos serão apresentados e debatidos nesta seção para que seja possível ter uma visão mais abrangente sobre as produções já existentes, bem como para analisar as possibilidades de uso e produção dessa ferramenta para o ensino de Física.

O *podcast* intitulado “Scitalk” é bastante conhecido na área científica. Nele, autor Luiz Hendrix relata temas científicos complexos através de uma linguagem simples e objetiva, onde o objetivo maior é a divulgação científica, principalmente para leigos, ou seja, com uma linguagem voltada para não especialistas. (SCITALK, 2021)

A nível mundial, o *podcast* *Physics World Weekly Podcast* é produzido pelo portal *Physics World*, um dos mais importantes jornais científicos. Os episódios são publicados semanalmente, onde os principais temas de Física da atualidade são abordados, assim como são feitas análises sobre as principais pesquisas científicas que estão em evidência. O *podcast* *Physics World Stories* também pertence ao portal *Physics World*. Este *podcast* é dirigido por Andrew

Glester, onde ele entrevista pessoas envolvidas em histórias científicas intrigantes e inspiradoras, as pessoas entrevistadas vão de engenheiros até artistas. (PHYSICS WORLD, 2021).

Outro *podcast* bastante conhecido a nível global é o *podcast* intitulado *60 second Science*, produzido pelo portal *Scientific American*, onde novidades e notícias científicas são apresentadas de uma forma bastante rápida e objetiva, com duração média entre 3 e 10 minutos com produções diárias. De mesma autoria, temos o *Science Talk*, onde apenas um tema é selecionado e é apresentado detalhadamente aos ouvintes. (SCIENTIFIC AMERICAN, 2021)

Outro *podcast* importante a nível mundial é o *Science Podcast*, produzido pelo portal *Science Magazine*, os *podcasts* são lançados normalmente de forma semanal, com duração média entre 15 e 30 minutos, onde são abordados os principais assuntos científicos da atualidade. (SCIENCE MAGAZINE, 2021)

O *podcast* Física Enem, são utilizados para dar dicas de Física para os estudantes que pretendem fazer a prova do Enem, com conteúdos e debates sobre o tipo de abordagem de conteúdos que constantemente estão presentes na prova do Enem. (FÍSICA ENEM, 2021)

O Fisicast é um tipo de *podcast* que faz a exploração de conteúdos de Física sem uma sequência lógica, portanto os temas são aleatoriamente escolhidos. A duração de alguns episódios chega a ser de mais de uma hora, portanto os conteúdos são apresentados de forma bastante profunda. Nesse *podcast*, é possível encontrar temas de muitos assuntos, desde o início do universo até a teoria da relatividade. É um dos *podcasts* mais conhecidos relacionado ao ensino de Física. (FISICAST, 2021)

Quadrado (2009), realizou um estudo piloto com 24 alunos para a utilização de um *podcast* como ferramenta no ensino de Física, em Porto, Portugal. Desses 24 alunos, 12 tiveram aulas através de métodos tradicionais e os outros 12 utilizaram a metodologia tradicional acrescentada de um *podcast* para reforço dos conteúdos. O resultado mostrou que a utilização desse tipo de mídia constitui um recurso a não ser desprezado, visto que os alunos que tiveram acesso a elas reconheceram que as aulas se tornaram mais interessantes e motivantes.

Mota (2019), realizou uma experiência com alunos do 1º ano do Ensino Médio da rede estadual de ensino em São Luís – MA. Os alunos foram convidados a gravar episódios de *podcast* sobre as leis de Newton e após isso foram avaliados a nível de viabilidade e satisfação em relação ao uso dessa ferramenta. O resultado final apontou um interesse dos alunos pelo fato de utilizar uma nova tecnologia e a atividade se mostrou satisfatória para a aprendizagem dos temas propostos.

A diferença entre estes dois trabalhos acadêmicos mencionados anteriormente está no fato de, neste trabalho, além dos alunos terem sido incentivados a serem os produtores de

conteúdo, aqui foi realizado um comparativo entre os conhecimentos de cada aluno a respeito dos conceitos físicos envolvidos antes da atividade e após a atividade proposta pelo professor. Além disso, o produto educacional relacionado a esta dissertação apresenta uma abordagem sobre uma metodologia a ser seguida para o planejamento, elaboração e publicação de um *podcast* para o ensino de Física através do aplicativo Spotify®.

O formato em áudio dessa mídia digital acarreta numa certa limitação quando comparada ao ensino por vídeos. O ensino através de vídeos permite ao docente a utilização de recursos visuais como imagens, simulações, softwares computacionais que tornam alguns conteúdos, principalmente os que necessitam de mais abstração, mais fácil de serem assimilados pelos estudantes. Sendo assim, é preciso que o uso do *podcast* para o ensino de Física seja mais focado em explicação de conceitos, contextualizações de conteúdos, exemplificações e debates sobre os assuntos, sem que haja a exposição exagerada de equações e excessivo uso matemático.

Apesar da resolução de exercícios com cálculos não ser o ideal para a exposição nas gravações, através dos episódios de *podcast*, as teorias e os conceitos envolvidos podem ser reforçados e debatidos, estimulando e esclarecendo possíveis dúvidas que os alunos possam ter, sendo assim os mesmos tendem a obter um melhor rendimento. Além disso, pelo fato de ser em formato de áudio, o *podcast* pode ser visto como uma mídia de acesso mais fácil.

7 METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos que norteiam este trabalho, ou seja, as sequências de atividades realizadas, os materiais e os procedimentos adotados.

Os alunos que participaram das atividades que serão descritas a seguir pertencem ao 1º ano do ensino fundamental, matriculados no colégio Christus, em Fortaleza, Ceará. É importante salientar que o estudo de caso feito nesta dissertação é um estudo piloto, portanto foi idealizado para verificar se os métodos e as ferramentas utilizadas são viáveis para a aprendizagem de tópicos de Mecânica e Física Térmica.

Os *podcasts* possuem peculiaridades devido ao seu formato em áudio, portanto, neste trabalho, o ensino foi baseado em fundamentos teóricos dos temas abordados (mecânica e termologia), contextualizando esses temas para que a Física seja percebida no cotidiano dos alunos, assim como buscando condições para que os alunos se envolvam com o fenômeno físico e através dessa interação alcance uma aprendizagem significativa.

Visto que temos ainda que levar em consideração a maneira como se espera que a aprendizagem ocorra, bem como a maneira como os alunos usuários e ouvintes irão interagir com o podcast, esse precisa ser bem planejado e a linguagem utilizada deve ser simples e clara

O principal objetivo da metodologia desenvolvida é incentivar os alunos a se tornarem os verdadeiros protagonistas do processo de aprendizagem através de uma atividade de pesquisa e gravação de episódios, e assim, melhorar o entendimento por parte dos alunos sobre os tópicos de Mecânica e Termologia abordados.

O processo de escolha dos estudantes para a participação neste trabalho se deu através de um convite, no qual os alunos foram convidados a participar de uma atividade pedagógica extra-classe, sem adição de notas ou pontos extras. Os alunos foram informados que a atividade seria de cunho facultativo. Um total de 20 alunos de turmas regulares do colégio Christus, matriculados no 1º ano do ensino fundamental aceitaram participar da atividade.

A figura 26 apresenta um fluxograma utilizado para organizar as atividades realizadas, detalharemos cada parte do mesmo em seguida.



Figura 16 – Fluxograma das atividades realizadas
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Agora vamos apresentar os subtemas dos tópicos envolvendo cada etapa ilustrada no fluxograma da figura 26.

- Planejamento
 - Verificação da possibilidade de acesso a um *podcast* pelos alunos através de um celular, tablet ou reproduzidor de mídia durante um período determinado pelo professor.
 - Determinação de como o *podcast* pode solucionar os problemas de aprendizagem dos temas.
 - Definição dos objetivos a serem alcançados.
 - Escolha dos conteúdos a serem abordados.
- Formação da equipe
 - Como selecionaremos os alunos para participarem do projeto?
 - Quais os seus conhecimentos prévios?

- Projeto
 - Apresentação do projeto e motivação dos alunos.
 - Pré-teste para análise de conhecimentos prévios.
 - Definição do público-alvo.
 - Determinar os conhecimentos prévios dos membros da equipe.
 - Determinar os objetivos a serem alcançados e como se espera alcançá-los.
 - Determinar como será publicado o *podcast*.
 - Realização de uma pesquisa sobre os conteúdos escolhidos.
 - Detalhamento do conteúdo
 - Cada membro da equipe será responsável por qual conteúdo?
 - Como os conteúdos serão abordados?
 - Roteiro
 - Elaborar um roteiro baseado no projeto.
 - Esboço no papel sobre cada parte do *podcast*.
 - Analisar a estrutura .
 - Desenvolvimento
 - Gravação de um protótipo.
 - Revisão do protótipo pela equipe.
 - Gravação “oficial”.
 - Edição e revisão pela equipe.
 - Teste piloto
 - Convidar alunos e professores não participantes do projeto para ouvirem os episódios criados a fim de verificar erros ou realizar melhorias.
 - Publicação
 - Determinar onde o *podcast* será publicado.
 - Determinar como o *podcast* será publicado.
 - Avaliação da equipe
 - Verificar se os objetivos foram alcançados.
 - Verificar a aprendizagem dos alunos.
- A tabela a seguir organiza as atividades descritas no fluxograma por etapas.

| ETAPA | ATIVIDADE |
|-------|--------------------------|
| 1 | Planejamento |
| 2 | Formação da equipe |
| 3 | Projeto |
| 4 | Detalhamento do conteúdo |
| 5 | Roteiro |
| 6 | Desenvolvimento |
| 7 | Teste piloto |
| 8 | Publicação |
| 9 | Avaliação dos resultados |

Tabela 4 – Etapas que foram seguidas para a realização das atividades
Fonte: Elaborado pelo autor.

8 PRÁTICA PEDAGÓGICA

Neste capítulo serão apresentados os detalhes relativos a cada etapa, de acordo com a tabela 9.

8.1 Etapa 1 – Planejamento

Inicialmente, o professor deve analisar quais os problemas existentes em relação ao ensino de Física. Esses problemas são bem específicos em cada turma, portanto devem ser bem avaliados pelo professor diretor do projeto.

Após a verificação desses problemas no ensino de Física, o professor deve analisar quais as causas desses problemas, bem como as possíveis soluções para resolvê-los. Dentre as soluções possíveis, quais delas são aplicáveis ao *podcast*? A resposta a essa indagação deve ser o ponto de partida do projeto, pois indicará como o *podcast* pode ser útil para o processo de ensino.

Neste trabalho, o professor e diretor do projeto percebeu que seus alunos estavam com dificuldades em definir conceitos sobre conteúdos relacionados à mecânica e à física térmica. A causa verificada desse problema foi o reduzido interesse da maioria dos alunos (verificado através de uma consulta com os alunos) na leitura da teoria relacionada a esses assuntos presente no livro didático, dessa forma, a maioria dos alunos informou que se preocupavam mais com a parte matemática dos conteúdos.

Após essa verificação, o autor deste trabalho decidiu usar um *podcast* como ferramenta para o ensino desses tópicos de Física. Dessa forma, idealizou-se que, com o auxílio de um *podcast*, os alunos poderiam entender melhor os fundamentos teóricos dos conteúdos abordados através de uma metodologia alternativa de ensino.

8.2 Etapa 2 – Formação da equipe

O processo de escolha dos estudantes para a participação neste trabalho se deu através de um convite, no qual os alunos foram convidados a participar de uma atividade pedagógica extra-classe, sem adição de notas ou pontos extras. Os alunos foram informados que a atividade seria de cunho facultativo. O limite de alunos participantes foi limitado a 20 pessoas, por isso a “regra” do processo de seleção foi simplesmente que as vagas seriam preenchidas por ordem de chegada, ou seja, por ordem de confirmação do desejo de participação das atividades.

É importante salientar que o trabalho foi “adaptado”, pois foi realizado em meio à pandemia de Covid-19, então os encontros deste trabalho foram realizados em ambientes virtuais, especialmente através do Google Meet, além de troca de informações por aplicativos de mensagem e e-mail.

Diante disso, o primeiro passo, antes de oficialmente iniciar as atividades do projeto, foi verificar a viabilidade estrutural para a ocorrência deste trabalho, visto que, neste trabalho, tornou-se necessário o uso de um dispositivo eletrônico com capacidade para o acesso à internet e a utilização do aplicativo Spotify®, bem como a capacidade de gravar áudios. Portanto foi elaborada uma simples pesquisa com os alunos participantes, mostrada na tabela 5.

| Alunos | Possui smartphone? | | Possui acesso à internet? | | Porta em sala de aula? | |
|--------|--------------------|-----|---------------------------|-----|------------------------|-----|
| | SIM | NÃO | SIM | NÃO | SIM | NÃO |
| 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 |

Tabela 5 – Uso de smartphone pelos alunos
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como todos os alunos afirmaram possuir os recursos tecnológicos necessários, houve uma atividade de motivação para instigar os alunos a participarem de forma efetiva do trabalho. Após a apresentação, foi feita uma atividade de motivação com os alunos, os mesmos foram convidados a assistir a dois vídeos motivacionais, como mostra a tabela 7.

| Vídeo | Tema | URL |
|-------|---------------------------------------|---|
| 1 | Vídeo de motivação sobre esforço | https://www.youtube.com/watch?v=s_rbmeOP3T0 |
| 2 | Vídeo motivacional sobre persistência | https://www.youtube.com/watch?v=SXDX1SdqRvQ |

Tabela 6 – Vídeos motivacionais utilizados
Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses vídeos estão disponíveis na plataforma Youtube® (<https://youtube.com>. Acesso em 22/08/2020) e foram apresentados para que os alunos tenham um momento de reflexão e também possui o objetivo de instigar os alunos a participarem ativamente do projeto.

Na tabela 7 está presente a URL (Uniform Resource Locator ou, em português, Localizador Uniforme de Recursos), ou seja, o endereço dos vídeos na rede mundial de computadores (internet).

O vídeo 1 mostra a importância de estar em oposição a conquistas relacionadas a sorte ou vocação. Ele possui foco nas tomadas de decisão durante a vida e suas importâncias. Também é mostrado que os erros são comuns e o que importa é não desistir do seu objetivo na vida.

O vídeo 2 apresenta a persistência como uma virtude. Ele mostra que as metas precisam ser traçadas e que devemos abominar o sentimento ou vontade de desistência. O medo também é tratado como algo que pode nos levar a desistência, mas que deve ser superado com a força de vontade para alcançar os objetivos.

Após a atividade de motivação, nesta etapa 2 ainda foi realizada uma atividade pré-teste para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos tópicos físicos abordados.

Os conteúdos presentes no pré-teste serão detalhados a seguir. Conteúdos de Mecânica: conceitos relacionados a velocidade, movimento uniforme, aceleração, movimento uniformemente variado e leis de Newton. Conteúdos de Física Térmica (Termologia): conceitos relacionados a temperatura, calor, processos de propagação do calor, dilatação térmica e dilatação térmica. É importante mencionar que os temas abordados já haviam sido estudados pelos alunos na escola.

A seguir temos o pré-teste que foi utilizado com os alunos.

PRÉ-TESTE

Tema: Tópicos de Mecânica e Física Térmica

Prof. Eduardo Lizarazu

Aluno(a): _____

- 1) Defina o conceito de Velocidade Média
- 2) Defina o conceito de Aceleração Média
- 3) Explique a diferença entre Movimento Acelerado e Movimento Retardado
- 4) Explique a diferença entre Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado
- 5) Defina as 3 leis de Newton.

- 6) Diferencie Temperatura e Calor.
- 7) Explique os processos de propagação do Calor.
- 8) Relacione os conceitos de calor sensível e calor latente.
- 9) Explique o fenômeno da dilatação dos sólidos
- 10) Explique o fenômeno da dilatação dos líquidos

Cada resposta foi analisada e foi dado um resultado individual do pré-teste para cada aluno, presente no capítulo 9 desta dissertação. As questões respondidas corretamente foram consideradas como assuntos e conhecimentos presentes na estrutura cognitiva de cada aluno.

8.3 Etapa 3 – Projeto

Após a análise dos conhecimentos prévios de cada aluno, é importante definir o público-alvo do *podcast* que será criado. Obviamente, além dos alunos que pertencem à equipe formada, outros alunos ou eventuais interessados na disciplina são potencialmente o público-alvo dos episódios de *podcast*. Foi definido que o público-alvo seriam estudantes e/ou pessoas interessadas nos conteúdos envolvidos

Dessa forma, o conteúdo apresentado neste trabalho deve se adequar ao público-alvo. Sendo assim, professor deve indicar o tipo de linguagem a ser utilizada. Foi recomendada a utilização de uma linguagem simples, pois uma formalidade excessiva nas palavras poderia ser um entrave em relação à atração dos *podcasts* ao público jovem.

Nesta etapa, também devem ser definidos os objetivos a serem alcançados, assim como os meios necessários para alcançá-los. O objetivo principal girou em torno de formar os alunos participantes, ou seja, utilizar esta metodologia para que o *podcast* criado seja uma ferramenta que consiga auxiliar os alunos a alcançar o pleno entendimento dos assuntos abordados. Os meios necessários para alcançar esses objetivos estava relacionado a participação efetiva da equipe de alunos na realização das atividades.

Nesta etapa, ficou decidido que o *podcast* seria produzido pelos próprios alunos, ou seja, os alunos foram informados (e ficaram contentes em saber) que a produção dos áudios relativos aos episódios de *podcast* seria feita por eles. Além disso, também foi recomendado que,

após a publicação, os alunos deveriam realizar a audição dos episódios de *podcast* durante um período de 7 dias para fixação dos conteúdos. Além disso, foi comunicado aos alunos que a última etapa dessa sequência de atividades seria a realização de uma avaliação de conhecimentos.

Nesta etapa, também decidimos que os *podcasts* seriam publicados na plataforma Spotify®, a maioria dos alunos gostou da ideia, pois disseram que já eram usuários dessa plataforma.

8.4 Etapa 4 - Detalhamento do conteúdo

Nesta etapa, decidimos qual o papel de cada membro da equipe para a criação do *podcast*. Em conjunto, decidimos que cada aluno deveria fazer uma pesquisa a respeito dos temas presentes no pré-teste. Foi indicado que cada aluno deveria “responder” cada questão do pré-teste, em seu tempo livre, dando o máximo de detalhes possíveis, incluindo abordagens históricas, exemplos e definição completa de cada tema envolvido nas perguntas. Posteriormente o resultado dessas pesquisas foram entregues ao professor e serviram como base para a elaboração do roteiro.

As pesquisas foram feitas no “tempo livre” de cada aluno, ou seja, cada aluno realizou a pesquisa de forma individual e a mesma não foi realizada durante o encontro em ambiente virtual e posteriormente foram enviadas ao e-mail do autor deste trabalho. Foi informado que as pesquisas realizadas iriam servir como base para a elaboração de um roteiro oficial a ser seguido para a gravação dos episódios de *podcast*. A atividade teria que obedecer às “regras” listadas a seguir:

- Cada resposta deve possuir no mínimo 20 linhas;
- O texto precisa conter explicações detalhadas sobre os assuntos envolvidos, respondendo cada questão de forma apresentadas de forma coesa e coerente.
- Cada texto deve possuir, no mínimo, um exemplo de como o fenômeno físico estudado pode ser visto no cotidiano ou um exemplo de onde o fenômeno pode ser aplicado.

Nesta etapa ficou decidido que 10 alunos seriam responsáveis por criar os áudios que seriam utilizados como episódios de *podcast*. O processo de escolha foi feito através de um sorteio. Um dos alunos sorteado não se sentiu confortável em ter sido escolhido e pediu para não realizar a gravação, então outro sorteio foi realizado e os 10 alunos selecionados confirmaram a participação na gravação.

8.5 Etapa 5 – Roteiro

Como mencionado anteriormente, nesta etapa o objetivo principal é realizar um roteiro para servir como base para a produção dos episódios de *podcast*. Então foi realizado um encontro virtual onde eu comentei sobre os trabalhos de pesquisa elaborados pelos alunos, foi feita a correção dos erros que foram verificados, bem como foram respondidas, junto com os alunos, a todas as questões do pré-teste.

Neste encontro, as dúvidas dos alunos sobre os temas de Física envolvidos no projeto foram esclarecidas para que os mesmos estivessem preparados para a realização das gravações. Então, após os esclarecimentos referente aos conteúdos, demos início a produção do roteiro que serviu como base para a criação dos áudios. Como combinado anteriormente com os alunos, os textos referentes à pesquisa realizada pelos mesmos serviram como base para os roteiros relativos a 10 temas. A seguir serão apresentados os temas presentes em cada roteiro, ou seja, o tema de cada episódio de *podcast*: velocidade média e instantânea, aceleração média e instantânea, movimento acelerado, movimento retardado, leis de Newton, processos de propagação do calor, calor sensível e latente, dilatação térmica dos sólido e dilatação dos líquidos.

8.6 Etapa 6 – Desenvolvimento

Nesta etapa, ocorreu o processo de gravação dos episódios de *podcast*. Como já mencionado, 10 alunos ficaram responsáveis pelas gravações, portanto foi realizado um encontro em ambiente virtual para que os alunos fossem instruídos a fazer a gravação da melhor forma possível.

É recomendado que o processo de gravação do *podcast* siga os requisitos a seguir, descritos por Silva et al (2020):

- Escolha do local: é interessante escolher um local onde a acústica seja favorável e que o som externo não seja um problema durante as gravações.
- Escolha do material: O uso de microfones sofisticados auxilia a detecção de sons e a redução de ruídos. Os smartphones modernos possuem microfones favoráveis a gravação de áudios sem ruídos, portanto podem ser utilizados nas gravações.
- Criação de um roteiro: é importante definir um tema, assim como os assuntos e então organizá-los em um roteiro para ser seguido. Isso evita que haja falhas de coesão e desenvolvimento do tema exposto.

- Adição de uma vinheta: uma trilha sonora de introdução se torna importante para o público ouvinte, evitando que o conteúdo seja exposto de forma invasiva e sem preparação para ser ouvido.
- Edição: é importante a realização de cortes, eliminação de ruídos e outros tipos de edições que tornem o áudio mais agradável aos ouvintes.
- Capa: Uma boa capa pode se tornar um ótimo convite para conquistar novos ouvintes, principalmente na fase inicial, onde normalmente o número de ouvintes não é grande.

Os alunos foram instruídos a fazer a gravação através do próprio endereço eletrônico da Anchor®, esse processo será detalhado neste capítulo. Essa decisão ocorreu pelo fato da plataforma escolhida possuir uma ferramenta de gravação simples e objetiva, com recursos de pausa e cortes bastante intuitivas. Portanto se mostrou bastante prático e eficiente para a gravação dos episódios.

A primeira gravação foi chamada de “protótipo”, pois foi praticamente o primeiro contato dos alunos com esse tipo de atividade. Dessa forma, após a gravação do protótipo pelos alunos responsáveis, houve uma reunião para que toda a equipe fizesse uma revisão do protótipo, onde foram percebidos erros como: fala muito rápida durante as gravações, falta de saudação aos leitores, alguns alunos gaguejaram em determinados momentos, ruídos externos “atrapalhando os áudios”, dentre outros.

Dessa forma, os protótipos gravados serviram para serem analisados alguns erros básicos e que poderiam ser solucionados na gravação “oficial”.

Na gravação oficial, a qualidade dos áudios melhorou bastante, os alunos se basearam mais no roteiro, utilizando mais os recursos de gravação em relação ao protótipo e a linguagem ficou mais clara e objetiva. Após a gravação, a edição foi feita pela própria plataforma escolhida para a gravação, onde foram adicionadas música de fundo. Apenas duas gravações ainda precisaram de uma terceira gravação, devido a linguagem expressa que estava de certa forma “acelerada”. Uma nova revisão foi feita pela equipe e finalmente os episódios foram publicados.

8.7 Etapa 7 – Teste piloto

O teste piloto foi realizado com a intenção de coletar opiniões a respeito da qualidade do *podcast*. Nesta etapa, o *podcast* foi divulgado na escola e alguns alunos e professores deram seu ponto de vista a respeito das gravações.

Como a grande maioria dos participantes do teste piloto elogiaram a ferramenta, decidimos manter as gravações. Anteriormente já havia sido avisado aos alunos que, caso a repercussão sobre o teste piloto fosse em sua maioria composta de críticas, um outro projeto deveria ser refeito para ser realizada uma nova gravação, isso explica a seta de duas vias existente entre teste piloto e projeto no fluxograma da figura 20.

8.8 Etapa 8 - Publicação

Nesta seção serão apresentados os procedimentos adotados para a publicação do *podcast* que foi realizado a partir deste trabalho. Como já mencionado, foi decidido que o *podcast* criado neste trabalho seria utilizado através do aplicativo Spotify®, devido a sua facilidade de acesso e gratuidade. Outras opções também poderiam ter sido escolhidas, pois quando criamos uma conta na Anchor® e publicamos o *podcast* através dos processos que serão descritos nesta seção, a plataforma Anchor® envia o *podcast* criado para vários serviços de distribuição de mídia, como Spotify®, Deezer®, dentre outros.

8.8.1 Inscrição na plataforma Anchor®

Inicialmente, deve-se acessar o endereço eletrônico (<https://anchor.fm>) e depois selecionar a opção “Inscrever-se”, caso a página esteja em inglês, o nome será “*Sign up*”. Essa opção está localizada no canto superior direito da tela inicial. Se a página seguinte continuar no idioma inglês, sugere-se que seja selecionada a opção de tradução da página para facilitar o entendimento, essa opção de tradução está contida em diversos navegadores. Para facilitar o entendimento da criação do *podcast*, a serão selecionadas imagens de cada etapa. A seguir, temos a figura 27 que ilustra a tela inicial do endereço eletrônico citado no início desta seção

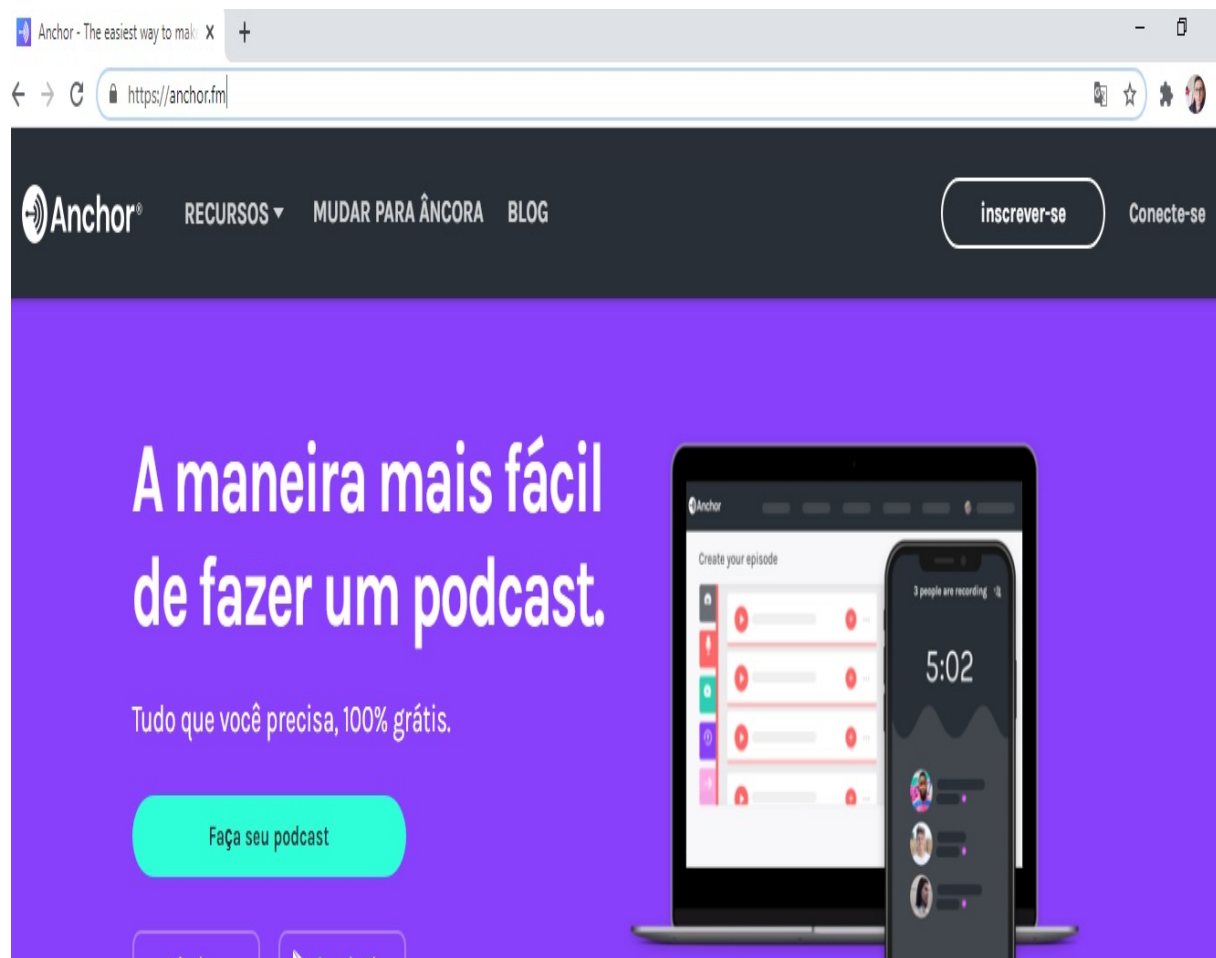
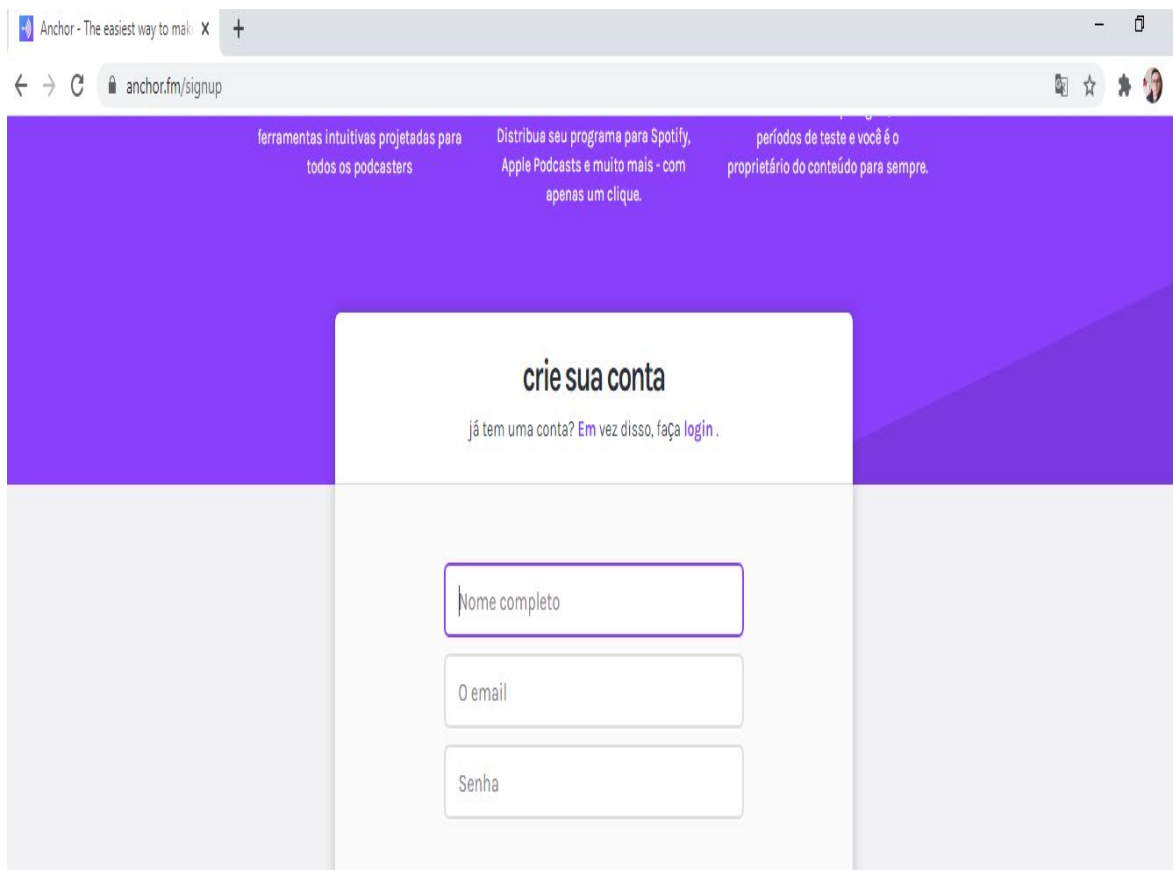


Figura 17 – Página inicial da Anchor®
Fonte: Endereço Eletrônico (<https://anchor.fm>).

Após clicar em “Inscrever-se”, uma nova página será aberta, onde se deve inserir o nome completo, *e-mail* e criar uma senha. A figura 28 mostra essa nova página.



Anchor - The easiest way to make podcasts

ferramentas intuitivas projetadas para todos os podcasters

Distribua seu programa para Spotify, Apple Podcasts e muito mais - com apenas um clique.

períodos de teste e você é o proprietário do conteúdo para sempre.

crie sua conta

já tem uma conta? Em vez disso, faça login.

Figura 18 – Criação de conta na Anchor®
Fonte: Endereço Eletrônico (<https://anchor.fm/signup>)

Após inserir e-mail e criar uma senha, a conta na plataforma Anchor® já está criada. Para fazer a primeira publicação de *podcast* é necessário confirmar o e-mail utilizado através de um *link* que é enviado de forma automática no momento que a conta é criada.

A figura 29 a seguir mostra a página a partir que confirma que a conta já está criada e então é possível continuar o processo de criação do *podcast*.

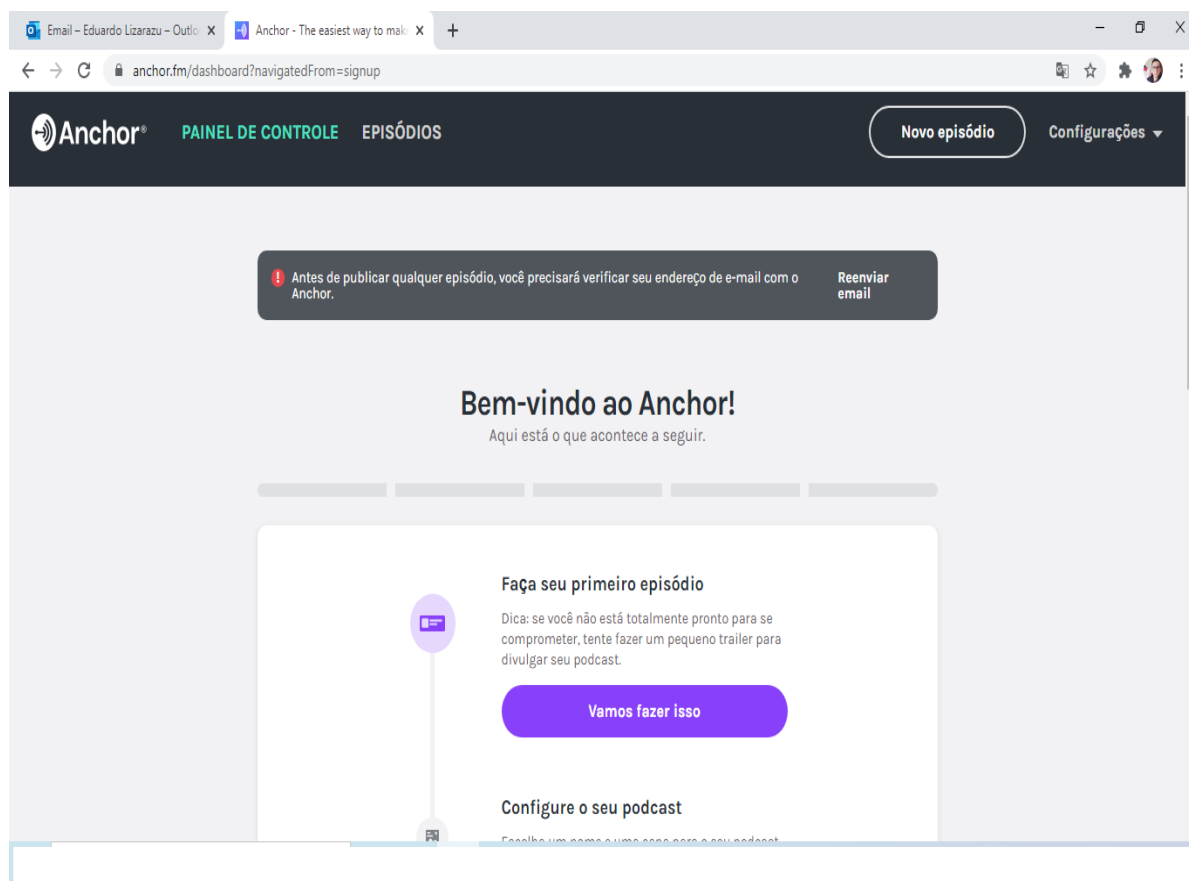


Figura 19 – Conta criada na Anchor®

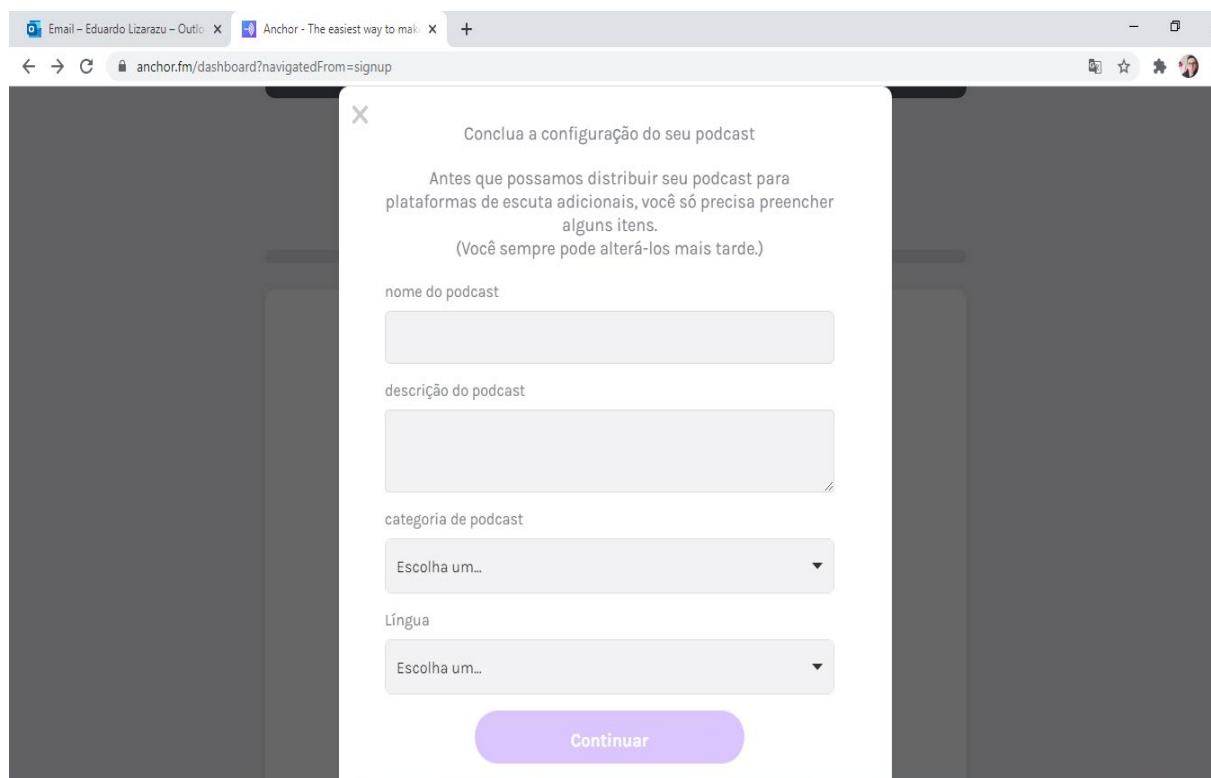
Fonte: disponível em <https://anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup>.

8.8.2 Configurações do podcast

Antes de publicar o *podcast*, é muito importante configurar o nome, foto de capa e a descrição do mesmo. O nome escolhido é fundamental para que outras pessoas encontrem o seu conteúdo quando forem pesquisar no aplicativo sobre Física, por exemplo.

A foto de capa dá uma espécie de boas vindas ao *podcast* e a descrição deve resumir bem o objetivo dos conteúdos que serão publicados. O criador pode elaborar uma imagem ou buscar na *internet*.

Para configurar isso, basta clicar em “Configure seu *podcast*”. A figura 30 mostra as configurações presentes nessa página.



The image shows a web browser window with the URL anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup. A modal dialog box is open, titled "Conclua a configuração do seu podcast". The text inside the modal says: "Antes que possamos distribuir seu podcast para plataformas de escuta adicionais, você só precisa preencher alguns itens. (Você sempre pode alterá-los mais tarde.)". Below this text are four input fields: "nome do podcast" (a text input), "descrição do podcast" (a text area), "categoria de podcast" (a dropdown menu with "Escolha um..." selected), and "Língua" (a dropdown menu with "Escolha um..." selected). At the bottom of the modal is a purple button labeled "Continuar".

Figura 20 – Configurações do Podcast

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup>.

Como já mencionado, nesse espaço, é possível alterar o nome do *podcast*, a descrição do mesmo e o idioma. Além disso, é possível indicar a categoria, ou seja, se o conteúdo é sobre educação, política, religião etc.

Após inserir esses dados e clicar em “Continuar, será aberta uma página para que seja possível mudar a foto da capa do *Podcast*. Essa foto pode ser escolhida a partir da internet ou importada do seu computador, também é possível escolher de forma aleatória, basta clicar em “escolha uma pra mim”. A figura 31 apresenta a imagem da página referente a isso.

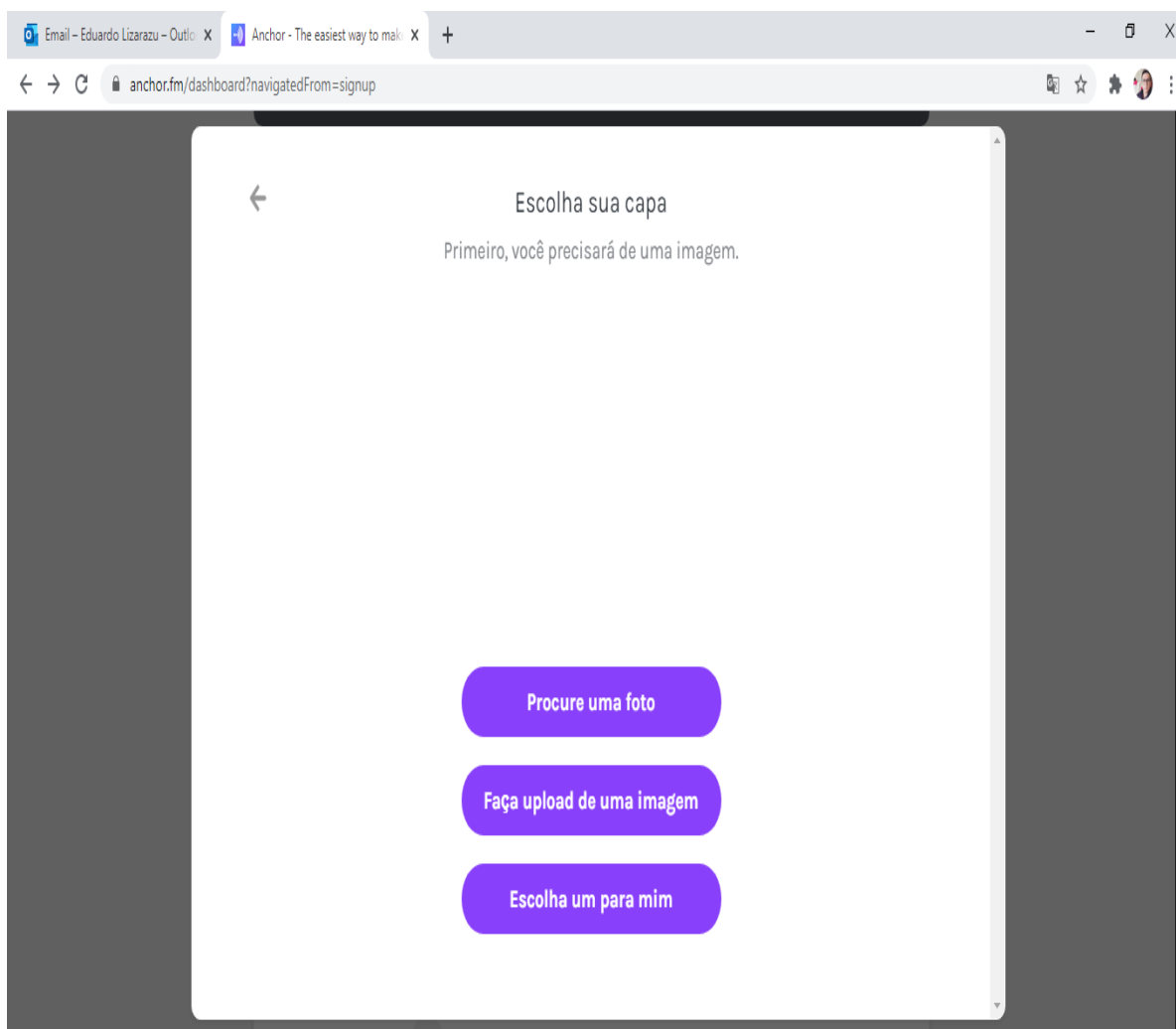


Figura 21 – Escolha da foto de capa

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup>.

Após esse passo, o *podcast* estará configurado com nome, foto e descrição. Após a confirmação da foto, o site retornará para a página da figura 29.

8.8.3 Criação dos episódios

Ao terminar as configurações anteriores, teremos que “clique” em “Vamos fazer isso”, na imagem na figura abaixo. Então temos o início do processo de criação do primeiro episódio de *podcast*. A imagem referente a esse novo passo é a imagem A4, onde devemos “clique” em “Vamos fazer isso”, aparecerá uma nova página, que será mostrada a seguir, através da figura 32.

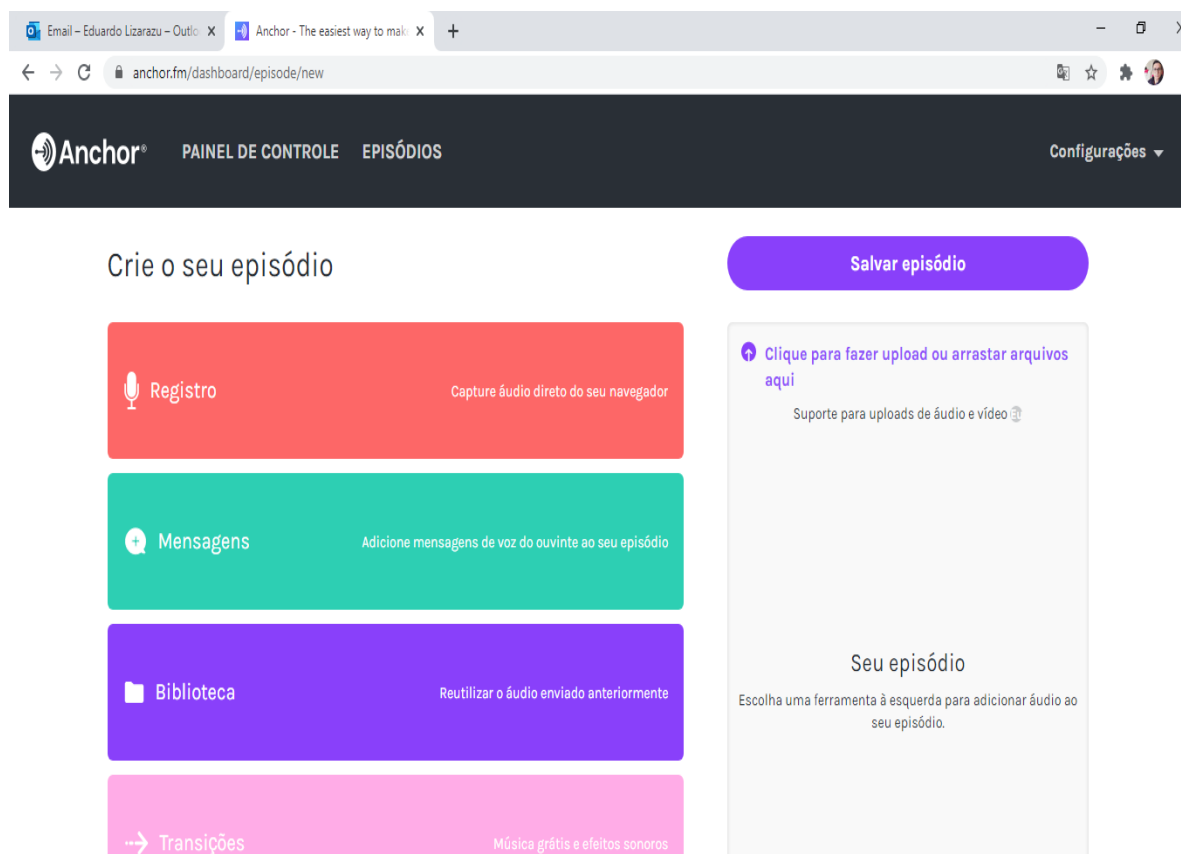


Figura 22 – Registro dos áudios na plataforma Anchor
 Fonte: disponível em <https://anchor.fm/dashboard/episode/new>

Na figura acima temos diversas opções. É possível fazer a gravação de áudio diretamente pela plataforma da Anchor® (recomendado pelo autor deste trabalho aos alunos) através do uso do microfone presente no dispositivo pelo qual o usuário acessa o site, para gravar basta clicar em Registro.

Caso a pessoa já tenha uma gravação feita e deseja utilizar essa gravação como episódio de *podcast*, então ela pode simplesmente carregar essa gravação e publicar. Para isso, basta clicar em “Clique para fazer upload ou arrastar arquivos aqui”, no canto superior direito.

Ao clicar em “Mensagens”, é possível adicionar mensagens de voz que os seguidores que a pessoa possui na plataforma Anchor® fazem em relação ao seu *podcast*, ou seja, essa opção não é válida para o Spotify®, é apenas uma interação entre o criador do conteúdo e seus seguidores na plataforma Anchor®. Então essas mensagens de voz recebidas são apenas em relação ao podcast da plataforma Anchor® e não do Spotify®.

A opção “Biblioteca” permite reutilizar áudios que foram utilizados anteriormente para a criação de um novo episódio.

A opção “Transições” permite a utilização de sons que podem ser utilizados no início de cada áudio como uma vinheta. Ao selecionar essa opção, o áudio escolhido fica anexado

automaticamente no início da gravação que foi selecionada. Essa opção personaliza o episódio e é uma função que dá mais qualidade ao *podcast*.

Iremos utilizar a opção “Clique para fazer upload ou arrastar arquivos aqui”, pois os episódios foram gravados em um outro celular. Sendo assim, foi selecionado um arquivo de áudio no computador e então fica disponível uma opção que permite fazer a adição de episódios do *podcast*. A figura 33 ilustra esse processo

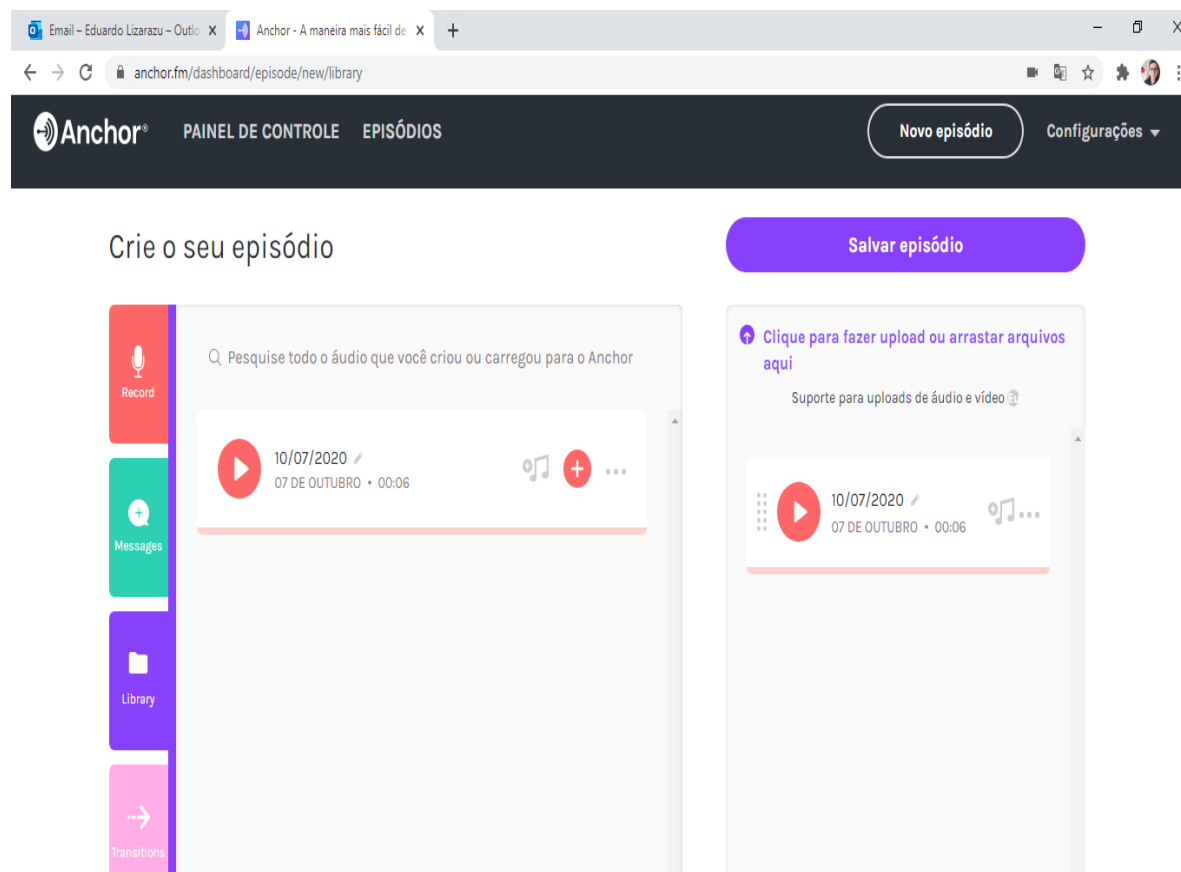


Figura 23 – Edição e publicação dos áudios

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard/episode/new/library>.

Ao clicar na imagem de uma nota musical, ao lado direito da data do episódio, é possível adicionar uma música de fundo ao áudio selecionado. É facultativo o uso de música de fundo, é uma opção que muitas vezes deixa o áudio mais agradável. Para publicar o episódio, basta clicar em salvar episódio no canto superior direito da página. Dessa forma, será aberta uma nova página para que seja feita a descrição e o título do episódio que está sendo publicado, isso está ilustrado na figura 34.

Antes de publicar qualquer episódio, você precisará verificar seu endereço de e-mail com o Anchor. Reenviar email

Opções de episódios

Salve como um rascunho Publique agora

Título do episódio *

Como você quer chamar este episódio?

Descrição do episódio * Mudar para HTML

B *I*

- ☰
- ☰

[🔗](#) [🔗](#)

O que mais você deseja que seus ouvintes saibam?

0/4000

Figura 24 – Título e descrição dos episódios

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard/episode/new/publish>

Após adicionar o título do episódio e a descrição do mesmo, basta clicar em “Publique agora” para que o episódio seja publicado. Automaticamente, essa publicação será feita no *podcast* da plataforma Anchor®, no Spotify® e em várias outras plataformas que reproduzem *podcasts*, ou seja, a plataforma Anchor® distribui, através de seus servidores de feed RSS, conteúdos de *podcast* para outras plataformas, como já mencionado.

A figura a seguir mostra um exemplo de *podcast* em sua página inicial no Spotify®. Para que seja encontrado o *podcast*, basta utilizar o endereço eletrônico ou diretamente no *site* ou aplicativo do Spotify® através da ferramenta de busca, ou seja, através de uma pesquisa utilizando o nome do *podcast*, nesse caso o *podcast* buscado foi o “Física Viva”, (Disponível em: <https://open.spotify.com/show/4SWA0SWjTmJATyLCnH6Qfw>. Acesso em 22/08/2020) fruto da dissertação associada a este produto educacional.

O *podcast* criado será ilustrado na figura 35.

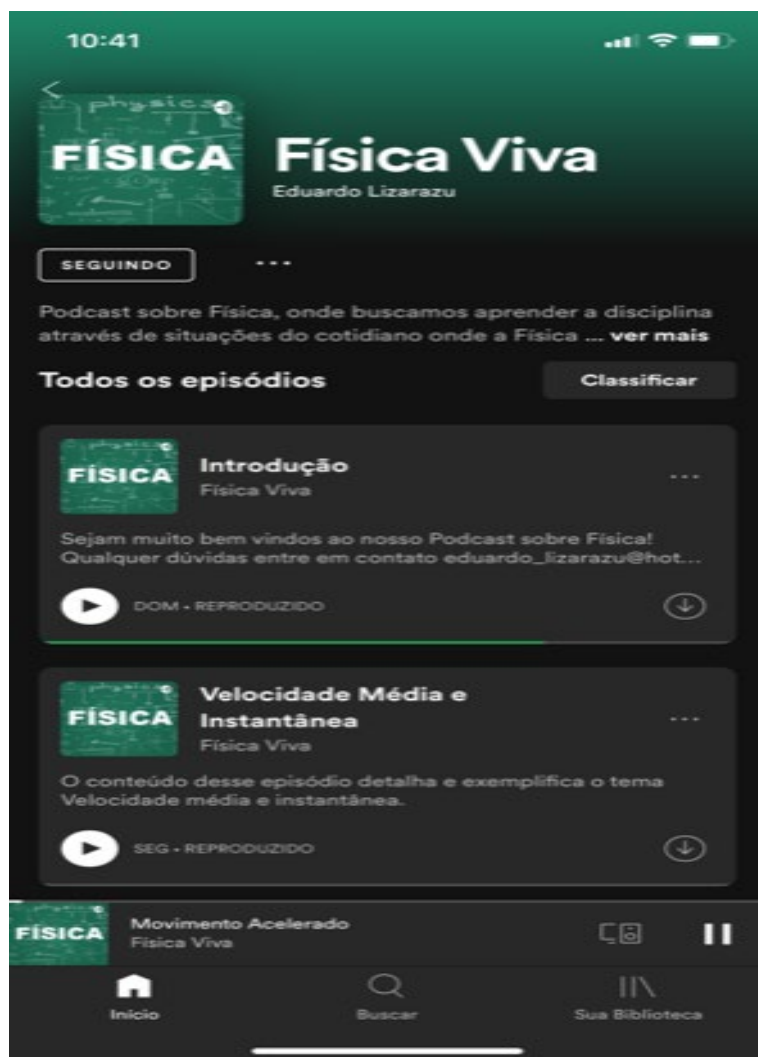


Figura 25 – Podcast Física Viva

Fonte: Disponível em <https://open.spotify.com/show/4SWA0SWjTmJATyLCnH6Qfw>

Podemos perceber que os episódios ficam expostos por ordem cronológica de envio e o *download* pode ser feito para que eles possam ser acessados futuramente sem o uso da internet.

8.9 Etapa 9 – Avaliação de conhecimentos

Nesta etapa, o professor deve avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos. As formas de avaliação podem ser de vários tipos, desde uma arguição individual, como também com uma prova. Neste trabalho, decidimos elaborar uma prova sobre os temas abordados no *podcast* que foi criado pela equipe. O professor também pode pedir para que os alunos ouçam os episódios elaborados pela equipe como uma ferramenta de estudo. A prova de conhecimentos adquiridos foi chamada de pós-teste.

As questões presentes no pós-teste foram de um nível mais alto em relação à prova do pré-teste, pois buscou-se avaliar os conhecimentos dos alunos através de exemplos e aplicações de determinado fenômeno físico pertencente a este projeto. Dessa forma, além de entender o conceito (como exigia a prova do pré-teste), tentamos avaliar se os alunos foram capazes de compreender uma determinada aplicação.

A seguir temos o pós-teste que foi utilizado nesta etapa. Tanto a prova do pré-teste, como a do pós-teste foram realizadas de forma individual e em ambiente virtual, onde os alunos, com a câmera do dispositivo de acesso ligada, não tiveram nenhum tipo de consulta.

MODELO DE PÓS-TESTE

Tema: Tópicos de Mecânica e Física Térmica

Prof. Eduardo Lizarazu

Aluno(a): _____

- 1) Explique detalhadamente o que significa uma Velocidade escalar média negativa.
- 2) Uma aceleração positiva pode provocar uma frenagem em um corpo? Explique.
- 3) Dê um exemplo de um corpo que, possuindo uma aceleração constante, inicia um movimento retardado e passa a ter um movimento acelerado.
- 4) Como um corpo que descreve um movimento uniforme pode passar a descrever um movimento uniformemente variado?
- 5) Dê um exemplo prático para cada uma das leis de Newton no cotidiano.
- 6) O que significa equilíbrio térmico e quando ele é atingido?
- 7) Dê um exemplo contextualizado de cada processo de propagação do Calor a seguir:
Condução Térmica, Convecção Térmica e Irradiação Térmica.
- 8) Explique o que significa calor específico.

- 9) Dê um exemplo da importância do estudo da dilatação dos sólidos para as construções.

- 10) De acordo com os conceitos de dilatação térmica dos líquidos estudados, em uma situação onde o dia está bastante ensolarado, com uma temperatura considerada alta, é mais vantajoso, a nível de economia, abastecer o tanque de um veículo de dia ou de noite? Ou tanto faz? Explique.

Após a correção do pós-teste, o autor deste trabalho fez uma comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste para chegar a uma conclusão sobre a aprendizagem dos alunos em relação à metodologia utilizada. Esses dados serão apresentados no capítulo a seguir.

9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados do pré-teste e do pós-teste realizados pelos 20 alunos que participaram da atividade proposta neste trabalho. Será feita uma análise através da comparação entre o desempenho dos alunos em relação a essas avaliações.

A tabela 4 mostra os resultados obtidos no pré-teste por cada aluno, esse teste foi composto por 10 questões discursivas.

As siglas utilizadas nas tabelas a seguir se referem às letras iniciais do nome de cada aluno participante.

| ESTUDANTE | Acertou as questões | Errou as questões | Percentual de acerto |
|-----------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| ANF | 1, 2, 3, 6, 9, 10 | 4, 5, 7, 8 | 60% |
| ASDR | 1, 2, 3, 4, 7, 10 | 5, 6, 7, 9 | 60% |
| ARM | 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10 | 5, 7, 8 | 70% |
| BRSA | 1, 2, 3, 4, 5, 7 | 6, 8, 9, 10 | 60% |
| CAFS | 1, 2, 5, 6, 8 | 3, 4, 7, 9, 10 | 50% |
| CMO | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 | 8, 9 | 80% |
| ELV | 1, 6, 7, | 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 | 30% |
| ERG | 1, 2, 4, 5 | 3, 6, 7, 8, 9, 10 | 40% |
| IEDS | 1, 6, 7, 9, 10 | 2, 3, 4, 5, 8 | 50% |
| JSD | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | 8, 9, 10 | 70% |
| JVF | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 | 5, 8, 9 | 70% |
| LFM | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 | 7, 9, 10 | 70% |
| MAD | 6, 8, 9, 10 | 1, 2, 3, 4, 5, 7 | 40% |
| MFO | 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 | 3, 4, 5 | 70% |
| OBT | 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10 | 5, 6, 8 | 70% |
| PLSA | 1, 2, 3, 4, 6, 7 | 5, 8, 9, 10 | 60% |
| REJ | 1, 2, 6, 7 | 3, 4, 5, 8, 9, 10 | 40% |
| ROS | 1, 2, 3, 4, 5, 8 | 6, 7, 9, 10 | 60% |
| SQR | 1, 5, 9, 10 | 2, 3, 4, 6, 7, 8 | 40% |
| TRD | 1, 2, 6, 7 | 3, 5, 8, 9, 10 | 40% |

Tabela 7 – Resultados individuais do pré-teste
Fonte: elaborado pelo autor.

Como já mencionado, o exame pré-teste realizado com os alunos foi realizado com o objetivo de analisar os subsunçores (conhecimentos prévios) de cada aluno, assim como para podermos comparar o desempenho dos mesmos após as atividades realizadas. É importante ressaltar que os alunos já haviam estudado, em suas turmas regulares da escola em que estudam, os conceitos abordados no pré-teste antes de ocorrer esta avaliação.

Vimos que o pós-teste foi constituído pelos mesmos assuntos, porém as questões foram desenvolvidas com um grau de dificuldade maior em relação ao pré-teste. Os resultados do pós-teste foram organizados na tabela 7.

| ESTUDANTE | Acertou as questões | Errou as questões | Percentual de acerto |
|-----------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| ANF | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 | 7 | 90% |
| ASDR | 1, 2, 3, 4, 6, | 5, 7, 8, 9, 10 | 50% |
| ARM | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 | 5, 10 | 80% |
| BRSA | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 | 8, 10 | 80% |
| CAFS | 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9 | 3, 7, 10 | 70% |
| CMO | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 | 8 | 90% |
| ELV | 1, 2, 3, 6 | 4, 5, 7, 8, 9, 10 | 40% |
| ERG | 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10 | 6, 7, 8 | 70% |
| IEDS | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10 | 3, 5, 8 | 70% |
| JSD | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 | 8, 10 | 80% |
| JVF | 1, 2, 3, 4, 6, 8 | 5, 7, 8, 9 | 60% |
| LFM | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 10 | 90% |
| MAD | 1, 2, 6, 8, 9, 10 | 3, 4, 5, 7 | 60% |
| MFO | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 | 5, 10 | 80% |
| OBT | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10 | 6, 8 | 80% |
| PLSA | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 | 5, 9, 10 | 70% |
| REJ | 1, 2, 7 | 4, 5, 6, 8, 9, 10 | 30% |
| ROS | 1, 2, 3, 4, 5, 7 | 6, 8, 9, 10 | 60% |
| SQR | 1, 5, 10 | 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 | 30% |
| TRD | 1, 2, 3, 6, 7, 8 | 5, 9, 10 | 70% |

Tabela 8 – Resultados individuais do pós-teste
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo em vista o aproveitamento dos alunos nos exames de pré-teste e pós-teste, podemos fazer uma comparação entre os desempenhos dos alunos em relação aos dois testes. A figura a seguir é um gráfico que mostra a comparação, em percentual, dos resultados obtidos nessas duas avaliações.

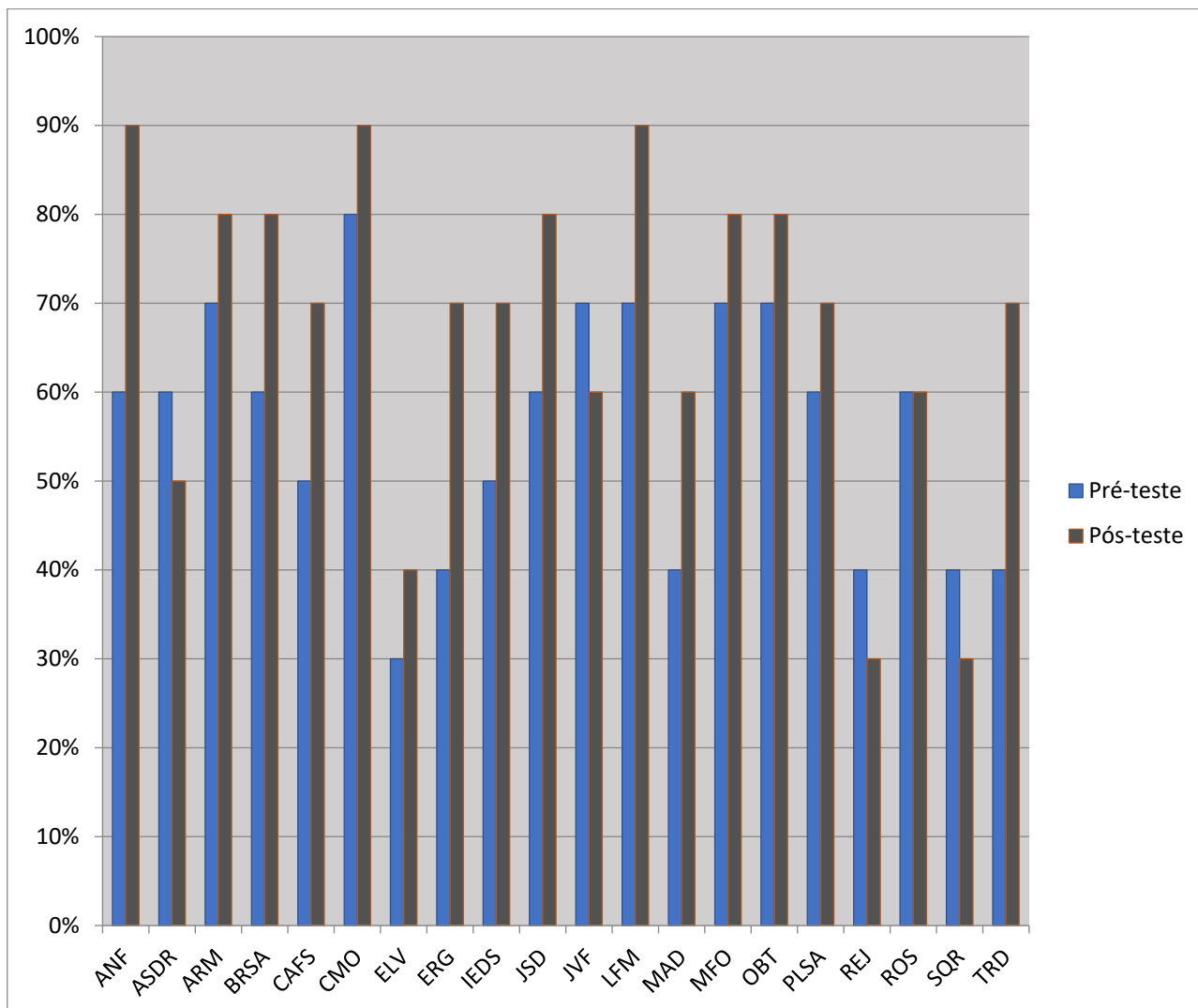


Figura 26 – Comparativo de aproveitamento nos testes realizados com os alunos
Fonte: Elaborado pelo autor

É possível perceber a evolução da grande maioria dos alunos em relação ao desempenho nos testes dois realizados. A tabela a seguir mostra a evolução e involução de cada aluno em relação ao percentual de questões corretas do primeiro ao segundo teste.

Nos casos em que houve redução da nota do pós-teste em comparação com a nota do pré-teste, foi utilizado o sinal de negativo (-).

| Estudante | AUMENTO / REDUÇÃO DA NOTA DO PÓS-TESTE EM RELAÇÃO AO PRÉ-TESTE |
|-----------|--|
| ANF | 30% |
| ASDR | -10% |
| ARM | 10% |
| BRSA | 20% |
| CAFS | 20% |
| CMO | 10% |
| ELV | 10% |
| ERG | 30% |
| IEDS | 20% |
| JSD | 20% |
| JVF | -10% |
| LFM | 20% |
| MAD | 20% |
| MFO | 10% |
| OBT | 10% |
| PLSA | 10% |
| REJ | -10% |
| ROS | 0% |
| SQR | -10% |
| TRD | 30% |

Tabela 9 – Comparativo entre os testes realizados
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise da tabela 10, foi possível perceber que 75% do número total de alunos conseguiram ter um desempenho melhor no pós-teste em relação ao pré-teste, enquanto 20% do número total de alunos reduziram sua nota e 5% do número total de alunos mantiveram o mesmo desempenho.

É importante salientar que o exame pós-teste possui questões com um nível mais elevado em relação ao pré-teste realizado, pois o exame pós-teste foi elaborado com todas as questões envolvendo a aplicação do conceito físico em uma determinada situação, ou seja, além de

compreender o fenômeno físico, as questões exigiam que o aluno soubesse uma forma de aplicação específica do fenômeno.

Além dos exames do pré-teste e do pós-teste, também foi realizada uma avaliação com os alunos sobre o estímulo gerado a partir da utilização do *podcast* para o ensino de Física. Foi feita a seguinte pergunta: “Como você caracteriza o estímulo gerado com o uso *podcast* para o ensino e aprendizagem de Física?”

As alternativas foram:

- a) Ruim
- b) Regular
- c) Motivante

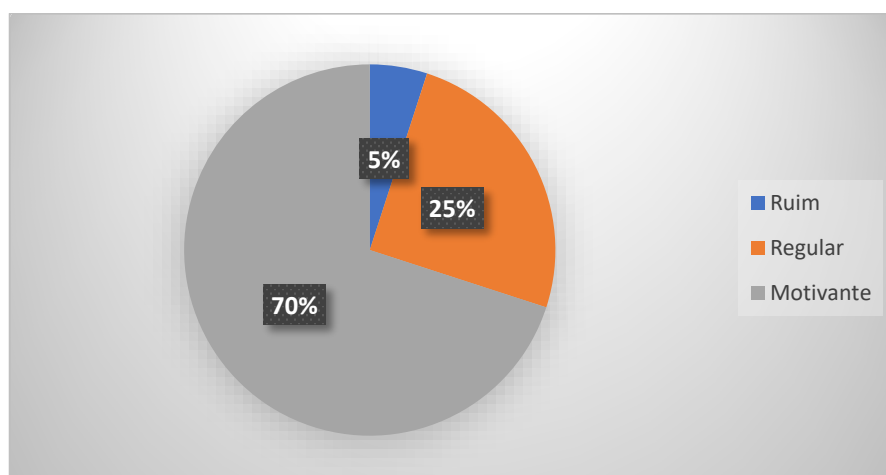


Figura 27 – Opinião dos alunos em relação à motivação
Fonte: Elaborado pelo autor.

14 alunos, ou seja, 70% dos alunos consideraram o *podcast* como uma ferramenta motivante, 5 alunos, ou seja, 25% dos alunos consideraram o *podcast* regular e apenas 1 aluno, ou seja, 5% do total considerou o *podcast* insignificante para o ensino de Física.

Uma outra pesquisa foi realizada com os alunos, dessa vez para saber a opinião dos mesmos a respeito do potencial do uso do *podcast* como ferramenta para o ensino de Física. Foi feita a seguinte pergunta: “No sentido da aprendizagem dos conteúdos, como você caracteriza o potencial do *podcast* para o ensino e aprendizagem de Física?”

As alternativas foram:

- a) Ruim
- b) Regular
- c) Relevante

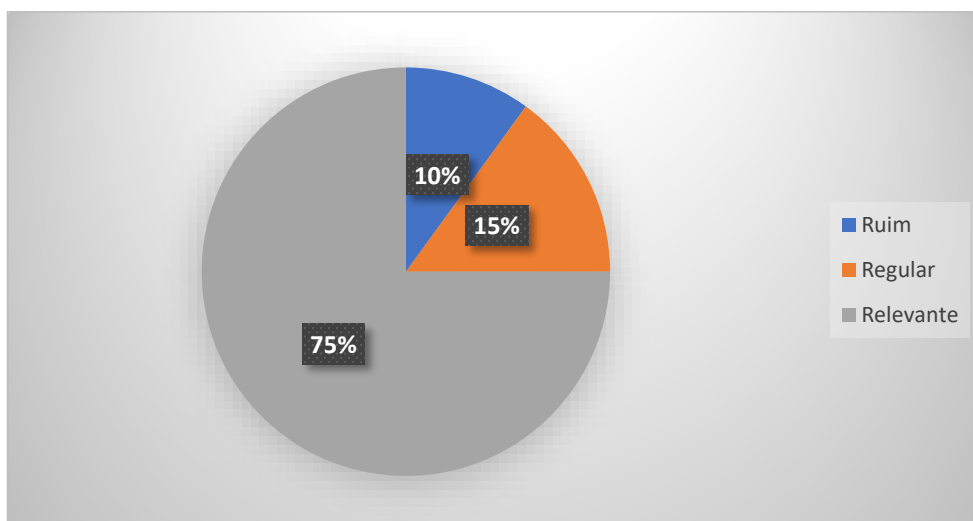


Figura 28 – Opinião dos alunos em relação ao potencial do podcast
Fonte: Elaborado pelo autor.

15 alunos, ou seja, 75% dos alunos consideraram o *podcast* como uma ferramenta relevante, ou seja, com grande potencial para aprender Física. 3 alunos, ou seja, 15% dos alunos consideraram o *podcast* regular e apenas 2 alunos, ou seja, 10% do total consideraram o *podcast* ruim, ou seja, irrelevante para aprender Física.

Diante os resultados obtidos, é possível perceber que o ensino de Física com a utilização de uma TIC, especialmente o *podcast*, demonstra-se viável para o ensino e aprendizagem de Física, visto que a maioria dos alunos conseguiu elevar sua nota quando utilizaram essa mídia digital para aprender os conteúdos.

De acordo com a opinião dos alunos participantes, a metodologia desenvolvida foi considerada, pela maioria, como motivante e potencialmente relevante para aprender Física.

10 CONCLUSÃO

De uma forma geral, os resultados obtidos se mostraram favoráveis ao uso do podcast como ferramenta educacional, sendo assim essa ferramenta pode ser considerada viável e recomendada ao ensino de Física, principalmente em relação ao aprendizado de conceitos e fenômenos físicos, bem como em relação ao debate de exemplos e contextualizações da teoria.

É importante mencionar que através deste trabalho foi percebida uma dificuldade em mencionar equações em meio aos episódios de *podcast*, mesmo assim, em alguns casos, algumas foram mencionadas. Porém acreditamos que o foco maior deve ser a apresentação detalhada dos conceitos físicos, buscando a contextualização e a utilização de exemplos que possam relacionar os conhecimentos prévios dos alunos com os novos conhecimentos. Portanto essa ferramenta educacional se mostra eficaz em relação ao pleno entendimento conceitos teóricos.

Sendo assim, como sugestão, no ensino fundamental e médio, assim como no ensino superior, recomendamos que os professores de Física utilizem o *podcast* como aprofundamento dos fundamentos teóricos e nas aulas tradicionais utilizar as equações, gráficos e demais partes com um entendimento mais complexo.

O processo de pesquisa e gravação feito pelos alunos neste trabalho se mostrou bastante efetivo e o fato dos alunos serem os criadores dos conteúdos mostrou um resultado positivo. Os mesmos se mostram com uma pré-disposição em aprender e isso contribuiu para uma aprendizagem significativa.

O fato da grande maioria dos alunos considerarem o *podcast* Física Viva como motivante para a aprendizagem de Física mostra que essa ferramenta digital tem um grande potencial para ser explorada pelos docentes e criadores de conteúdo. O *podcast* encontra-se ativo e, posteriormente a este trabalho, foram adicionados mais episódios.

Como 75% dos 20 alunos que participaram da atividade proposta neste trabalho conseguiram aumentar suas notas do pós-teste em relação ao pré-teste, a aprendizagem por recepção através da audição dos episódios de podcast se mostrou bastante favorável. É importante lembrar que foi recomendado que os alunos apenas utilizassem a audição de podcast como meio de aprendizagem (além da atividade de pesquisa relativa aos temas propostos), durante 7 dias. Logo os alunos não tinham motivos extras para estudar os conteúdos por outros meios, visto que essa atividade foi de cunho extra-classe.

Também é importante salientar que o exame pós-teste foi composto em sua totalidade por questões contextualizadas e, portanto, com nível bem mais elevado que o exame pré-teste. O exame pré-teste exigia, além da compreensão do fenômeno físico, o pleno entendimento

da compreensão do fenômeno físico em relação a determinada situação. 4 alunos, ou seja, 20% dos alunos tiveram um decréscimo de rendimento quando comparamos as notas do pré-teste em relação ao pós-teste.

Tendo em vista que a tecnologia digital facilita o ensino e a aprendizagem de Física e pelo fato dos alunos fazerem parte de uma geração familiarizada, de um modo geral, com ferramentas digitais, não houve tanta dificuldade em prepará-los para o uso dessa ferramenta.

O fato dos áudios ficarem armazenados no *podcast* e dessa forma estarem disponíveis a qualquer momento para ser acessados por qualquer usuário do Spotify®, revelou uma grande vantagem dessa ferramenta, onde pode ser utilizada em situações do cotidiano onde não seriam possíveis assistir a aulas ou estudar com livros, como por exemplo durante uma caminhada, atividades domésticas, ao dirigir um veículo (nesse caso não recomendamos usar fone de ouvido, pode-se utilizar as caixas de som do celular ou do carro). Alunos que possuem o hábito de fazer resumos dos conteúdos de uma disciplina, ou até mesmo o fazem através de uma tarefa cobrada pelo professor, podem gravar esses resumos e armazená-los em um *podcast*. Dessa forma, em vez de revisar o conteúdo resumido no caderno, o aluno pode simplesmente criar um *podcast* para ouvir os conteúdos gravados e o processo de aprendizagem se torna mais prático, além de inovador.

A utilização de uma mídia em áudio ganha destaque no sentido de inclusão social, visto que se torna uma alternativa de ensino para pessoas com problemas de visão, ou seja, que são impossibilitadas de ler livros e assistir a aulas de Física. Portanto essa ferramenta pode ser mais explorada para esse público.

O produto educacional deste trabalho, presente no apêndice A deste trabalho, apresenta uma proposta para a criação de um *podcast* através de um trabalho colaborativo entre professores e alunos. Além disso, apresenta uma espécie de tutorial com todas as etapas para a publicação do *podcast* no aplicativo Spotify®.

Por ser um estudo piloto, este trabalho pode ser modificado e/ou adaptado para que cada profissional da educação ou até mesmo um aluno ou criador de conteúdo possa utilizar para a difusão do ensino de Física.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **An analysis of four ways of assessing student beliefs about sts topics.** *Journal of Research in Science Teaching*, v. 25, n. 8, p. 607–629, 1988.

APRENDE BRASIL. **PodAprender.** Disponível em: <https://open.spotify.com/show/1UGExmTdBxsQsLOXp1dU2R>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ARONS, A. B. **Teaching Introductory Physics.** John Wiley & Sons: New York, 1997.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

AUSUBEL, David. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. **Orientações Curriculares Complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. PCN+.** Brasília: MEC, 2002.

DACEY, James. **PHYSICS WORLD.** Disponível em: <https://physicsworld.com/a/introducing-physics-world-weekly-podcast/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FISICAST. [Locução]: João Vitor Galdino da Cunha. [S. l.]: Spotify. *Podcast.* Disponível em: <https://anchor.fm/fisicast>. Acesso em: 12 fev. 2021.

GALILEI, Galileu. **Diálogo sobre os dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano.** Discurso Editorial-Imprensa Oficial: São Paulo, 2004.

HEWITT, P. G. **Física conceitual.** 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KÄMPF, Cristiane. A geração Z e o papel das tecnologias digitais na construção do pensamento. **ComCiência**, Campinas, n. 131, 2011.

KOKKOTAS, P., PILIOURAS, P., MALAMITSA, K., & STAMOULIS, E. Teaching physics to in-service primary school teachers in the context of the history of science: The case of falling bodies. **Science and Education**, v. 18, n. 5, p. 609–629, maio. 2009.

LA COTARDIÈRE, P. **História das Ciências – da antiguidade aos nossos dias.** Lisboa: Edições Texto & Grafia, Lda., 2010.

MAGALHAES, Ricardina. A Comunicação Estratégica aplicada à divulgação da Ciência. O caso do Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade. **Lisboa**, v. 9, n. 4, p. 51- 84, 2015.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa** (Concept maps and meaningful learning). Instituto de Física - UFRGS. 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa.** Subsídios teóricos para o professor pesquisador no ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2009.

MORO, Fernanda T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.** 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

MOTA, Moisés Silva. **Podcast como alternativa didática para o ensino de Física no Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão, 2019.

MOURA, A; CARVALHO, A. A. Podcast: potencialidades na Educação. **Revista Prisma.com**, n. 3, p. 88-110, 2006.

NEWTON, I. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural.** Tradução de J. Resina Rodrigues. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

PEREIRA, Marta Maximo *et al.* Relações entre ensino e aprendizagem de conhecimento científico escolar: O caso da dilatação anômala da água. **Latin American Journal of Science Education**, v. 2, n. 2, p. 22003, 2015.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; GIANOTTO, Dulcinéia Ester Pagani. A prática pluralista na formação inicial de professores de física. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 19, e2682, 2017.

PHYSICS WORLD. [Locução]: Andrew Glester. [S. l.]: Ciência Cotidiana. *Podcast*. Disponível em: <https://physicsworld.com/a/introducing-physics-world-weekly-podcast/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

PIAGET, J, O. **Nascimento da Inteligência na Criança.** 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

QUADRADO, Susana. **Podcasting no ensino da Física.** Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, 2009.

REHFELDT, Márcia Jussara Hepp. **A aplicação de modelos matemáticos em situações problema-empresariais com o uso do software LINDO.** 2009. 299 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RESNICK, Robert; EISBERG, Robert. **Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas.** [S. l.]: GEN LTC, 1979. 936 p.

RESUMOV. [Locução]: Susane ribeiro. *Podcast*. Disponível em: <https://www.resumov.com.br/podcast/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência: o pensamento científico e a ciência no século XIX.** 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SALVADOR, Alciene; SANTOS, Paulo Roberto da Fonseca. **Sistema Internacional de Unidades.** Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf. Acesso em: 12 fev. 2021.

SCIENCE MAGAZINE. [Locução]: Sarah Crespi. [S. l.]: Science. *Podcast*. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/podcasts>. Acesso em: 12 fev. 2021.

SCIENTIFIC AMERICAN. [Locução]: Steve Mirsky. *Podcast*. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/podcasts/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

SCITALK. [Locução]: Luis Hendrix. [S. l.]: Science. *Podcast*. Disponível em: <https://open.spotify.com/show/77H2pH1GaNiDrDFSUffj1>. Acesso em: 12 fev. 2021.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. **Física I**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008. v. 1.

SILVA, Andréa Soares Rocha da; MENDES, Luan dos Santos; NÓBREG, Paula Pinheiro da (Org.). **Produção de aulas remotas**: tutoriais e guias didáticos. Fortaleza: Grupo Educação, Tecnologia e Saúde da Universidade Federal do Ceará, 2020.

STINNER, A. The teaching of physics and the contexts of inquiry: from aristotle to einstein. **Science Education**, v. 73, n. 5, p. 591–605, 1989.

APÊNDICE I – PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**

EDUARDO SILVEIRA DANTAS LIZARAZU

PRODUTO EDUCACIONAL

O USO DO PODCAST COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

FORTALEZA

2021

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 106 |
| 2 METODOLOGIA..... | 108 |
| 3 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES | 112 |
| 3.1 Etapa 1 – Planejamento | 112 |
| 3.2 Etapa 2 – Formação da equipe..... | 112 |
| 3.3 Etapa 3 – Projeto..... | 115 |
| 3.4 Etapa 4 – Detalhamento do conteúdo..... | 115 |
| 3.5 Etapa 5 – Roteiro..... | 116 |
| 3.6 Etapa 6 – Desenvolvimento | 116 |
| 3.7 Etapa 7 – Teste piloto..... | 117 |
| 3.8 Etapa 8 – Publicação dos episódios..... | 117 |
| 3.8.1 Inscrição na plataforma Anchor..... | 118 |
| 3.8.2 Configurações do <i>podcast</i>..... | 121 |
| 3.8.3 Criação do <i>podcast</i>..... | 123 |
| 3.9 Etapa 9 – Avaliação de conhecimentos..... | 127 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 129 |

1. INTRODUÇÃO

Caríssimo(a) professor(a), este produto educacional foi desenvolvido como parte integrante dos pré-requisitos necessários para obtenção do título de mestre, através do programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, no polo 43, localizado na Universidade Federal do Ceará – UFC.

Com os constantes avanços tecnológicos, diversas ferramentas educacionais tendem a surgir e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. As ferramentas tecnológicas de informação e comunicação, estão cada vez mais presentes no âmbito escolar e possuem grande potencial para estimular os alunos a estudar e compreender os fenômenos físicos.

O presente produto educacional foi desenvolvido com o intuito de contribuir com o ensino de Física através do uso de um *podcast*, uma forma de distribuição de arquivos de áudio que pode ser veiculado em *sites*, *blogs* e aplicativos de celular. Normalmente os conteúdos de um *podcast* são separados por episódios que possuem duração de tempo livre, determinado pelo autor.

O presente produto educacional apresenta uma proposta de atividades para o planejamento, gravação e publicação de um *podcast* onde o mesmo é fruto de um trabalho conjunto entre professores e alunos. Além disso, será um apresentado um tutorial de como criar um *podcast* e publicá-lo na plataforma Spotify®, uma das maiores plataformas de *streaming* de música e *podcast* do mundo.

O *podcast* possui grande potencial como ferramenta de ensino pela fácil acessibilidade, pois através dele é possível organizar conteúdos de Física que ficarão armazenados em um site ou aplicativo, onde poderão ser consultados a qualquer momento através do uso do celular, tablet ou computador.

Muito pouco se encontra em trabalhos acadêmicos ou até mesmo em buscadores na *internet* sobre informações para docentes não especializados a respeito das capacidades técnicas necessárias para a produção de *podcasts* como ferramenta educacional. Esse fato é a principal motivação da elaboração deste produto educacional, onde pretendemos preencher essa lacuna existente. Além disso, o fato de, hoje em dia, personagens como “youtubers” e “influencers digitais” serem celebridades e referências para muitos jovens que sonham em se tornar “geradores de conteúdo” também torna essa ferramenta potencialmente atrativa aos alunos.

Tendo em vista que cada profissional de ensino tem uma realidade específica com cada turma, o modelo de uso do *podcast* para o ensino de Física que foi utilizado neste trabalho pode ser adaptado e/ou modificado para atender às necessidades de cada turma.

Neste trabalho, recomendamos a utilização da plataforma Spotify®, (disponível em: <https://open.spotify.com>. Acesso em 13/02/2021) para o armazenamento e distribuição dos episódios de *podcast* criados através de atividades realizadas por uma equipe envolvendo alunos e professor(es). Essa plataforma foi escolhida por causa da sua facilidade de acesso, confiabilidade e por ser gratuito.

Até a elaboração desta dissertação, para que os episódios sejam publicados no Spotify®, é necessária a utilização de provedores terceiros, ou seja, uma plataforma que envia o *podcast*, já configurado, diretamente para o Spotify®. Portanto a plataforma escolhida para que possamos oficialmente criar o *podcast* será a plataforma Anchor®. Segundo a própria plataforma, após criado o *podcast* pelo endereço eletrônico do mesmo (disponível em: <https://anchor.fm>. Acesso em 13/02/2021), automaticamente o *podcast* é enviado ao Spotify® e pode, a partir de então, ser acessado diretamente pelo Spotify®. Para publicações de novos episódios, também devemos utilizar a plataforma Anchor®, ou seja, o Spotify® apenas disponibiliza os *podcasts* aos seus usuários, mas o processo de envio é feito por provedores terceiros, onde adotaremos o Anchor®.

2. METODOLOGIA

O método a ser utilizado pretende tornar o *podcast* uma ferramenta de ensino capaz de reforçar os conteúdos vistos em sala de aula, assim como aprofundá-los. Além disso, a estratégia de ensino presente neste produto educacional permite que os alunos sejam os criadores dos conteúdos, portanto os mesmos se tornam os reais protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

Os *podcasts* possuem peculiaridades devido ao seu formato em áudio, portanto o foco principal dos episódios neste trabalho será a apresentação e explicação dos conceitos físicos. Para isso, a contextualização dos conteúdos, a utilização de exemplos e detalhes históricos dos assuntos abordados deverão estar presentes no *podcast*.

A sequência de atividades realizadas foi projetada para proporcionar aos alunos novos hábitos de estudos, assim como os mesmos tenham uma participação ativa na busca pela aprendizagem.

O uso do *podcast* como ferramenta educacional precisa ser bem planejado, visto que temos que levar em consideração a maneira como se espera que a aprendizagem ocorra e a maneira como os alunos e ouvintes irão interagir. Sendo assim, o uso de uma linguagem simples e clara também se torna essencial.

Dessa forma, propomos uma estratégia de ensino onde alunos e professores irão realizar um trabalho conjunto na elaboração dos episódios de *podcast* e os mesmos serão publicados na plataforma Spotify®. Sendo assim, os episódios estarão disponíveis nessa plataforma para que os alunos ou qualquer outro usuário possa ter acesso aos conteúdos.

Os tópicos abordados nas atividades foram conceitos relacionados a velocidade, aceleração, tipos de movimento, leis de Newton, temperatura, calor e sua propagação, dilatação e contração térmica, equilíbrio térmico e calor específico.

Para a viabilidade da prática pedagógica, todos os alunos participantes deverão utilizar smartphones, tablets ou computadores com acesso à *internet* e capacidade de *download* de aplicativos.

A figura 1A apresenta um fluxograma utilizado para organizar as atividades a serem realizadas, detalharemos as atividades em seguida.

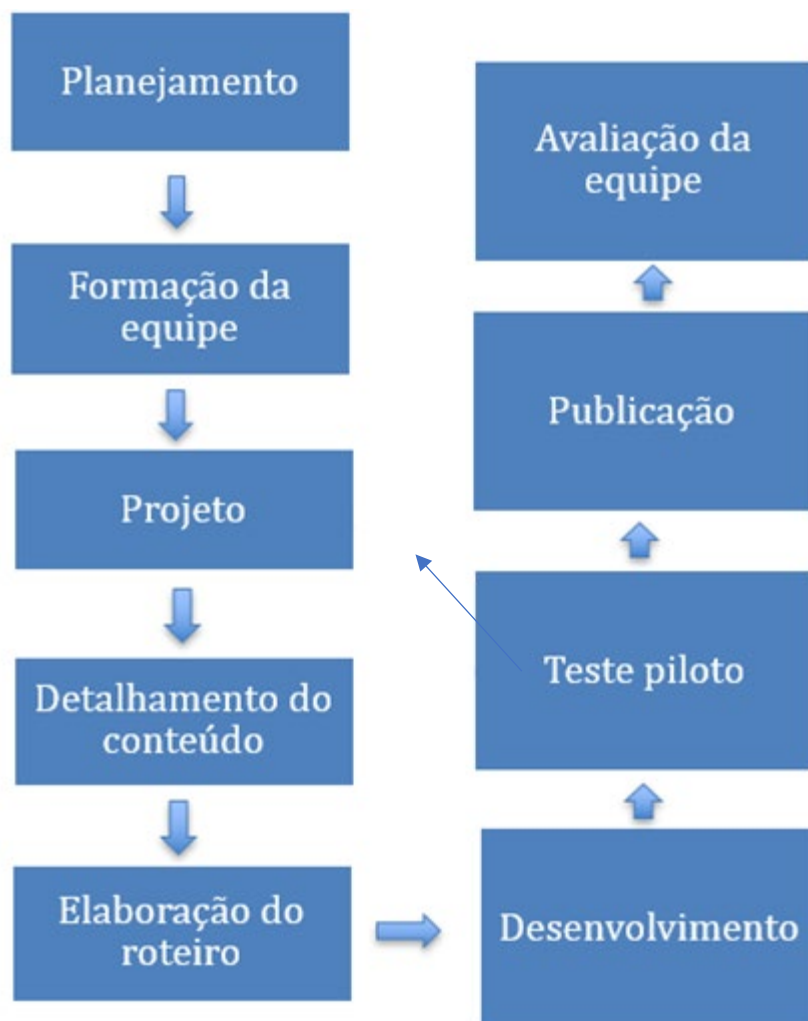


Figura 1A: Fluxograma das atividades realizadas

Fonte: Criado pelo autor

Agora vamos apresentar os tópicos envolvendo cada etapa ilustrada no fluxograma da figura 20.

- Planejamento
 - Verificação da possibilidade de acesso a um *podcast* pelos alunos através de um celular, tablet ou reproduzidor de mídia durante um período determinado pelo professor.
 - Determinação de como o *podcast* pode solucionar os problemas de aprendizagem sobre os temas escolhidos.
 - Definição dos objetivos a serem alcançados.
 - Escolha dos conteúdos a serem abordados.

- Formação da equipe
 - Como selecionaremos os alunos para participarem do projeto?
 - Quais os seus conhecimentos prévios?
- Projeto
 - Apresentação do projeto e motivação dos alunos.
 - Pré-teste para análise de conhecimentos prévios.
 - Definição do público-alvo.
 - Determinar os conhecimentos prévios dos membros da equipe.
 - Determinar os objetivos a serem alcançados e como se espera alcançá-los.
 - Determinar como será publicado o *podcast*.
 - Realização de uma pesquisa sobre os conteúdos escolhidos.
- Detalhamento do conteúdo
 - Cada membro da equipe será responsável por qual conteúdo?
 - Como os conteúdos serão abordados?
- Roteiro
 - Elaborar um roteiro baseado no projeto.
 - Esboço no papel sobre cada parte do *podcast*.
 - Analisar a estrutura .
- Desenvolvimento
 - Gravação de um protótipo.
 - Revisão do protótipo pela equipe.
 - Gravação “oficial”.
 - Edição e revisão pela equipe.
- Teste piloto

- Convidar alunos e professores não participantes do projeto para ouvirem os episódios criados a fim de verificar erros ou realizar melhorias através de críticas construtivas.
- Publicação
 - Determinar onde o *podcast* será publicado.
 - Determinar como o *podcast* será publicado.
- Avaliação da equipe
 - Verificar se os objetivos foram alcançados.
 - Verificar a aprendizagem dos alunos.

A tabela a seguir organiza as atividades descritas no fluxograma por etapas:

| ETAPA | ATIVIDADE |
|-------|--------------------------|
| 1 | Planejamento |
| 2 | Formação da equipe |
| 3 | Projeto |
| 4 | Detalhamento do conteúdo |
| 5 | Roteiro |
| 6 | Desenvolvimento |
| 7 | Teste piloto |
| 8 | Publicação |
| 9 | Avaliação dos resultados |

Tabela 1A – Etapas que foram seguidas para a realização das atividades.

Fonte: elaborada pelo autor.

No capítulo seguinte, iremos detalhar as atividades de cada etapa presente na tabela 1A.

3. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

A seguir serão apresentadas detalhadamente as atividades que deverão ser realizadas em todas as etapas.

3.1 Etapa 1 - Planejamento

Inicialmente, o professor deve analisar quais os problemas existentes em relação ao ensino de Física. Esses problemas são bem específicos em cada turma, portanto devem ser bem avaliados pelo professor diretor do projeto.

Após a verificação desses problemas no ensino de Física, o professor deve analisar quais as causas desses problemas, bem como as possíveis soluções para resolvê-los. Dentre as soluções possíveis, quais delas são aplicáveis ao *podcast*? A resposta a essa indagação deve ser o ponto de partida do projeto, pois indicará como o *podcast* pode ser útil para o processo de ensino.

A escolha dos conteúdos a serem abordados é um dever do professor coordenador do projeto, onde o mesmo deve perceber qual a melhor abordagem possível para que esses temas estejam bem apresentados através de um *podcast*. No modelo de uso presente neste produto educacional, os tópicos abordados nas atividades foram conceitos relacionados a velocidade, aceleração, tipos de movimento, leis de Newton, temperatura, calor e sua propagação, dilatação e contração térmica, equilíbrio térmico e calor específico.

3.2 Etapa 2 – Formação da equipe

A formação da equipe de alunos deve ser feita pelo professor responsável pelo projeto. Essa formação pode ser feita de diversas formas, como através de um convite aos alunos da turma, assim como através de uma seleção por prova ou até mesmo uma formação através de uma tarefa cobrada para uma turma inteira, nesse caso seria um uma formação por imposição do professor.

Após a formação da equipe, o professor deve apresentar o projeto aos alunos participantes e é extremamente importante que os mesmos estejam dispostos a participar efetivamente e a aprender durante todas as atividades.

A respeito disso, é interessante que o professor possa motivar os alunos a serem os reais protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, portanto para auxiliar no processo de motivação, sugerimos a exibição de vídeos motivacionais, como os da tabela A1.

| Vídeo | Tema | URL |
|--------------|---|---|
| 1 | Vídeo motivacional sobre o esforço | https://www.youtube.com/watch?v=s_rbmeOP3T0 |
| 2 | Vídeo motivacional sobre a persistência | https://www.youtube.com/watch?v=SXDX1SdqRvQ |

Tabela A1 – Vídeos motivacionais

Fonte: elaborada pelo autor.

Esses vídeos estão disponíveis no Youtube® (acesso em 08/07/2020) e foram apresentados para que os alunos tenham um momento de reflexão e também possui o objetivo de instigar os alunos a participarem ativamente do projeto.

Na tabela 7 está presente a URL (Uniform Resource Locator) ou, em português, Localizador Uniforme de Recursos), ou seja, o endereço dos vídeos na rede mundial de computadores (internet).

O vídeo 1 mostra a importância de em oposição a conquistas relacionadas a sorte ou vocação. Ele possui foco nas tomadas de decisão durante a vida e suas importâncias. Também é mostrado que os erros são comuns e o que importa é não desistir do seu objetivo na vida.

O vídeo 2 apresenta a persistência como uma virtude. Ele mostra que as metas precisam ser traçadas e que devemos abominar o sentimento ou vontade de desistência. O medo também é tratado como algo que pode nos levar a desistência, mas que deve ser superado com a força de vontade para alcançar os objetivos.

Após a atividade de motivação, nesta etapa 2 ainda foi realizada uma atividade pré-teste para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos tópicos físicos abordados.

Os conteúdos presentes no pré-teste serão detalhados a seguir. Conteúdos de Mecânica: conceitos relacionados a velocidade, movimento uniforme, aceleração, movimento uniformemente variado e leis de Newton. Conteúdos de Física Térmica (Termologia): conceitos relacionados a temperatura, calor, processos de propagação do calor, dilatação térmica e dilatação térmica. É importante mencionar que os temas abordados já haviam sido estudados pelos alunos na escola.

A seguir temos o pré-teste que foi utilizado com os alunos.

PRÉ-TESTE

Tema: Tópicos de Mecânica e Física Térmica

Prof. Eduardo Lizarazu

Aluno(a): _____

- 1) Defina o conceito de Velocidade Média.
- 2) Defina o conceito de Aceleração Média.
- 3) Explique a diferença entre Movimento Acelerado e Movimento Retardado.
- 4) Explique a diferença entre Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado.
- 5) Defina as 3 leis de Newton.
- 6) Diferencie Temperatura e Calor.
- 7) Explique os processos de propagação do Calor.
- 8) Relacione os conceitos de calor sensível e calor latente.
- 9) Explique o fenômeno da dilatação dos sólidos.
- 10) Explique o fenômeno da dilatação dos líquidos.

Cada resposta foi analisada e foi dado um resultado individual do pré-teste para cada aluno, presente no capítulo 9 desta dissertação. As questões respondidas corretamente foram consideradas como assuntos e conhecimentos presentes na estrutura cognitiva de cada aluno.

3.3 Etapa 3 – Projeto

Após a análise dos conhecimentos prévios de cada aluno, é importante definir o público-alvo do *podcast* que será criado. Obviamente, além dos alunos que pertencem à equipe formada, outros alunos ou eventuais interessados na disciplina são potencialmente o público-alvo dos episódios de *podcast*.

Dessa forma, o conteúdo apresentado neste trabalho deve se adequar ao público-alvo. Sendo assim, professor deve indicar o tipo de linguagem a ser utilizada. É recomendado que seja utilizada uma linguagem simples, pois uma formalidade excessiva nas palavras pode ser um entrave em relação à atração dos *podcasts* ao público jovem.

Quando possível, é interessante também determinar os conhecimentos prévios do público-alvo. Mesmo que o público-alvo não sejam os criadores diretos do *podcast*, os mesmos podem assimilar os conteúdos e terem uma aprendizagem significativa por recepção.

Nesta etapa, também devem ser definidos os objetivos a serem alcançados, assim como os meios necessários para alcançá-los. O objetivo principal deve girar em torno do *podcast* criado ser uma ferramenta que consiga auxiliar os alunos a alcançar o pleno entendimento dos assuntos abordados. De acordo com as necessidades da equipe formada, outros objetivos podem ser traçados. Os meios necessários para alcançar esses objetivos gira em torno da participação efetiva da equipe de alunos na realização das atividades e também do compromisso na audição dos episódios de *podcast*.

Os episódios criados possuem duração determinada pelo autor, portanto é possível fazer uma abordagem bastante detalhada dos conteúdos, assim como utilizar diversos exemplos e apresentar o contexto histórico dos temas.

Nesta etapa, também é importante decidir onde o *podcast* criado será publicado.

3.4 Etapa 4 – Detalhamento do conteúdo

Nesta etapa, o professor deve indicar qual a função de cada aluno durante as atividades. Se necessário, o professor pode ministrar aulas sobre os assuntos que serão abordados no *podcast* que será criado. Dessa forma, os alunos participantes terão uma visão

mais detalhada sobre os temas e serão capazes de assimilar novas ideias, bem como relacionar os novos conhecimentos aos conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva de cada aluno.

O professor também pode recomendar uma pesquisa para que os alunos tenham uma autonomia no processo de ensino e aprendizagem. Após essa pesquisa, é recomendado que o professor venha a corrigir, fazer comentários e tirar as dúvidas dos alunos sobre qualquer assunto relativo aos temas escolhidos.

3.5 Etapa 5 – Roteiro

É bastante importante elaborar um roteiro baseado no projeto de elaboração do *podcast*. O roteiro pode ser um texto feito em uma folha de papel contendo cada parte do episódio de *podcast* que se pretende criar. Isso deixa o trabalho mais organizado. Esse roteiro deve ser feito em uma ação conjunta entre professores e alunos, onde o professor deve revisá-los e corrigi-los até que possuam a coesão e linguagem adequada para o público-alvo.

O roteiro deve ajudar os alunos no processo de gravação dos episódios. Os episódios precisam conter os fundamentos teóricos do tema abordado, bem como os exemplos de aplicação dos fenômenos físicos envolvidos e o contexto histórico. Portanto é altamente recomendado que seja feito um roteiro para que o mesmo possa ser lido ou seguido durante a gravação dos episódios. Isso diminuirá bastante a possibilidade de erros.

3.6 Etapa 6 – Desenvolvimento

Na etapa 5, ocorre o processo de gravação, revisão e edição dos áudios. É importante que o professor defina qual a função de cada membro da equipe nesta etapa, isso evita que algum aluno possa ficar sem atividade. É recomendado que o processo de gravação do *podcast* siga os requisitos a seguir, descritos por Silva et al (2020):

- Escolha do local: é interessante escolher um local onde a acústica seja favorável e que o som externo não seja um problema durante as gravações.
- Escolha do material: O uso de microfones sofisticados auxilia a detecção de sons e a redução de ruídos. Os smartphones modernos possuem microfones favoráveis a gravação de áudios sem ruídos, portanto podem ser utilizados nas gravações.
- Criação de um roteiro: é importante definir um tema, assim como os assuntos e então organizá-los em um roteiro para ser seguido. Isso evita que haja falhas de coesão e desenvolvimento do tema exposto.

- Adição de uma vinheta: uma trilha sonora de introdução se torna importante para o público ouvinte, evitando que o conteúdo seja exposto de forma invasiva e sem preparação para ser ouvido.
- Edição: é importante a realização de cortes, eliminação de ruídos e outros tipos de edições que tornem o áudio mais agradável aos ouvintes.
- Capa: Uma boa capa pode se tornar um ótimo convite para conquistar novos ouvintes, principalmente na fase inicial, onde normalmente o número de ouvintes não é grande.

Os episódios podem ser criados a partir dos recursos de gravação normalmente presentes nos celulares, através do *download* de programas específicos ou pela própria plataforma Anchor®. Como já mencionado, é recomendado que os alunos sejam os “criadores de conteúdo”, ou seja, os autores do roteiro, juntamente com o professor, e também os que irão gravar os áudios dos episódios.

3.7 Etapa 7 - Teste piloto

Nesta etapa, deve ser feita uma primeira gravação dos episódios, chamada de protótipo. Essa primeira gravação deve ser apresentada a professores, alunos e outros possíveis interessados em ajudar com críticas e sugestões. É importante perceber que esse primeiro teste ocorre antes da publicação oficial do *podcast*, nesse caso, apenas os arquivos de áudio serão repassados a possíveis usuários, como alunos de outras turmas e professores, para que sejam coletadas suas opiniões sobre as gravações.

Caso haja um consenso em relação a aprovação dos áudios do teste piloto, os episódios devem ser publicados oficialmente. Caso contrário, deve-se retornar a etapa de projeto para serem refeitas as atividades.

3.8 Etapa 8 – Publicação

O processo de publicação dos episódios será apresentado nesta seção. Existem diversas plataformas que permitem a publicação de *podcasts*, as mais conhecidas são as plataformas Deezer® e Spotify®. A publicação quando feita através da plataforma Anchor®, automaticamente são distribuídas em vários serviços de distribuição de mídia, como os já mencionados. Neste modelo de criação de *podcast*, escolhemos a plataforma Spotify® para ser

utilizada na audição dos áudios após a publicação, por ser uma plataforma gratuita e de fácil acesso.

Como mencionado, a publicação de *podcasts* no Spotify® necessita do uso de serviços provedores de terceiros, estes submetem os áudios à plataforma Spotify®. O provedor utilizado neste trabalho foi o da Anchor®. Após submeter os conteúdos de gravação para esse provedor, o *podcast* passará por uma análise e entre 2 a 5 dias úteis será publicado e estará disponível automaticamente no Spotify®.

Portanto *podcast* ficará disponível para todos os usuários do Spotify®, sendo assim, os estudantes envolvidos neste trabalho e qualquer eventual seguidor do *podcast* podem ter acesso aos conteúdos, mediante a busca pelo nome do *podcast* ou via endereço eletrônico.

3.8.1 – Inscrição na plataforma Anchor®

A seguir serão expostos os detalhes relativos à publicação do *podcast*.

Inicialmente, deve-se acessar o endereço eletrônico (<https://anchor.fm>) e depois selecionar a opção “Inscrever-se”, caso a página esteja em inglês, o nome será “*Sign up*”. Essa opção está localizada no canto superior direito da tela inicial, como mostrado na figura A2. Se a página seguinte continuar no idioma inglês, sugere-se que seja selecionada a opção de tradução da página para facilitar o entendimento, essa opção de tradução está contida em diversos navegadores. Para facilitar o entendimento da criação do *podcast*, serão selecionadas imagens de cada etapa. A seguir temos uma figura da tela inicial do endereço eletrônico citado.

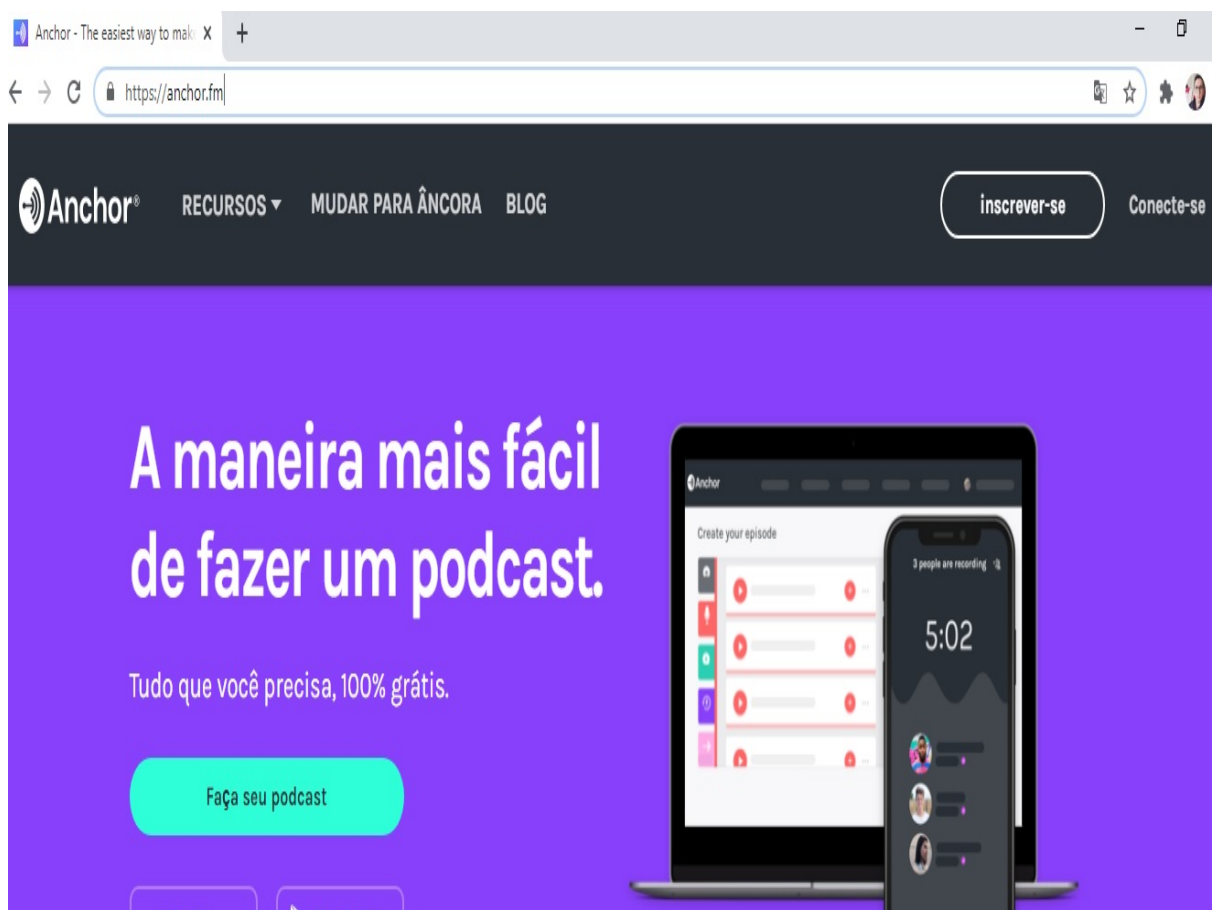


Figura A2 – Página inicial da Anchor®

Fonte: Endereço Eletrônico (<https://anchor.fm>). Acesso em 22/08/2020.

Após clicar em “Inscrever-se”, uma nova página será aberta, onde se deve inserir o nome completo, *e-mail* e criar uma senha. A figura seguinte mostra essa nova página.

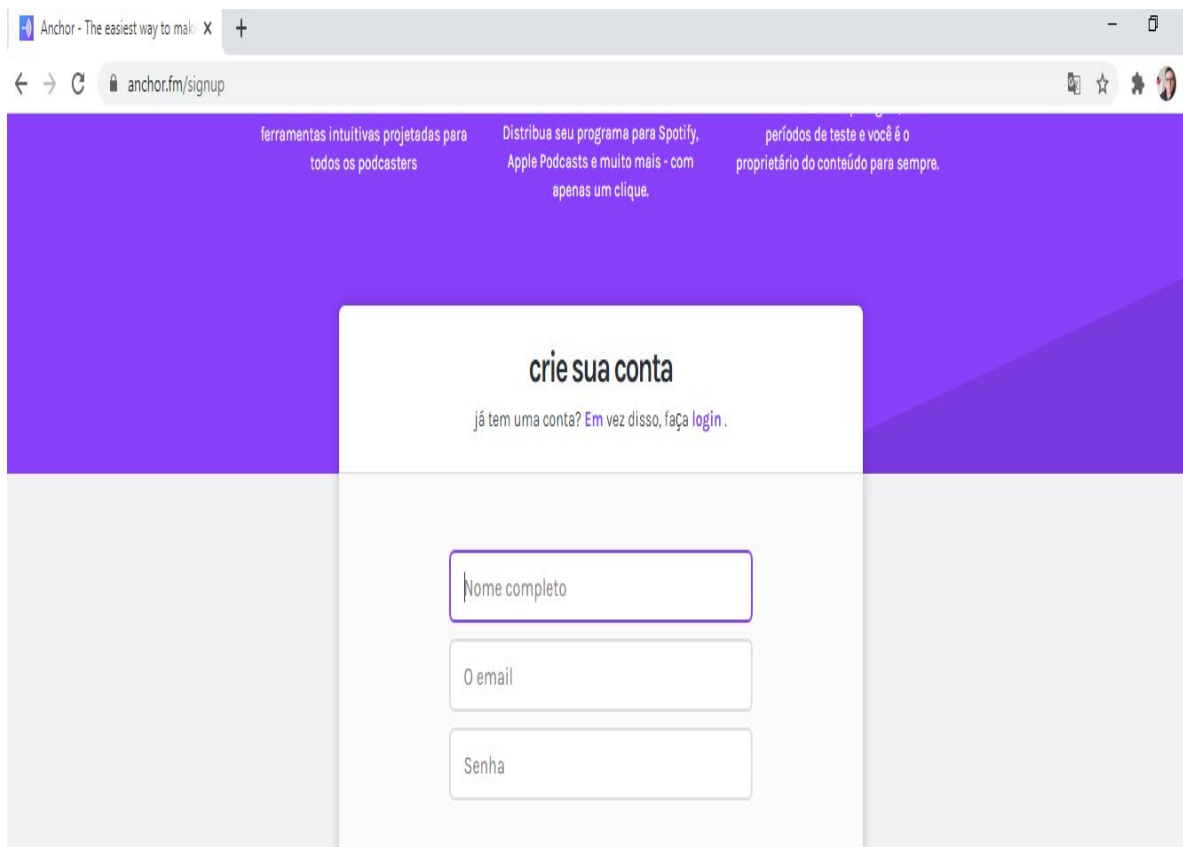


Figura A3 – Criação de conta na Anchor®

Fonte: Endereço Eletrônico (<https://anchor.fm/signup>). Acesso em 22/08/2020.

De acordo com a figura A3, após inserir nome, e-mail e criar uma senha, a conta na plataforma Anchor® já será criada. Para fazer a primeira publicação de *podcast* é necessário confirmar o e-mail utilizado através de um *link* que é enviado de forma automática no momento em que a conta é criada.

A figura A4 a seguir mostra a página a partir da qual se confirma que a conta já está criada e então é possível continuar o processo de criação do *podcast*.

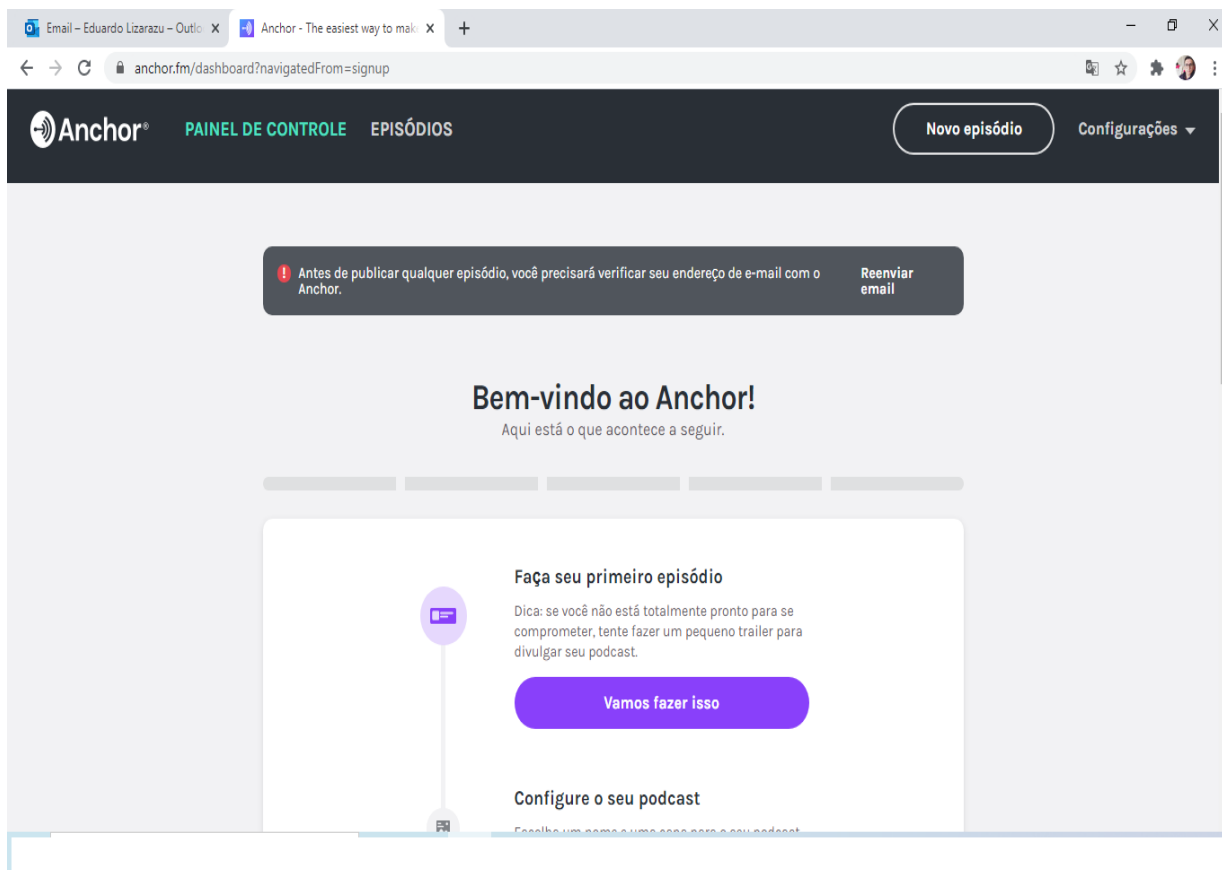


Figura A4– Conta criada na Anchor®

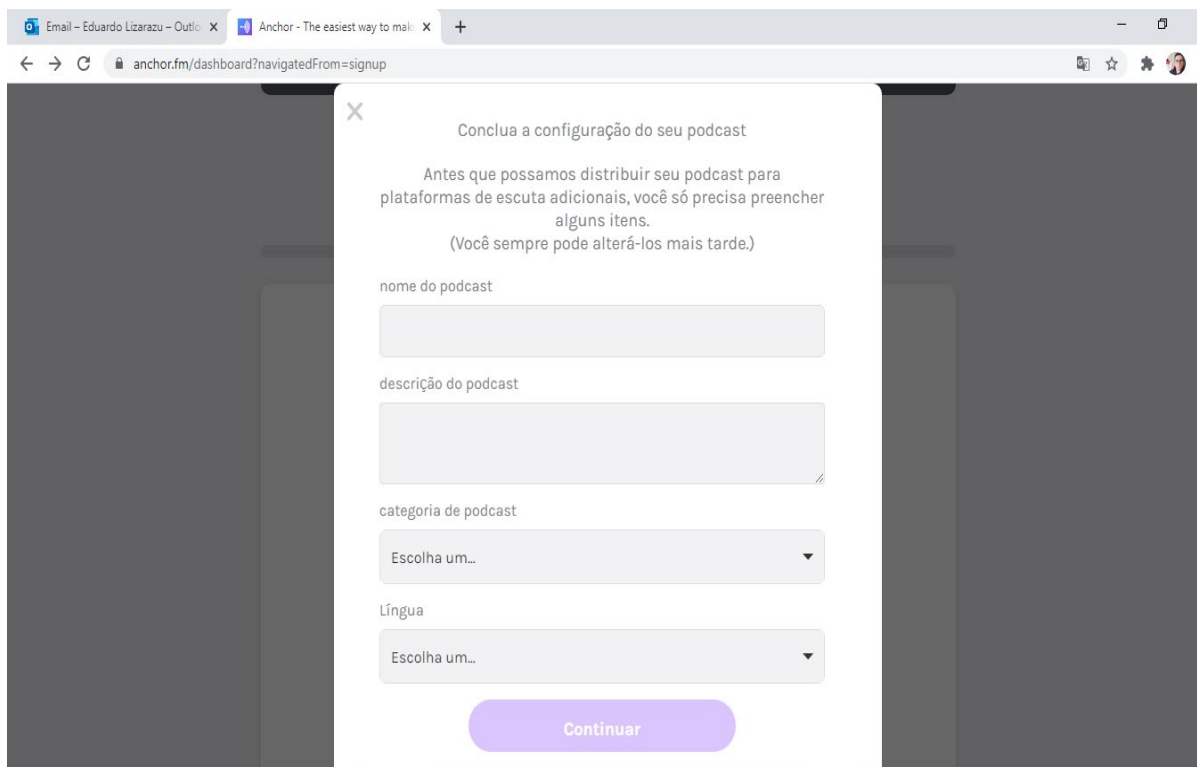
Fonte: disponível em <https://anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup>. Acesso em 22/08/2020.

3.8.2 Configurações do podcast

Antes de publicar o *podcast*, é muito importante configurar o nome, foto de capa e a descrição do mesmo. O nome escolhido é fundamental para que outras pessoas encontrem o seu conteúdo quando forem pesquisar no aplicativo sobre Física, por exemplo.

A foto de capa dá uma espécie de boas vindas ao *podcast* e a descrição deve resumir bem o objetivo dos conteúdos que serão publicados. O criador pode elaborar uma imagem ou buscar na *internet*.

Para configurar isso, basta clicar em “Configure seu *podcast*”. A figura a seguir mostra as configurações presentes nessa página.



The image shows a web browser window with the URL anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup. A modal window is open with the title "Conclua a configuração do seu podcast". The text inside the modal reads: "Antes que possamos distribuir seu podcast para plataformas de escuta adicionais, você só precisa preencher alguns itens. (Você sempre pode alterá-los mais tarde.)". Below this text are four input fields: "nome do podcast" (a text box), "descrição do podcast" (a text area), "categoria de podcast" (a dropdown menu with "Escolha um..." selected), and "Língua" (a dropdown menu with "Escolha um..." selected). At the bottom of the modal is a purple button labeled "Continuar".

Figura A5 – Configurações do *Podcast*

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup>. Acesso em 22/08/2020.

Como já mencionado, nesse espaço, é possível alterar o nome do Podcast, a descrição do mesmo e o idioma. Além disso, é possível indicar a categoria, ou seja, se o conteúdo é sobre educação, política, religião etc.

Após inserir esses dados e clicar em “Continuar”, como mostrado na figura A5, será aberta uma página para que seja possível mudar a foto da capa do *podcast*. Essa foto pode ser escolhida a partir da internet ou importada do seu computador, sendo também possível escolher de forma aleatória, basta clicar em “escolha uma pra mim”. A figura A6 mostra a imagem da página referente a isso.

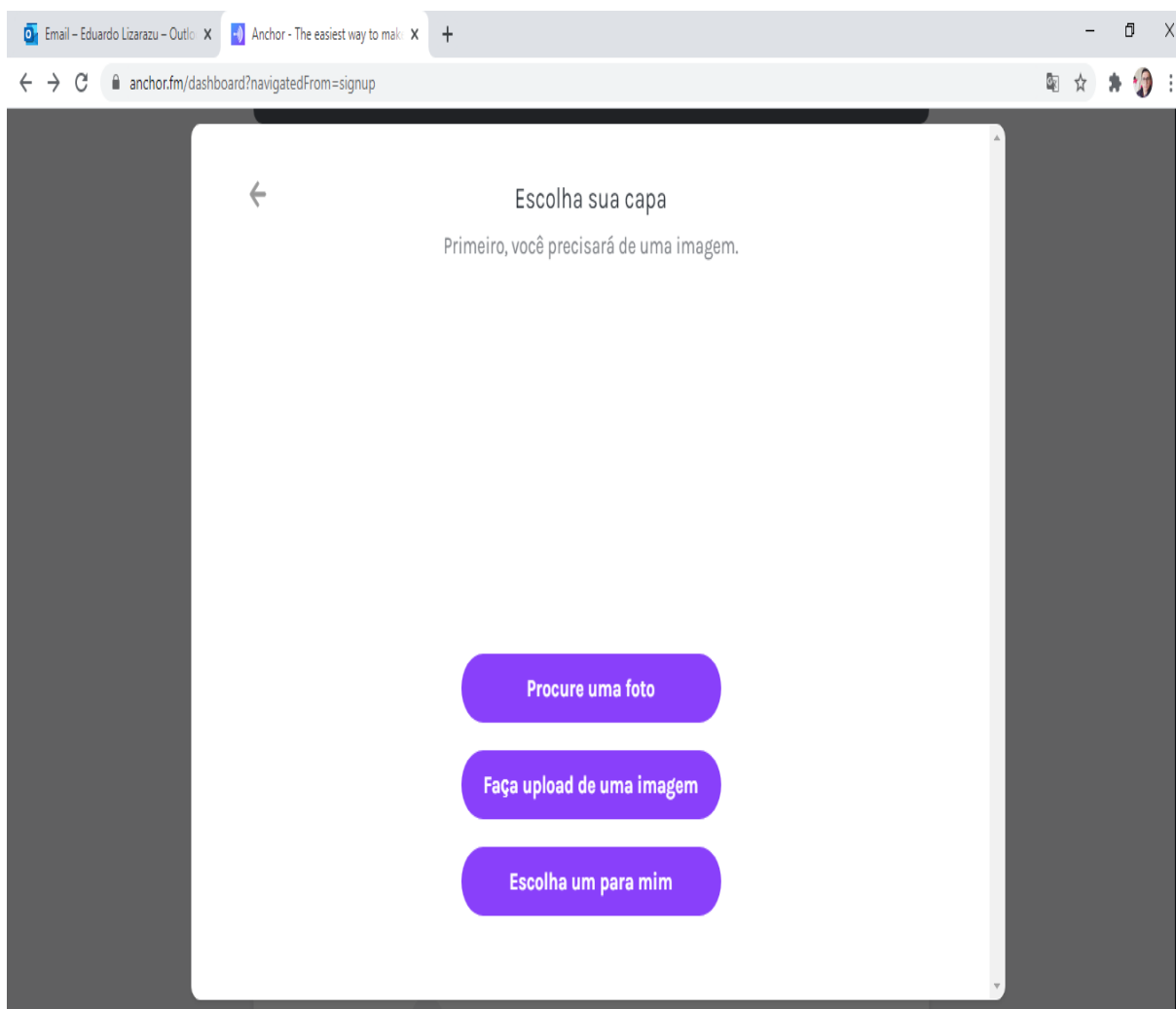


Figura A6 – Escolha da foto de capa

Fonte: disponível em <https://anchor.fm/dashboard?navigatedFrom=signup>. Acesso em 22/08/2020.

Após esse passo, o *podcast* estará configurado com nome, foto e descrição. Após a confirmação da foto, o site retornará para a página da figura A4.

3.8.3 Criação dos episódios

Ao terminar as configurações anteriores, teremos que “clique” em “Vamos fazer isso”, na imagem na figura abaixo. Então temos o início do processo de criação do primeiro episódio de *podcast*. A imagem referente a esse novo passo é a imagem A4, onde devemos “clique” em “Vamos fazer isso”, aparecerá uma nova página, que será mostrada a seguir.

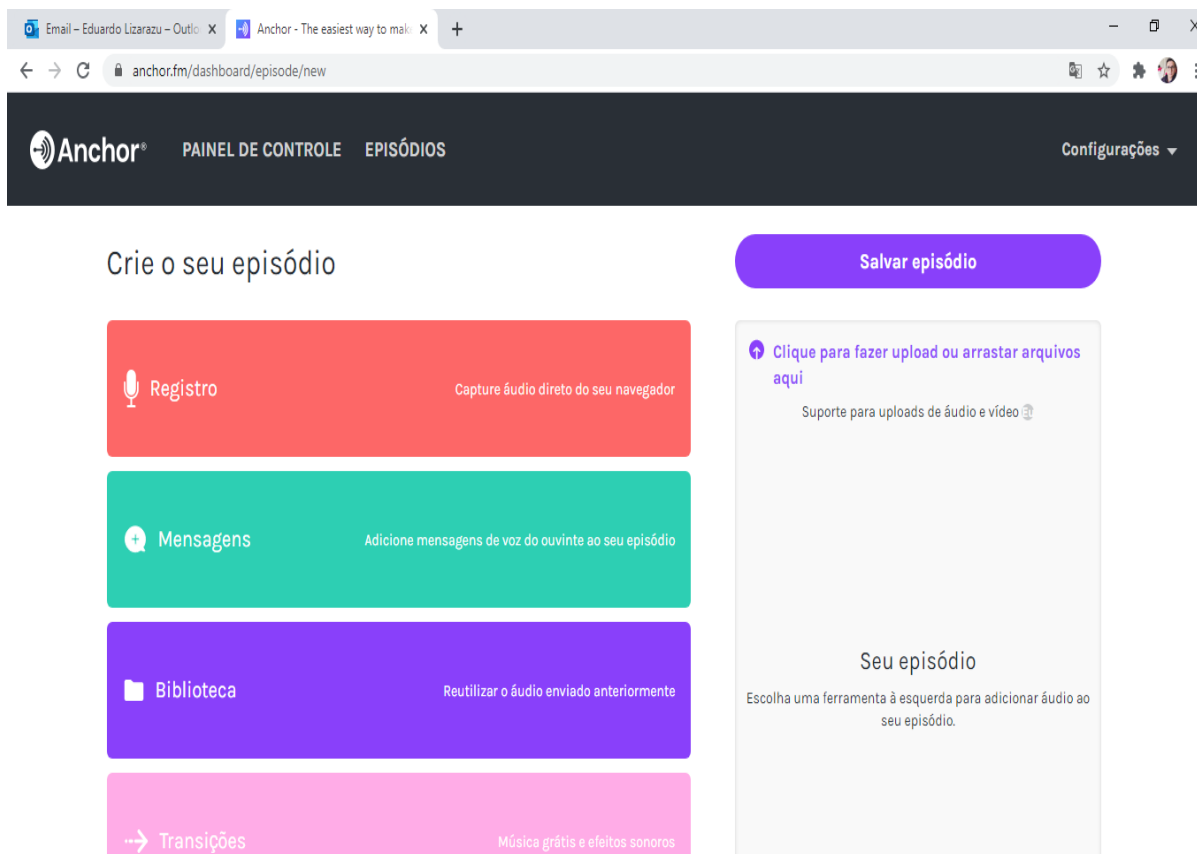


Figura A7 – Criação do episódio de podcast

Fonte: disponível em <https://anchor.fm/dashboard/episode/new>. Acesso em 22/08/2020.

Na figura A7, podemos perceber que temos diversas opções. Uma delas é o fato de ser possível fazer a gravação de áudio diretamente pela plataforma da Anchor® (recomendado pelo autor deste trabalho) através do uso do microfone presente no dispositivo pelo qual o usuário acessa o site. Para gravar basta clicar em Registro.

Caso a pessoa já tenha uma gravação feita e deseja utilizar essa gravação como episódio de *podcast*, então ela pode simplesmente carregar essa gravação e publicar. Para isso, basta clicar em “Clique para fazer upload ou arrastar arquivos aqui”, no canto superior direito.

Ao clicar em “Mensagens”, é possível adicionar mensagens de voz que os seguidores que a pessoa possui na plataforma Anchor® fazem em relação ao seu *podcast*, ou seja, essa opção não é válida para o Spotify®, é apenas uma interação entre o criador do conteúdo e seus seguidores na plataforma Anchor®. Então essas mensagens de voz recebidas são apenas em relação ao podcast da plataforma Anchor® e não do Spotify®.

A opção “Biblioteca” permite reutilizar áudios que foram utilizados anteriormente para a criação de um novo episódio.

A opção “Transições” permite a utilização de sons que podem ser utilizados no início de cada áudio como uma vinheta. Ao selecionar essa opção, o áudio escolhido fica anexado automaticamente no início da gravação que foi selecionada. Essa opção personaliza o episódio e é uma função que dá mais qualidade ao *podcast*.

Iremos utilizar a opção “Clique para fazer upload ou arrastar arquivos aqui”, pois os episódios foram gravados em um outro celular. Sendo assim, foi selecionado um arquivo de áudio no computador e então fica disponível uma opção que permite fazer a adição de episódios do *podcast*. A figura a seguir ilustra esse processo:

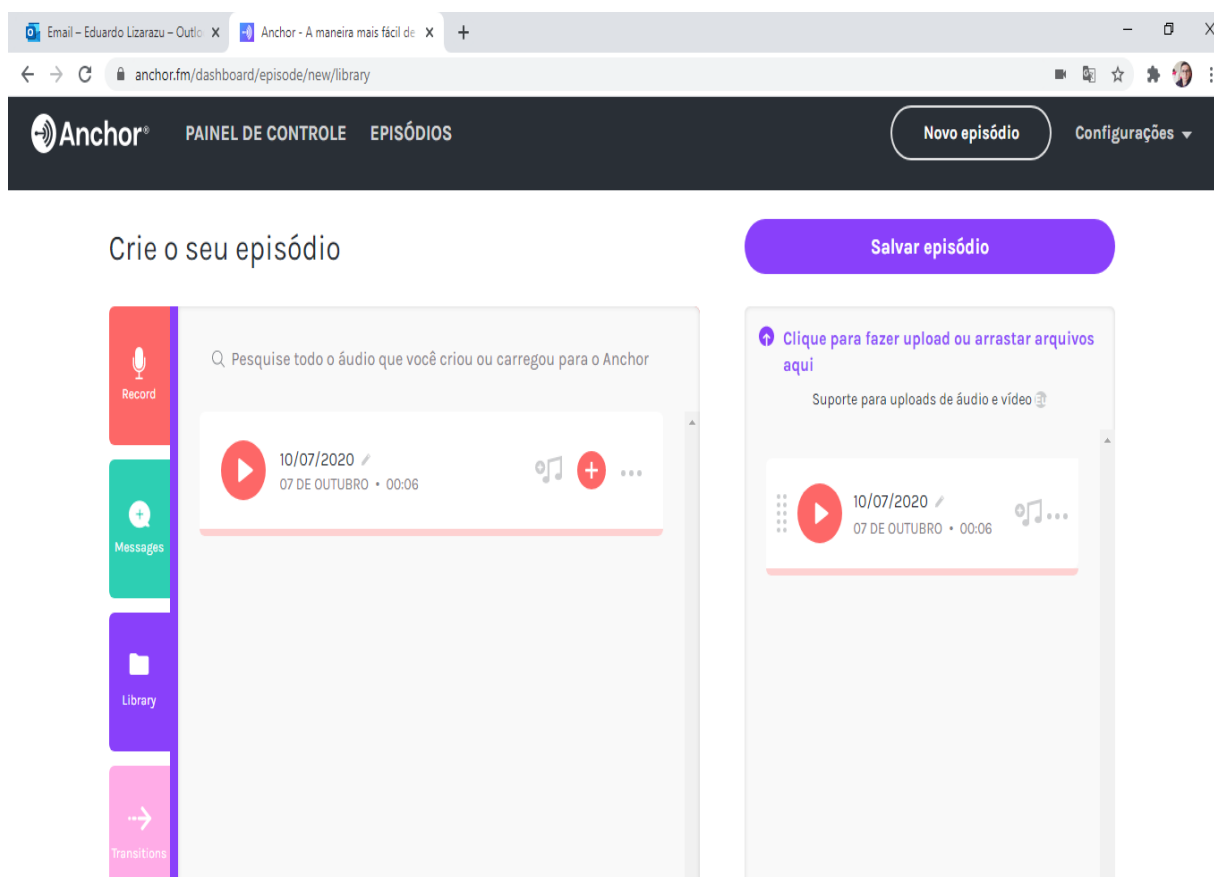


Figura A8 – Edição e publicação

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard/episode/new/library>. Acesso em 22/08/2020.

Como mostra a figura A8, ao clicar na imagem de uma nota musical, ao lado direito da data do episódio, é possível adicionar uma música de fundo ao áudio selecionado. É facultativo o uso de música de fundo, é uma opção que muitas vezes deixa o áudio mais agradável. Para publicar o episódio, basta clicar em salvar episódio no canto superior direito da página. Dessa forma, será aberta uma nova página para que seja feita a descrição e o título do episódio que está sendo publicado, isso está ilustrado na figura a seguir.

Antes de publicar qualquer episódio, você precisará verificar seu endereço de e-mail com o Anchor. Reenviar email

Opções de episódios

Salve como um rascunho Publique agora

Título do episódio *

Como você quer chamar este episódio?

Descrição do episódio * Mudar para HTML

B *I*

- ☰
- ☰

🔗 🔗

O que mais você deseja que seus ouvintes saibam?

0/4000

Figura A9 – Título e descrição do episódio

Fonte: Disponível em <https://anchor.fm/dashboard/episode/new/publish>. Acesso em 22/08/2020.

Após adicionar o título do episódio e a descrição do mesmo, uma nova etapa aparecerá, como mostra a figura A9. Basta clicar em “Publique agora” para que o episódio seja publicado. Automaticamente, essa publicação será feita no *podcast* da plataforma Anchor®, no Spotify® e em várias outras plataformas que reproduzem *podcasts*, ou seja, a plataforma Anchor® distribui, através de seus servidores de feed RSS, conteúdos de *podcast* para outras plataformas, como já mencionado.

A figura a seguir mostra um exemplo de *podcast* em sua página inicial no Spotify®. Para que seja encontrado o *podcast*, basta utilizar o endereço eletrônico ou diretamente no *site* ou aplicativo do Spotify® através da ferramenta de busca, ou seja, através de uma pesquisa utilizando o nome do *podcast*, nesse caso o *podcast* buscado foi o “Física Viva” (Disponível em: <https://open.spotify.com/show/4SWA0SWjTmJATyLCnH6Qfw>. Acesso em 22/08/2020) fruto da dissertação associada a este produto educacional.



Figura A10 – *Podcast Física Viva*

Fonte: Disponível em <https://open.spotify.com/show/4SWA0SWjTmJATyLCnH6Qfw>. Acesso em 22/08/2020.

Os episódios ficam expostos por ordem cronológica de envio e o *download* pode ser feito para que eles possam ser acessados futuramente sem o uso da internet.

3.9 Etapa 9 – Avaliação de conhecimentos

Nesta etapa, o professor deve avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos. As formas de avaliação podem ser de vários tipos, desde uma arguição individual, como também com uma prova. Neste produto educacional, recomendamos que seja elaborada uma prova sobre os temas abordados no *podcast* que foi criado pela equipe. O professor também pode pedir para que os alunos ouçam os episódios elaborados pela equipe como uma ferramenta de estudo. A prova de conhecimentos adquiridos será chamada de pós-teste neste produto educacional.

A seguir temos um modelo de pós-teste baseado em tópicos de mecânica e termologia.

MODELO DE PÓS-TESTE**Tema: Tópicos de Mecânica e Física Térmica****Prof. Eduardo Lizarazu****Aluno(a):** _____

- 1) Explique detalhadamente o que significa uma Velocidade escalar média negativa.
- 2) Uma aceleração positiva pode provocar uma frenagem em um corpo? Explique.
- 3) Dê um exemplo de um corpo que, possuindo uma aceleração constante, inicia um movimento retardado e passa a ter um movimento acelerado.
- 4) Como um corpo que descreve um movimento uniforme pode passar a descrever um movimento uniformemente variado?
- 5) Dê um exemplo prático para cada uma das leis de Newton no cotidiano.
- 6) O que significa equilíbrio térmico e quando ele é atingido?
- 7) Dê um exemplo contextualizado de cada processo de propagação do Calor a seguir:
Condução Térmica, Convecção Térmica e Irradiação Térmica.
- 8) Explique o que significa calor específico.
- 9) Dê um exemplo da importância do estudo da dilatação dos sólidos para as construções.
- 10) De acordo com os conceitos de dilatação térmica dos líquidos, em uma situação onde o dia está bastante ensolarado, com uma temperatura considerada alta, é melhor abastecer o tanque de um veículo de dia ou de noite? Explique.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a correção do pós-teste, o professor deve fazer uma comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste para chegar a uma conclusão sobre a aprendizagem dos alunos utilizando a metodologia adotada neste produto educacional. Caso os resultados sejam favoráveis, recomendamos que o professor realize atividades como essa periodicamente, caso julgue necessário.

O professor tem a possibilidade de realizar uma pesquisa de opinião com a equipe sobre o grau de satisfação em relação ao trabalho que foi realizado, bem como sobre o que poderia ser feito para melhorar o trabalho realizado. O *feedback* dos alunos sempre é importante para que o docente tenha noção de como os alunos estão se sentindo.

É importante que o professor sempre esteja atento aos detalhes, principalmente em relação a atribuir uma função a cada aluno, evitando que os alunos possam apenas ter uma participação passiva.

É possível perceber que as atividades descritas neste produto educacional podem ser realizadas à distância. Portanto, cada professor pode adaptar esta metodologia para utilizar da maneira que mais julgue conveniente.

O professor também pode organizar junto a equipe uma forma de divulgação do *podcast* criado, para que o mesmo possa ser acessado por outras pessoas interessadas nos conteúdos de Física abordados. Dessa forma, ocorre uma difusão interessante do ensino de Física.

Por fim, o *podcast* criado através dos métodos descritos neste produto educacional fica disponível na plataforma Spotify® por um período indeterminado, portanto os próprios alunos da equipe, bem como qualquer usuário dessa plataforma poderão acessar os episódios.

A ferramenta aqui utilizada se mostra com potencial para o ensino de Física para deficientes visuais, podendo ser explorado para tal fim, favorecendo a uma educação inclusiva.