



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

MANOEL MARCOS BEZERRA DA SILVA

CAUSO HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO MOVIMENTO: desde Aristóteles até
Newton, a peleja dos homi da ciência, narrado em Cordel

CARUARU
2022

MANOEL MARCOS BEZERRA DA SILVA

CAUSO HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO MOVIMENTO: desde Aristóteles até Newton, a peleja dos homi da ciência, narrado em Cordel

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

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador (a): Dr. João Eduardo Fernandes Ramos

Caruaru

2022

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

Silva, Manoel Marcos Bezerra da.

Causo histórico da evolução do movimento: desde Aristóteles até Newton, a
peleja dos homi da ciência, narrado em cordel / Manoel Marcos Bezerra da
Silva. - Caruaru, 2022.

56 p. : il.

Orientador(a): João Eduardo Fernandes Ramos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física - Licenciatura, 2022.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Ensino de Física. 2. Interdisciplinaridade do conhecimento na educação. 3.
Análise de livros didáticos. 4. Divulgação científica usando cordel . 5. Mecânica
. I. Ramos, João Eduardo Fernandes. (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

MANOEL MARCOS BEZERRA DA SILVA

CAUSO HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO MOVIMENTO: desde Aristóteles até
Newton, a peleja dos homi da ciência, narrado em Cordel

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

Aprovada em: 05/07/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Robson Santos de Oliveira (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho ao meu avô, José Caneijo (*in memoriam*), amante das rimas e dos folhetos de cordel e que sempre foi motivo de inspiração, motivação, atenção e zelo pelos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que proporcionou todas as vitórias alcançadas em minha vida até aqui. À interseção de Nossa Senhora, a qual levou minhas aflições e angústias para junto de seu Filho, Jesus, me trazendo paz e calma.

Agradeço também aos meus pais e a minha família, que me apoiaram fortemente, confiando no sucesso que iria obter quando tudo terminasse. A minha esposa, Camila Lucêna, por todo companheirismo e fortaleza, parceria e apoio, nas horas em que pensei em desistir, ela sempre me motivou a continuar, muito obrigado, meu amor. A minha filha, Maria Eduarda, por me dar forças para perseverar, sempre que olho para ela.

Ao meu orientador, Prof. João Eduardo, por ter aceitado a ideia do trabalho e por toda a disponibilidade em me orientar, e ajudar durante todo o processo da pesquisa.

Agradeço à UFPE, por ser lugar de partilha, formação, conhecimento e, acima de tudo, por me dar oportunidade de ser alguém melhor, pessoal e profissionalmente falando. Meu muito obrigado!

Por fim, obrigado a todos que me ajudaram a chegar até aqui. Essa vitória é de todos nós.

Quando tudo for escuro
e nada iluminar,
quando tudo for incerto
e você só duvidar...
É hora do recomeço.
Recomece a ACREDITAR.

Quando a estrada for longa
e seu corpo fraquejar,
quando não houver caminho
nem um lugar pra chegar...
É hora do recomeço.
Recomece a CAMINHAR.
(RECOMECE, Bráulio Bessa, 2018)

RESUMO

A Física é uma ciência que, como tantas outras, não nasceu da noite para o dia. Foram precisos séculos de evolução para chegarmos ao que temos hoje. Esse trabalho aborda um dos assuntos da Física: o Movimento, desde os primeiros conceitos na Grécia Antiga, com Aristóteles, até o século XVII, com a contribuição de Isaac Newton para formular a Física que estudamos ainda hoje nas escolas. Foram analisadas cinco coleções, que fundamentaram a justificativa desse trabalho. Nesses livros didáticos, é possível identificar que as informações sobre a origem dos conceitos físicos, de modo geral se detém, em muitos casos, a um recorte da biografia dos cientistas mais relevantes daquele conteúdo. O objetivo dessa pesquisa é, além da análise dos livros didáticos citada anteriormente, construir um Cordel que possibilite levar aos alunos do Ensino Médio este contexto histórico de forma mais aprofundada e detalhada. A abordagem teórica parte da interdisciplinaridade entre a Física e outras disciplinas, como História, Arte e Literatura de Cordel, já que a maneira como a evolução do movimento foi contada usou o Cordel como ferramenta. A metodologia consiste na pesquisa de material teórico para a escrita do Cordel, que teve como base dois livros, cujas ideias principais foram organizadas em um mapa mental, para facilitar na composição do mesmo. Esse Cordel poderá ser utilizado pelos alunos do Ensino Médio, tanto na sua forma impressa, quanto através da plataforma de áudio digital (*streaming*) *Spotify*, onde foi criado um *Podcast* que levará, com maior facilidade para os estudantes, o conteúdo pesquisado, refinado e rimado, da evolução histórica do conceito de Movimento, buscando divulgar a ciência de modo mais rápido e eficiente.

Palavras-chave: evolução histórica do movimento; interdisciplinaridade; cordel; divulgação científica; ensino de Física.

ABSTRACT

Physics is a science that, like so many others, was not born overnight. It took centuries of evolution to reach what we have today. This work addresses one of the subjects of Physics: movement, from the first concepts in Ancient Greece, with Aristotle, until the 17th century, with the contribution of Isaac Newton to formulate the Physics that we still study today in schools. The fact that textbooks summarize a lot of information about the origin of physical concepts, in general, stopping, in many cases, to a cut of the biography of the most relevant scientists of that content, as shown in the five collections that were analyzed, based the justification of the work. The objective of this research is, in addition to the analysis of textbooks mentioned above, to build a Cordel that allows high school students to take this historical context in a more in-depth and detailed way. The theoretical approach starts from the interdisciplinarity between Physics and other disciplines, such as Cordel History, Art and Literature, since the way in which the evolution of movement was told used Cordel as a tool. The methodology consists of the research of theoretical material for the writing of Cordel, which was based on two books, whose main ideas were organized in a mental map, to facilitate its composition. This Cordel can be used by high school students, both in its printed form and through the digital audio platform (streaming) Spotify, where a Podcast was created that will more easily bring to students the researched, refined and rhymed, from the historical evolution of the concept of movement, seeking to disseminate science in a faster and more efficient way.

Keywords: historical evolution of the movement; interdisciplinarity; cordel; scientific divulgation; Physics teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	Interdisciplinaridade da Física com História	13
2.2	Interdisciplinaridade da Física com Arte	14
2.3	Interdisciplinaridade da Física com Literatura de cordel	16
2.4	Uso de plataformas de áudio digitais (streaming) para divulgação científica	18
3	METODOLOGIA	20
4	RESULTADOS	21
4.1	Análise dos livros didáticos	21
4.2	Construção e gravação do Cordel	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A - MAPA MENTAL USADO PARA CONSTRUÇÃO DO CORDEL	51
	APÊNDICE B - CORDEL FORMATADO PARA IMPRESSÃO	52
	ANEXO A - CAPA DO CORDEL PARA IMPRESSÃO	56

1 INTRODUÇÃO

No Ensino de Física, buscar soluções para tornar a aula instigante é quase que uma meta diária para os professores de qualquer série da educação básica. A concorrência com o mar de informações que os alunos possuem na palma da mão é bastante desleal, principalmente em situações em que visualizar a rede social é mais prazeroso do que observar um fenômeno físico, que está sendo discutido no quadro branco ou numa projeção de slide.

Sendo assim, o tema abordado para esse trabalho busca aproximar o aluno do Ensino Médio de um conteúdo que, muitas vezes, é ignorado ou sugerido para que o estudante leia depois, que é a evolução histórica do conceito de Movimento.

A ideia desse trabalho surgiu dentro da disciplina de Metodologia do Ensino de Física II, quando foi necessária a elaboração de um projeto de intervenção para o Ensino Médio, e o artigo que serviu como base, possuía como tema “O Desenvolvimento das Máquinas Térmicas”. Assim, foi decidido que o grupo abordaria a evolução histórica das máquinas térmicas, onde utilizou-se tanto o artigo, quanto livros de Ensino Médio, como referência. Após uma avaliação, verificou-se que os livros traziam poucos dados históricos sobre o assunto. O trabalho foi realizado para a disciplina, mas o fato de existir a possibilidade dos alunos do Ensino Médio não terem acesso à história de como a Física se desenvolveu ao longo do tempo, gerou uma inquietação, que se transformou no objeto dessa pesquisa.

Esse trabalho começou tomando forma a partir da determinação do tema central, que seria a “Evolução do Conceito de Movimento”, que é um dos primeiros assuntos abordados na Cinemática. É importante que os alunos saibam de onde surgiram as primeiras inquietações dos estudiosos, até o conceito estabelecido pelos livros atuais.

Após a definição do tema foi iniciado um levantamento em coletâneas de livros didáticos do Ensino Médio, tanto em coleções mais antigas, como em coleções mais recentes, já adaptadas pela BNCC. Essa análise formulou a justificativa da pesquisa, pois foi confirmada a escassez de informações sobre a Evolução Histórica do Movimento.

É um fato que, separar a Ciência da História e da Filosofia é omitir ao estudante os fundamentos básicos necessários para uma boa compreensão do que

está sendo discutido. MARTINS (2007 apud RAMOS; CARVALHO, 2012) confirma isso quando diz:

A relevância da História e da Filosofia da Ciência para a pesquisa em ensino de ciências, sob diversos aspectos, tem sido apontada com bastante frequência na literatura especializada da área. A necessidade de incorporação de elementos históricos e filosóficos no ensino médio chega a ser praticamente consensual, o que passou a orientar currículos de parcela significativa das licenciaturas. No entanto, os professores do nível médio dificilmente incorporam esse tipo de conhecimento em suas práticas. (MARTINS, 2007, p.112 apud RAMOS; CARVALHO, 2012, p. 3)

Sabendo que a ausência desses conteúdos pode prejudicar a formação escolar dos alunos, surgem as seguintes perguntas: como fazer esse conteúdo chegar até os estudantes do Ensino Médio de forma interessante? É possível usar a interdisciplinaridade para tornar essa atividade diferenciada? Qual ferramenta usar? A história do Movimento pode ser abordada, usando a Literatura de Cordel? As sugestões de respostas para estas questões estão neste trabalho.

A interdisciplinaridade da Física com outras matérias, como a História, Arte e Literatura, em específico a de Cordel, é o ponto chave para a fundamentação teórica, onde a forma como este conteúdo chegará ao aluno é diferente do comum. Ao invés de caixinhas de texto no canto das páginas dos livros, será ofertado um Cordel aos estudantes, narrando o desenrolar dos pensamentos dos principais pesquisadores, desde Aristóteles até Newton, passando por Copérnico, Galileu Galilei, entre outros. A composição desse cordel é um dos objetivos desse trabalho.

Outra particularidade dessa pesquisa é a forma com que esse Cordel chegará para os alunos, pois ele foi gravado em áudio e postado num *podcast*, em uma plataforma de áudio digital (*streaming*), o *Spotify*, que é um aplicativo que muitos jovens usam com frequência e está com eles, grande parte do tempo, no seu *smartphone*.*

A ideia é que essa pesquisa possa ser continuada, com a participação efetiva de alunos do Ensino Médio, buscando acrescentar para eles, além de conhecimentos teóricos, valores culturais e históricos, para que possam ser usados em situações diversas do seu cotidiano. Para fins acadêmicos, não só dados

estatísticos poderão ser obtidos, mas a própria produção já é considerada divulgação científica na área do Ensino de Física.

No capítulo dois desse trabalho é colocada toda a fundamentação teórica, que, como já citado anteriormente, traz a interdisciplinaridade da Física com a História, com a Arte e com a Literatura de Cordel, e no mesmo capítulo consta uma abordagem de como o uso das plataformas digitais podem favorecer a divulgação científica. No capítulo três aparece a metodologia, onde são abordadas a composição e gravação do Cordel. Também é citada a bibliografia usada na elaboração das rimas, resumo teórico e a construção de um mapa mental (Apêndice A). O capítulo quatro é composto pelos resultados da pesquisa, que é a análise das coletâneas, de modo mais detalhado e o Cordel finalizado e postado em um *Podcast* no *Spotify*. Por fim, no capítulo cinco temos as considerações finais. O Cordel formatado para impressão aparece no Apêndice B, assim como a capa do Cordel em um poster, que aparece no Anexo A.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será abordada a interdisciplinaridade da Física com a História, Arte, Literatura de Cordel, onde também é citado o uso das plataformas de áudio digitais (*streaming*), como meio de propagar e divulgar a ciência.

2.1 INTERDISCIPLINARIDADE DA FÍSICA COM A HISTÓRIA

Por mais que seja difícil falar de Física e não abordar seu contexto histórico, infelizmente é uma realidade que muitos alunos vivem nas escolas do Brasil, pelo fato dos livros didáticos não abordarem tão bem essa temática, e o pouco que trazem, em muitos casos são ignorados. Trazer a História para dentro do ensino de Física, e de modo geral, para o ensino de Ciências, favorece o aprendizado do aluno, fazendo com que os conceitos vistos por ele venham a ter maior significado. Dessa forma, é possível concordar com Trindade (2011), quando diz:

A História da Ciência possibilita uma construção e uma compreensão dinâmica da nossa vivência, da convivência harmônica com o mundo da informação e do entendimento histórico da vida científica, social, produtiva do planeta e do cosmos, ou seja, é um aprendizado com aspectos práticos e críticos de uma participação no romance da cultura científica, ingrediente primordial da saga da humanidade (TRINDADE, 2011, p. 262).

De modo geral, aos olhos da interdisciplinaridade, pode-se contribuir de uma dinâmica diferente, em sala de aula, quando o conteúdo em questão faz alguma conexão com outra disciplina, como afirma Fontenele e Santos (2015):

As práticas interdisciplinares representam um caminho para fugir da mesmice do conteudismo e incentivar uma aprendizagem mais dinâmica, com inovações que possa servir de incentivo e chamar a atenção dos alunos para o que se pretende ensinar (FONTENELE E SANTOS, 2015, p. 3 e 4)

Torna-se muito mais atraente um ensino que faça sentido para aquele que está buscando aprendê-lo. A prática interdisciplinar da Física com a História é um caso claro dessa afirmação, pois não faz muito sentido aprender as três Leis de Newton,

por exemplo, sem saber quem foi Newton, onde atuou na sua carreira, quais assuntos estudou etc. Por isso, podemos nos apoiar novamente nos estudos de Fontenele e Santos (2015), quando diz:

As Ciências Naturais contribuíram significativamente para a evolução humana. Foi graças a sistematização destes conhecimentos que os homens puderam superar dificuldades materiais e atingir o nível de desenvolvimento que a humanidade alcançou. As Ciências Humanas estudam as realizações individuais e coletivas dos homens e suas formas de ver e compreender o mundo. A História que tem a função de registrar e analisar o desenvolvimento e a evolução dos povos ao longo dos tempos, compreendendo as dinâmicas que produziram as diversas realidades. O estudo destas áreas não deve ser compartimentado, separado, difuso. Ao contrário, são complementares (FONTENELE E SANTOS, 2015, p. 6-7).

Sabendo que a disciplina de Física possui pontos em comum com muitas áreas do conhecimento, com a disciplina de História não é diferente. Seria de uma riqueza imensa que mais trabalhos pudessem ser realizados pelos professores dessas duas matérias, buscando ofertar para os alunos mais ferramentas, possibilitando o uso delas em situações diversas do seu cotidiano.

Os trabalhos de Da Silva e Errobidart (2022), Ricardo (2020), Júnior et al. (2015) e Monteiro e Martins (2015) caminham nesse mesmo sentido, de que a Física e a História estão lado a lado e que, na sala da aula, é possível desenvolver atividades voltadas para a interdisciplinaridade das duas matérias. Afirmam também que, trazer o ensino da História da Ciência para a classe, aproxima o estudante do lado humano da Ciência, abordando questões éticas e sociais que podem estar vinculadas com o desenvolvimento do conceito abordado.

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE DA FÍSICA COM A ARTE

Trazer a Ciência para junto da Arte, uma vez que a Literatura de Cordel não deixa de ser uma expressão artística, deveria ser algo muito natural, pois na Grécia Antiga muitos artistas, filósofos, pensadores deixaram sua contribuição para os conceitos que temos hoje. De acordo com Pacheco (2003 apud FERREIRA; GERMANO, 2014), a separação histórica entre a Arte e a Ciência aconteceu em fins

da Era Medieval, quando o homem deixou de ser encarado como unidade física, psíquica e espiritual, para ser múltiplo, fracionado em diversos corpos que habitam um só.

Na educação, essas duas disciplinas podem se comunicar, principalmente quando são identificados assuntos em comum. Projetos interdisciplinares favorecem essa comunicação e fortalecem a experiência vivida pelo aluno, já que, segundo Freitas (2017), Arte e Ciência oferecem muitas opções de serem estudadas juntas:

Sabemos que o termo Arte é compreendido por diversas formas de expressão humana, isto é, existem diversas maneiras de se fazer arte. A polissemia desse termo envolve música, dança, pintura, artesanato, marcenaria, poesia, fotografia e tantos outros. Assim como a Arte, que se desenvolve por meio de inúmeras categorias, a Ciência, da mesma forma, tem suas ramificações e seguimentos de estudos variados, por exemplo: Física, Química, Biologia, Geologia, Astronomia e mais um leque de ramos de estudos. Logo, notamos que Arte e Ciência são áreas que oferecem aos estudantes oportunidades diversas para serem estudadas (FREITAS, 2017, p.18).

Um exemplo dessa junção seria, ao estudarmos forças na Dinâmica, usar a ponte de Leonardo da Vinci (1452 – 1519), que foi um célebre pintor italiano, e que também deixou sua contribuição para a Ciência, Arquitetura, Anatomia, entre outras áreas (Figura 1). Por um lado, os alunos poderiam aplicar o conceito de força, ao adicionar algum objeto sobre ela, explicando que o peso do objeto é distribuído pelos pontos de contato, em cada parte da ponte, e, dessa forma, poderia ser abordado sobre as contribuições de Da Vinci para a Arte, como pintor, e para a Ciência, com o projeto da ponte.

Figura 1 – Representação da ponte de da Vinci



Fonte: o autor (2022)

Por essa ligação entre Física e Arte, considera-se o que afirma Zanetic (2006):

A Física deve participar da formação cultural do cidadão contemporâneo, independente das eventuais diferenças de interesses individuais e das mais variadas motivações acadêmicas e/ou profissionais (ZANETIC, 2006, p. 3).

Concluindo essa temática, é muito importante ver a Física nos mais diversos fenômenos artísticos cotidianos, independentemente de ser alvo de estudos aprofundados ou simplesmente na observação de um instrumento de cordas, soando uma canção.

2.3 INTERDISCIPLINARIDADE DA FÍSICA COM A LITERATURA DE CORDEL

O uso dos cordéis para apoiar a prática do ensino de Física pode ser um diferencial notório, na busca de tornar as aulas mais atrativas e diferenciadas. O estudante que tem a oportunidade de usar um Cordel, que aborde temas da Ciência, tem nas mãos uma ferramenta que, além de valorizar a cultura regional, traz por si só um novo olhar sobre a teoria do conteúdo abordado.

Para Ataíde, et al. (2008):

É importante trabalharmos, nas aulas de Física, com materiais textuais que abordam assuntos afins a disciplina, mas, que tenha estrutura, intencionalidade e redação diferente daquela presente nos livros didáticos (ATAÍDE, et al. 2008, p. 67).

Sabendo disso, seria até um desperdício de tempo, continuar ensinando Física da mesma forma que era ensinado há 50 anos. Os estudantes de hoje possuem uma infinidade de recursos, dentro de *sites*, canais em plataformas de vídeos, entre outros, que podem buscar uma melhor forma de aprender. A aula já oferecendo uma metodologia diferenciada, apoiando-se em outras disciplinas, quando possível, facilita e estimula o interesse do aluno em querer aprender o que está sendo ministrado.

O ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio, no ano de 2021, usou em uma de suas questões de Física, o trecho do Cordel chamado Senhor dos Anéis, de

Gonçalo Ferreira da Silva, como mostra a Figura 2, para dar fundamento teórico numa questão de Astronomia. Esse autor é reconhecido entre os cordelistas por abordar temas da Ciência em seus cordéis, e fala da vida de personalidades da Física, como Newton, Galileu e Einstein, por exemplo.

Figura 2 – Questão 116 do ENEM 2021 – Prova Amarela

Questão 116 enem2021

TEXTO I

No cordel intitulado *Senhor dos Anéis*, de autoria de Gonçalo Ferreira da Silva, lê-se a sextilha:

A distância em relação
Ao nosso planeta amado
Pouco menos que a do Sol
Ele está distanciado
E menos denso que a água
Quando no normal estado

MEDEIROS, A.; AGRA, J. T. M., A astronomia na literatura de cordel, Física na Escola, n. 1, abr. 2010 (fragmento).

Considerando os versos da sextilha e as informações da tabela, a qual planeta o cordel faz referência?

A Mercúrio.
B Júpiter.
C Urano.
D Saturno.
E Netuno.

TEXTO II

Distâncias médias dos planetas ao Sol e suas densidades médias

Planetas	Distância média ao Sol (u.a.)	Densidade relativa média
*Mercúrio	0,39	5,6
*Vênus	0,72	5,2
*Terra	1,0	5,5
*Marte	1,5	4,0
**Ceres	2,8	2,1
*Júpiter	5,2	1,3
*Saturno	9,6	0,7
*Urano	19	1,2
*Netuno	30	1,7
**Plutão	40	2,0
**Éris	68	2,5

u.a. = 149 600 000 km, é a unidade astronômica, *Planeta clássico, **Planeta-anão.
Características dos planetas. Disponível em: www.astronomia.com.br. Acesso em: 8 nov. 2019 (adaptado).

Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio (2021)

Sendo assim, é possível perceber que, unir a Física e o Cordel não é algo tão distante da realidade, é também uma forma de reforçar a cultura nordestina, atrelada ao ensino de Ciências, onde pode-se constatar, mais uma vez, no que diz Ataíde e colaboradores (2008):

Vemos na literatura de cordel uma poderosa manifestação da cultura popular nordestina. As histórias do cotidiano ficam ainda mais saborosas ao serem lidas em voz alta, são ainda hoje impressas de forma artesanal em papel jornal e ilustradas com xilogravura. Assim o cordel foi e continua sendo uma das formas de comunicação mais autênticas nas pequenas cidades da região nordeste. (ATAÍDE, et al. 2008, p. 70)

Brito, Fernandes e Meira (2017) usaram o Cordel em suas turmas com a ideia de potencializar e alavancar o aprendizado e o interesse pela Física. O Cordel

produzido pelos alunos incentivou a busca pela teoria Física estudada por eles. É nítido isso quando afirmam que:

O ensino de Física é despossuído de motivação no ato de aprender, ficando evidente que o trabalho de Literatura de Cordel é impulsionador quando trabalhado em conjunto com a disciplina, o que abre um leque de possibilidades para as demais disciplinas do currículo previsto para o Ensino Médio. É planejando atividades que inspirem desejo, que a motivação dos alunos é desenvolvida, assim o Cordel serviu de ponte para fazer nascer uma motivação em aprender. O verdadeiro conhecimento é aquele onde não se necessita da curta fixação de conteúdos, mas de sua essência na vida prática (BRITO; FERNANDES; MEIRA, 2017, p. 6).

São exemplos como esse, citado anteriormente, que fortificam a prática interdisciplinar entre a Física e a Literatura de Cordel, de modo que vem a confirmar a proposta dessa pesquisa.

2.5 USO DE PLATAFORMAS DE ÁUDIO DIGITAIS (*STREAMING*) PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

As plataformas digitais vieram como uma ferramenta muito forte, nesse início de década, para o ensino de modo geral. A pandemia da COVID-19 alavancou a necessidade de usarmos as mídias digitais, visto que os estudantes tiveram que ficar em casa durante, praticamente, dois anos (2020 e 2021).

Conseguir, independente do meio de transmissão, que os alunos aprendessem de modo remoto foi um imenso desafio, pelo fato de que, em muitos casos, os estudantes não possuíam o hábito de estudarem sozinhos e de modo virtual. Dados isso, as plataformas dos mais diversos tipos entraram em cena.

A proposta de levar a evolução histórica do Movimento para os alunos, por meio de um *podcast*, se deu pela observação de que, cerca de 24% dos brasileiros que consomem *podcasts* estão na faixa etária dos 16 aos 24 anos (Negócios SC, 2021)¹. Dessa forma, tendo público para ouvir o tema proposto, não tem motivo para não o levar até eles.

Também é possível afirmar que o uso do *podcast* traz como vantagem a proliferação do conhecimento, aliado a um maior interesse pelo conteúdo abordado.

¹. Disponível em: <https://negociossc.com.br/blog/o-ouvinte-de-podcast-e-sua-importancia-para-marcas>

(BOTTENTUIT-JUNIOR E COUTINHO, 2007, apud MELO et al., 2018). Trazer um conteúdo do currículo escolar para uma plataforma de *streaming* facilita a sua propagação, considerando que o aluno está mais tempo com o celular do que com um livro de Física, por exemplo. É o que afirma Chaves (2020 apud COSTA et al., 2021):

A divulgação científica tem como finalidade popularizar a ciência. Os podcasts e programas nesse estilo, ressignificam o acesso à informação e a forma de consumo de conteúdo, já que o mesmo pode ser consumido em qualquer local, dia ou horário (CHAVES, 2020 apud COSTA et al., 2021, p. 2).

O *streaming* escolhido para postar o projeto foi o *Spotify*, pela visibilidade da plataforma e pela diversidade de *podcasts* sobre divulgação científica que existe nele. Um exemplo seria o *podcast* Ciência ao Pé do Ouvido, que faz parte da Divisão de Divulgação Científica da Universidade Federal de Uberlândia, aparecendo entre os 50 mais ouvidos no Brasil, segundo a pesquisa realizada pela Associação Brasileira de *Podcasters* (2020/2021)².

Sendo assim, destaca-se a necessidade de facilitar o acesso aos conhecimentos históricos sobre a Física e seus estudiosos, através do *podcast* Causos da Física, para atingir o maior número de estudantes, interessados ou curiosos. Desse modo, pode-se contribuir para que a Física não se restrinja apenas à aplicação de fórmulas, mas também inclua as percepções sobre seus grandes mestres e pensadores.

². Disponível em: [https://comunica.ufu.br/noticia/2021/09/podcast-da-ufu-esta-entre-os-mais-ouvidos-do-brasil#:~:text=O%20podcast%20%22Ci%C3%AAncia%20ao%20P%C3%A9,feira%20\(10%2F9\)](https://comunica.ufu.br/noticia/2021/09/podcast-da-ufu-esta-entre-os-mais-ouvidos-do-brasil#:~:text=O%20podcast%20%22Ci%C3%AAncia%20ao%20P%C3%A9,feira%20(10%2F9))

3 METODOLOGIA

Após a definição do tema, foi dado início à análise das coletâneas de livros didáticos de Física do Ensino Médio, buscando identificar como os autores abordavam em seus livros a evolução histórica do movimento. Os detalhes dessa análise serão abordados no próximo capítulo.

Em seguida, começou a pesquisa para a composição do Cordel. Os livros usados como embasamento teórico foram: Convite à Física, de Yoav Bem-Dov e o Física Conceitual, de Paul G. Herwitt. Mais alguns sites foram usados como complemento, mas a essência do Cordel foi extraída desses livros.

Ao passo que a leitura de cada capítulo referente ao movimento ia sendo realizada, um resumo teórico dele era construído, para auxiliar no momento de elaboração das rimas. Mesmo o resumo sendo fundamental, ainda existia muita informação para vincular e conectar na hora de rimar. À vista disso, o mapa mental, que está presente no Apêndice A, fez a diferença. Nele foi possível visualizar o caminho das ideias que cada personagem percorreu dentro da sua contribuição. Com isso, o Cordel foi criado.

A etapa seguinte foi gravar o Cordel. Os equipamentos de áudio para a gravação já pertenciam ao autor e a mixagem também foi realizada por ele. Quando o Cordel já estava gravado, surgiu a necessidade de um fundo musical, para completar as lacunas deixadas na hora da respiração, ao recitar o Cordel. A música escolhida foi “Amor Sertanejo”, de Eduardo Queiroz, que é uma versão instrumental que combinou muito bem com a proposta, principalmente com relação à velocidade que o Cordel foi declamado.

Por fim, um *podcast* foi criado, no *Spotify*, intitulado “Causos da Física”, onde o áudio foi postado e será por lá que os alunos interessados pelo assunto poderão usufruir do material.

4 RESULTADOS

Nesse capítulo, vamos discutir como a análise dos livros didáticos foi realizada, quais os critérios estabelecidos para selecionar as coleções que estão no trabalho. Também constará uma breve história sobre a literatura de Cordel e o Cordel finalizado.

4.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

O primeiro passo foi analisar detalhadamente algumas coleções de livros didáticos. Doze coletâneas foram analisadas no total, buscando-se identificar como os autores traziam a parte histórica do Movimento, e até que ponto esse contexto era aprofundado dentro do tema ou capítulo em questão.

Em cada coletânea foi estudado apenas o livro um, já que é nele que estão presentes os capítulos referentes ao Movimento. Os tópicos analisados em cada livro foram: Introdução à Cinemática; Movimento Uniforme; Movimento Uniformemente Variado; Gráficos dos Movimentos; Queda Livre e Lançamento Vertical no Vácuo; Composição do Movimento; Lançamento Horizontal e Obliquo; Movimento Circular; Introdução à Dinâmica; Leis de Newton e Suas Aplicações.

Cinco coletâneas foram escolhidas, excluindo aquelas que não traziam nenhum tópico sobre a evolução histórica do Movimento. As escolhidas foram selecionadas pela quantidade de páginas que abordavam sobre o contexto histórico, desde aquela que possui a menor quantidade de informação, até a que possui o maior número de informações. Desse modo, para uma melhor comparação, as coletâneas foram elencadas em ordem crescente no trabalho.

Vale reforçar que as figuras que estão no trabalho são apenas recortes dos livros, para ilustrar a forma como cada autor traz o assunto para seu livro, sem ser levado em consideração, para a pesquisa, os textos presentes nessas imagens.

A primeira coleção é a Conexões com a Física, de Glorinha Martini, Walter Spinelli, Hugo Carneiro Reis e Blaidi Sant'Anna. Ela traz apenas uma simples recomendação de pesquisa sobre os estudos de Galileu Galilei, dentre todos os capítulos da Cinemática, até o capítulo das Leis de Newton, na Dinâmica, como mostra a figura 3.

Figura 3 – Recorte do livro Conexões com a Física

Numa situação hipotética, se não houvesse a camada de ar em torno da Terra, todos os objetos cairiam em direção à superfície da mesma forma, fosse uma folha de papel aberta, fosse uma enorme peça de ferro. Esse movimento é chamado de **queda livre**, isto é, uma queda sem nenhuma resistência, ou, em outras palavras, no vácuo. Um dos primeiros a pensar sobre isso foi Galileu Galilei, cientista italiano que viveu entre os séculos XVI e XVII.

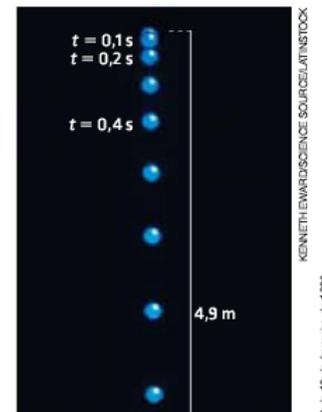
Galileu observou que, se um martelo e uma pena fossem soltos da mesma altura numa região onde não houvesse ar, isto é, no vácuo, o martelo e a pena cairiam com a mesma aceleração e, portanto, chegariam juntos ao chão. Embora não existam registros seguros sobre a veracidade da ocorrência, conta-se que Galileu soltou duas bolas de ferro de massas bem distintas do alto da torre de Pisa para comprovar sua ideia sobre um valor único de aceleração de queda para todos os corpos, independentemente do valor da massa de cada um.

Séculos mais tarde, em 1971, quando a missão norte-americana Apollo 15 chegou à Lua, um dos astronautas foi filmado soltando um martelo de uma das mãos e uma pena da outra, para que todos, pela televisão, pudessem acompanhar a verificação da teoria de Galileu sobre a queda dos corpos.

Aceitando o fato de que todos os corpos caem no vácuo com a mesma aceleração, a próxima questão é: qual é o valor dessa aceleração nas proximidades da Terra?

Experimentos realizados em tubos de vácuo acoplados a uma máquina fotográfica permitem dimensionar a aceleração escalar de queda de um corpo qualquer. A figura 3 representa um desses experimentos, no qual o corpo percorre aproximadamente 4,9 m em 1 s. Observe:

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 4,9 = 0 + 0 \cdot 1 + \frac{1}{2} a \cdot 1^2 \therefore a = 9,8 \text{ m/s}^2$$



Fonte: Glorinha, Walter, Hugo e Blaidi (2016, p. 54)

A segunda coletânea analisada é a Física - Contextos e Aplicações, de Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo. Nessa coleção, o contexto histórico ficou restrito a dois quadros, trazendo um pouco da vida e dos trabalhos de Galileu Galilei e Isaac Newton. Traz também algumas imagens e gravuras, mas nada mais aprofundado, como mostram as figuras 4 e 5.

Figura 4 – Recorte do livro Física, contextos e aplicações

GALILEU GALILEI

O físico e astrônomo italiano Galileu Galilei nasceu em Pisa no ano de 1564. Conta-se que, certa vez, observando as oscilações de um lustre da Catedral de Pisa, comparou o tempo de cada oscilação com o número de batidas de seu próprio pulso. Verificou que, embora as oscilações se tornassem cada vez menores, o tempo de cada uma delas permanecia o mesmo.

Intrigado, construiu um pêndulo usando objetos de diferentes pesos atados à extremidade de um fio e repetiu o experimento. Verificou que o tempo de oscilação também não depende do peso do objeto suspenso. Concluiu, assim, que o tempo de oscilação de um pêndulo depende apenas do comprimento do fio.

Galileu comparou o movimento pendular com o da queda livre: se um objeto leve ou um objeto pesado, pendurado na extremidade de um fio, gastam o mesmo tempo para “cair”, isto é, para se deslocar do ponto mais alto para o mais baixo da trajetória, o mesmo deve ocorrer para esses objetos em queda livre, já que ambos são provocados pela gravidade. Dessa forma, dois objetos abandonados simultaneamente para cair da mesma altura deverão gastar o mesmo tempo para chegar ao solo.

Alguns historiadores discordam que Galileu tenha realizado a famosa experiência na Torre de Pisa (veja a seção 2.5), mas não há dúvida quanto a ele ter realizado experiências observando diferentes objetos em queda e pêndulos em oscilação.

Galileu também construiu o primeiro telescópio para uso em observações astronômicas e, com esse instrumento, realizou uma série de descobertas, quase todas contrariando as crenças filosóficas e religiosas da época.

Com base nessas descobertas, Galileu passou a defender e a divulgar a teoria de que a Terra e os demais planetas movem-se ao redor do Sol. Essas ideias foram publicadas em 1632, em sua obra *Diálogo sobre os dois grandes sistemas do mundo*. Sua obra foi condenada pela Igreja e Galileu, tachado como herético, foi condenado a permanecer confinado em sua casa, perto de Florença, até o fim de sua vida. Para evitar ser condenado à morte, ele se viu obrigado a renegar suas ideias.

Em 1638, publicou sua última obra, *Dois novas ciências*, na qual lançava as bases da Mecânica. Praticamente cego e muito doente, Galileu ainda manteve sua atividade, sugerindo várias ideias a

cientistas da época por mais alguns anos, até falecer em 8 de janeiro de 1642.

A metodologia usada por Galileu tornou-se parte importante da Revolução Científica que ocorreu nos séculos XVI e XVII. Ele foi responsável por fundamentar conclusões e fazer observações cuidadosas em práticas experimentais, aliando-as a raciocínio lógico e desenvolvimento teórico-matemático.

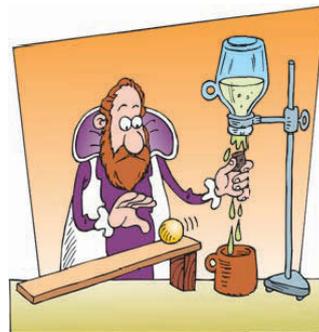


FIGURA 2.36. Galileu verificou experimentalmente que o movimento de um objeto, descendo em um plano inclinado, é uniformemente acelerado. Para se ter uma ideia das dificuldades enfrentadas por Galileu, basta lembrar que ele media o tempo com um “relógio de água”, isto é, determinava a quantidade de água que escoava de um recipiente, enquanto o objeto descia o plano.

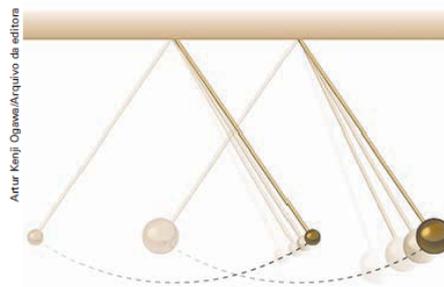
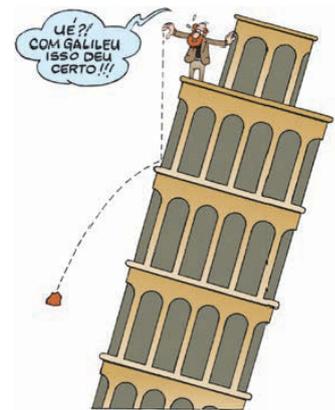


FIGURA 2.37. Os dois pêndulos da figura têm o mesmo comprimento, mas suas massas são diferentes. Procura-se ilustrar que, partindo juntos de uma mesma altura, eles oscilam juntos, isto é, os dois têm o mesmo período, independentemente de suas massas (procure fazer essa experiência).

Figura 5 - Recorte do livro Física, contextos e aplicações

ISAAC NEWTON

No dia de Natal de 1642 no calendário juliano, nascia, em uma pequena cidade da Inglaterra, Isaac Newton [FIGURA 4.39], o notável físico e matemático que formulou as leis básicas da Mecânica.

Aos 18 anos, Newton é enviado ao Trinity College da Universidade de Cambridge (próximo a Londres) para prosseguir seus estudos. Inicialmente dedicou-se ao estudo de Matemática (aplicada à Astrologia). Já em 1664, aos 21 anos, escrevia o seu primeiro trabalho (não publicado), apresentado sob a forma de anotações, denominado "Algumas questões filosóficas".

Em 1665, Londres é assolada pela peste negra (peste bubônica) que dizimou grande parte de sua população, provocando a quase total paralisação da cidade e o fechamento de repartições públicas, colégios, etc. Newton retornou à sua cidade natal, refugiando-se na tranquila fazenda de sua família, onde permaneceu durante 18 meses, até que os males da peste fossem afastados e ele pudesse regressar a Cambridge.

Esse período passado no ambiente sereno e calmo do campo foi, segundo as palavras do próprio Newton, o mais importante de sua vida. Entregando-se totalmente ao estudo e à meditação, quando tinha cerca de 23 anos, ele conseguiu realizar muitas descobertas, desenvolvendo as bases de praticamente toda a sua obra. Entre elas, podemos citar:

1. Desenvolvimento em série da potência de um binômio, ensinado atualmente nas escolas com o nome de "binômio de Newton".
2. Criação e desenvolvimento das bases do cálculo diferencial e do cálculo integral, conceitos fundamentais para o estudo dos fenômenos físicos, utilizados pela primeira vez por ele próprio.
3. Estudo de alguns fenômenos ópticos, que culminaram com a elaboração de uma teoria sobre as cores dos objetos.
4. Concepção da primeira e da segunda leis do movimento (primeira e segunda leis de Newton), lançando, assim, as bases da Mecânica.
5. Desenvolvimento das primeiras ideias relativas à gravitação universal (que estudaremos no capítulo 6).

Retornando a Cambridge, em 1667, Newton dedicou-se a desenvolver as ideias que havia concebido durante o tempo que permaneceu afastado da universidade. Foi convidado para lecionar Matemática na própria Universidade de Cambridge e, aos 30 anos, foi eleito membro da Real Academia de Ciências de Londres, a mais alta honraria científica da Inglaterra.

Nessa época, além de apresentar na Real Academia vários trabalhos de pesquisa, publicou seu livro *Teoria da luz e das cores*. As ideias defendidas nesse livro foram contestadas por outros cientistas, envolvendo Newton em uma grande polêmica, principalmente com os físicos Robert Hooke (1635-1703) e Christian Huyghens (1629-1695). Em 1686, Newton apresentou, pronta para ser impressa, a 1ª edição de sua famosa obra *Princípios matemáticos da filosofia natural* [FIGURA 4.40]. Como acontecia com as obras dos grandes pensadores da época, o livro de Newton foi escrito em latim, sob o título *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. A publicação dos Principia (como resumidamente é conhecida essa obra) em pouco tempo consagrou Newton como um dos maiores gênios da História.

Foi membro do Parlamento inglês e, em 1705, aos 62 anos, foi sagrado cavaleiro pela rainha da Inglaterra, o que lhe deu condição de nobreza e lhe conferiu o título de Sir. Ele passou, então, a ser tratado como Sir Isaac Newton. Desde 1703 até sua morte em 1727, aos 84 anos, Newton permaneceu na presidência da Real Academia de Ciências de Londres.

A grandiosidade da obra de Newton não o impediu de reconhecer o mérito dos trabalhos de cientistas que o precederam, como Galileu, Kepler, Copérnico, Descartes, etc. Com a modéstia própria de muitos sábios, Newton afirmava que conseguiu enxergar mais longe do que outros colegas porque se apoiou em "ombros de gigantes" ou, em suas próprias palavras: "if I have seen further than others it was by standing upon the shoulders of giants".



FIGURA 4.39. Gravura mostrando Sir Isaac Newton.

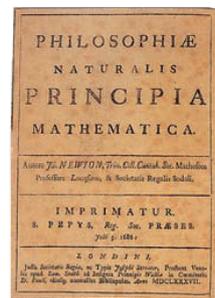


FIGURA 4.40. Capa da célebre obra de Newton: *Princípios matemáticos da filosofia natural*.

A terceira coleção analisada foi Os Fundamentos da Física, de Ramalho, Nicolau e Toledo. Nesses livros, os autores aprofundaram um pouco mais a discursão histórica, abordando outros pensadores que contribuíram de alguma forma para a Física Antiga, como Heráclito, Demócrito, Aristóteles, entre outros (figura 6). Um fato que pode ser negativo é que os autores posicionaram o tópico chamado “História da Física” no final de capítulos específicos, o que pode ser facilmente esquecido ou ignorado pelo professor na sua dinâmica em sala de aula. Em alguns capítulos eles abordam a biografia de maneira breve e resumida, sobre o cientista que mais contribuiu para aquele assunto (figura 7) e aprofunda, como já falado anteriormente, no fim do capítulo, um pouco mais sobre a vida e os trabalhos dos cientistas abordados naquele mesmo tópico (figuras 8 e 9).

Figura 6 – Recorte do livro Os Fundamentos da Física

HISTÓRIA DA FÍSICA



THE BRIDGMAN ART LIBRARY/ISTOCK
▲ Demócrito e Heráclito travam um debate filosófico imaginário. Gravura de Donato Bramante, século XVI.

Primeiras descobertas e a revolução copernicana

O estudo do movimento teve início com o surgimento das primeiras civilizações no Egito, Mesopotâmia e Oriente Médio. Por interesses variados, esses povos procuraram compreender fenômenos como o curso dos astros, o fluxo das marés, o ciclo dos eclipses e, a partir da observação do céu, puderam estabelecer as estações do ano. À medida que as observações eram acumuladas, elas eram transmitidas e apropriadas pelos povos das regiões do Mediterrâneo e proximidades. As primeiras explicações para os fenômenos observados eram impregnadas de religiosidade e mito. Apenas por volta do século VI a.C. é que pensadores gregos começaram a desenvolver formas mais elaboradas de tratar o conhecimento empírico existente, com formulações racionais associadas a um desenvolvimento da Matemática.

HERÁCLITO (535-475 a.C.) afirmou que o movimento é o princípio básico do qual tudo o que vemos e sentimos é decorrência.

DEMÓCRITO (460-370 a.C.) descreveu de modo puramente mecânico o movimento. Estabeleceu as noções de átomo e vazio. O átomo (indivisível) era a menor partícula de matéria, e o vazio era a ausência de matéria. Segundo ele, os átomos se moviam ao acaso e, nesse movimento, se chocavam, se atraíam e se repeliam. Em consequência disso se formaram todas as coisas do Universo.

Parece ter sido **ARISTÓTELES** (384-322 a.C.) o primeiro a elaborar um sistema filosófico para a explicação do movimento dos corpos e do mundo físico que o cercava. Para ele, toda matéria era composta de quatro elementos fundamentais: terra, água, fogo e ar, e esses elementos tinham posições determinadas no Universo. O lugar natural do fogo e do ar era sempre acima do lugar natural da terra e da água. Desse modo explicava por que uma pedra e a chuva caem: seus lugares naturais eram a terra e a água. Analogamente, a fumaça e o vapor sobem em busca de seus lugares naturais acima da terra. Aristóteles também elaborou várias outras teorias sobre ciências naturais, que foram aceitas até a Renascença.

Ainda na Grécia, menos de um século depois de Aristóteles, um outro grego, **ARISTARCO DE SAMOS** (310-230 a.C.), propôs uma teoria do movimento dos corpos celestes. Teve a ideia de que a Terra e os planetas giravam em torno do Sol, e por isso foi acusado de perturbar o descanso dos deuses e de contradizer as ideias de Aristóteles sobre o movimento celeste. Para Aristóteles, os planetas, o Sol e a Lua giravam em torno da Terra em órbitas circulares, e a Terra não se movimentava.

Quatro séculos depois da morte de Aristarco, já depois de Cristo, as ideias aristotélicas do movimento celeste foram aperfeiçoadas por **CLÁUDIO PTOLOMEU** (século II), astrônomo de origem greco-romana nascido em Alexandria, no Egito.

Figura 7 – Recorte do livro Os Fundamentos da Física

2 Aristóteles, Galileu e Newton

Aristóteles (384-322 a.C.) elaborou uma teoria, para explicar os movimentos dos corpos, que permaneceu até a Idade Média e apenas no Renascimento começou a ser reavaliada.

Um dos aspectos dessa teoria referia-se ao fato de que um corpo somente estaria em movimento se fosse continuamente impelido por uma força. Realizando experiências, Galileu Galilei (1564-1642) constatou que a tendência natural dos corpos, livres da ação de forças, é permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Sendo assim, **pode haver movimento mesmo na ausência de forças**. Por exemplo, um pequeno disco lançado sobre uma superfície horizontal (fig. 3A), após percorrer certa distância, para devido às forças de atrito e de resistência do ar. Fazendo um polimento nas superfícies de contato, a intensidade da força de atrito diminui e o disco percorre uma distância maior (fig. 3B). Se pudessemos eliminar todo o atrito e a resistência do ar, o disco continuaria indefinidamente em movimento retilíneo uniforme. Na figura 3C, o atrito foi reduzido consideravelmente com o emprego da chamada mesa de ar, na qual o ar é soprado de baixo para cima através de uma série de orifícios. Na mesa de ar, forma-se uma pequena camada de ar entre as superfícies, reduzindo-se, assim, o atrito entre elas.



Escultura de Aristóteles (384-322 a.C.).



Retrato de Galileu Galilei (1564-1642).

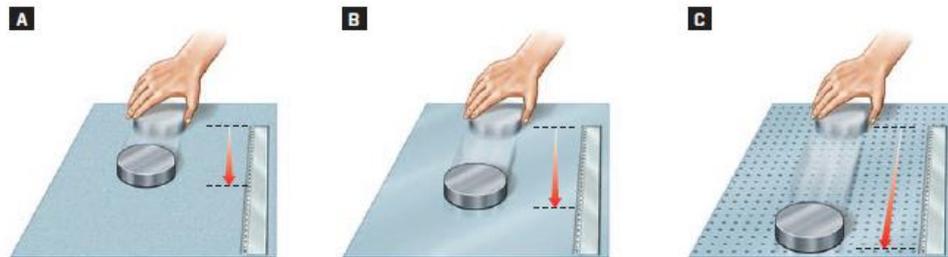


Figura 3.

Isaac Newton



Retrato de sir Isaac Newton (1643-1727).

Isaac Newton (1643-1727) nasceu em Woolsthorpe (Inglaterra). Foi educado na Universidade de Cambridge e considerado aluno excelente e aplicado. Durante a grande peste de 1664-1666, fechadas as universidades, Newton produziu intensamente, fazendo descobertas importantes em Matemática (teorema do binômio, cálculo diferencial), em Óptica (teoria da cor) e em Mecânica. Foi presidente da Sociedade Real e chefe da Casa da Moeda da Inglaterra, ajudando na reorganização monetária de seu país. Aceitou e desenvolveu as ideias de Galileu. Em sua obra *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*, enunciou as três leis fundamentais do movimento, conhecidas hoje como leis de Newton. Sobre elas se estrutura a **Dinâmica**. A primeira lei de Newton é uma confirmação dos estudos realizados por Galileu.

Figura 8 – Recorte do livro Os Fundamentos da Física

HISTÓRIA DA FÍSICA

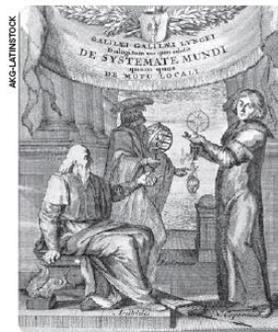
Galileu Galilei

Adotando novas maneiras de abordar os fenômenos, o cientista italiano GALILEU GALILEI (1564-1642) fez descobertas fundamentais no campo da Física e da Astronomia, revolucionando a ciência de sua época. Galileu, considerado o primeiro grande gênio da ciência moderna, valorizou a técnica, a experimentação e a descrição do que se passa no mundo. Em vez de procurar o **porque** das coisas, interessou-se em saber **como** os fenômenos acontecem, descrevendo-os quantitativamente, procurando e descobrindo as relações entre eles.

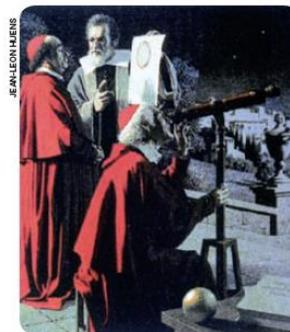
Galileu mostrou que a Natureza é um conjunto de fenômenos mecânicos e advertiu que é preciso aprender a ler “o grande livro da Natureza”, escrito em caracteres matemáticos. Logo de início afastou as ideias aristotélicas dos “corpos leves” e “corpos pesados” que tenderiam aos seus “lugares naturais”. Como explicar, perguntava ele, que um barco flutua na água se é um “corpo pesado” e, como tal, seu “lugar natural” seria o centro da Terra e sua “tendência natural” seria cair? Por meio de experiências e brilhante argumentação, Galileu contestou as teorias de Aristóteles, defendidas ardentemente pela Igreja Católica.



Capa do livro *De ensaiador* (1623), no qual Galileu se defende de ataques do padre jesuíta Orazio Grassi e faz reflexões sobre novos métodos científicos.



Capa de uma edição de 1700 do *Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo*, de Galileu Galilei, na qual aparecem representados Aristóteles, Ptolomeu e Copérnico.



Pintura de Jean-Leon Huens, que representa Galileu tentando convencer eclesiásticos da validade de suas descobertas e teorias.

Foi Galileu Galilei quem estabeleceu a lei da queda dos corpos, afirmando que, quando um corpo está caindo livremente, sua aceleração é constante e é a mesma para todos os corpos, leves ou pesados, grandes ou pequenos. Segundo a lenda, ele teria realizado uma demonstração pública desse fato, abandonando simultaneamente vários corpos do alto da Torre de Pisa e verificando que chegavam juntos ao solo. Sabe-se que Galileu realizou experimentos utilizando planos inclinados, fazendo rolar esferas de pesos e materiais diferentes. As esferas adquirem velocidades bem menores do que em uma queda vertical, tomando o movimento mais lento e facilitando a sua análise.

As observações e descobertas astronômicas realizadas por Galileu, utilizando um telescópio, levaram-no a concluir que, ao contrário do que se pensava, os astros não são constituídos por substâncias diferentes das que formam as coisas de nosso mundo, e que, longe de serem perfeitos, apresentam manchas, como o Sol, e rugosidades, como a Lua. Galileu foi ardente defensor do sistema heliocêntrico proposto por Copérnico, segundo o qual os planetas, inclusive a Terra, giram em torno do Sol.

Por suas ideias revolucionárias e seu espírito rebelde, Galileu Galilei foi perseguido e condenado pela Inquisição. Foi obrigado a abjurar publicamente suas teorias, negando inclusive que a Terra se movesse no espaço. Galileu foi condenado à prisão domiciliar pelo resto de sua vida. O mito de que, após a sua abjuração, o genial cientista teria murmurado, referindo-se à Terra: *“Eppur si muove”* (“No entanto se move”) reforça a ideia de que Galileu jamais abandonou suas teorias.

Em 1992, três séculos depois de ser condenado pela Inquisição, Galileu foi absolvido das acusações pelo papa João Paulo II.

Galileu faz ao Tribunal da Inquisição, afresco de Nicolò Barabino, 1880. Palazzina Celesia, Gênova, Itália.



Figura 9 – Recorte do livro Os Fundamentos da Física

HISTÓRIA DA FÍSICA

Isaac Newton

ISAAC NEWTON (1642-1727) contribuiu decisivamente para o progresso da Física, além de seus trabalhos na Matemática.

GALILEU já havia observado que tudo na Natureza pode ser descrito por leis e que, para descobri-las, é preciso fazer experiências e interpretá-las matematicamente. Entretanto, essas noções eram aplicadas principalmente no estudo dos movimentos dos corpos, sobretudo a queda livre.

Newton procurou mostrar que essas mesmas leis podiam ser aplicadas a todo o Universo. Suas principais contribuições situam-se no campo da Ciência Natural e na Matemática (binômio de Newton e cálculo infinitesimal). A ele se devem o desenvolvimento e a sistematização da Mecânica, a formulação da teoria da Gravitação Universal, experiências e leis relativas à reflexão, refração, decomposição da luz e a hipótese controversa da natureza corpuscular da luz.

Em sua obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, em três volumes publicados em 1687, Newton une as conquistas de Galileu e a Astronomia de Kepler, além de colocar os princípios e as bases da metodologia da pesquisa científica.

Em *Óptica*, publicada em 1704, Newton estabelece a teoria sobre a natureza corpuscular da luz. A luz, segundo essa teoria, seria constituída por corpúsculos que emanariam dos corpos luminosos.

Newton dedicou-se também ao estudo de Teologia, e uma coletânea desses escritos foi publicada postumamente sob o título de *Observações sobre as Profecias de Daniel e o Apocalipse de São João*, em 1733.

Para a Física e a ciência em geral, entretanto, sua obra mais importante é *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, em que utiliza um esquema metodológico semelhante ao da Geometria, partindo de definições e encadeando-as logicamente para chegar ao estabelecimento de axiomas, princípios e proposições. É no livro I dessa obra que encontramos enunciadas as três leis fundamentais da Mecânica, por ele denominadas "Axiomas ou Leis do Movimento", que em sua formulação original são as seguintes:

Primeira Lei

Todo corpo continua em seu estado de repouso ou movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja obrigado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.

Segunda Lei

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.

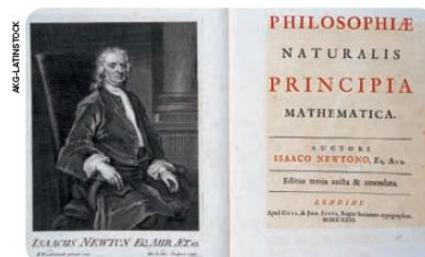
Terceira Lei

A uma ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro sempre são iguais e se dirigem a partes contrárias.

No Livro III dos *Princípios...*, Newton expõe a Teoria da Gravitação Universal, isto é, seu sistema do mundo centralizado na lei da Gravitação Universal, assim enunciada: a matéria atrai a matéria na razão direta das massas e na inversa do quadrado das distâncias.

Por ter formulado uma ciência com bases puramente mecanicistas, por ter compreendido uma variedade tão grande de fenômenos e por ter dado as bases da Mecânica científica, Newton foi considerado por muitos o maior cientista de todos os tempos.

A respeito dele disse o poeta Alexander Pope: "A Natureza e suas leis estavam ocultas na obscuridade. Então disse Deus: 'Nasça Newton!' — e tudo foi claridade".



◀ *Principia Mathematica* (frontispício da 3ª edição, Londres, 1726) é considerada a principal obra de Newton e um dos pilares da Física Clássica.

A coletânea Tópicos de Física, de Ricardo Doca, Gualter Biscuola e Newton Villas Bôas, traz um enfoque histórico razoável, mas muito solto dentro dos capítulos, sendo abordado em quadros e com um detalhamento mais voltado para a parte biográfica dos cientistas, do que para os conceitos em si. Nos recortes apresentados na Figura 10, os autores falam sobre as Leis de Kepler, sobre Huygens e a aceleração centrípeta (Figura 11) e um resumo biográfico de Aristóteles, Newton e Galileu (Figura 12).

Figura 10 – Recorte do livro Tópicos de Física

Leitura

A Cinemática e a Dinâmica

Para exemplificar a diferença entre a Cinemática e a Dinâmica, vamos citar duas das três grandes descobertas do astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), fantásticas tanto pela maneira como aconteceram quanto pelos poucos recursos da época.

Dispondo de observações e medições feitas por outros dois astrônomos, o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) e o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), Kepler concluiu que os planetas do Sistema Solar descrevem órbitas elípticas em torno do Sol e que este ocupa um dos focos das elipses.

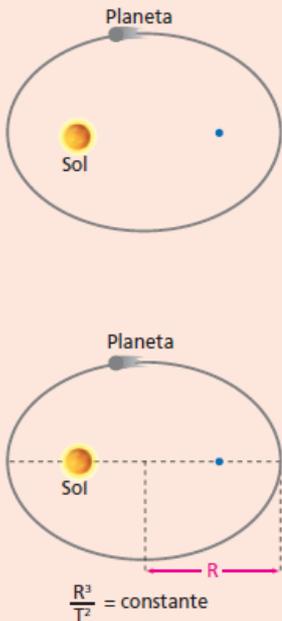
Entretanto, Kepler não explicou (nem tinha como) por que as órbitas têm esse formato. Ele simplesmente as **descreveu**, ou seja, tratou os movimentos planetários segundo a Cinemática.

Kepler descobriu também que a divisão do cubo do semieixo maior da elipse (R^3) pelo quadrado do ano, ou seja, do tempo T para completar uma volta em torno do Sol (T^2), dava o mesmo resultado para todos os planetas então conhecidos.

O curioso é que ele chegou a essa conclusão simplesmente manipulando os números de que dispunha, fazendo realmente tentativas.

Mais uma vez, Kepler tratou os movimentos planetários segundo a Cinemática: descobriu um fato referente a esses movimentos, mas não explicou o porquê desse fato.

Posteriormente, o físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727), usando leis que ele mesmo descobriu e recursos de cálculo que ele próprio inventou, justificou as descobertas de Kepler: explicou por que as órbitas são elípticas e por que R^3/T^2 é uma constante. Além disso, provou que as órbitas também podem ter outras formas e que aquilo que Kepler descobriu para os planetas do Sistema Solar vale também para o movimento orbital de qualquer astro.



$\frac{R^3}{T^2} = \text{constante}$

Ilustrações com tamanhos e distâncias fora de escala.

Fonte: Ricardo Doca, Gualter Biscuola e Newton Villas Bôas (2012, p. 17)

Figura 11 – Recorte do livro Tópicos de Física

Como a aceleração calculada ocorre na direção radial e no sentido do centro da trajetória, trata-se de uma **aceleração centrípeta** (a_{cp}). Finalmente:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R}$$

Christian Huygens (1629-1695), físico e astrônomo holandês [aqui em gravura de Gerard Edelinck baseada em pintura de Caspar Netscher, 1655; Bibliothèque Nationale, Paris], elucidou alguns fenômenos luminosos, atribuindo à luz caráter ondulatório. Isso conflitou com as teorias de Newton, que tratavam a luz como um conjunto de partículas. Huygens, ao construir telescópios sofisticados para a sua época, descobriu a lua Titã de Saturno e explicou a natureza dos anéis que circundam esse planeta. A Huygens credita-se a importante equação da aceleração centrípeta: $a_{cp} = \frac{v^2}{R}$.



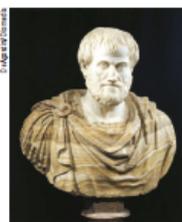
Fonte: Ricardo Doca, Gualter Biscuola e Newton Villas Bôas (2012, p. 117)

Figura 12 – Recorte do livro Tópicos de Física

1. Introdução

Vivemos em um universo em movimento. Galáxias se movem, o mesmo acontece com estrelas, planetas, asteroides, satélites, cometas e meteoros. Uma pedra em queda, uma pessoa caminhando, um ônibus se deslocando ou um elétron se movimentando no interior de um acelerador de partículas são situações de movimento que exigem análise e compreensão.

Os movimentos fascinam o espírito indagador humano desde os mais remotos tempos. Muitos pensadores formularam hipóteses na tentativa de explicá-los. O filósofo grego Aristóteles apresentou teorias que vigoraram por muitos séculos, pois se adequavam ao pensamento religioso da época. Posteriormente, entretanto, suas ideias foram em grande parte refutadas por Galileu Galilei. Depois deste, seguiram-se Isaac Newton e Albert Einstein, que deram sustentação matemática às teorias já existentes e ampliaram o conhecimento sobre os movimentos.



Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.). Considerado um dos maiores pensadores do Ocidente, nasceu na Grécia, na cidade de Estagira (hoje Stavros), dominada na época pelos macedônios. Discípulo de Platão, durante grande parte da sua vida viveu em Atenas, onde produziu uma obra de importância fundamental para o desenvolvimento do pensamento humano, abrangendo praticamente todos os assuntos de interesse para a Filosofia e a ciência. Seus postulados constituem a base da lógica e muitas de suas citações sobre os movimentos tiveram, no mínimo, relevância histórica, já que estimularam outros pensadores a iniciar uma discussão mais fundamentada sobre o assunto.

Galileu Galilei (1564-1642). Italiano de Pisa, é considerado o fundador da Ciência Moderna pela introdução do **método científico** – compreensão e comprovação das leis da natureza por meio da experimentação sistemática. Estudou a queda dos corpos e inventou uma série de instrumentos científicos ligados à Hidrostática e à Astronomia. Desenvolveu o telescópio, que lhe permitiu observar a Lua, os anéis de Saturno e as manchas solares. Deu forte apoio à teoria heliocêntrica de Copérnico, o que lhe custou enfrentamentos com a Igreja, a qual lhe obrigou a abjurar perante um tribunal da Inquisição.



Isaac Newton (1642-1727). Inglês de Woolstorp, fundamentou-se nos trabalhos de Galileu para apresentar as leis do movimento em seu livro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Elaborou a importantíssima Lei da Atração das Massas, que deu à Física e à Astronomia explicações essenciais. Formulou teorias sobre Óptica e estudou a decomposição da luz branca nos prismas. Ao perceber que a matemática da época era insuficiente para descrever completamente os fenômenos físicos conhecidos, desenvolveu o Cálculo Diferencial Integral, abrindo novos horizontes aos pesquisadores. Segundo Voltaire, Newton seria "o maestro que regeria a orquestra quando, um dia, todos os gênios do mundo se reunissem".



Fonte: Ricardo Doca, Gualter Biscuola e Newton Villas Bôas (2012, p. 134)

A última coleção de livros didáticos avaliada é a *Compreendendo a Física*, de Alberto Gaspar. Essa coletânea, além de trazer os dados biográficos dos cientistas, que a maioria das coletâneas apresentadas aqui também trouxeram, ela inicia seu primeiro livro com um capítulo repleto de definições e, o que chama mais atenção é a preocupação em narrar, desde a Física na pré-história (Figura 13), passando pelos gregos até chegar no século XX (Figura 14). Retrata, também, o surgimento do Sistema Internacional de Medidas – SI (Figura 15), dados biográficos sobre Galileu Galilei (Figura 16), Newton (Figura 17) e a Lei do atrito (Figura 18).

Figura 13 – Recorte do livro Compreendendo a Física

2. A Física: uma construção humana

As origens da Física remontam à Pré-História, quando o homem primitivo, ao contemplar o firmamento, percebeu que o Sol, a Lua e as estrelas descreviam movimentos cíclicos como se todos estivessem incrustados numa grande esfera girante — a esfera celeste. A duração do dia, do ano, as estações, a melhor época para plantar e colher foram suas primeiras aplicações à melhoria de sua vida cotidiana. A figura abaixo ilustra esse aspecto. Acredita-se que o monumento de pedras de Stonehenge, na Inglaterra, tenha sido um observatório astronômico primitivo, destinado a observar a Lua e o nascer e o pôr do sol, com o objetivo de elaborar um calendário das estações do ano.

Essa Física primitiva não se chamava Física nem eram físicos aqueles que formularam suas ideias iniciais. Eles eram sacerdotes, profetas, magos, pessoas que muitas vezes, em meio a rituais e invocações místicas, faziam recomendações, profecias, previsões, elaboravam remédios e poções mágicas.

Fonte: Alberto Gaspar (2013, p. 14)

Figura 14 – Recorte do livro *Compreendendo a Física*

Embora carregadas de misticismo e magia, essas atividades propiciaram o conhecimento dos primeiros princípios e das leis científicas. Não se pode, entretanto, dizer que esses sacerdotes e magos fossem cientistas nem que o que faziam pudesse ser chamado de ciência.

A ciência, tal como a conhecemos hoje, iniciou-se bem mais tarde, com os **filósofos gregos**, quando o sobrenatural deixou de ser invocado na explicação dos fenômenos da natureza. Para esses filósofos, fenômenos como os raios e os trovões deveriam ter causas naturais, não seriam mais fruto da ira dos deuses, como se pensava até então. Assim, aos poucos, religião e ciência começaram a se separar em razão de diferentes maneiras de abordar e entender a natureza. E a ciência também foi se dividindo — e continua a dividir-se — em áreas específicas do conhecimento. Surgiram, então, a Matemática, a Física, a Química, a Biologia, a Geologia, a Ecologia e muitas outras. Como ramo independente da ciência, a Física começou a surgir no século XVII com cientistas como Gilbert, Kepler e Galileu. Eles formularam princípios e leis, fizeram observações sistemáticas, verificações experimentais e, sobretudo, escreveram e publicaram suas ideias e resultados.

Mais importante que o papel desses cientistas, no entanto, foi a criação das academias ou sociedades científicas na segunda metade do século XVII. Surgidas na Itália, Inglaterra e França, essas entidades passaram a reunir cientistas e a publicar os seus trabalhos. A partir de então, academias e sociedades científicas começaram a ser criadas em inúmeros países, nas mais diferentes áreas e subáreas das ciências.

Atualmente essas sociedades, de certo modo, oficializam e cuidam das ciências às quais se dedicam. Fazendo uma comparação, podemos dizer que elas exercem um papel parecido com o das associações esportivas em relação aos esportes que representam, regulamentando e cuidando do cumprimento de suas regras.

CONEXÕES: FILOSOFIA

Os gregos foram os primeiros pensadores — pessoas que se dedicavam à busca sistemática da Verdade — que se definiram como *filósofos*, amantes da sabedoria, em grego. Os primeiros filósofos gregos surgiram no século VII a.C. Foram também os primeiros cientistas, aqueles que procuravam entender a natureza sem recorrer ao sobrenatural, às divindades ou à magia.

Embora a Física, como toda ciência, não siga regras, ela tem um corpo de conhecimentos aceitos consensualmente pelo conjunto dessas associações científicas. Dizer que uma afirmação está fisicamente errada não significa que ela contraria a natureza, como algumas pessoas ingenuamente pensam. Significa apenas que essa afirmação não está de acordo com as ideias da Física, homologadas por essas associações. Se alguém disser, por exemplo, que "a luz é formada por jatos de microestrelas", essa afirmação não será aceita pelas associações. Ela será considerada absurda, não científica, contrária às leis da Física. Isso, no entanto, não quer dizer que a luz não possa ser formada por "jatos de microestrelas", mas que essa não é a concepção dos físicos para a natureza da luz.

Um exemplo elucidativo do caráter humano e convencional da ciência é o novo modo de definir planeta, decidido recentemente por uma academia científica e que excluiu Plutão da lista dos planetas do Sistema Solar.

Plutão deixou de ser um planeta, ou melhor, os mais importantes nomes da astronomia mundial resolveram deixar de considerá-lo assim. Ele continua em órbita em torno do Sol como sempre esteve, nada mudou, mas o *status* de planeta, atribuído a ele nas primeiras décadas do século XX, foi alterado para planeta-anão porque os astrônomos concluíram que a denominação e a classificação anteriores eram inadequadas.

Além disso, as concepções dos físicos a respeito dos fenômenos naturais sofrem reformulações ao longo do tempo.

Do final do século XIX ao início do século XX, houve mudanças revolucionárias na maneira de a Física entender a natureza. Essas reformulações ocorrem sempre que há insatisfações na comunidade científica a respeito das leis e teorias que a Física estabelece para explicar determinados fenômenos, quando essas leis e teorias falham em suas previsões ou não preveem os fatos como são, de fato, observados experimentalmente.

A Física, como toda ciência, tem o compromisso de entender a natureza — por isso falhas não devem acontecer. Se suas previsões estiverem erradas, as teorias que produziram essas previsões devem ser reformuladas.

Figura 15 – Recorte do livro Compreendendo a Física

Dois pesos e duas medidas

A **criação do sistema métrico** foi um ato revolucionário. De 5 de maio de 1789 a 9 de maio de 1799, ocorreu um dos eventos mais importantes da história mundial: a Revolução Francesa. Na França do século XVIII era grande a injustiça social e o conseqüente sentimento de revolta das camadas populares. A insatisfação foi tamanha que essas pessoas foram às ruas para tomar o poder das mãos da monarquia absolutista do rei Luís XVI. Sob o lema "Liberdade, Igualdade e Fraternidade", significados relacionados, respectivamente, às cores da bandeira da França, azul, branco e vermelho, a Revolução Francesa se caracterizou por uma série de acontecimentos que alteraram de forma radical o quadro social e político do país.



A Liberdade guiando o povo (1831). Óleo sobre tela do artista francês Eugène Delacroix. Apesar de ter sido pintado em homenagem à Revolução de Julho de 1830, o quadro se inspira na Revolução Francesa, sobretudo ao personificar a Liberdade segurando a bandeira da França, cujas cores representam o lema da revolução.



O memorável julgamento de Luís XVI na Convenção Nacional (1796). Gravura de Luigi Schiavonetti e William Miller. Na mesma Convenção Nacional que julgou e decidiu a execução do rei Luís XVI, foram criados padrões únicos de massa e comprimento e foi adotado o sistema métrico decimal na França.

Nessa época, a França vivia uma situação caótica. Praticamente não havia leis, a confusão reinava em todos os setores e se agravava pela inexistência de padrões oficiais de medida. Os comerciantes eram acusados de usar padrões de medidas diferentes, um para comprar, outro para vender; um para pagar, outro para receber, prática perversa que ficou conhecida como "dois pesos e duas medidas". Por esse motivo, durante a chamada Convenção Nacional (1792–1795), período revolucionário que se caracterizou por várias medidas radicais, entre elas o julgamento e execução de Luís XVI, foram estabelecidos padrões únicos de massa e comprimento e foi adotado o sistema decimal, mais cômodo e racional.

Foi proposta também uma alteração no calendário e na divisão das horas do dia: o ano foi dividido em 12 meses (veja tabela a seguir) de três períodos de 10 dias (decâmeros ou décadas); o dia foi dividido em 10 horas, cada hora em 100 minutos.

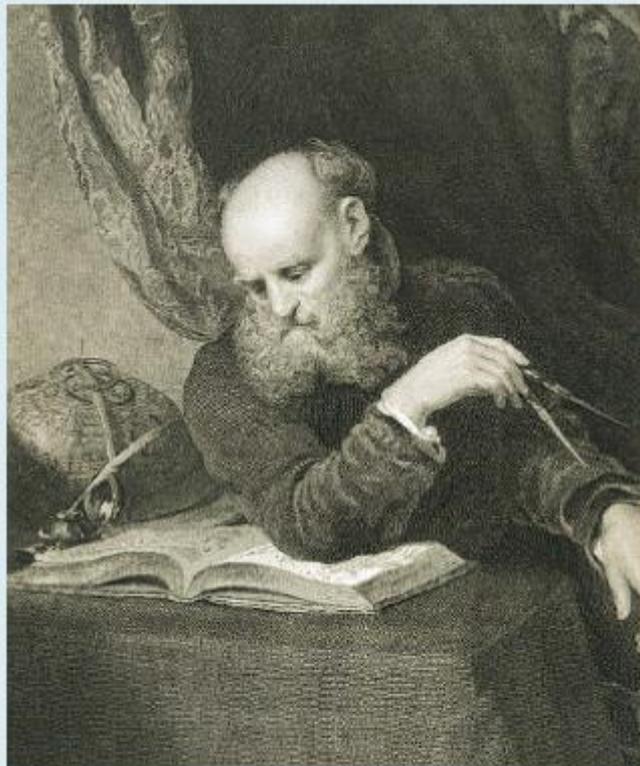
Figura 16 – Recorte do livro Compreendendo a Física

GALILEU GALILEI

Galileu Galilei (1564-1642) foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano, um dos principais representantes do Renascimento científico.

Nasceu em Pisa e passou grande parte de sua vida em Pádua, onde desenvolveu a maior parte do seu trabalho. Publicou sua principal obra em 1634, em italiano: *Discorsi e dimonstrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, sobre o movimento dos corpos.

Criador do “método experimental” nas ciências, aliando a hipótese teórica à sua verificação experimental, Galileu é muitas vezes chamado, por esse motivo, “pai da Ciência Moderna”.



Autoria desconhecida, c. 1630/Hulton Archi ve/Getty Images

Galileu Galilei. Gravura de autoria desconhecida (c. 1630).

Fonte: Alberto Gaspar (2013, p. 80)

Figura 17 – Recorte do livro compreendendo a Física

ISAAC NEWTON

Sir James Thornhill, 1709-12. Woolsthorpe manor. Incoreshire/Arquivo da editora



Isaac Newton, retrato de 1689, de autoria do pintor inglês Godfrey Kneller (1646-1723).

Isaac Newton nasceu em 1642, em Woolsthorpe, Inglaterra. Ingressou na Universidade de Cambridge em 1661 e formou-se em 1664. Logo depois de formado, viveu a época mais produtiva e criativa de toda a sua vida: criou o cálculo infinitesimal, descobriu a natureza composta da luz branca e formulou a lei da gravitação universal. Em 1669, então com 27 anos, tornou-se professor catedrático da universidade.

Em 1687, publicou sua principal obra, *Princípios matemáticos da Filosofia natural*, em que apresenta as três leis básicas do movimento (que até hoje levam seu nome) e também a lei da gravitação universal. Sua obra teve repercussão em todo o mundo, pois, desde o início, a comunidade científica percebeu que, pela primeira vez, dispunha de uma teoria que lhe possibilitaria a compreensão de todo o Universo.

Em 1703, foi nomeado presidente da Royal Society e publicou sua notável obra sobre a luz, *Opticks*, escrita fazia mais de trinta anos. Isaac Newton morreu em Londres, em 20 de março de 1727, com 85 anos de idade.

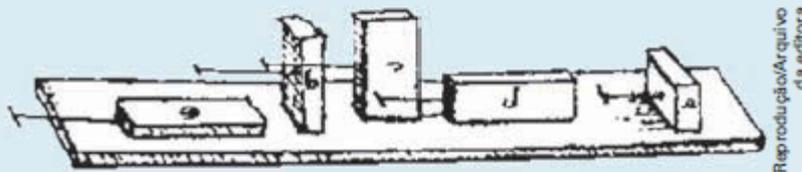
Fonte: Alberto Gaspar (2013, p. 109)

Figura 18 – Recorte tirado do livro Compreendendo a Física

LEIS DO ATRITO

Em 1508, Leonardo da Vinci (1452-1519), artista e cientista italiano, concluiu experimentalmente que a força de atrito entre dois corpos:

- *não depende da área das superfícies em contato (veja a figura a seguir);*



Reprodução/Arquivo da editora

Este diagrama de Leonardo da Vinci ilustra um de seus experimentos sobre o atrito: a força necessária para deslocar o bloco (representada pelas hastes que puxam os blocos) não depende da área sobre a qual o bloco se apoia.

- *dobra, se o peso da carga sobre um objeto também dobrar;*
- *depende da natureza dos materiais em contato.*

Em 1699, o físico francês Guillaume Amontons (1663-1705) redescobriu essas duas primeiras características do atrito, também experimentalmente. Em 1785, Charles de Coulomb (1736-1806), físico francês, retomou o trabalho de Amontons e estabeleceu uma clara distinção entre o atrito estático e o atrito cinético, o que o levou a acrescentar mais uma lei às anteriores:

- *uma vez iniciado o movimento, a força de atrito cinético não depende da velocidade relativa entre os corpos.*

Coulomb formulou matematicamente a relação entre força normal, que ele denominou força compressiva, e força de atrito: “A intensidade da força de atrito é proporcional à força compressiva”. Essa relação é conhecida como lei de Amontons-Coulomb.

Após essa análise, foi constatado que, mesmo o mais completo dos materiais, ainda deixa-se a desejar com relação ao conteúdo, que é trazido de maneira superficial, na parte histórica da evolução do Movimento.

4.2 CONSTRUÇÃO E GRAVAÇÃO DO CORDEL

O Cordel tem sua origem em Portugal, em meados dos séculos XII e XIII, onde contava histórias através de rimas para as pessoas que não sabiam ler. No Brasil, só se tornou popular no século XVIII, através do relato do folclore e de relatos do cotidiano (REI, 2021). Os Cordéis são constituídos de livretos, onde cada página equivale a um quarto de uma página de A4, e podem ser estruturados em estrofes que contém quatro, seis, sete, oito ou dez versos, cada um deles com uma quantidade específica de sílabas³.

Para este trabalho foi criado um Cordel formado por 25 estrofes, de sete versos cada uma, porém não pode ser considerado uma setilha, pelo fato de possuir versos que contém mais de sete sílabas. Sendo assim, pode-se afirmar que este Cordel possui versos livres, sem a obrigatoriedade de um número específico de sílabas por verso.

A capa proposta para ser utilizada no Cordel é uma arte criada pelo designer recifense Thulio Rodrigues, que é graduado pela UFPE – Campus Agreste, e que trabalha com design gráfico, identidade visual, criação de personagens, produção fotográfica, entre outras áreas. O Cordel foi passado para ele, onde após ouvi-lo, buscou inspiração e criou a capa que está no Anexo A, que lembra os principais cientistas que foram citados no texto.

O público-alvo desse Cordel são alunos do Ensino Médio de modo geral, mas, especificamente, do primeiro ano, já que é nessa série que estudam-se os assuntos de Cinemática.

É importante ressaltar a ausência de mulheres nesse Cordel. Não foram localizados materiais que pudessem informar a participação das mulheres nesse contexto da Física. Era esperada essa dificuldade, visto que, as mulheres não tinham espaço nas sociedades científicas, muitas até produziam conhecimento científico nas suas residências, mas na hora de divulgar, usavam nomes de irmãos, pais ou outros parentes do sexo masculino (CARVALHO; CASAGRANDE, 2011).

³. Disponível em: <https://www.coletivoleitor.com.br/literatura-de-cordel/>

Tendo visto como foi elaborado, em seguida está o resultado da pesquisa, o
Cordel: CAUSO HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO MOVIMENTO.

CAUSO HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO MOVIMENTO: de Aristóteles até
Newton, a peleja dos homi da Ciência

Quando estudamos em Mecânica
Tudo sobre o movimento
Pode parecer muito estranho
Nada ficar no pensamento
São tantas fórmulas e conceitos
Que, às vezes, nem falamos nos sujeitos
Responsáveis pelo ensinamento.

Hoje tá tudo bem organizado
As áreas da Física todas separadas
Mas no começo o povo só tinha dúvida
Desde as coisas simples até as exageradas
Era preciso começar por alguém
Pra explicar o que ninguém
Conseguiu justificar daquelas paradas.

Pra entender bem direitinho
A Física dos dias atuais
É preciso saber da divisão
Feita pelos intelectuais
Chamada de “Antiga” na 1ª etapa
Depois veio a “Clássica”, dando a cara a tapa
Pra hoje, a “Moderna”, vir com seus temas paradoxais.

Da Grécia veio Aristóteles
Mostrando sua teoria
Não usava nenhuma conta
Aproveitava muito a Filosofia
Começou separando o movimento
Em natural e violento
Pra entender o que acontecia.

No movimento natural
Reinavam os quatro elementos
Fogo, terra, água e ar
Comandavam os deslocamentos
Sem contar que ele achava
Que soltando 2 corpos, o mais pesado mais rápido chegava
Todos acreditavam, sem questionamentos.

Já no movimento violento
A situação era diferente
Associar a forças externas
Parecia ser bem conveniente
Explicava como o vento move o barco
A flecha que é lançada pelo arco
Até mesmo um tronco, levado por uma enchente.

Tudo o que até aqui foi dito
Só servia pra movimentos terrestres
Aristóteles dizia que em repouso
Permanecia os corpos celestes
Embora isso não descredibilizou
Sua teoria por quase dois mil anos durou
Até aparecerem outros mestres.

Ainda falando nos Astros celestes
Veio Ptolomeu, no século dois, depois de Cristo
Contribuiu com a Astronomia
Mesmo hoje não tendo muito registro
Disse que a Terra estava no centro do Universo
O Sol e a Lua giravam de modo controverso
E que a Terra era uma esfera, onde poucos acreditaram nisto.

O tempo foi passando
Chegando no século dezesseis
Apareceu Nicolau Copérnico
Cônego, Matemático e Astrônomo Polonês
Tirou do centro de tudo a Terra
Colocando o Sol no lugar, com isso ele quase se ferra
Porém, sua coragem, mudou a história de vez.

Copérnico demorou muito tempo
Pra divulgar suas ideias
Tinha medo da perseguição da igreja
Pois elas pareciam bem ateias
Segurou seus estudos por uns 30 anos
Enviando pra impressão por debaixo dos panos
Vendo seu livro pronto, morreu, sem plateias.

Logo depois de Nicolau Copérnico
Chega Galileu Galilei com muita euforia
Quebrando as ideias de Aristóteles
Juntando experimentos e teoria
Mostrou que massa e velocidade de queda não têm relação
Que, na ausência do ar, tanto faz uma pena ou uma bala de canhão
Gastariam o mesmo tempo para cair, independente da altura que sairia.

Com o experimento realizado por ele
A ideia de Aristóteles deixou de ser absoluta
Galileu continuou tentando explicar
Como manter um movimento, sem usar a força bruta
Usou planos inclinados e soltou uma bola
Quando desceu, sem atritos, na horizontal, até o infinito ela rola
Logo chamou de Inércia essa teoria substituta.

Galileu não parou somente nisso
Criou um telescópio e apontou ele pro céu
Desvendou segredos da Via Láctea
Os satélites de Júpiter foram vistos, como quem se tira um véu
Deu pra ver também as montanhas e crateras da Lua
Catalogou tudo e escreveu uma obra sua
Chamando-a de “Siderius Nuncius”, revolucionou e causou escarcéu.

Voltando pra questão dos movimentos
Galileu não pareceu muito satisfeito
Estudou o movimento de uma bala de canhão, que saia do solo
Variando ângulo, velocidade do tiro e altura da queda, já lhe parecia perfeito
Esse tipo de movimento ser chamado parabólico
Corrigir Aristóteles de novo, já não era algo tão estrambólico
Usando gráficos e experimentos deixou tudo muito bem feito.

Focado nos estudos dos movimentos
Galileu definiu um princípio muito importante
O da independência dos movimentos simultâneos
Veio como uma teoria bem significativa
Dizia que se dois ou mais movimentos, que ocorressem simultaneamente
Poderiam ser analisados separadamente
Gerando, no fim do percurso, um movimento resultante.

Postular e defender tantas ideias novas
Não saíram barato para Galileu Galilei
A igreja da época não gostou nada disso
Porque o que era levantado por ele ia contra a sua lei
Em junho de 1633 pela inquisição foi julgado
Nesse mesmo dia à prisão domiciliar foi condenado
Morrendo, em 1642, sem muitas honrarias, pelo que sei.

Um ano depois da morte de Galileu
Nasceu Isaac Newton, na Inglaterra
Aquele que viria revolucionar a ciência
Contribuindo com conceitos sobre a luz, o céu e a Terra
Sem falar no Cálculo Diferencial e Integral, na Matemática
Fundamentou e consolidou temas da Dinâmica e da Cinemática
Apresentando teorias mais cortantes que uma serra.

Newton também teve a ideia
De separar o movimento em duas categorias
Chamou um de relativo e outro de absoluto
Refinando bem cada uma das teorias
No absoluto o corpo passa de um lugar para outro no espaço
Já no relativo à comparação é entre corpos, sem muito embaraço
Acreditou que, fazendo isso, seus estudos não sofreriam avarias.

Se fosse falar aqui
Todo o trabalho que Newton elaborou
Levaria mais de um mês
Narrando tudo que ele formulou
Vamos ficar só com a teoria do movimento
O resto conversamos em outro momento
Porque suas três leis o universo da Física mudou.

A principal obra de Newton
Chegou com um conteúdo sensacional
Chamado carinhosamente de Princípios
Tem seu nome completo: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural
Nele contém, sobre o movimento, as suas três leis
Astronomia e Matemática ele também fez
Contendo, também, a teoria da Gravitação Universal.

Quando postulou sua primeira lei
Newton refinou a ideia de Galileu
Disse que qualquer corpo que tá parado, tende a ficar parado
Se tá em movimento uniforme, em linha reta, permanecerá, foi o que escreveu
A condição é não ter forças externas sobre ele
Pois, se tiver, muda o estado dele
Se não for assim, na primeira lei esse corpo não permaneceu.

O Princípio Fundamental de Dinâmica
Que das leis de Newton é a segunda
Fala que a mudança de movimento é proporcional
A força que é aplicada ao corpo, logo, não se confunda
Hoje resumimos o conceito pela expressão
Que diz que força resultante é igual a massa vezes a aceleração
O que trouxe, pra álgebra, uma aplicação bem profunda.

Já a terceira Lei de Newton
Fala sobre ação e reação
Que se um corpo aplica a força no outro
O segundo também aplicará, mudando apenas o sentido e não a direção
A intensidade da força também será igual
Nos dois corpos agem de modo bem natural
Um, interagindo com o outro, sem perder a conexão.

As contribuições deixadas por Newton
Revolucionaram o universo da ciência
Claro que existiram outros pesquisadores
Que também influenciaram com muita eloquência
Mas, para este trabalho em questão
Ficaremos por aqui, na ocasião
Pra não ficar cansativa a experiência

A Física só é o que é hoje
Devido a contribuição de muitas pessoas brilhantes
Cientistas, filósofos, matemáticos e curiosos
Todos deixaram coisas bem marcantes
Os estudos continuam evoluindo
Basta que o interesse por essa ciência vá se difundindo
E que possamos continuar, como Newton, nos apoiando nos ombros de gigantes.

Após a construção do Cordel, o passo seguinte foi gravar o texto em áudio, para dar condições do maior número de estudantes ter acesso a ele. Em seguida, foi criado um *podcast* intitulado: Causos da Física, na plataforma de áudios digitais *Spotify*. O objetivo da criação desse canal também será para publicação de outros Cordéis futuramente, além do Cordel em questão, para que mais alunos possam ter uma referência histórica dos conceitos que aprendem semanalmente nas salas de aula.

A Figura 19 mostra como está apresentado o *podcast* no *Spotify*, na sua versão web. A Figura 20 traz o código de acesso para ser escaneado pelo aplicativo do *Spotify* nos *smartphones*, e este é o site de acesso para que possa ser ouvido pelo computador: <https://open.spotify.com/show/0prWcJ514EHJn5Sq57HhT4> .

Figura 19 – Apresentação do Podcast



Fonte: Spotify (2022)

Figura 20 – Código de acesso para o podcast



Fonte: Spotify (2022)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como objetivo a produção de um Cordel que aborda a evolução histórica do conceito de Movimento e a análise de coletâneas de livros didáticos, abordando como os autores trazem esse assunto em seus livros. Também busca integrar a Física com outras disciplinas, trazendo a interdisciplinaridade de algumas matérias e associando conteúdos e a vivência em parceria com as diversas áreas do conhecimento.

A decisão de usar Cordel como a forma de escrita, além de valorizar a cultura nordestina, veio como um desejo de diferenciar metodologias tradicionais, que são usadas como verdades absolutas, na esperança de tornar as aulas iniciais de Física mais descontraídas, sem o peso do formalismo matemático, buscando mostrar que é possível usar outras práticas para fugir do corriqueiro das equações e exercícios resolvidos.

A maior dificuldade para a produção do Cordel foi conseguir material confiável para formar as rimas. Como um dos tópicos desse trabalho é justamente mostrar que os autores não abordam essa perspectiva histórica em seus livros, foi necessário buscar informações em livros vistos no Ensino Superior, que também não são todos os autores que abordam essa temática.

É recomendado que esse material seja usado nas primeiras aulas de Física, no primeiro ano do Ensino Médio, como uma forma de mostrar ao aluno as ideias de alguns pensadores que contribuíram para o que ele verá pela frente, ou após as discussões sobre as três Leis de Newton, como uma forma de fechamento de tudo o que foi visto por ele até então.

O aprofundamento dessa pesquisa será algo pensado em breve, onde uma das ideias possíveis é realizar levantamentos com alunos de escolas públicas e privadas, comprovando que a prática do Cordel realmente diferencia no aprendizado, e que para o aluno saber mais sobre a história dos conceitos de Física que ele estuda, pode ajudar na sua formação pessoal e cultural.

Assim foi construído o Cordel que busca levar informação e conhecimentos para os alunos do Ensino Médio, buscando complementar os conteúdos sobre o Movimento vistos por eles em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; DA LUZ, Antônio Máximo Ribeiro. **Física contexto & aplicações: volume 1** – 1. ed. – São Paulo: Scipione, 2013.
- AMOR sertanejo (instrumental). Intérprete: Julio Ortiz, Felipe Alexandre, Silvio Balaz, Luiz Guello, Mauro Lombardi, Alexey Kurkdjian, Lula Alencar, Daniel Pires, Camilo Carrara, Ricardo Kubala, Fabio Brucoli, Luiz Fernando Cadorin, Diogo Maia · Zé Pitoco, Eduardo Queiroz. Compositor: Eduardo Queiroz. *In: Cordel Encantado - Música Original de Eduardo Queiroz (Instrumental)*. Rio de Janeiro: Som Livre, 2016. 1 CD, faixa 6.
- ATAÍDE, Jair Stefanini Pereira. **Regionalizando a ciência: a física em cordel**. Campina Grande: Eduap, 2008. Disponível em: <https://observatoriodaimprensa.com.br/wp-content/uploads/Jornalismo_Cient_Desenv.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- BEM-DOV, Yoav. **Convite à Física**. Tradução: Maria Luiza X. de A. Borges – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996.
- BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou . **Tópicos de física: volume 1** – 21. ed. — São Paulo: Saraiva, 2012.
- BORGES, Diélen. **'Ciência ao Pé do Ouvido' aparece no TOP50 de Ciência do Spotify**. Uberlândia: Comunica, 2021. Disponível em: <[https://comunica.ufu.br/noticia/2021/09/podcast-da-ufu-esta-entre-os-mais-ouvidos-do-brasil#:~:text=O%20podcast%20%22Ci%C3%A4ncia%20ao%20P%C3%A9,feira%20\(10%2F9\)>](https://comunica.ufu.br/noticia/2021/09/podcast-da-ufu-esta-entre-os-mais-ouvidos-do-brasil#:~:text=O%20podcast%20%22Ci%C3%A4ncia%20ao%20P%C3%A9,feira%20(10%2F9)>)>. Acesso em 22 jun de 2022.
- DA SILVA, Alanah Garcia; ERROBIDART, Nádía Cristina Guimarães. **Galileu Galilei e a visualização dos corpos celestes: discussões em uma representação interdisciplinar**. Latin-American Journal of Physics Education, v. 16, n. 1, p. 11, 2022. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8444863>>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- DE BRITO, Emerson Paes; FERNANDES, Diego Cássio Garcia; MEIRA, Kalinca Waldérea Almeida. **Literatura de cordel no ensino de Física: Uma didática lúdica e cultura**. Encontro Nacional de Iniciação a Docência da UEPB, 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2017/TRABALHO_EV100_MD1_SA4_ID387_22112017114119.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- FERRARO, Nicolau Gilberto; JUNIOR, Francisco Ramalho; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física: volume 1** — 10. ed. — São Paulo: Moderna, 2009.
- FONTENELE, Varela Fontenele; DOS SANTOS, Simone Cabral Marinho. **Uma prática interdisciplinar entre as disciplinas de História e física: o minicurso**

ciência e guerra. Ceará: XV Encontro Estadual de História do Ceará, 2016. Disponível em: <http://uece.br/eventos/eehce2016/anais/trabalhos_completos/249-31350-01022017-105321.pdf>. Acesso em 25 jun. 2022.

FRAZÃO, Dilva. **Leonardo da Vinci.** Ebiografia, 2021. Disponível em:

<https://www.ebiografia.com/leonardo_vinci/> Acesso em: 17 jun. 2022.

FREITAS, Cícero Alan de. **Física e arte: proposta interdisciplinar no ensino médio.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Física, 2017.

GERMANO, Marcelo Gomes et al.. **Ciência e arte: diálogos interdisciplinares, popularização e comunicação da ciência.** Anais I CINTEDI... Campina Grande: Realize Editora, 2014. Disponível em:

<<http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/8580>>. Acesso em: 23 jun. 2022.

HERWITT, Paul G. **Física Conceitual.** Tradução: Trieste Freire Ricci – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015.

JUNIOR, Edmundo Rodrigues; LUNA, Fernando J.; LINHARES, Marília Paixão; HYGINO, Cassiana Barreto. **Implicações didáticas de história da ciência no ensino de Física: uma revisão de literatura através da análise textual discursiva.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Campos dos Goytacazes, v. 32, n. 3, p. 769-808, dez. 2015. Disponível em:

<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5280655>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

JÚNIOR, Joab Silas da Silva. **"Composição dos movimentos";** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/composicao-dos-movimentos.htm>>. Acesso em 17 fev. 2022.

MARTINI, Glorinha; et al. **Conexões com a física: volume. 1** – 3. ed. — São Paulo: Moderna, 2016.

MARTINS, André Ferrer P.; MONTEIRO, Mídia M. **História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, Natal, v. 37, n. 4, 2015. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173741919>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

NCS COMUNICAÇÃO. **O ouvinte de podcast e sua importância para marcas.**

Florianópolis: Negócios SC, 2021. Disponível em: <<https://negociossc.com.br/blog/o-ouvinte-de-podcast-e-sua-importancia-para-marcas/>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

RAMOS, Jefferson Evandro Machado. **Claudio Ptolomeu.** São Paulo: Sua Pesquisa, 2020. Disponível em:

<https://www.suapesquisa.com/biografias/claudio_ptolomeu.htm>. Acesso em 19 jan. 2022.

RAMOS, Sebastião Braz; CARVALHO, Marcelo Alves. **Diálogos a respeito da evolução histórica do conceito de força: de Aristóteles a Newton.** Paraná: dia a dia educação, 2012. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_uel_fis_artigo_sebastiao_braz_ramos.pdf>. Acesso em 26 jun. 2022.

REI, Chico. **Literatura de cordel: o que é, características e autores**. Blog do Chico Rei, 2021. Disponível em: <https://blog.chicorei.com/oque-e-literatura-de-cordel/?gclid=Cj0KCQjwzqSWBhDPARIsAK38LY-1371V8uqvKLq2nRKljBI5fK11fylH_el5ZdVB8JwJ6Qfuz3YvyvQaApEyEALw_wcB>. Acesso em 22 jun de 2022.

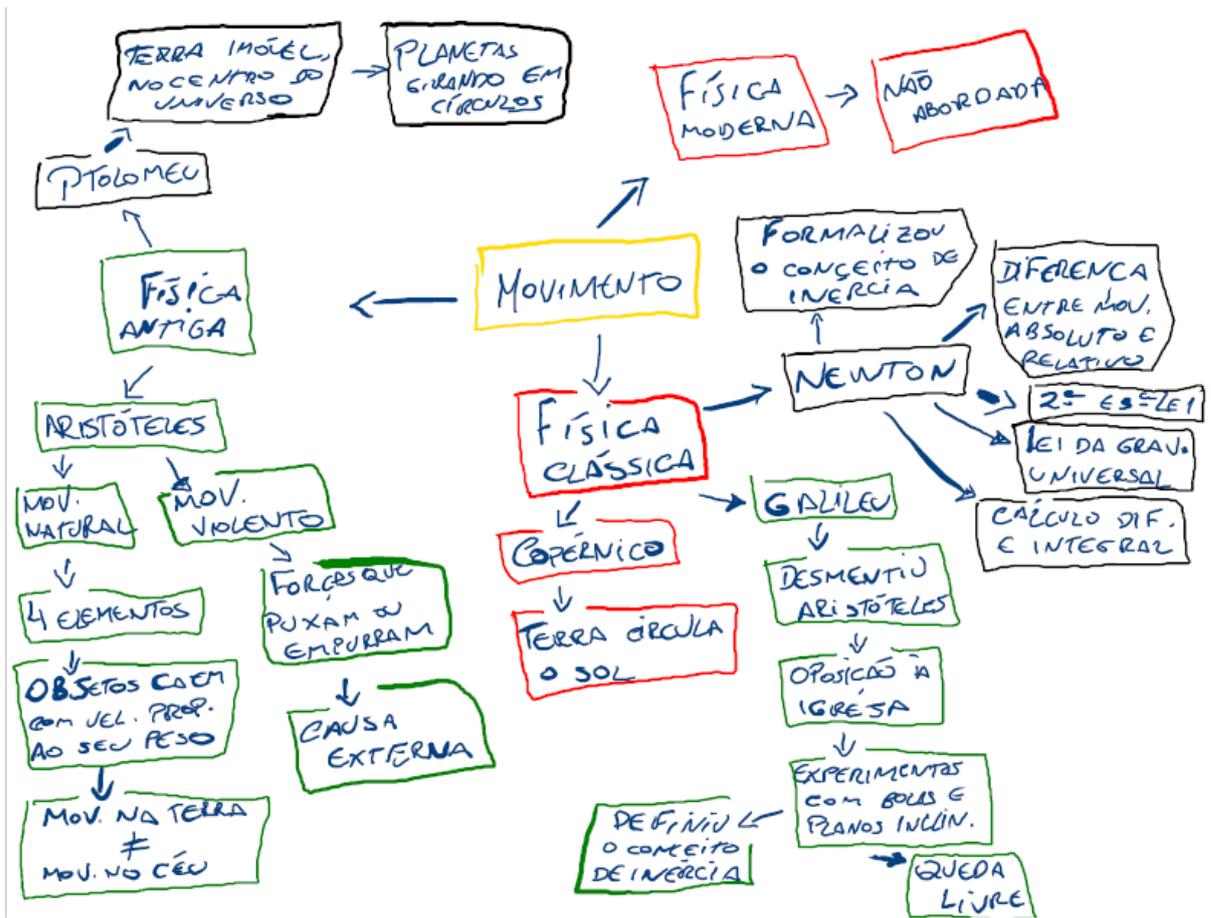
RICARDO, Elio Carlos. **A história da ciência no ensino de física e a vigilância epistemológica**. Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza, Cajazeiras, v.4, n.0. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v4i0.150>>. Acesso em 29 jun. de 2022.

SANTOS, Renato P. dos. **Biografia - Galileu Galilei**. In Física Interessante. 17 jul. 2021. Disponível em: <<http://www.fisica-interessante.com/biografia-galileu-galilei.html>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

TRINDADE, Diamantino Fernandes. **História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o ensino de ciências no Ensino Médio e nos cursos de formação de professores de ciências**. Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 257-272, jul | dez 2011. Disponível em: <<https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/335/282>>. Acesso em 25 jun. 2022.

ZANETIC, J. **Física e Arte: uma ponte entre duas culturas**. Pro-Posições, Campinas, v. 17, n. 1, p. 39–57, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

APÊNDICE A – MAPA MENTAL USADO PARA CONSTRUÇÃO DO CORDEL



APÊNDICE B – CORDEL FORMATADO PARA IMPRESSÃO

Para ouvir esse Cordel, basta executar os seguintes passos:

- Instalar o aplicativo do *Spotify*;
- Na página inicial, clicar em buscar;
- Ativar a pesquisa pela câmera do *Smartphone*;
- Escanear o código abaixo.

PROFESSOR
Marcos Bezerra



A Física só é o que é hoje
Devido a contribuição de muitas pessoas brilhantes
Cientistas, filósofos, matemáticos e curiosos
Todos deixaram coisas bem marcantes
Os estudos continuam evoluindo
Basta que o interesse por essa ciência vá se difundindo
E que possamos continuar, como Newton, nos apoiando nos
ombros de gigantes.

O Princípio Fundamental de Dinâmica
 Que das leis de Newton é a segunda
 Fala que a mudança de movimento é proporcional
 A força que é aplicada ao corpo, logo, não se confunda
 Hoje resumimos o conceito pela expressão
 Que diz que força resultante é igual a massa vezes a aceleração
 O que trouxe, pra álgebra, uma aplicação bem profunda.

Já a terceira Lei de Newton
 Fala sobre ação e reação
 Que se um corpo aplica a força no outro
 O 2º também aplicará, mudando apenas o sentido e não a direção
 A intensidade da força também será igual
 Nos dois corpos agem de modo bem natural
 Um, interagindo com o outro, sem perder a conexão.

As contribuições deixadas por Newton
 Revolucionaram o universo da ciência
 Claro que existiram outros pesquisadores
 Que também influenciaram com muita eloquência
 Mas, para este trabalho em questão
 Ficaremos por aqui, na ocasião
pra não ficar cansativa a experiência

-8-

Postular e defender tantas ideias novas
 Não saíram barato para Galileu Galilei
 A igreja da época não gostou nada disso
 Porque o que era levantado por ele ia contra a sua lei
 Em junho de 1633 pela inquisição foi julgado
 Nesse mesmo dia à prisão domiciliar foi condenado
 Morrendo, em 1642, sem muitas honrarias, pelo que sei.

Um ano depois da morte de Galileu
 Nasceu Isaac Newton, na Inglaterra
 Aquele que viria revolucionar a ciência
 Contribuindo com conceitos sobre a luz, o céu e a Terra
 Sem falar no Cálculo Diferencial e Integral, na Matemática
 Fundamentou e consolidou temas da Dinâmica e da Cinemática
 Apresentando teorias mais cortantes que uma serra.

Newton também teve a ideia
 De separar o movimento em duas categorias
 Chamou um de relativo e outro de absoluto
 Refinando bem cada uma das teorias
 No absoluto o corpo passa de um lugar para outro no espaço
 Já no relativo à comparação é entre corpos, sem muito embaraço
 Acreditou que, fazendo isso, seus estudos não sofreriam avarias.

-6-

CAUSO HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO MOVIMENTO: de Aristóteles até Newton, a peleja dos homi da ciência AUTOR: MARCOS BEZERRA

Quando estudamos em Mecânica
 Tudo sobre o movimento
 Pode parecer muito estranho
 Nada ficar no pensamento
 São tantas fórmulas e conceitos
 Que, às vezes, nem falamos nos sujeitos
 Responsáveis pelo ensinamento.

Hoje tá tudo bem organizado
 As áreas da Física todas separadas
 Mas no começo o povo só tinha dúvida
 Desde as coisas simples até as exageradas
 Era preciso começar por alguém
pra explicar o que ninguém
 Conseguiu justificar daquelas paradas.

pra entender bem direitinho
 A Física dos dias atuais
 É preciso saber da divisão
 Feita pelos intelectuais
 Chamada de "Antiga" na 1ª etapa
 Depois veio a "Clássica", dando a cara a tapa
pra hoje, a "Moderna", vir com seus temas paradoxais.

-1-

Tudo o que até aqui foi dito
 Só servia pra movimentos terrestres
 Aristóteles dizia que em repouso
 Permanecia os corpos celestes
 Embora isso não descredibilizou
 Sua teoria por quase dois mil anos durou
 Até aparecerem outros mestres.

Ainda falando nos Astros celestes
 Veio Ptolomeu, no século dois, depois de Cristo
 Contribuiu com a Astronomia
 Mesmo hoje não tendo muito registro
 Disse que a Terra estava no centro do Universo
 O Sol e a Lua giravam de modo controverso
 E que a Terra era uma esfera, onde poucos acreditaram nisto.

O tempo foi passando
 Chegando no século dezesseis
 Apareceu Nicolau Copérnico
 Cônego, Matemático e Astrônomo Polonês
 Tirou do centro de tudo a Terra
 Colocando o Sol no lugar, com isso ele quase se ferra
 Porém, sua coragem, mudou a história de vez.

-3-

Da Grécia veio Aristóteles
Mostrando sua teoria
Não usava nenhuma conta
Aproveitava muito a Filosofia
Começou separando o movimento
Em natural e violento
Pra entender o que acontecia.

No movimento natural
Reinavam os quatro elementos
Fogo, terra, água e ar
Comandavam os deslocamentos
Sem contar que ele achava
Que soltando 2 corpos, o mais pesado mais rápido chegava
Todos acreditavam, sem questionamentos.

Já no movimento violento
A situação era diferente
Associar a forças externas
Parecia ser bem conveniente
Explicava como o vento move o barco
A flecha que é lançada pelo arco
Até mesmo um tronco, levado por uma enchente.

-2-

Se fosse falar aqui
Todo o trabalho que Newton elaborou
Levaria mais de um mês
Narrando tudo que ele formulou
Vamos ficar só com a teoria do movimento
O resto conversamos em outro momento
Porque suas três leis o universo da Física mudou.

A principal obra de Newton
Chegou com um conteúdo sensacional
Chamado carinhosamente de Principia
Tem seu nome completo: Principios Matemáticos da Filos. Natural
Nele contém, sobre o movimento, as suas três leis
Astronomia e Matemática ele também fez
Contendo, também, a teoria da Gravitação Universal.

Quando postulou sua primeira lei
Newton refinou a ideia de Galileu
Disse que qualquer corpo que tá parado, tende a ficar parado
Se tá em mov. uniforme, em linha reta, permanecerá, foi o que escreveu
A condição é não ter forças externas sobre ele
Pois, se tiver, muda o estado dele
Se não for assim, na primeira lei esse corpo não permaneceu.

-7-

Copérnico demorou muito tempo
Pra divulgar suas ideias
Tinha medo da perseguição da igreja
Pois elas pareciam bem ateias
Segurou seus estudos por uns 30 anos
Enviando pra impressão por debaixo dos panos
Vendo seu livro pronto, morreu, sem plateias.

Logo depois de Nicolau Copérnico
Chega Galileu Galilei com muita euforia
Quebrando as ideias de Aristóteles
Juntando experimentos e teoria
Mostrou que massa e velocidade de queda não têm relação
Que, na ausência do ar, tanto faz uma pena ou bala de canhão
Gastariam o mesmo tempo pra cair independente da altura que saíam.

Com o experimento realizado por ele
A ideia de Aristóteles deixou de ser absoluta
Galileu continuou tentando explicar
Como manter um movimento, sem usar a força bruta
Usou planos inclinados e soltou uma bola
Quando desceu, sem atritos, na horizontal, até o infinito ela rola
Logo chamou de Inércia essa teoria substituta.

-4-

Galileu não parou somente nisso
Criou um telescópio e apontou ele pro céu
Desvendou segredos da Via Láctea
Os satélites de Júpiter foram vistos, como quem se tira um véu
Deu pra ver também as montanhas e crateras da Lua
Catalogou tudo e escreveu uma obra sua
Chamando-a de "Siderius Nuncius", revolucionou e causou escarcéu.

Voltando pra questão dos movimentos
Galileu não pareceu muito satisfeito
Estudou o movimento de uma bala de canhão, que saía do solo
Variando ang., veloc. do tiro, alt. da queda, já lhe parecia perfeito
Esse tipo de movimento ser chamado parabólico
Corrigir Aristóteles de novo, já não era algo tão estrambólico
Usando gráficos e experimentos deixou tudo muito bem feito.

Focado nos estudos dos movimentos
Galileu definiu um princípio muito importante
O da independência dos movimentos simultâneos
Veio como uma teoria bem significativa
Dizia que se 2 ou mais movimentos que ocorressem simultaneamente
Poderiam ser analisados separadamente
Gerando, no fim do percurso, um movimento resultante.

-5-

ANEXO A – CAPA DO CORDEL PARA IMPRESSÃO

