



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
FACULDADE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E LETRAS DE IGUATU
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

ANTONIO BEZERRA PINHO NETO

**USO DE TEXTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS NAS AULAS DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DO PRINCÍPIO DA INÉRCIA**

IGUATU – CEARÁ

2019

ANTONIO BEZERRA PINHO NETO

USO DE TEXTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS NAS AULAS DE FÍSICA: UMA PROPOSTA
PARA O ENSINO DO PRINCÍPIO DA INÉRCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura Plena em Física da Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Durval Araújo de Mendonça

IGUATU – CEARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Neto, Antonio Bezerra Pinho.

Uso de textos histórico-científicos nas aulas de física: uma proposta para o ensino do princípio da inércia [recurso eletrônico] / Antonio Bezerra Pinho Neto. - 2019.

1 CD-ROM: 4 ¼ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 32 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu, Graduação em Física, Iguatú, 2019.

Orientação: Prof. Durval Araújo de Mendonça.

1. História das Ciências. 2. Textos histórico-científicos. 3. Princípio da inércia. I. Título.

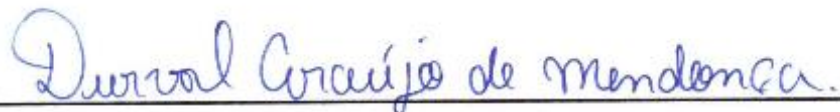
ANTONIO BEZERRA PINHO NETO

USO DE TEXTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS NAS AULAS DE FÍSICA: UMA PROPOSTA
PARA O ENSINO DO PRINCÍPIO DA INÉRCIA

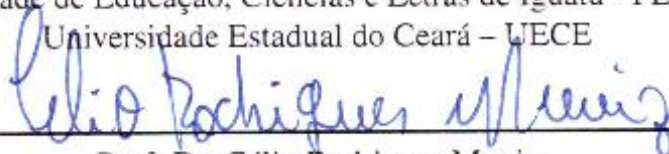
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura Plena em Física da Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovada em: 30 de outubro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Durval Araújo de Mendonça (Orientador)
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof. Dr. Célio Rodrigues Muniz
Universidade Estadual do Ceará – UECE
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI



Prof. Dr. Fernando Martins de Paiva
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Deus, pais, irmãos e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus e o Sr. Jesus pelo o dom da sabedoria que me concede, e por sempre estar ao meu lado, ajudando a enfrentar as dificuldades que encontro em meu caminho.

Aos meus pais, Audenira da Silva Pinho Bezerra e José Galdino Bezerra, e meus irmãos, Douglas Galdino e Antonio Rafael, pela força, apoio e incentivo.

Aos outros integrantes da família incluindo tios(as), primos(as) e Avós por sempre acreditarem em mim.

A todos aos professores do curso. São eles: Dr. Célio, Dr. Fernando, Dra. Lazara, Dr. Moésio, Me. Leonardo, Me. Wellington, Durval, Thiago e todos os outros que se dispuseram em compartilhar de seus conhecimentos.

A meu orientador o Prof. Durval, por ter contribuído com seu vasto conhecimento e pelo tempo que dispôs a me ajudar.

Ao Prof. Me. Leonardo e Thaiana Magna que além da grande amizade, ao longo do curso me ajudaram de todo coração. Especialmente à Thaiana, pelos os conselhos e incentivo ao decorrer da graduação.

A todos os amigos que fiz ao decorrer da graduação, em especial, à Thaiana, Regilânia, Márcio, Belarmino, Iuri, Naiagry e Ramon.

Ao Grupo de Estudo em Astronomia Zênite e seus integrantes por terem me oportunizado mais conhecimentos.

A CAPES, pelo PIBID, do qual fiz parte durante um período da minha graduação, me proporcionando uma maior experiência na área docente e uma estabilidade para continuar no curso.

A PROMAC, pela monitoria, que vem me proporcionando uma maior experiência tanto na área docente como na área experimental, e assim me fez criar cada vez mais amor pela profissão.

A todas as pessoas que acreditaram em mim.

“Parece-nos quase impossível apreciar em seu justo valor os obstáculos que tiveram de ser vencidos para se estabelecerem aquelas concepções e as dificuldades que elas contêm e implicam, porque conhecemos muito bem os conceitos e os princípios que formam a base da ciência moderna ou, mais exatamente, porque estamos profundamente habituados a eles.”

(Alexandre Koyré)

RESUMO

A utilização de textos histórico-científicos para inserção da História das Ciências em sala de aula é um caminho para ir além da metodologia de ensino baseada tão-somente na resolução exaustiva de exercícios, trazendo ao professor uma nova proposta para se ensinar física visando a formação do pensamento crítico dos alunos e contribuindo para o desenvolvimento de uma cultura científica tanto para o aluno como para o professor. O objetivo deste trabalho é mostrar uma maneira de como se pode trabalhar com textos histórico-científicos no ensino do princípio da inércia para alunos do primeiro ano do ensino médio. A estratégia pensada possui um tempo estimado de quatro aulas. Em todas as aulas abordamos textos histórico-científicos entremeados por sugestões de discussão. As duas primeiras aulas foram construídas em cima dos textos de Aristóteles e Galileu, seguindo-se com a terceira utilizando textos de Descartes e a última aula contendo textos de Hooke e Newton. Espera-se que a sequência de ensino montada sirva de estímulo a professores e estudantes na área da física.

Palavras-chave: História das Ciências. Textos histórico-científicos. Princípio da inércia.

ABSTRACT

The use of historical-scientific texts for the insertion of the History of Sciences in the classroom is a way to go beyond the teaching methodology based only on the exhaustive resolution of exercises, bringing to the teacher a new proposal to teach physics aiming at the formation, critical thinking of students and contributing to the development of a scientific culture for both student and teacher. The aim of this paper is to show a way of working with historical-scientific texts in the teaching of the principle of inertia for first year high school students. The thought strategy has an estimated time of four classes. In all classes we cover historical-scientific texts interspersed with discussion suggestions. The first two classes were built on top of Aristotle and Galileo's texts, followed by the third using Descartes' texts and the last class containing Hooke and Newton's texts. The assembled teaching sequence is expected to stimulate teachers and students in the field of physics.

Keywords: History of Sciences. historical-scientific texts. Principle of inertia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3	METODOLOGIA	16
3.1	O PRINCÍPIO DA INÉRCIA: UMA AULA DIFERENCIADA COM TEXTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS	17
3.1.1	Aula 1	17
3.1.2	Aula 2	19
3.1.3	Aula 3	23
3.1.4	Aula 4	26
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de ensino de física é comum observar na educação básica a maneira tradicional de ensinar a disciplina, dando preferência à resolução exaustiva de questões enquanto preparação para exames vestibulares e Enem. Como relata Richard Feynman em sua experiência sobre o ensino de física no Brasil: “Eu não conseguia ver como alguém poderia ser educado por esse sistema auto propagante no qual as pessoas passam nos exames e ensinam outras pessoas a passar nos exames, mas ninguém sabe de nada” (STUDART, 2018, p. 14).

Essa prática imprime no aluno a visão de que a Física é uma disciplina apática, visto que a mesma se resume muitas vezes à memorização das fórmulas e o seu uso acrítico nas provas. Pouco ou nada se discute sobre a evolução das ideias da física, isto é, a história crítica das suas ideias, o que foi preciso de hipóteses primeiras, refutações e novas hipóteses ao longo dos séculos para a construção dos seus princípios fundamentais.

Conforme Peduzzi (1992) um dos princípios em física abordado no 1º ano do Ensino Médio, cujo desenvolvimento histórico não é devidamente discutido em muitos livros textos que servem de referência para o professor em suas aulas, é o princípio da Inércia. O professor poderá observar que uma das principais dificuldades apresentadas pelos alunos está na ideia arraigada de que um corpo só se mantém em movimento se estiver sob a ação contínua de uma força, o que remete ao pensamento do antigo filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.). Daí a necessidade de se ensinar física discutindo-se o desenvolvimento dessas ideias através da história da ciência como ditam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): “A História da Ciência tem sido útil nessa proposta de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado” (BRASIL, 1998, p. 21).

Diante dessa perspectiva, foi pensado para este trabalho a construção de uma sequência de ensino que trata do princípio da inércia mediante a história da ciência. A estratégia de ensino pensada foi elaborada visando esclarecer dois aspectos importantes que envolvem o princípio da inércia e em geral oferecem dificuldades aos alunos. O primeiro deles está relacionado à conclusão do senso comum de que só há movimento sob ação de uma força. O segundo diz respeito ao argumento da “queda da Lua” que representa “uma proposição crucial no desenvolvimento da ideia da gravitação universal e de nossa moderna cosmologia” (JUNIOR; FILHO; VALLE, 2004, p. 30). Tal argumento se deve a Isaac Newton (1643 – 1727) ao compreender que um movimento orbital é resultante da combinação de uma força centrípeta e uma tendência

inercial a escapar pela tangente. É preciso dizer que não foi fácil para Newton chegar a essa conclusão, tendo ele se deixado levar pela ideia equivocada da ação de uma “força centrífuga” no movimento orbital, o que mudará após receber algumas cartas de Robert Hooke (1635 – 1703). Parecia que o conceito de referencial inercial, essencial para se enunciar corretamente o princípio da inércia, não tinha sido ainda estabelecido por Newton em suas abordagens iniciais sobre a órbita dos planetas. Este mesmo conceito também é pouco discutido ou compreendido no ensino básico.

Nesse cenário em que as ideias são postas em seu contexto histórico, o professor demonstra ao aluno que, por trás das fórmulas memorizadas e dos princípios, existiu um debate entre os maiores filósofos e cientistas enfrentando sérios obstáculos para que tais princípios fossem fundamentados. Tal debate, muitas vezes, reflete as dúvidas que os alunos podem vir a ter, os argumentos e contra-argumentos os quais poderá comparar e o pleno esclarecimento daquelas dúvidas.

Como aponta Matthews (1995) a inclusão da história da ciência nas atividades do docente pode ser capaz de: humanizar as ciências; proporcionar o pensamento crítico dos estudantes tornando as aulas desafiadoras e reflexivas; conceder sentidos às aulas ministradas, fazendo com que os discentes enxerguem significado naquilo que aprendem; colaborar para uma visão crítica do conjunto de conceitos e ideias discutidos na sala em oposição à simples memorização de equações e utilização irrefletida das leis físicas na resolução de exercícios; facilitar o trabalho interdisciplinar e ajudar na formação dos professores, tornando-os mais preparados quanto ao entendimento da estrutura das ciências e seu valor.

Em conformidade com os PCN espera-se que o ensino de física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica, que permita ao aluno a interpretação dos princípios físicos. Para isso: “[...] é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humana” (BRASIL, 2000, p. 22).

Dado que a história da ciência se constrói por meio de debates científicos protagonizados pelos grandes cientistas ao longo dos séculos, ela possui, como aponta Anna Maria Pessoa de Carvalho, o poder de desvendar as orientações metodológicas utilizadas na elaboração dos conhecimentos, isto é, “a forma com que os cientistas abordam os problemas, as características mais notáveis de suas atividades, os critérios de validação e aceitação das teorias científicas” (CARVALHO, 1992, p. 14).

Na linha do que afirma Anna Maria Pessoa, sobre descobrir a forma como os

cientistas pensam, é necessário para tal, uma narrativa da história da ciência contada através das obras dos próprios personagens que protagonizam essa história. Uma das formas de se abordar a História das Ciências em sala de aula se dá mediante o uso de textos histórico-científicos, constituindo pois o objetivo do presente trabalho, que é apresentar uma proposta que pode ser utilizada para o ensino do princípio da inércia utilizando textos dos cientistas que tiveram uma maior contribuição para a formulação desse princípio e o esclarecimento de questões que dele dependem.

O seguinte trabalho se deu a partir da leitura do capítulo cinco do livro intitulado "Ensino de Física" de Carvalho *et al.* (2010), escrito por Carvalho e Sasseron, onde as autoras fazem uso de um texto de Rumford traduzido para o português. O que serviu para mostrar a grande importância que a história da ciência proporciona para o ensino, e fez refletir sobre qual o melhor método com que se pode trabalhar textos histórico-científicos na sala de aula.

A utilização desse método desenvolve nos alunos a escrita científica, o que decorre da leitura e exploração dos textos, além de desenvolver o pensamento científico.

Na primeira parte deste trabalho vamos mostrar a importância da história da ciência para o ensino, os benefícios que a sua utilização pode trazer tanto para o aluno como para o professor. Em particular discute-se o uso de textos histórico-científicos e sua aplicação em sala de aula.

Na segunda parte do trabalho apresentamos uma proposta baseada no uso de tais textos para ensinar o princípio da inércia. Serão detalhadas quatro aulas montadas a partir de textos histórico-científicos de Aristóteles, Galileu, Descartes, Hooke e Newton.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Sepini e Maciel (2016) nos últimos anos se notou um aumento na utilização da História da Ciência como instrumento didático para melhoria do Ensino de Ciências. A história é uma junção de conhecimentos relacionados ao passado e como se evoluiu certo pensamento, de acordo com o lugar, a época e o ponto de vista escolhido. O passado pode ajudar a compreender o presente, pois ele mostra todo caminho percorrido na construção de certa teoria ou equação. Vendo a importância que a História da ciência pode trazer para o ensino de Física no sentido de facilitar o aprendizado dos alunos, vários pesquisadores nas últimas décadas vêm se utilizando desse método para repassar os conteúdos dessa disciplina nas salas de aula.

Alguns profissionais ressaltam que é fácil aplicar a História da Ciência em sala de aula e existem várias formas, como se vê na fala de Castro e Carvalho e da opção escolhida por eles “levar a informação histórica para sala de aula poderia ser feita de várias maneiras: através de aulas expositivas, sessões de vídeo, trabalhos de pesquisa bibliográfica ou leituras” (CARVALHO, 1992, p. 288).

Desta maneira pode-se fazer a introdução da História da Ciência no Ensino, contribuindo para o aprendizado dos alunos, fazendo com que eles tenham uma visão da Física sob outra perspectiva, tornando-a mais atraente, criando um desejo pelo conhecimento científico.

Esses mesmos autores relatam que, primeiramente, antes da aplicação da História da Ciência, é necessário fazer um levantamento histórico sobre os fatos trabalhados, isto é, uma “[...] reconstrução de fatos e idéias coletando textos e excertos que, de alguma forma, davam corpo a conteúdos, além de um levantamento do contexto histórico no qual tais evoluções se inseriam” (CARVALHO, 1992, p. 228)

É necessário fazer uma filtragem histórica para escolher os textos a serem utilizados, para relacionar de maneira clara aquilo que está sendo construído com o já pronto. Temos que ter cuidado na escolha desses fatos históricos e saber escolher abordagens históricas que esclareçam o conteúdo e facilite a compreensão dos mesmos.

Castro e Carvalho (1992) ressaltam a maneira pela qual se pode abordar a História das Ciências

[...] estabelecer um diálogo (e não um paralelo) entre o processo de construção da ciência pelos cientistas e o processo de construção empreendido pelos alunos. A partir de dúvidas, questões ou mesmo concepções detectadas em sala de aula, voltaríamos à história a fim de, por meio dela, identificar como os obstáculos foram transpostos, como as barreiras foram removidas (CASTRO; CARVALHO, 1992, p. 229).

Temos como exemplo o trabalho de Carvalho *et al.* (2010), onde no capítulo 5 do livro *Ensino de Física*, relatam uma atividade utilizando a História da Ciência para ensinar sobre a natureza do calor em uma turma do 1º ano do ensino médio. Elas apresentam uma sequência de aulas sobre Termodinâmica, a partir de um texto histórico-científico de Rumford extraído do *Collected Work's* (trabalhos recolhidos) traduzido para o português. Com a leitura do texto os alunos passaram a acompanhar o relato que o cientista faz da sua experiência com perfuração de canhões, tentando tornar claro suas dúvidas a respeito da natureza do calor. As dúvidas apontadas se fazem presente em questionamentos que Rumford salienta em seu texto. Antes da abordagem do texto fizeram uma demonstração especulativa onde se debatia a condução de calor nos sólidos. Ao final da leitura foram propostas aos alunos algumas questões, tais como: 1) Como o Conde Rumford descobriu que o calor se propaga por convecção? 3) Nota-se que ainda Rumford usa explicações coerentes com a teoria do calórico. Em que trecho isso aparece? Como poderia ser explicitado pela teoria cinético-molecular? São exemplos de questões que avaliam a interpretação do textos por parte dos alunos.

Consultar o texto onde pela primeira vez surgiram, de forma sistemática, importantes conceitos e princípios da física, buscar interpretá-los e discuti-los acompanhando, passo a passo, o raciocínio exposto pelo cientista é também aprender a pensar como um cientista, inspirando-se nas suas percepções de mundo e estimulando a criatividade: “A tentativa de se compreender os artigos originais dos grandes físicos como também o contato com a física fenomenológica são os verdadeiros meios para aflorar a criatividade” (BOLIVAR, 2003, p. 1).

O relato da aplicação do trabalho desempenhado por Carvalho e Sasseron oferece uma perspectiva positiva para o ensino de Física, no sentido de que colabora na fundação de uma cultura científica entre alunos e professores desde que ativamente envolvidos na realização das atividades. Diante da atividade relatada com uso de textos histórico-científicos, vê-se que é imprescindível pensar em formas dinâmicas de se aplicar as leituras dos textos de maneira que elas não se tornem enfadonhas. O dinamismo que semelhantes atividades de leitura exigem é possível com ações de trabalho em grupos onde os alunos possam debater entre si as suas interpretações acerca dos textos com o professor mediando e estimulando o debate.

Carvalho *et al.* (2010) apresentam uma das maneiras para se trabalhar a história das Ciências buscando a participação dos discentes:

[...] Primeiramente uma leitura individual, na qual o estudante interaja com o texto – essa situação pode acontecer na própria aula, se o texto escolhido for pequeno, ou como trabalho para casa. Retoma-se o texto em uma discussão em pequenos grupos, visando uma interação entre pares em que a discussão

é mais aberta e os alunos podem expor com mais liberdade suas ideias. [...] Imediatamente após a discussão, os pequenos grupos são desfeitos e organiza-se um grande grupo, planejando uma interação professor-alunos e não professor-grupo. [...] o professor interage e sistematiza as argumentações trazidas pelos alunos das discussões em grupos menores, buscando tanto verter a linguagem cotidiana para a científica como valorizar os aspectos internos e externos da cultura científica (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 114).

A estratégia de ensino de física que se utiliza de textos histórico-científicos tem como intuito implementar, não só nos alunos mas também nos professores essa cultura científica de saber citar grandes obras da ciência e de tê-las lido, ainda que excertos, tal como ocorre comumente com os professores da área da literatura e as grandes obras literárias. Essa cultura científica não se restringe no entanto à prática da leitura mas deve se estender também à prática da escrita, isto é, a produção de artigos científicos visando publicação em especial nas revistas de pesquisa e ensino, tais como *A Física na Escola* e a *Revista Brasileira de Ensino de Física*.

Nesse ponto prosseguem Carvalho *et al.* (2010, p. 114):

[...] É importante que a atividade termine com um trabalho escrito. Temos também de ensinar a escrever cientificamente. Essa é outra etapa da enculturação científica que se deve trabalhar no ensino. [...] A escrita é uma atividade que complementa as argumentações realizadas em aula, a ambas são fundamentais para um ensino de Ciências que busca criar nos alunos as principais habilidades do mundo das Ciências.

Fundamentado nisso, o presente trabalho se propõe à elaboração de uma estratégia de ensino sobre o princípio da inércia utilizando textos histórico-científicos. A estratégia pensada deve servir de texto de apoio para o professor que pretenda realizar uma aula diferenciada com este conteúdo, em que se fornece sugestões de discussão para sala de aula. Para tanto são sugeridos os textos histórico-científicos que o professor poderá trabalhar dentro dessa temática, além de questões através das quais poderá despertar o início de uma discussão ou fazer uma sondagem quanto à compreensão dos textos por parte dos alunos.

3 METODOLOGIA

Seguindo o exemplo do trabalho realizado por Carvalho *et al.* (2010), foram selecionados textos histórico-científicos para serem trabalhados com alunos do primeiro ano do ensino médio a fim de esclarecer, sobretudo, dois pontos fundamentais que em geral oferece dificuldades. O primeiro: achar que movimento só é possível sob ação contínua de uma força. O segundo: o argumento da queda da lua. O esclarecimento dessas questões depende da discussão histórica que serviu de desenvolvimento para o princípio da inércia. Os textos selecionados incluem fragmentos de Aristóteles, Galileu, Descartes, Hooke e Newton. Esses fragmentos foram extraídos de artigos, revistas de divulgação científica, dos livros didáticos de graduação e das obras dos próprios cientistas traduzidas para o português. Após a seleção dos textos, foi pensada uma estratégia de ensino do princípio da inércia baseada na leitura dos textos. A estratégia de ensino pensada segue a ordem cronológica do desenvolvimento das ideias que serviram para fundamentar o princípio da inércia.

Essa estratégia consiste em primeiro momento, no trabalho com a leitura e interpretação de textos da obra Física de Aristóteles, que reflete muitas vezes o pensamento dos alunos. Em seguida, no sentido de elucidar as falhas presentes na noção de movimento aristotélico, trabalha-se a leitura e interpretação de excertos da obra "Diálogo" de Galileu Galilei com o debate entre os personagens da obra: Simplicio e Salviati. O trabalho com essas primeiras leituras se dá com o objetivo de esclarecer a primeira daquelas dificuldades. O tempo estimado para se trabalhar com os alunos a leitura e interpretação desses primeiros textos acompanhada de discussão é de duas aulas com duração de 50 minutos, cada.

O segundo momento da estratégia então proposta, realizável em um tempo estimado de duas aulas, consiste no trabalho com a leitura e interpretação dos textos histórico-científicos tendo por objetivo elucidar pouco a pouco, por meio deles, o argumento da queda da Lua, o que está relacionado à dinâmica do movimento circular. As primeiras leituras são de excertos pertencentes à obra "Princípios de Filosofia" de René Descartes onde o autor apresenta as suas duas primeiras leis da natureza que contêm de maneira claramente expressa o princípio da inércia. Segue daí a leitura de fragmentos em que Descartes se propõe a explicar a dinâmica do movimento circular e a influência que sua explicação teve sobre Newton. As últimas leituras discutidas em sala encerram excertos de uma carta de Robert Hooke endereçada a Newton, onde os argumentos contidos nessa carta nos encaminham para a compreensão correta da dinâmica do movimento circular como resultado de uma tendência tangencial por inércia e uma tendência

centrípeta.

Constrói-se dessa maneira uma aula sobre o princípio da inércia em que se segue através dos escritos, o raciocínio de cada um dos principais cientistas que contribuíram para que o princípio da inércia fosse firmemente estabelecido como uma das leis basilares da física.

3.1 O PRINCÍPIO DA INÉRCIA: UMA AULA DIFERENCIADA COM TEXTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS

3.1.1 Aula 1

Serão trabalhados primeiramente os textos de Aristóteles, onde o filósofo expõe a sua física. As noções de movimento na física Aristotélica são discutidas. Estas são coerentes com a sua cosmologia que constituiu a nossa visão do Universo por quase dois mil anos.

ESTRUTURA DA AULA

Primeiramente, antes de apresentar os textos para os alunos, é necessário que o professor separe as turmas em equipes. Feito isso pode levantar alguns questionamentos:

Questões iniciais:

1. O que é necessário para que haja movimento?
2. O que vocês acham que acontece se um corpo parado não sofrer nenhuma ação externa?
3. O que acontece com um corpo quando é empurrado, e quando deixamos de empurrá-lo?

Assim o docente faz com que os estudantes debatam em grupo e comecem a construir reflexões cujo fim será o princípio da inércia. Dado um tempo para eles pensarem, o professor escolhe um porta voz de cada grupo para falar a opinião de cada equipe em resposta ao questionário, para que tanto a turma como o professor tenham contato com a opinião de toda sala. Feito isso, o professor já pode distribuir os dois textos histórico-científicos de Aristóteles. Abaixo de cada texto são propostas questões exploratórias. Será trabalhado um texto de cada vez. Então será dado um tempo para que façam a leitura do texto e respondam as questões.

TEXTO 1

Assim é claro que nenhuma dessas coisas move-se por si, mas cada uma tem um princípio de movimento (arkhêkinêseos), não de causar movimento (kinein), ou de agir (poiein), mas de passivamente ser submetida a ele (paskbein). Se, então, todas as coisas [prosegue Aristóteles] que estão em movimento ou movem-se de acordo com suas próprias naturezas ou por violá-las e sob violência; se todas as coisas cujo movimento é violento, e contrário à natureza, são movidos por algum agente [motor] externo a elas, diferente delas próprias; e se todas as coisas cujo movimento é natural são, também movidos por algum agente – tanto aquelas que são movidas por si [como por exemplo os animais], como aquelas que não são movidas por si, como por exemplos, as coisas leves e pesadas, que

são movidas ou diretamente por aquilo que de algum modo gerou (gennêsantos) a coisa como tal e a fez leve ou pesada, ou incidentalmente por aquele que liberta o que estava impedindo ou prendendo – se tudo isso é assim, segue [conclui Aristóteles] que todas as coisas em movimento são movidas por algum agente [motor] (ÉVORA, 2006, p. 290 *apud* MONTEIRO, 2014, p. 39).

Questões exploratórias para o texto 1

1. O que Aristóteles quis dizer com “é claro que nenhuma dessas coisas move-se por si”?
2. De acordo com Aristóteles o que é necessário para que haja o movimento tanto violento (forçado) como o natural?

Sugestão de discussão

Na cosmologia Aristotélica, o Universo era separado em dois mundos. O mundo supra-lunar das coisas eternas e imutáveis e o mundo sublunar das coisas mutáveis e corruptíveis. O mundo sublunar está estruturado em 4 esferas concêntricas e é constituído de 4 elementos: Terra, Fogo, Água e Ar, onde cada elemento possui seu lugar natural. Assim, o lugar natural do elemento terra é a esfera mais interna e o lugar natural do elemento fogo é a esfera mais externa. Com isso Aristóteles dividiu o movimento em dois tipos: natural e violento (forçado) como se nota no texto. Para que ocorra o movimento violento é necessária a ação de uma força externa referida no texto como motor, que retira o elemento do seu lugar natural. Já o movimento natural se dá porque cada elemento busca o seu lugar natural. Por exemplo, uma pedra quando é solta move-se para baixo porque é constituída em maior proporção pelo elemento Terra cujo lugar natural é o centro do mundo, a esfera mais interna. Já a fumaça se dirige ao céu porque é constituída em maior parte do elemento Fogo cujo lugar natural é acima, a esfera mais externa. Para Aristóteles tanto o movimento natural como o violento são provocados por uma força, sendo que o natural era um movimento proveniente do próprio corpo na tentativa de reencontrar o seu lugar natural, e o movimento violento requeria a ação de uma força de fora do objeto. Aristóteles finaliza dizendo que qualquer corpo em movimento, natural ou violento, requer a atuação de uma força sobre ele.

Segue abaixo o outro texto de Aristóteles que diz respeito à continuidade do movimento.

TEXTO 2

Se dissermos que em tais casos o movente move ao mesmo tempo outra coisa, como o ar, e que este ao ser movido também move, então seria igualmente impossível que o ar continue em movimento sem que o movente originário esteja em contato e o mova, pois todas as coisas movidas teriam que estar em movimento e deixar de estar quando o primeiro deixe de movê-las (ARISTÓTELES, 1995, *apud* CAMPOS; RICARDO 2012, p. 7).

Questões exploratórias para o texto 2

1. Segundo o pensamento de Aristóteles acima, o que aconteceria se um corpo fosse jogado contra o ar?
2. O que pretende dizer Aristóteles com: “todas as coisas movidas teriam que estar em movimento e deixar de estar quando o primeiro deixe de movê-las”?

Sugestão de discussão

Segundo Aristóteles para que um corpo continue em movimento é necessária a ação de uma força contínua, se essa força parasse de atuar o movimento deixaria de existir, o que se resume no dito em latim: *Cessante causa cessat effectus* (Cessada a causa, cessa-se o efeito).

Para explicar a continuidade do movimento da pedra mesmo deixando de existir a força provocada pelo lançador, Aristóteles afirma que é o ar, “empurrado para os lados” pela pedra, que se desloca para trás dela e produz a força que a impulsiona, o que se evidencia no excerto “este ao ser movido também move”. O movimento provocado pelo ar seria violento. Durante a queda da pedra a força exercida pelo ar cessaria e o movimento passaria a ser natural com a pedra retornando ao centro do mundo, lugar natural do elemento Terra do qual a pedra é constituída em maior proporção.

3.1.2 Aula 2

Iniciam-se os trabalhos com os textos de Galileu, contendo um diálogo entre dois personagens fictícios da obra "Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo". Os personagens são Salviatti e Simplicio, este retratando o pensamento aristotélico e aquele o pensamento do próprio Galileu. Ao longo do diálogo Salviatti ajuda Simplicio a construir um pensamento voltado para o que ele defende. O texto prepara o leitor para o desenvolvimento do princípio da Inércia, e revê a explicação dada por Aristóteles à continuidade do movimento de um projétil como sendo atribuída ao ar.

ESTRUTURA DA AULA

Para trabalhar o texto de Galileu são propostos os passos a seguir: divide-se a turma em grupos, cada grupo realiza a leitura do texto em seguida os membros do grupo discutem entre si as questões exploratórias. Após o debate das questões, realiza-se uma encenação da fala dos dois personagens. O professor faz o papel de Salviatti retratando o pensamento de Galileu (pois ele poderá fazer adaptações na fala do personagem, entremeando-as com comentários se preciso) e um dos alunos fará o papel de Simplicio, ficando com o pensamento Aristotélico. O

professor assim como Salviatti para com Simplício irá ajudar o aluno a construir uma nova visão. É interessante que durante a encenação seja dada a liberdade para os alunos intervirem com seus próprios argumentos, isto é, “sair” do roteiro. No fim do diálogo cabe ao professor fazer um resumo sobre qual é o pensamento de Galileu, e o contexto histórico em que a obra foi escrita.

TEXTO 3

Professor - SALVIATTI: ... Diga-me agora: suponhamos que se tenha uma superfície plana lisa como um espelho e feita de um material duro como o aço. Ela não está horizontal, mas inclinada, e sobre ela foi colocado uma bola perfeitamente esférica, de algum material duro e pesado, como o bronze. Ao seu ver, o que acontecerá quando o soltarmos? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Aluno – SIMPLÍCIO: Não acredito que permaneceria em repouso; pelo contrário, estou certo de que rolaria espontaneamente para baixo... (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Professor – SALVIATTI: E por quanto tempo a bola continuaria a rolar, e quão rapidamente? Lembre-se de que eu falei de uma bola perfeitamente redonda e de uma superfície altamente polida, afim de remover todos os impedimentos externos e acidentais. Analogamente, não leve em consideração qualquer impedimento do ar causado por sua resistência à penetração, nem qualquer outro obstáculo acidental, se houver (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Aluno – SIMPLÍCIO: Compreendendo perfeitamente, e em resposta a sua pergunta digo que a bola continuaria a mover-se indefinidamente, enquanto permanecesse sobre a superfície inclinada, e com um movimento continuamente acelerado... (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Professor – SALVIATTI: Mas se quiséssemos que a bola se movesse para cima sobre a mesma superfície, acha que ela subiria? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Aluno – SIMPLÍCIO: Não espontaneamente; mas ela o faria se fosse puxada ou lançada para cima (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Professor –SALVIATTI: E se fosse com um certo impulso, qual seria seu movimento, e de que amplitude? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Aluno – SIMPLÍCIO: O movimento seria constantemente freado e retardado, sendo contrário à tendência natural, e duraria mais ou menos tempo conforme o impulso e a inclinação do plano fossem maiores ou menores (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 66).

Sugestão de discussão

O professor deve observar que por “tendência natural” Galileu se refere à “ação da gravidade”.

Professor – SALVIATTI: Muito bem, até aqui você me explicou o movimento sobre dois planos diferentes. Num plano inclinado para baixo, o corpo móvel desce espontaneamente e continua acelerando, e é preciso empregar uma força para mantê-lo em repouso. Num plano inclinado para cima, é preciso uma força para lançar o corpo ou mesmo mantê-lo parado, e o movimento impresso no corpo diminui continuamente, até cessar de todo. Você diria ainda que, nos dois casos, surgem diferenças conforme a inclinação do plano seja maior ou menor,

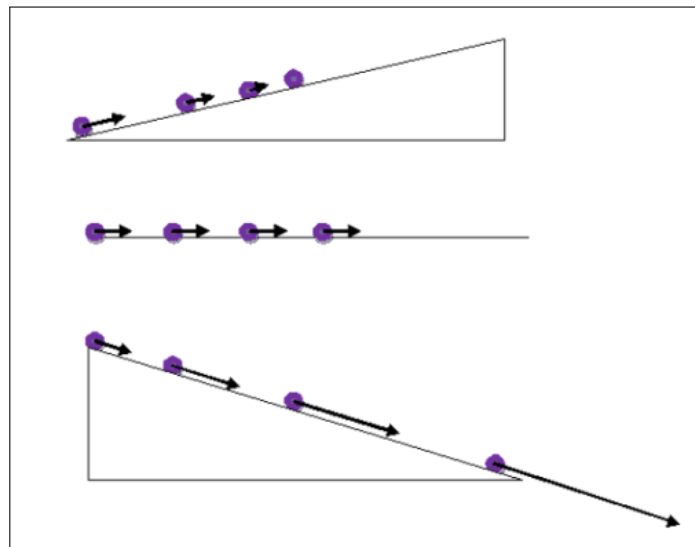
de forma que um declive mais acentuado implica maior velocidade, ao passo que, num aclave, um corpo lançado com uma dada força se move tanto mais longe quanto menor o aclave.

Diga-me agora o que aconteceria ao mesmo corpo móvel, colocado sobre uma superfície sem nenhum aclave nem declive.(GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Sugestão de discussão

Neste ponto é interessante que o professor faça um resumo do que foi exposto no diálogo até o momento, fazendo uma ilustração do experimento imaginário descrito pelos dois personagens (figura abaixo):

Figura 1 – Ilustração do experimento imaginário de Galileu



Fonte – (MENDONÇA, 2015)

No primeiro plano (aclive), após impulsionada a bola sobe e vai perdendo velocidade até que seja nula na altura máxima. No terceiro plano (declive), a bola escorrega sob ação da gravidade, sua velocidade aumenta enquanto houver declive, só parando se uma força detê-lo na queda. O plano do meio é a superfície sem nenhum aclave nem declive.

Aluno – SIMPLÍCIO: Aqui preciso pensar um instante sobre a resposta. Não havendo declive, não pode haver tendência natural ao movimento; e, não havendo aclave, não pode haver resistência ao movimento. Parece-me portanto que o corpo deveria naturalmente permanecer em repouso. Mas eu me esqueci; faz pouco tempo que Sagredo me deu a entender que isto é o que aconteceria (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

(Sagredo é um outro personagem fictício que faz parte do diálogo, agindo como mediador, sua fala não é de tão importância naquilo que busca o trabalho.)

Professor - SALVIATTI: Acredito que aconteceria se colocássemos a bola firmemente num lugar. Mas o que sucederia se lhe dêssemos um impulso em alguma direção? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Aluno – SIMPLÍCIO: Ela teria que se mover nessa direção (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Professor – SALVIATTI: Mas com que tipo de movimento? Seria continuamente acelerado, como no declive, ou continuamente retardado como no aclave? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Aluno – SIMPLÍCIO: Não posso ver nenhuma causa de aceleração, uma vez que não há aclave nem declive (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Sugestão de discussão

O professor poderá embasar a conclusão de Simplício por meio de um argumento matemático. No aclave este movimento é uniformemente retardado. No declive ele é uniformemente acelerado. Visto que a aceleração de queda ao longo de um plano inclinado é proporcional ao ângulo de inclinação, o que acontece se diminuirmos de cada vez o ângulo do aclave? O movimento ainda é retardado, mas as velocidades diminuem a taxas cada vez menores por unidade de tempo, isto é, o módulo da aceleração aproxima-se de zero. E o que acontece se diminuirmos de cada vez o ângulo do declive? O movimento ainda é acelerado, mas as velocidades aumentam a taxas cada vez menores por unidade de tempo, o módulo da aceleração aproxima-se de zero. O plano horizontal é o limite do plano do aclave ou do plano do declive quando essas inclinações são indefinidamente próximas de zero. Como os módulos das acelerações nos dois casos tendiam a zero, no plano horizontal será exatamente zero.

Professor – SALVIATTI: Exatamente. Mas se não há razão para que o movimento da bola se retarde, ainda menos há razão para que ela pare; por conseguinte, por quanto tempo você acha que a bola continuaria se movendo? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Aluno – SIMPLÍCIO: Tão longe quanto a superfície se estendesse sem subir nem descer (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Professor – SALVIATTI: Então se esse espaço fosse ilimitado, o movimento sobre ele seria também ilimitado? Ou seja, perpétuo? (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Aluno – SIMPLÍCIO: Parece-me que sim, desde que o corpo móvel fosse feito de material durável (GALILEU, 1953, *apud* NUSSENZVEIG, 2002. p. 67).

Sugestão de discussão

Em resumo, Galileu explica que um corpo, uma vez colocado em repouso sobre uma superfície horizontal perfeitamente plana e lisa, tende a permanecer em repouso a menos que haja uma força sobre ele. Se sobre este corpo, atuar uma força que tão logo cessa a sua atuação, ele permanecerá em movimento com velocidade constante na direção da reta em que a força foi aplicada. Em outras palavras, com este exemplo Galileu refuta Aristóteles ao concluir que não há necessidade de forças para manter um movimento retilíneo e uniforme. Galileu descobre o

princípio da inércia embora não o tenha expresso sob a forma de uma lei da natureza como fará René Descartes (1596 – 1650) e posteriormente de maneira concisa como Isaac Newton (1643 – 1727).

Questões exploratórias do texto 3

1. De acordo com diálogo, o que acontece com um corpo quando solto sobre uma superfície inclinada e quando é jogado em direção de subida da mesma? Será que a inclinação influencia no tipo de movimento do corpo?
2. De acordo com o pensamento de Galileu expresso por meio do diálogo, o que acontece com um corpo quando é colocado em uma superfície sem nenhum tipo de inclinação na qual o corpo esteja em repouso? E o que aconteceria com esse quando for aplicado uma força sobre ele?
3. Nas últimas fala de cada personagem a que tipo de superfície Galileu está se referindo?

3.1.3 Aula 3

São realizadas a leitura de excertos de Descartes. Iniciando-se com as leituras das duas leis da natureza de Descartes extraídas da obra *Princípios de Filosofia*, passando daí à explanação do autor sobre a dinâmica do movimento circular e a influência deste sobre o pensamento de Newton em suas abordagens iniciais do problema.

ESTRUTURA DA AULA

Para o trabalho de leitura com os textos de Descartes é necessário que o professor antes de tudo dê um tempo para que os estudantes façam uma breve leitura dos textos e respondam as questões exploratórias. Depois o professor deve refazer a leitura para toda turma, e ao término de cada texto o professor poderá tecer comentários pertinentes ao conteúdo dos textos.

TEXTO 4

A primeira lei da Natureza: cada coisa permanece no seu estado se nada o alterar; assim, aquilo que uma vez foi posto em movimento continuará sempre a mover-se. [...]. Por conseguinte, se vemos que uma parte da matéria é quadrada, ela permanecerá assim se nada vier alterar a sua figura; e se estiver em repouso, nunca se moverá por si mesma; mas, uma vez posta em andamento, também não podemos pensar que ela possa deixar de se mover com a mesma força enquanto não encontrar nada que atrase ou detenha o seu movimento. De modo que, se um corpo começou a mover-se, devemos concluir que continuará sempre em movimento [e que nunca parará por si próprio] (DESCARTES, 2006, p. 76).

Sugestão de discussão

Descartes formula em partes o Princípio da Inércia. O professor deve observar que quando Descartes usa o termo força no excerto “não podemos pensar que ela possa deixar de se mover com a mesma força enquanto não encontrar nada que atrase ou detenha o seu movimento.” não o usa no sentido newtoniano que se estuda ao se abordar a segunda lei de Newton do movimento. Ficará claro com a formulação newtoniana que a quantidade mantida no movimento é o momento linear. Descartes discorria sobre um princípio de conservação da força que segundo os termos por ele expressos apenas de forma qualitativa leva a concluir que se tratava do que hoje entendemos como o princípio de conservação do momento. Embora matemático, as ponderações de Descartes sobre a natureza não estavam baseadas em princípios matemáticos, o que só se dará categoricamente com Newton em seus Princípios Matemáticos da Filosofia Natural onde aparece pela primeira vez as famosas três leis do movimento.

TEXTO 5

A segunda lei da Natureza: todo corpo que se move tende a continuar o seu movimento em linha recta.

A segunda lei que observo na Natureza é que cada parte de matéria, considerada em si mesma, nunca tende a continuar o seu movimento em linha curva mas sim em linha recta [...]

É evidente que todo corpo que se move está determinado a mover-se em linha recta e não circularmente. Por exemplo, (Fig. 5) (...) esta pedra quando sai da funda segue em linha recta para C e nunca tende a mover-se para B. O que claramente nos mostra que qualquer corpo que se move circularmente tende constantemente a afastar-se do centro do círculo que descreve; até o sentimos com a mão quando giramos a pedra na funda porque a pedra estica e estende a corda para se afastar diretamente de nossa mão (DESCARTES, 2006, p. 77).

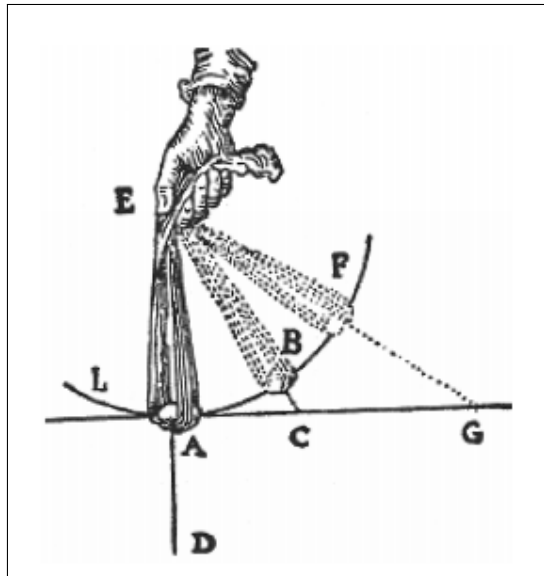
Sugestão de discussão

Descartes completa com a sua segunda lei todo o conteúdo presente no princípio da inércia. Em particular, especifica que o movimento natural de cada corpo é um movimento que se dá sempre ao longo de uma linha reta. Nota-se também que Descartes faz referência ao movimento em linha curva, para dizer que um corpo uma vez posto a circular não prossegue nesse movimento se a mão larga a funda, mas segue na direção da reta AC, sendo esta a linha que toca o círculo. Descartes identifica pois uma tendência a se afastar do centro E com a tendência inercial de continuidade retilínea do movimento pela tangente.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS DOS TEXTOS 4 E 5

1. Quais as circunstâncias em que se poderia observar a validade da primeira lei da natureza de Descartes?
2. De acordo com a segunda lei da natureza de Descartes qual a direção do movimento que é mantida na natureza?

Figura 2 – Descrição de Descartes a respeito do movimento circular



Fonte – (DESCARTES, 2006)

3. O que Descartes quer dizer quando escreve que todo “corpo que se move circularmente tende constantemente a se afastar do centro do círculo”?
4. De acordo com o pensamento de Descartes e a figura acima esboce a trajetória da pedra se esta fosse liberada no ponto B.

O texto a seguir, embora ocupe uma página bem mais adiantada daquela em que se encontra o texto 5 na mesma obra, ele serve como uma continuação do raciocínio de Descartes na investigação do movimento circular. É recomendado ao professor propor a sua leitura somente após respondidas as questões do texto 5. O texto 6 é acompanhado da mesma figura que aparece no texto 5

TEXTO 6

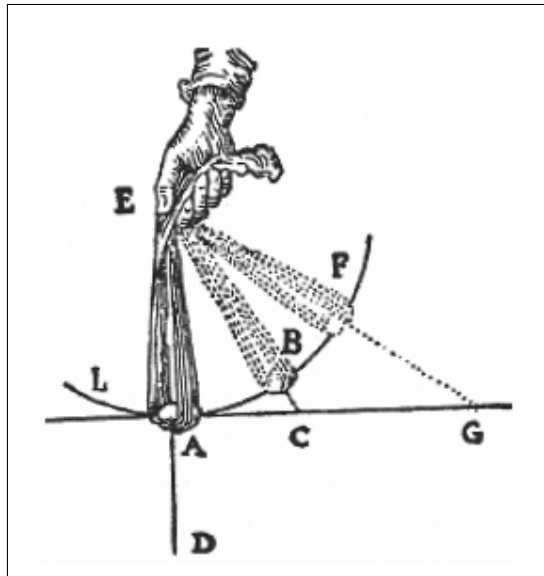
Finalmente, se em vez de considerarmos toda a força da sua agitação (da pedra) apenas prestássemos atenção a uma de suas partes, cujo efeito é impedido pela funda e que distinguimos de outra parte cujo efeito não é impedido desta maneira, diríamos que a pedra, estando no ponto A, tende apenas para D, ou que tende apenas a afastar-se do centro E seguindo a linha reta EAD (DESCARTES, 2006, p. 116).

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS DO TEXTO 6

1. Afinal, qual o rumo correto que a pedra deveria tomar se fosse liberada em A? a linha reta AC ? a linha reta AD ? ou um caminho resultante da combinação das duas retas?
2. Que relações você poderia estabelecer entre a pedra circulando presa a funda e um carro fazendo uma curva?

Sugestão de discussão

Figura 3 – Descrição de Descartes a respeito do movimento circular



Fonte – (DESCARTES, 2006)

No texto 5 Descartes identifica a tendência da pedra de se afastar do centro com uma tendência inercial, agora ele parece identificar a existência de uma tendência centrífuga não mais tangencial e sim radial. Segundo a investigação de Descartes, podemos entender que se a pedra fosse liberada em A pelo lado da funda que a prende, então ela seguiria no caminho da reta EAD. O que acontece aqui é o fato de que: ao raciocinar tal como exposto no texto 5, Descartes investiga o problema do ponto de vista de um referencial inercial, ao raciocinar conforme exposto no texto 6, Descartes investiga o mesmo problema agora do ponto de vista de um referencial não inercial. Descartes não consegue discernir entre um referencial e outro. Nem mesmo Newton, nos seus anos de juventude, quando começa a ler as obras de Descartes teve meios de bem compreender o que é uma força centrífuga. Esse é o momento oportuno para o professor colocar em discussão a questão do referencial inercial: o ponto de vista em relação ao qual a lei da inércia e por conseguinte as leis da física são válidas e ajudar os alunos a saberem diferenciar a força centrípeta da força centrífuga.

3.1.4 Aula 4

Discute-se a possível contribuição de Robert Hooke à Newton para uma verdadeira compreensão do problema do movimento orbital. A discussão em torno da dinâmica do movimento circular tem como objetivo principal esclarecer em que sentido se pode dizer que a Lua é um corpo em queda livre. A compreensão desta questão depende do princípio da inércia.

ESTRUTURA DA AULA

Para a leitura do texto 7 (fragmento de uma carta de Robert Hooke a Newton) a aula segue a estrutura abaixo:

Um dos alunos ficaria por ler a carta fazendo assim o papel de Hooke e o professor faria o papel de Newton, respondendo a carta muito tempo depois de acordo com o pensamento newtoniano em plena formação. Feito isso, ficaria como função do professor ler o texto 8 sobre “O Princípio da Inércia (Primeira Lei de Newton)”. Ao final de tudo aplicar questões que avaliem tudo o que se aprendeu ao longo das aulas. Antes da leitura do texto 7, recomenda-se ao professor que teça alguns comentários sobre a carta.

Sugestão de discussão

Em 24 de novembro de 1679, Hooke escreve uma carta cordial a Newton, convidando-o a comentar algumas de suas hipóteses, em especial que analise o movimento dos planetas, fazendo-se a suposição de que o movimento orbital resulta da combinação de uma tendência inercial em linha reta dirigido segundo a tangente e de uma tendência centrípeta (um movimento de atração em direção ao Sol). Newton que ainda tinha a noção enganosa de força centrífuga começa a refletir sobre as hipóteses lançadas por Hooke. Ele só comunicará os resultados de suas investigações no final de 1684 por meio de um manuscrito. Quando Hooke ouve falar desse manuscrito e de seus desdobramentos (os Principia), Hooke julga merecer pelo menos um agradecimento, algo que Newton sempre se recusaria a fazê-lo. Newton chegaria a admitir que a correspondência com Hooke o levava a refletir sobre o assunto, mas que sua dívida não passava disso.

TEXTO 7

[...] de minha parte considerarei como um grande favor se o Sr. me der o prazer de comunicar por cartas suas objeções contra qualquer hipótese ou opinião minha; e especialmente se me der a conhecer seus pensamentos sobre essa forma de compor os movimentos celestiais dos planetas de um movimento direto pela tangente e de um movimento de atração em direção a um corpo central (KOYRÉ, 1952, *apud* PORTO, 2015, p. 8).

Sugestão de discussão em sentido de resposta à carta de Hooke

Sua pergunta me fez refletir sobre o assunto, e após refletir bastante sobre ela posso afirmar que o movimento orbital dos planetas de fato resulta da combinação de um movimento inercial segundo a direção da reta tangente como manda a minha primeira lei e de uma força centrípeta de ir em direção ao Sol, fornecida pela minha lei da gravidade. Ainda posso afirmar que as órbitas de Mercúrio, Vênus e os outros planetas em torno do Sol, são fenômenos da mesma natureza que a órbita da Lua em torno da Terra, e, portanto dependem de causas do

mesmo tipo. Assim, a Lua é atraída constantemente pela força gravitacional da Terra, ao passo que tende a escapar de sua atração por inércia segundo a tangente. Dessa maneira, podemos dizer que a Lua cai, no sentido de que se desvia sempre da linha reta que percorreria por inércia se não atuasse sobre ela a força da gravidade. Resumo dizendo que as leis do movimento são válidas tanto para os corpos terrestres como para os corpos celestes.

Lei 1. Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.

Os projéteis continuam em seus movimentos enquanto não são retardados pela resistência do ar, ou impelidos para baixo pela força da gravidade. Um pião cujas partes, por sua coesão, são continuamente afastados dos movimentos retilíneos não interrompe sua rotação, a menos que seja retardado pelo ar. Os corpos maiores dos planetas e cometas, deparados com menos resistência nos espaços mais livres, preservam seus movimentos, tanto progressivo como circulares, por um tempo muito mais longe. (NEWTON, 2008, *apud* MONTEIRO, 2014)

Sugestão de discussão

Como se nota na Primeira Lei de Newton, é como se fosse a junção das duas forças da Natureza de Descartes. Newton relata que se um corpo está em repouso permanece em repouso a menos que nele seja aplicado uma força.

Ele também afirma que se um corpo estiver se movendo tende a prosseguir em Movimento Retilíneo Uniforme a menos que uma força mude esse estado.

Exemplo: Se um passageiro estiver em um ônibus em repouso em relação ao solo e o mesmo é acelerado bruscamente para frente, a pessoa é projetada para trás em relação ao ônibus, pois o passageiro por inércia tende a permanecer em seu estado de repouso em relação ao solo. Mas se o ônibus estiver em movimento em linha reta com velocidade constante em relação ao solo e é freado, a pessoa que está em pé dentro dele se não estiver segurando em nada, será projetada para frente, pois (por inércia) tende a continuar em movimento em relação ao solo.

Como se nota no texto, Newton consegue quebrar em definitivo com o pensamento aristotélico e unir o mundo sublunar com mundo supralunar, afirmando que as leis do movimento são válidas tanto para o mundo terrestre quanto para o celeste. Ou seja, as mesmas leis da mecânica que servem para descrever o movimento dos corpos aqui na Terra são as mesmas para descrever os movimentos dos planetas.

Questionário:

1. Qual a diferença entre o pensamento de Aristóteles e o de Newton a respeito do Princípio da Inércia?

2. O que aconteceria em nosso cotidiano se o princípio de Aristóteles fosse válido?
3. Em que sentido podemos dizer que a Lua está caindo uma vez que não a vemos aproximar-se de nós?

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta pode proporcionar para o professor uma nova maneira de se ensinar Física, por meio da investigação e interpretação; além de se adaptar aos documentos norteadores do ensino de ciências e Física na educação básica que fazem menção da utilização da história da ciência. O método criado acima é uma maneira de como pode ser inserido a História da Ciência em sala de aula, que é feito por meio de textos histórico-científicos.

O professor ao aplicar o método acima pode se deparar com obstáculos que ainda estão presente no ensino médio, como a dificuldade de leitura desses alunos trazida desde o ensino fundamental. Isso pode acarretar em uma má interpretação dos textos trabalhados, dificultando assim o aprendizado. A utilização de textos histórico-científicos além de ensinar dado conceito auxilia o aluno na parte da leitura, e ainda cria entre os estudantes uma troca de opiniões e ajuda na parte da argumentação.

O professor se achar necessário, pode adaptar esse método de acordo com a sala, pois sabemos que cada turma possui características diferentes, mas sem fugir da parte da leitura, pois o professor mesmo ensinando conceitos físicos também tem que ser professor de leitura.

Além de lidar com o conteúdo de Física, o método também trabalha a leitura e interpretação de texto, dando mais um suporte para o professor, além de mostrar que a Física não se resume apenas às resoluções de exercícios.

Essa proposta de utilizar textos histórico-científicos pode despertar nos alunos uma nova maneira de se enxergar a Física, trazendo uma dinâmica para sala de aula por meio da construção de certa ideia.

A proposta traz como aprendizagem para o docente, que se pode trabalhar os conteúdos de Física fugindo do método tradicional no qual o professor é o único sujeito ativo no processo de ensino aprendizagem. Já para o aluno, traz uma nova experiência de aprendizagem, trabalhando a interação em equipe, além do diálogo entre professor-aluno e aluno-professor que a proposta proporciona nas aulas.

REFERÊNCIAS

- BOLIVAR, A. O. Realmente se ensina física no Brasil?. **CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS**, n. CBPF-CS-007/03, p. 1–13, 2003. Disponível em: <http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/cs00703.2010_08_13_15_21_15.pdf>. Acesso em: 15 Set. 2019.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 29 Jul. 2019.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 10 Set. 2019.
- CAMPOS, A.; RICARDO, C. A complexidade do movimento local na física aristotélica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 3601–1–3601–08, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n3/a18v34n3.pdf>>. Acesso em: 26 Out. 2019.
- CARVALHO, A. M. P. d. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, n. 55, p. 9–16, 1992. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1852/1823>>. Acesso em: 10 Set. 2019.
- CARVALHO, A. M. P. D.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. D. S.; PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**. São Paulo: Coleção Ideias em Ação, 2010.
- CASTRO, R. S. d.; CARVALHO, A. M. P. d. História da ciência: Investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 225–237, 1992. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7394/6787>>. Acesso em: 07 Out. 2019.
- DESCARTES, R. **Princípios de Filosofia**. Lisboa/portugal: Edições 70, 2006.
- JUNIOR, O. F.; FILHO, M. M.; VALLE, A. L. d. Uma exposição didática de como Newton apresentou a força gravitacional. **Física na Escola**, v. 5, n. 1, p. 25–31, 2004. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol05-Num1/v5n1a091.pdf>>. Acesso em: 30 Out. 2019.
- MATTHEWS, M. História e filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>. Acesso em: 16 Jul. 2019.
- MENDONÇA, D. A. d. **Os Principia de Newton: uma leitura de seus conceitos e princípios fundamentais**. 2015. 56 f. Monografia (graduação) — Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - Universidade Estadual do Ceará, Iguatu - CE, 2015. Disponível em: <<http://www.uece.br/fisicaiguatu/index.php/monografias>>. Acesso em: 26 Out. 2019.
- MONTEIRO, M. M. **Inércia e Natureza da Ciência no Ensino de Física: uma sequência didática centrada no desenvolvimento histórico do conceito de inércia**. 2014. 232 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/19489/1/MidiaMedeirosMonteiro_DISSERT.pdf>. Acesso em: 26 Out. 2019.

NUSSENZVEIG, M. **Mecânica 1**: Curso de física básica. 4ª ed. ed. São paulo: Edgard Blucher, 2002.

PEDUZZI, L. O. Q. Força e movimento na ciência curricular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 2, p. 87–93, 1992. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a15.pdf>>. Acesso em: 30 Out. 2019.

PORTO, C. Breve histórico da dinâmica newtoniana do movimento curvilíneo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1602–01–1602–14, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n1/0102-4744-rbef-37-01-1602.pdf>>. Acesso em: 26 Out. 2019.

SEPINI, R. P.; MACIEL, M. D. A história da ciência no ensino de ciências: O que pensam os graduandos em ciências biológicas. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 6, n. 2, p. 97–114, 2016. Disponível em: <[publicacoes.unigranrio.edu.br\T1\guilsinglrightindex.php\T1\guilsinglrighttreem\T1\guilsinglrightarticle\T1\guilsinglrightdownload](http://publicacoes.unigranrio.edu.br/T1\guilsinglrightindex.php\T1\guilsinglrighttreem\T1\guilsinglrightarticle\T1\guilsinglrightdownload)>. Acesso em: 30 Out. 2019.

STUDART, N. Professor ‘ricardo’ feynman: Contribuições ao ensino de física. **Física na Escola**, v. 16, n. 2, p. 10–17, 2018. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol16-Num2/a03-low.pdf>>. Acesso em: 13 Ago. 2019.