

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO -  
GRANDE DO NORTE  
IFRN *CAMPUS* SANTA CRUZ  
DIRETORIA ACADÊMICA  
LICENCIATURA EM FÍSICA**

Wisllane de Oliveira Silva

**ABORDAGEM HISTÓRICA NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO  
ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS**

**SANTA CRUZ - RN  
2017**

**WISLLANE DE OLIVEIRA SILVA**

**ABORDAGEM HISTÓRICA NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO  
ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS**

Monografia apresentada à  
Coordenação do Curso de Licenciatura  
em Física do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia do Rio  
Grande do Norte (IFRN) – *Campus*  
Santa Cruz, em cumprimento às  
exigências legais como requisito parcial  
à obtenção do título de Licenciado em  
Física.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Lenina Lopes  
Soares Silva

**Co-orientador:** Prof. Ms. Ubaldo  
Fernandes de Almeida

**SANTA CRUZ - RN  
2017**

Divisão de Serviços Técnicos.

Catálogo da publicação na fonte.

IFRN/SC / Biblioteca Mons. Raimundo Gomes Barbosa

Silva, Wisllane de Oliveira

Abordagem histórica no ensino das leis de Newton no ensino médio: uma análise de livros didáticos / Wisllane de Oliveira Silva. – Santa Cruz, 2017.

66 f.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lenina Lopes Soares Silva

Monografia (Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte).

WISLLANE DE OLIVEIRA SILVA

**ABORDAGEM HISTÓRICA NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO  
ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – *Campus* Santa Cruz, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, pela seguinte Banca Examinadora:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Lenina Lopes Soares Silva – Orientadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

---

Prof. Me. Ubaldo Fernandes de Almeida – Co-orientador  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

---

Prof<sup>a</sup>. M.<sup>a</sup> Rita de Cássia Rocha – 1<sup>a</sup> Examinadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

---

Prof. Me. Roney Roberto de Melo Souza – 2<sup>o</sup> Examinador  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho, especialmente, aos meus pais, aos demais familiares, aos professores e a todas as pessoas que verdadeiramente torceram por mim e que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para este importante momento. A todos vocês meu respeito, carinho e agradecimento. Ao senhor Jesus Cristo toda honra e glória!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, a Jesus e ao Espírito Santo, autores da minha vida e que, com benevolência, permitiram este importante momento em minha vida. Como prometido: Porque eu, o senhor, teu Deus, te tomo pela tua mão direita e te digo: Não temas, que eu te ajudo. (Isaías, 41:13)

Agradeço aos meus pais, Erivan e Jacileide, à minha irmã e aos demais familiares próximos que me apoiaram, acreditaram em mim. Meus agradecimentos em especial aos meus pais que são exemplos de honestidade, humildade e que sempre me mostraram que a fé em Deus, a perseverança, a bondade e a honestidade são coisas que devemos sempre carregar em nossos corações e sempre me ensinaram os bons caminhos da vida. Aos meus pais, muito obrigado, por todo incentivo em prosseguir os estudos! Agradeço a meu pai que me aconselhou a não deixar o curso de Física antes de concluí-lo.

A cada palavra de apoio, companheirismo de Joiceane Pessoa enquanto eu escrevia o TCC.

Aos amigos e colegas de turma, agradeço o companheirismo e ajuda de cada um.

À professora Maria Emília Barreto Bezerra, o Professor Luiz Jorge Negri em nome dos quais agradeço aos demais professores do Curso de Licenciatura em Física do IFRN *Campus* Santa Cruz.

A todo aprendizado que tive durante o período no qual fui bolsista do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), aos coordenadores do programa no *Campus* Santa Cruz, Maria Emília Barreto Bezerra e Francisco Aldrin Armstrong Rufino.

Agradeço a minha orientadora Lenina Lopes Soares Silva pela paciência e dedicação para comigo, pelas palavras de apoio, pela sabedoria em me guiar nessa etapa de curso.

Aqui meu agradecimento ao Prof. Me. Ubaldo Fernandes de Almeida – Co-orientador pela ótima contribuição em suas orientações para o melhor deste trabalho

À banca examinadora, na pessoa de pedagoga Me. Rita de Cássia Rocha e ao professor Roney Roberto de Melo Souza por aceitarem o convite em fazer parte dos avaliadores desta monografia.

A todos, meu respeito e gratidão!

As flores brotam e morrem, as estrelas brilham, mas um dia se apagarão. Tudo morre! A Terra, o Sol, a Via Láctea e até mesmo todo esse universo não é exceção. Comparado a isso a vida do homem é tão breve e fugidia quanto o piscar de um olho. Nesse curto instante os homens nascem, riem, choram, lutam, sofrem, festejam, lamentam, odeiam pessoas e amam outras. Tudo é transitório! (Masami Kurumada)



## RESUMO

Esta monografia apresenta reflexões acerca de abordagem histórica das Leis de Newton para o ensino de Física no Ensino Médio. O trabalho foi desenvolvido por meio de um estudo bibliográfico sobre esse conteúdo tendo como empiria a análise de livros didáticos adotados nas Escolas Estaduais na região do Rio Grande do Norte denominada de Microrregião da Borborema Potiguar. Tem como finalidade apresentar os pontos positivos dessa estratégica didática, mostrando a Física de uma forma humanizada e a análise de como é essa abordagem histórica em dois livros didáticos utilizados pelos alunos de Ensino Médio. Sendo assim, a resistência dos alunos à Física foi um ponto considerado para mostrar como essa Ciência pode ser apreendida e aprendida por eles. Salientamos que a literatura consultada sugere novas formas de ensinar necessárias para possibilitar aos alunos se envolverem com essa disciplina. Assim, partilhamos, neste trabalho, da compreensão de que a trajetória histórica dessa ciência com ênfase nas ideias de Newton são caminhos para melhorar o ensino de Física tendo como abordagem a história de suas formulações teóricas. Fazemos um estudo sobre essa forma de ensino mostrando a evolução do pensamento sobre o movimento dos corpos que vem desde a filosofia dos gregos antigos até chegar ao método científico. Consideramos que os livros didáticos trazem elementos para reflexão sobre a abordagem histórica, embora de forma tímida, por isso, defendemos a partir dos estudos realizados que essa prática pode despertar nos alunos maior interesse pela disciplina por suas grandes descobertas e relevância para a humanidade.

**Palavras-chaves:** Abordagem histórica. Metodologia. Leis de Newton. Livro Didático.

## **ABSTRACT**

This monograph presents reflections about the historical approach of Newton's Laws to the teaching of Physics in High School. The study was carried out by means of a bibliographic study about this content, based on the analysis of textbooks adopted in the State Schools in the region of Rio Grande do Norte called Borborema Potiguar Microregion. Its purpose is to present the positives of this didactic strategy, showing physics in a humanized way and the analysis of how this historical approach is used in two textbooks used by high school students. Thus, students' resistance to physics was a considered point to show how this science can be apprehended and learned by them. We emphasize that the literature consulted suggests new ways of teaching necessary to enable students to get involved with this discipline. Thus, we share, in this work, the understanding that the historical trajectory of this science with emphasis on the ideas of Newton are ways to improve the teaching of Physics taking as an approach the history of its theoretical formulations. We do a study on this form of teaching showing the evolution of thought on the movement of bodies that comes from the philosophy of the ancient Greeks until arriving at the scientific method. We believe that textbooks bring elements for reflection on the historical approach, although in a timid way, so we defend from the studies carried out that this practice can awaken in the students a greater interest in the discipline for its great discoveries and relevance for humanity.

**Keywords:** Historical Approach. Newton's Laws. School Textbooks.

## LISTA DE FIGURAS

<b>1</b>	Formulário de análise de livro didático adaptado para o tema deste trabalho.	<b>12</b>
<b>2</b>	Exemplo da 1ª Lei de Newton. As pessoas dentro de um automóvel são jogadas para frente quando o automóvel diminui a velocidade: um corpo em movimento tende a continuar em movimento.	<b>23</b>
<b>3</b>	Dois corpos em contato gerando um par de forças, Ação e Reação.	<b>26</b>
<b>4</b>	Sistema Simplificado dos movimentos planetários de Ptolomeu	<b>28</b>

## **LISTA DE QUADRO**

QUADRO 1 - informações dos livros analisados para este trabalho.

## **LISTA DE SIGLAS**

- HCF – História da Ciência e Filosofia
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 RELATO METODOLÓGICO: COMO FOI REALIZADA A PESQUISA E O REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE DE LIVRO DIDÁTICO .....	18
2.1.1 Pesquisa Bibliográfica .....	18
2.1.2 Análise de Livro Didático.....	30
3 POR UMA ABORDAGEM HISTÓRICA NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO MÉDIO .....	32
3.1 O ENSINO MÉDIO NO BRASIL E O ENSINO DE FÍSICA .....	32
3.2 ISAAC NEWTON NA HISTÓRIA DA FÍSICA .....	35
3.3 AS LEIS DE NEWTON.....	38
3.3.1 Primeira Lei de Newton (o Princípio da Inércia) .....	39
3.3.2 Segunda Lei de Newton (o Princípio Fundamental da Dinâmica) .....	42
3.3.3 Terceira Lei de Newton (o Princípio da Ação e Reação) .....	44
3.3.4 Lei da Gravitação Universal .....	45
4 ABORDAGEM HISTÓRICA DAS TRÊS LEIS DE NEWTON EM UMA ANÁLISE DE LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO.....	50
4.1 POR QUE ANALISAR A ABORDAGEM HISTÓRICA NO LIVRO DIDÁTICO?.....	50
4.1.1 Análise de livro didático – 1 .....	50
4.1.2 Análise de livro didático – 2 .....	55
4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	61
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
REFERÊNCIAS.....	65

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é uma ciência dinâmica e totalmente útil para a humanidade por suas descobertas. Esse ramo das ciências devia ser visto pelos alunos como atrativo, mas, quando nos deparamos com a realidade observamos algo totalmente diferente: há uma rejeição por parte dos alunos tanto ao ensino quanto à aprendizagem de Física.

Assim, ensinar Física no Ensino Médio no Brasil, a jovens a partir de 14 anos de idade tem sido um desafio que levou a busca de novas formas de ensinar seus conteúdos. Estudos e observações desse ensino tem levado professores a afirmar que transmitir os conteúdos relacionando-os apenas com a Matemática que é a linguagem da Física é um dos fatores que contribuem para a grande rejeição a essa última. Essa repugnância à Física está relacionada com a rejeição aos procedimentos matemáticos porque esses se apresentam aos alunos fora do contexto de elaboração científica.

Foi vivenciando esse problema como aluno de Ensino Médio em Escola Pública e como estudante de Física no Ensino Superior que comecei a refletir sobre novas metodologias tais como: experimentação, o uso de novas tecnologias como algumas estratégias didáticas que poderiam ser usadas para obtenção de melhores resultados. Sobre a necessidade inovações metodológicas Oliveira diz que

A inovação pedagógica, hoje, é imprescindível na prática docente, uma vez que não se concebe mais aulas expositivas e discursivas, onde o aluno apenas recebe o conhecimento e o pratica através de exercícios repetitivos. Inovar é, antes de tudo, buscar novas metodologias de ensino que levem o aluno a questionar, a construir seu próprio conhecimento. E, para tanto, o professor precisa lançar mão de recursos diferenciados. (OLIVEIRA, 2011, p. 10).

Contudo, observamos também que poderíamos acrescentar ainda mais ao ensino de Física, daí veio à ideia de estudarmos a construção histórica da Física como ciência com vistas a utilizar a história como abordagem de ensino.

Em nosso estudo fazemos um recorte nessa ciência e apresentamos a abordagem histórica como metodologia para ensinar as Leis de Newton no

Ensino Médio. Trazemos como objeto de reflexão uma análise de livros didáticos por ser esse o instrumento mais utilizado em sala de aula dessa etapa de ensino no Rio Grande do Norte, pois em suas salas de aula faltam geralmente professores com formação em Física. Assim, essa análise é utilizada para oferecer conhecimento sobre a existência ou não dessa abordagem histórica nesses livros do Ensino Médio. Nessa análise verificamos como cada livro didático aborda a evolução histórica dos primeiros pensamentos às descobertas de Newton para o movimento dos corpos.

O objetivo de estudo dessa análise se constituiu no decorrer da Licenciatura em Física ao observar que vários pensamentos científicos vão se complementando e são estudados posteriormente e se unem à novas ideias formando, a evolução do conhecimento, semelhante à construção de uma parede: é descoberta após descoberta, é tijolo após tijolo.

Este estudo, portanto, consiste de uma pesquisa bibliográfica e se debruça sobre autores e trabalhos acadêmicos que discutem a abordagem histórica como metodologia de ensino.

Visualizamos de antemão que as Leis de Newton são importantes no entendimento da mecânica clássica, e que entendê-las é fundamental para que o aluno possa desenvolver seu conhecimento na área. No entanto, é preciso que ele compreenda sua dinâmica na história da ciência, desde o pensamento filosófico grego, até o método científico no qual se busca respostas para: Por que os corpos se movimentam? Por que eles caem? Há uma evolução desse conhecimento até a elaboração das Leis de Newton?

Especificamente, isso servirá para mostrar que a Física não é uma ciência inalcançável e que pode ser estudada e observada por todos, pois suas descobertas não foram obras, apenas, da genialidade de Newton e de outros vários físicos renomados. E ainda, para apresentar uma Física humana e feita por homens que estudaram, pesquisaram e experimentaram com muita dedicação e perseverança os estudos anteriores a eles.

Como o assunto do nosso trabalho remete a época dos famosos filósofos gregos justificamos esse longo retorno por acreditarmos que a história permite ensinar de um jeito mais dinâmico a Física humanizada que deve ser apresentada aos alunos do nosso Ensino Médio. No sentido em que os mesmos desenvolvam suas aptidões científicas, destacando-se que as



fórmulas matemáticas são resultados do desenvolvimento de ideias e de teorias que necessitam dessas para serem comprovadas por suas representações, cálculos e artefatos tecnológicos. A Física é uma ciência do cotidiano observada nos mais simples afazeres do dia a dia e não apenas existente na mente dos grandes gênios ou nos laboratórios mais modernos.

O objetivo geral desta monografia é apresentar essa evolução histórica como ferramenta de abordagem para o ensino de Física, de uma forma menos mecanizada e, repetimos mais humanizada. Isso mostrará aos professores novas formas de ensinar Física, no caso deste trabalho exemplificamos pelas Leis de Newton.

Temos ainda como objetivos específicos:

- a) Discutir o Ensino Médio no Brasil e o ensino de Física nessa etapa da Educação Básica na qual se estuda de forma mais abrangente as Leis de Newton. Apresentamos a importância de Isaac Newton para a Física com suas descobertas, com o uso do método científico, mostrando um pouco as bases que ele usou para alcançar tais resultados, como: os estudos de Galileu Galilei, as Leis de Kepler, além de ser mostrado neste trabalho um pouco da vida do cientista e homem Isaac Newton.
- b) Analisar a abordagem histórica apresentada em livros didáticos do 1º Ano do Ensino Médio, observando como essa abordagem ocorre, para mostrar que as Leis de Newton não foram descobertas instantâneas feitas por ele, mas resultantes de seus estudos em outros pensadores sobre o tema, mostrando assim, uma Física mais humanizada.

Este trabalho é estruturado em cinco partes: a introdução, a metodologia e o referencial teórico e as considerações finais, além dos elementos pré e pós-textuais.

A segunda parte é a metodologia na qual mostramos como este trabalho se desenvolveu, se embasando em uma pesquisa bibliográfica e o formulário adaptado para a análise de livro didático.

Na terceira discutimos as Leis de Newton no Ensino Médio, o ensino de Física, além de discorrer um pouco acerca da importância de Newton e de suas Leis sobre o movimento. Concluímos essa parte mostrando o quanto é

relevante o ensino de aspectos históricos no ensino das Leis de Newton no Ensino Médio.

Na quarta parte prosseguimos com a análise de dois livros didáticos utilizados no 1º ano do Ensino Médio.

Por fim, apresentamos as considerações finais sobre o trabalho por nós realizado mostrando como a abordagem histórica para o ensino de Física pode ser substancial quando aplicada no Ensino Médio.

## **2 RELATO METODOLÓGICO: COMO FOI REALIZADA A PESQUISA E O REFERENCIAL TEÓRICO**

Este trabalho de pesquisa mostra uma estratégia de ensinar Física (as Leis de Newton) de uma forma diferente do método tradicional e mecanizado.

Após a escolha desse tema e da formulação dos objetivos geral e específicos continuamos a pesquisa bibliográfica. Nessa etapa vimos como é dividido o ensino de Física utilizando como fonte de informações as Diretrizes Curriculares Nacionais. (BRASIL, 2013). Vimos também vários autores sobre o tema aqui tratado que estudam como esse assunto é apresentado no Ensino Médio e como são ali ensinados os conteúdos de Física

Em seguida, pesquisamos um pouco da vida dos cientistas famosos por vários estudos realizados e que levaram Isaac Newton a ser considerado um dos maiores estudiosos da Física já conhecido. Essa busca bibliográfica nos conduziu ao ponto de salientar, neste trabalho: o que representa Newton na história da Física? O que disseram alguns autores sobre a sua infância, o que ele foi e é para a Ciência? A importância desse genial cientista que com esforço e dedicação é modelo de inspiração até os dias contemporâneos?

Prosseguimos a pesquisa bibliográfica do trabalho buscando explicações sobre as quatro leis: Lei da Gravitação Universal; O princípio da Inércia; O princípio Fundamental da Dinâmica; O princípio da Ação e Reação, bem como suas fórmulas, conceitos e algumas ideias antecessoras.

Prosseguimos para uma pesquisa de campo para encontrar os livros didáticos de Física mais utilizados nas Escolas Estaduais de Ensino Médio para verificarmos a presença ou não de abordagem histórica nesses livros.

Conseguimos selecionar dois livros de coleções distintas que são utilizados no 1º Ano do Ensino Médio na maioria das Escolas Estaduais da Microrregião da Borborema Potiguar, onde se situa o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, no qual cursamos a Licenciatura em Física. A seguir a Figura 1 com informações referentes aos livros analisados neste trabalho.

Figura 1 - Quadro de Referências dos livros analisados neste trabalho.

Nº	REFERÊNCIAS
01	MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. <b>Curso de Física</b> . São Paulo: Scipione, 2010.
02	TORRES, Carlos Magno A; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. <b>Física Ciência e Tecnologia</b> . 2. Ed. – São Paulo: Moderna, 2010.

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Durante a análise da abordagem histórica procuramos observar o que esses livros oferecem para possibilitar ao professor trabalhar em sala de aula, fatores históricos sobre ideias que na constituição das Leis de Newton foram fundamentais para questionamentos como as causas dos movimentos dos corpos.

Desse modo, diante da ideia de se abordar a história que envolveu a formulação, por Isaac Newton, das famosas leis sobre o movimento dos corpos, foi necessário uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em autores que defendem o uso dessa metodologia no ensino de Física e também de critérios de análise de livros didáticos sobre o que expomos no item 2.1.

## 2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE DE LIVRO DIDÁTICO

A exposição que relata os procedimentos metodológicos desenvolvida nesse item tem dois subitens: pesquisa bibliográfica e análise de livro didático como forma de demonstrar como será desenvolvida a pesquisa em termos investigativos e de fundamentação tanto teórica quanto prática respectivamente.

### 2.1.1 Pesquisa Bibliográfica

Este subitem mostra como foi feito este trabalho, quais recursos foram usados, mostra também como foi feita a pesquisa, autores e citações que embasam as discursões aqui propostas. Diante da ideia de se abordar a

história que envolveu a formulação, por parte de Isaac Newton, das famosas leis sobre o movimento dos corpos com vistas a seu ensino no Ensino Médio, fizemos uma pesquisa bibliográfica sobre o tema. Essa etapa do trabalho foi de extrema importância, pois nela está contida boa parte do embasamento teórico para a realização deste trabalho. Sobre a necessidade da pesquisa bibliográfica Amaral (2007) diz:

A pesquisa bibliográfica é uma etapa fundamental em todo trabalho científico que influenciará todas as etapas de uma pesquisa, na medida em que der o embasamento teórico em que se baseará o trabalho. Consistem no levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações relacionadas à pesquisa. É imprescindível, portanto, antes de todo e qualquer trabalho científico fazer uma pesquisa bibliográfica exaustiva sobre o tema em questão. (AMARAL, 2007, p. 1).

O ensino de disciplinas que envolvam cálculos matemáticos é, normalmente, visto pelos alunos do Ensino Médio como disciplinas difíceis, sem usos práticos no dia a dia e que não carecem de leitura. Essa realidade contribui para a rejeição por parte de muitos alunos à Física.

Diante disso, julgamos necessário novas formas e alternativas metodológicas para ensinar Física aos alunos do Ensino Médio para desabrochar a curiosidade científica que os mesmos possuem. Alternativas como a utilização de aspectos históricos no ensino de ciências é apresentada como estratégia para que os alunos tenham maior compreensão dos conceitos científicos. Isso requer leitura e pesquisa bibliográfica.

Para Matthews:

A tradição contextualista assevera que a história da ciência contribui para o seu ensino porque: (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência -a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente. (MATTHEWS, 1995, p. 172-173).

Matthews mostra na citação que esse método tem vários pontos positivos, desde a motivação dos alunos, passando por humanizar a disciplina, ponto que já foi mencionado nesta pesquisa, além de mostrar o dinamismo e mudanças na ciência, enfim, que a ciência é dinâmica e não acabada, está sempre em construção.

A pesquisa bibliográfica também sedimentou nossos estudos sobre os movimentos. Isso nos serviu para mostrar que ao se trabalhar com a abordagem histórica no nosso caso, com as leis de Newton, se trabalha com uma evolução de pensamento, que parte do pensamento filosófico, por exemplo, o pensamento aristotélico, passando pelo surgimento do método científico e uma nova forma de se explicar a natureza, com observação, experimentação, coleta e análise de dados. Com isso podemos compreender que toda ideia por trás das leis não surgiram do nada, mas que foram resultados de uma evolução no pensamento com a adesão e sistematização de novos dados científicos. Assim, podemos inferir que qualquer ser humano pode ser capaz de fazer descobertas científicas, pois essas são resultados de esforço e muita dedicação dos cientistas.

Vimos que apesar de sua genialidade, Isaac Newton não era um extraterrestre, mas um ser humano "normal". Pereira (2011) colabora com essa reflexão e justifica a utilização desse método como forma de mostrar uma Física que não se resume a problemas matemáticos, mas uma Física "humana", focando também num "além ensino" mecanizado, para esclarecer que a Física pode ser "humanizada" sem cientistas mirabolantes reinventando o mundo, mas, sim pessoas normais, interessadas pela Ciência e com objetivos bem elaborados pairando sobre suas cabeças. (PEREIRA, 2011 p. 6,). Essa Física "humanizada" citada por Pereira não ensina apenas fórmulas que possam causar desconforto nos alunos é vista por nós como uma ciência que está ao nosso alcance, que está presente nas nossas vidas de forma perceptível e compreensível. Assim, reconhecemos que o homem se diferencia das outras espécies pela capacidade espetacular de ser um pensante. Essa capacidade possibilitou ao homem não permanecer sempre o mesmo, vivendo de uma mesma forma e acreditando sempre nas mesmas coisas. A capacidade de pensar, de questionar, e claro, a curiosidade e o desejo de conhecimento fez com que o homem observasse e estudasse o mundo em que vive e nesse

mundo a Física é um dos conhecimentos imprescindíveis para a compreensão da ciência com sentido histórico.

Com essas perspectivas, abordamos a evolução do pensamento humano que resultou nas Leis de Newton que esclarecem porque nos movimentamos. Sendo assim, a pesquisa bibliográfica nos levou a entender que é bastante produtivo mostrar aos alunos do Ensino Médio que a Física e suas leis e conceitos estão presentes no nosso cotidiano.

A Física ensinada em uma abordagem histórica nos permite compreender que muitas coisas que são ensinadas pelos mais velhos ou aprendidas em um ato realizado diariamente, como por exemplo: abrir os vidros do carro para resfriar o ambiente no interior, porque esses fechados impedem que os raios ultravioletas deixem o interior do carro, acontecendo um fenômeno chamado de efeito estufa, conceito desenvolvido pela Física. Esse conhecimento pode ser adquirido pelo senso comum, pela vivência, observando o cotidiano é semelhante ao que fizeram os pensadores gregos que ao observa um corpo caindo, o ar subindo no cotidiano começaram a querer uma explicação para isso, e, sem o método científico formularam seus conceitos para esses fenômenos.

A Física como estudo da natureza esteve sempre e está presente em ações simples do dia a dia. Não omitir isso aos alunos mostrará que, assim como fizeram os gregos, eles também podem buscar entender a Física no cotidiano. O pensamento filosófico fez parte da evolução da Física. Matthews diz: “uma questão filosófica é a natureza da física clássica (newtoniana) e sua relação com o senso comum e a observação.” (MATTHEWS, 1995, p. 168).

Já Pereira (2011) em seu trabalho intitulado: As leis de Newton: uma abordagem histórica na sala de aula relata que baseou seu trabalho em um estudo histórico sobre o desenvolvimento da mecânica Newtoniana. (PEREIRA, 2011, p. 3).

Essa autora buscou fundamentação em vários autores sobre esse tema e concluiu por meio de estudos das ideias deles que:

Dentre suas diversas conclusões, indícios e revelações, esses estudos apontam de forma geral que a relação de Newton com a mecânica e a astronomia foi muito influenciada por fatores que extrapolam o campo dito científico. Newton teve influências

da religião, alquimia e filosofia no desenvolvimento de suas ideias, o que denota que sua ciência, tão popularmente conhecida por ser uma representante do indutivismo puro, foi cercada por elementos não científicos. (PEREIRA, 2011, p. 3).

A pesquisa bibliográfica também nos permitiu entender que durante sua vida Isaac Newton manteve-se ligado a aspectos religiosos e filosóficos e que essas questões foram motivações para seus estudos. Uma das áreas que mais despertou o interesse de Newton foi a religião, o mesmo era monoteísta e praticante de sua fé. Em seu livro sobre Ciência e religião Roth diz que a vida de Newton: “foi marcada por profunda reverência a Deus e incansável dedicação à pesquisa científica.” (ROTH, 2010, p. 13).

Ao usar a história da ciência e da filosofia no contexto das Leis de Newton para o Ensino Médio abre-se um vasto leque de possibilidades que pode ser introduzido na discussão, além de um trabalho interdisciplinar com a Filosofia, isso também nos foi mostrado pelos estudos bibliográficos. Nos mostraram, ainda, que mesmo sem o método científico os antigos estudaram e elaboraram explicações filosóficas para vários fenômenos. Assim também foi com o movimento desde os terremotos na Terra aos movimentos dos corpos celestes.

Estimular o desenvolvimento do pensamento utilizando esse recurso usado pelos antepassados de séculos atrás como motivação para cada aluno pensar por si só e despertar em sua mente uma visão científica pela história da Física traz motivação para o estudo da abordagem desenvolvida nesse estudo. Ao iniciar o assunto o professor poderá apresentar as ideias filosóficas e debater com os alunos as possíveis causas para um corpo adquirir movimento e/ou permanecer em movimento. Fazer à turma as indagações que os filósofos fizeram para si mesmos pode ser um dos caminhos. Discutir com os alunos se para um corpo permanecer em movimento é necessário que uma força atue sobre ele, como era o pensamento aristotélico, depois discutir os estudos de Galileu e, finalmente, as Leis de Newton dará uma conotação histórica ao conteúdo. No caso da Lei da Gravitação há discursões sobre os modelos de sistema solar, as Leis de Kepler, são estudos que vieram anteriores a formulação da Lei sobre a gravitação, discutir isso mostra aos alunos o sentido de inacabamento da ciência, seus recuos e avanços.



Ainda em defesa da abordagem histórica a pesquisa bibliográfica nos mostrou que na vida de Newton a Física, a Religião e a Filosofia estiveram interligadas e foram presentes em suas reflexões científicas de forma interdisciplinar. Assim, na abordagem proposta a Física e a Filosofia podem, e porque não, devem caminhar juntas nas salas de aula, sobre isso em nossos estudos encontramos Cachel e Santos que afirmam:

Desde a antiguidade existe muito interesse em saber e descobrir respostas sobre fenômenos, como por exemplo, como os objetos caem ou como se forma um relâmpago. Muitas teorias foram propostas, mas nem todas estavam corretas. Nesta época era quase inexistente o descobrir empiricamente e as teorias nasciam de aspectos filosóficos em relação às estruturas naturais. Num primeiro momento, a tendência do aluno é perceber a ciência tão somente no paradigma experimental, vigente a partir do século XVIII. Uma compreensão do esforço cultural de racionalização da natureza é, então, um primeiro passo que nos permite integrar física e filosofia. A invenção da ideia de *physis* a partir da filosofia dos pré-socráticos pode ser explorada também nas aulas de físicas ou em aulas integradas entre física e filosofia. (CACHEL & SANTOS, "s.d." p. 4).

Por fim, afirmamos que a pesquisa bibliográfica foi imprescindível para vermos que: a abordagem que propomos tem na história da pesquisa no ensino de Física um caminho que vem sendo percorrido por outros pesquisadores e que no ensino de Física no Ensino Médio essa poderia se fazer presente.

Quando falamos em Física, naturalmente se associa essa ciência com dificuldade, desestímulo dos alunos do ensino médio. O ensino enfrenta dificuldades em praticamente todas as áreas da rede pública, não se restringindo apenas a Física. Mas ao falar de Física essas dificuldades parecem aumentar, pois essa ciência usa a linguagem matemática para provar suas leis. Há um pavor por parte dos alunos quanto a essa disciplina, isso se deve a um ensino básico ruim e pouco estimulante. Esse pavor que os alunos apresentam cria uma barreira para eles entenderem a física. Lima (2011):

Tradicionalmente, o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos das disciplinas de Física em todos os níveis escolares é considerado complexo e difícil, principalmente pelo fato de alguns professores dessas disciplinas adotarem práticas de ensino baseadas em memorizar fatos e fórmulas matemáticas, bem como

na resolução de inúmeros exercícios matemáticos (LIMA, 2011, p.13).

Lima (2011) mostra que de 700 alunos pesquisados, 69% dos alunos responderam não gostar de Física. Esse valor corresponde a 483 alunos. Alguns fatores que levaram a esse resultado é a Física ser apresentada com um monte de fórmulas matemáticas que o aluno tem que entender, sente-se dificuldade em compreender as explicações sobre o assunto. Na execução desse projeto iremos tratar as três leis de Newton sobre o movimento dos corpos com uma abordagem histórica, e não apenas a parte matemática envolvida nelas. Com isso entendo que essa abordagem familiarizará os alunos com essas famosas e importantes leis físicas.

A Física é uma ciência extraordinária, o natural seria que os alunos se envolvessem com ela, mas o que se percebe ao analisar qualquer pesquisa sobre o ensino de física nas escolas públicas do ensino médio nos mostra em geral exatamente o contrário. Usando como base o conteúdo de mecânica, as três leis de Newton que explica os movimentos dos corpos, vemos que essas leis têm toda uma história envolvida, toda uma compreensão dos conceitos. Se isso está envolvido em todo o processo que levou Newton a elaborar essas leis, porque omitir essa história dos alunos?

Pereira (2011) afirma que “o estudo histórico sobre as leis de Newton revela que o desenvolvimento destas leis esteve atrelado a uma série de fatores extra-científicos, ou seja, longe da “matematização” comumente propagada nos currículos atuais” (PEREIRA, 2011, p.1).

Como citado acima um dos fatores que contribui para o grande desinteresse dos alunos da rede pública do ensino médio, é o temor pré-concebido de que a física se resume as fórmulas matemáticas. Esse trabalho não resulta em deixar de lado as fórmulas, mas, antes de apresenta-las aos alunos, apresentar o que levou os cientistas a elaborarem aquelas fórmulas. Qual o contexto social, cultural e filosófico que envolvia os grandes físicos séculos atrás. Apresentar em que contexto social, cultural e filosófico Newton tinha na época que formulou suas três leis sobre o movimento dos corpos. Sabe-se que o ensino básico no Brasil enfrenta grandes dificuldades, assim os alunos não são bem preparados para chegar ao ensino médio e de cara arregañar as mangas e ir fazer cálculos. Xavier (2005) aponta que os alunos

atingem o ensino médio com temor sobre o ensino de física, a ponto de considerar essa ciência como algo que não aprenderão, associam a física como uma ciência distante e sem aplicação no dia a dia.

Diante disso é necessário o professor encontrar formas de ensinar o aluno de modo que ele a cada aula tenha um aumento no interesse pela disciplina. O ensino médio é a continuação da etapa de ensino fundamental. Então, nos anos anteriores, os alunos já deveriam ir se familiarizando com a ciência, com os cientistas.

O ensino de Ciências Naturais deverá então se organizar de forma que, ao final do ensino fundamental, os alunos tenham desenvolvido as seguintes capacidades:

compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive, em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente;

compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural; [...] (BRASIL, 1998, p. 33).

Então, se o aluno chega ao ensino médio sem uma bagagem boa, já chega com uma visão de que a Física será uma disciplina em que ele “sofrerá”. Como o aluno aprenderá se ele tem essa visão da disciplina? Perante isso cabe ao professor buscar alternativas que desabroche a curiosidade do aluno sobre a Física. Usar a História da Filosofia e Ciência como didática para ensinar as leis físicas sobre o movimento, criadas por Newton pode criar não só uma curiosidade no aluno sobre Física, mas pode gerar uma maior interação entre professor e aluno, tendo assim, uma aula mais interativa.

O processo de ensino, seja da disciplina de Física ou de qualquer outra, deve ter como propósito desenvolver uma visão crítica do aluno, torna-lo apto a participar das questões sociais. O aluno não pode ser reprimido de pensar, pelo contrário, o pensamento deve ser ao máximo desenvolvido.

Segundo Pagliarini (2007) o papel da abordagem histórica.

De forma simplificada podemos entender o papel que uma abordagem histórica exerce no desenvolvimento individual do conhecimento: o pensamento concreto inicial de uma criança aos poucos se desenvolve ficando mais refinado e criando algumas

concepções sob influência principal da instrução que lhe é dada (PAGLIARINI, 2007, p. 20).

Devido isso enxergar-se o uso da história da ciência e filosofia como um método que dá ao aluno uma nova percepção da física. Ele vai entender que por trás dos grandes gênios, havia seres humanos que se dedicaram muito até descobrir tais coisas. Entenderá através da abordagem histórica que as leis sobre os movimentos criadas por Newton não surgiram por acaso, mas, são frutos de pesquisas e estudo sobre o pensamento filosófico que havia na época. Com isso acredito que o aluno aceitará a física como disciplina importante e que não se resume apenas a cálculos, mas que há um vasto terreno de conceitos e histórias que podem ser abordadas com diálogos e interações entre professor e aluno e aluno e aluno.

Esse método que proporciona um leque maior de recursos para serem usados durante as aulas. É possível transmitir o conteúdo histórico mediante filmes e vídeos, mostrar documentários sobre os grandes cientistas, no caso desse projeto, focando principalmente Isaac Newton, pode ser abordado o interesse de Newton pelo estudo sobre teologia, a visão religiosa dele, que por trás das leis geniais havia um ser humano. Não será realizado na execução desse projeto, mas utilizar como conteúdo a história da ciência e filosofia como recurso didático através de peças teatrais, podendo até vivenciar uma interdisciplinaridade.

Enxerga-se também no uso da história da ciência e filosofia como um recurso para utilizar o livro didático em uma maior abrangência. Mesmo pequena em muitos livros, sempre há páginas destinadas para uma leitura sobre algo relacionado à história da ciência e filosofia que envolve o conteúdo do capítulo. Isso abre mais uma opção para o professor. Relacionar a leitura do livro com uma discursão sobre a evolução das ideias sobre aquele conteúdo. Assim cria uma discursão na sala, fazendo com que a aula torne os alunos mais participantes.

A utilização da história da Ciência como abordagem metodológica para o ensino de Física tem sido defendida por alguns pesquisadores como uma ferramenta útil para facilitar o entendimento dos conteúdos físicos. Essa prática pode gerar um dinamismo maior nas aulas, com ela é possível aumentar o leque de opções de abordar os conteúdos físicos que na maioria dos casos são

considerados difíceis e pouco atrativos. Essa alternativa pode aumentar o diálogo entre professor e aluno, aumentando uma interação entre os mesmos, alcançando assim, um maior dinamismo na aula, confrontando o ensino tradicional, no qual a física é demonstrada como um amontoado de fórmulas, em que o aluno aprende por um método meio mecânico. Decorando as fórmulas. Sobre o aprendizado mecânico Filho (2010) afirma que:

Na aprendizagem mecânica, o processo se dá basicamente por memorização, sendo, portanto, uma aprendizagem literal e arbitrária, caracterizada pela baixa retenção, onde rapidamente o aprendiz esquece o que aprendeu, podendo acarretar uma aprendizagem residual nula (FILHO, 2010, p.10).

Sendo assim, nossa proposta é que se utilize a história da ciência como introdução antes de mostrar o conteúdo com suas fórmulas e aplicações, deixa o aluno familiarizado com o processo em que se faz ciência. Ele entenderá como ocorreu a construção das ideias no decorrer do tempo. Oliveira (2009 *apud* SILVA 2006) defende algumas contribuições ao ensino de física pelo uso da história da ciência.

Ela contribui na formação do estudante, fazendo com que ele observe que a ciência não é algo atemporal que está à parte de outras atividades humanas e sim que está intimamente relacionada (influenciando e sendo influenciada) a fatores sociais, econômicos, religiosos, filosóficos, culturais e tecnológicos, sendo realizada, desenvolvida e aperfeiçoada ao longo da história da humanidade por muitos protagonistas (e não por um número diminuto de grandes gênios) (OLIVEIRA, 2009, p.19 e 20).

Sobre isso, Reis (2012) diz que:

Entendemos, assim, que a História da Ciência pode contribuir para que haja uma melhora nas aulas, pois a mesma permite inserir os conceitos científicos dentro de uma realidade humana para que se possa construir aspectos importantes de se trabalhar o conhecimento científico, os interesses econômicos e políticos, além de valorizar a ciência como uma construção humana, não apenas mostrando os aspectos positivos, mas também que a ciência não é considerada inatingível. Além do fato de que os conceitos científicos são modificados através dos tempos até a consolidação de um paradigma dominante (REIS *et al*, 2012, p.4).

Outro ponto positivo do uso da História da ciência e filosofia (HCF) é aproximar a ciência com a cultura tornando-a mais compreensível e facilitando a ideia da evolução das ideias científicas. Como será mostrada na execução

desse projeto a visão aristotélica sobre o movimento dos corpos até a consolidação das tão famosas leis de Newton que houve uma mudança nas ideias, mas que Newton não partiu do nada além de mostrar o lado humano, digamos assim, de Isaac Newton. Peduzzi (2012) defende a utilização da História da ciência no ensino por meio do seguinte aspecto: “[...] humaniza o conteúdo ensinado; favorece uma melhor compreensão dos conceitos científicos, pois os contextualiza e discute seus aspectos obscuros; ressalta o valor cultural da ciência; enfatiza o caráter mutável do conhecimento científico [...]” (PEDUZZI, *et al*, 2012, p.41).

Sobre usar a História da Ciência como abordagem para mostrar o lado humano da ciência, Nascimento (2011), diz:

Alguns argumentos favoráveis a esta inserção é de que a HC permite desmitificar a ideia de que os conceitos físicos são criações de “gênios”, tornando a ciência mais humanizada; permite a contextualização do conhecimento, mostrando as relações existentes entre o desenvolvimento do pensamento individual e o desenvolvimento das ideias científicas (NASCIMENTO, 2011, p.12).

Vimos nos estudos anteriores que utilizar a história da ciência como metodologia de ensino possibilita ao professor mostrar ao aluno a evolução das ideias que envolveram determinada descoberta científica. Vivemos em um mundo em constante evolução, a visão de mundo se modifica com novas descobertas. Ensinar em sala de aula as leis de Newton mostrando o pensamento aristotélico quanto aos movimentos dos corpos possibilita a análise do que antes era aceitável como explicação para determinado fenômeno e hoje é totalmente descartável, mostrando com isso que o pensamento científico vive em constante evolução.

Amador (2011) defende que o aspecto histórico deve ser trabalho em salas de aula para melhorar a aprendizagem do aluno conforme segue abaixo:

A localização do momento histórico no qual um conhecimento científico foi produzido tem importância na aprendizagem do aluno e, desta maneira o professor é capaz de inovar as aulas, promovendo discussões de teorias científicas, inclusive que não são definitivas e incontestáveis, e que na verdade o mundo é interpretado diferentemente a cada dia e que devemos

contestá-las, assim o educador poderá desenvolver um pensamento crítico em seus educandos (AMADOR, 2011, p. 11).

Apesar de ser uma maneira de ensinar física ainda pouco usada na nossa rede pública de ensino, o uso da história por trás dos conceitos e leis físicas como introdução abre uma variedade de alternativas de prosseguir as aulas seguintes com várias opções de atividades. Silva (2012) aponta algumas possibilidades com o uso da história da ciência em sala de aula. Para ele, “A sua inserção no ensino possibilita a construção de diversas estratégias didáticas que abordem práticas pedagógicas diferentes, por exemplo: construção de textos históricos, peças teatrais, debates, experimentos históricos, entre outras” (SILVA, 2012, p. 7).

Vários são os recursos que os professores de física podem utilizar para melhorar suas aulas. O uso da história da ciência e filosofia é um bom recurso didático para isso. Esse recurso de ensino deve ser usado com a ideia de ampliar o campo abordado, não se prendendo apenas a ciência já pronta com fórmulas e conceitos físicos bem estabelecidos. Como já citado anteriormente esse projeto visa usar a história da ciência e filosofia como ferramenta durante as aulas de física. Mostrar que ciência se faz com dedicação, paciência e bastantes pesquisas. Silva (2006), afirma que “O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade [...]” (SILVA, *et al*, 2006).

Temos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) uma forma de ensinar física tratando do processo de formação de uma ciência ao longo da história, sendo que a mesma sempre se relacionou com as questões culturais e sociais.

[...] a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (BRASIL, 1999, p. 59).

Todos esses autores destacam o quanto é importante ensinar essas leis indo além de, apenas, apresentar suas fórmulas e conceitos. Mas, usar uma interdisciplinaridade entre a Física e a filosofia, mostrando que a Ciência tem



uma grande ligação com o pensamento filosófico. Ensinar as Leis de Newton ou ensinar Física, de uma forma geral, a penas focando a linguagem matemática e o conceito em si, já pronto, é pobre diante do vasto campo de conhecimento que se pode alcançar analisando os fatores históricos e filosóficos, podendo assim desenvolver mais o censo crítico dos alunos no Ensino Médio para que ao chegar no nível superior haja um desenvolvimento maior na capacidade de criticar e buscar entender e interagira com o desenvolvimento científico, além de se tornar mais alfabetizado para notícias sobre ciências que ouvir e ver nos meios de comunicação. No capítulo seguinte é apresentada uma análise da abordagem histórica das Leis de Newton em dois livros didáticos.

### **2.1.2 Análise de Livro Didático**

Mesmo com vários novos recursos, com a era da informática e a internet, os educandos tendo ao seu dispor melhores ferramentas para aprender e os professores para ensinar, o livro didático continua como sendo o grande articulador do ensino de Física. Ele está presente em qualquer sala de aula e continua sendo de extrema utilidade, notadamente, para os alunos pobres em escolas onde não existe professor de Física.

Na Educação Básica a necessidade de usar o livro didático é ainda mais fundamental, pois, em muitos casos, não há tantas ferramentas para o professor usar e o livro é o seu principal material instrucional e pode ser a única fonte de informação que o aluno dispõe para estudar em casa e em nossas escolas.

Desse modo, como verificamos que é necessário o uso do livro didático no ensino de Física no Ensino Médio julgamos como necessária a análise desses livros, para verificarmos como tratam a Filosofia e as crenças que precederam e influenciaram Newton para elaborar suas leis. Bem como, se eles tratam esse conteúdo com sentido histórico e como tratam.

Diante disto essa análise foi feita utilizando um formulário desenvolvido pela turma de Estágio Curricular Supervisionado II da Licenciatura em Matemática 2015.2, do IFRN, *Campus* Santa Cruz. Disponível em: <<http://portal.ifrn.edu.br/campus/santacruz/licenciatura-em-matematica>>



Informamos que algumas adaptações foram feitas no formulário que serviu de modelo para que se adequasse ao tema proposto neste trabalho de conclusão de curso, dando ênfase à abordagem histórica das Leis de Newton.

O formulário adaptado por nós para análise, em linhas gerais, consiste do seguinte:

I IDENTIFICAÇÃO: a) Título: b) Autor (es): c) Edição: d) Editora/Cidade/Ano: e) Etapa de Ensino a que se destina/Ano-Série: f) Quantidade de páginas: g) Coleção/Volume:

## II CRITÉRIOS DE ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO:

- a) Adequação da capa ao ensino histórico das Leis de Newton
- b) b) Apresentação Geral do Livro e Proposta de Abordagem histórica das Leis de Newton:
- c) Adequação dos conteúdos e atividades da história envolvendo as Leis de Newton (se houver) à faixa etária dos usuários:
- d) Uso adequado de imagens, ilustrações e gráficos ao conteúdo histórico das Leis de Newton:
- e) Apresentação de proposta de trabalho interdisciplinar envolvendo fatos históricos das Leis de Newton:
- f) Proposição de valores e atitudes conforme as exigências da matemática como ciência e como linguagem universal nas Leis de Newton:
- g) Fontes científicas e referências indicadas da história das Leis de Newton de acordo com a capacidade dos alunos e seu contexto socioeconômico e cultural:
- h) Apresentação de atividades que promovem a iniciação científica:
- i) Utilização de fundamentação histórica acerca das Leis de Newton:
- j) Apresentação de propostas inovadoras:
- k) Indicação de Objetivos, Habilidades e Competências vinculados as Leis de Newton:

## III SÍNTESE GERAL DA ANÁLISE DO LIVRO (IFRN, 2015)

Este formulário foi o principal instrumento utilizado como técnica para análise dos livros didáticos.

No capítulo seguinte discorreremos sobre a abordagem histórica no ensino das Leis de Newton no Ensino Médio, como forma de defendermos nossa proposta fundamental nos conteúdos de Física necessários a essa.

### **3 POR UMA ABORDAGEM HISTÓRICA NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO MÉDIO**

Este capítulo trata da Educação Básica no Brasil, dando maior ênfase a última etapa, chamada de Ensino Médio e o ensino de Física, suas competências e características na formação dos jovens.

Como esta pesquisa envolve as Leis de Newton, neste capítulo apresentamos também fatores que interferiram no processo de criação dessa ciência, principalmente para a Física, explicando as quatro leis, além de abordar a grande relevância de usar fatos históricos no ensino dessas leis. Abordamos essas leis de forma simples usando fundamentação teórica nessa parte do capítulo para que fique destacada a relação das leis de Newton e o ensino de Física, e mais, a necessidade de mostrar esse conteúdo estudado no Ensino Médio, sem deixar de lado a evolução histórica.

#### **3.1 O ENSINO MÉDIO NO BRASIL E O ENSINO DE FÍSICA**

O ensino no Brasil é dividido em dois níveis sendo o primeiro a Educação Básica que vai, da educação infantil até o Ensino Médio, e o segundo é o Ensino Superior.

O Ensino Médio é etapa em que os alunos deveriam desenvolver conhecimento social, científico e filosófico. Sendo a etapa final da Educação Básica no Brasil tem como objetivo acrescentar aos alunos conhecimentos para que esses se tornem cidadãos aptos para atuarem em todos os setores da sociedade, essa etapa tem duração mínima de três anos. Com o crescimento alcançado pelo Brasil nos últimos anos, a produção industrial e tecnológica cresceu de forma considerável, portanto, também cresceu a necessidade por mão de obra qualificada. Isso propiciou mudanças na legislação e no investimento na educação.

O crescimento da economia e novas legislações, como o Fundo de Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB), a Emenda Constitucional nº 59/2009 – que extinguiu a Desvinculação das Receitas da União (DRU) – e dispôs sobre outras medidas, têm permitido ao País aumentar o volume de recursos destinados à Educação. (BRASIL, 2013, p. 145).

Com o avanço tecnológico um novo comportamento social surgiu para suprir as necessidades de produção. Assim, ao iniciar o Ensino Médio o aluno já deve ter uma base que o ajude a desenvolver sua formação cidadã e profissional. Segundo KRAWCZYK (2011):

O conhecimento também é identificado como o capital mais importante do trabalhador nas novas formas de produção. Assim, o discurso dominante – o político, o empresarial e o da mídia – reforça a ideia de que o ensino médio facilita a inserção no mercado do trabalho. (KRAWCZYK, 2011, p. 757.).

Sobre a formação dos alunos do Ensino Médio para suprir a necessidade para o mercado de trabalho a Lei nº 9.394/1996 (LDB) define como finalidades desse: a preparação para a continuidade dos estudos, a preparação básica para o trabalho e o exercício da cidadania. Determina, ainda, uma base nacional comum e uma parte diversificada para a organização do currículo escolar. (BRASIL, 1996).

O Ensino Médio não é apenas uma etapa de transmissão de saberes, mas, uma etapa no ensino que se caracteriza, também, como formadora de cidadãos capazes de aplicar o que aprendeu na sociedade e em seus fazeres cotidianos. Essa etapa do ensino não é mais vista, apenas, como uma etapa onde o aluno absorve alguns conhecimentos. O ensino médio tem, assim, como objetivo promover a participação na formação do cidadão.

Tais iniciativas, nas quais o Conselho Nacional de Educação (CNE) tem tido destacada participação, visam criar condições para que se possa avançar nas políticas educacionais brasileiras, com vistas à melhoria da qualidade do ensino, à formação e valorização dos profissionais da educação e à inclusão social. (BRASIL, 2013, p.145).

A sociedade brasileira fala bastante de educação, sabe-se que ela é uma das bases para o desenvolvimento de um país. O ensino médio é uma etapa fundamental o desenvolvimento dos nossos alunos. Os discentes do ensino médio em vários casos tratam essa fase do aprendizado como uma obrigação e não encontram em casa, incentivos, para buscar ainda mais conhecimentos mediante nessa etapa de ensino. Sobre esse ponto, Krawczyk (2011) afirma que:

Para alguns segmentos sociais, cursar o ensino médio é algo “quase natural”, tanto quanto se alimentar etc. E, muitas vezes, sua motivação está bastante associada à possibilidade de recompensa, seja por parte dos pais, seja pelo ingresso na universidade. A questão está nos grupos sociais para os quais o ensino médio não faz parte de seu capital cultural, de sua experiência familiar; portanto, o jovem, desses grupos, nem sempre é cobrado por não continuar estudando. É aí que está o desafio de criar a motivação pela escola. (KRAWCZYK, 2011, p. 756).

Compreendemos que se essa visão sobre o ensino persistir a compreensão do mundo social, filosófico e científico ao redor desse indivíduo será extremamente precária. A importância de um Ensino Médio qualificado se traduz pela percepção do cidadão sobre vários tipos de conhecimentos, inclusive, o científico. Mas, sabemos que ensinar as disciplinas de ciências da natureza enfrenta resistência, pois essas disciplinas além de toda uma ciência teórica, também abordam uma linguagem matemática. A Física é uma das disciplinas lecionadas no ensino médio que enfrenta resistência a sua compreensão por parte dos alunos. Essa ciência em muitos casos é tratada como complexa e assim é repudiada pelos alunos. Esse temor é resultado de vários fatores que vão da mecanização na forma de ensinar, à dificuldade em compreender a linguagem matemática entre outros.

Lima (2011) aponta alguns pontos provocadores do receio dos alunos sobre Física ao afirmar que:

Tradicionalmente, o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos das disciplinas de Física em todos os níveis escolares é considerado complexo e difícil, principalmente pelo fato de alguns professores dessas disciplinas adotarem práticas de ensino baseadas em memorizar fatos e fórmulas matemáticas, bem como na resolução de inúmeros exercícios matemáticos (LIMA, 2011, p.13).

O ensino de Física no Brasil sofreu influência americana é dividido em áreas: Mecânica, Termologia, Ótica, Ondas, Eletromagnetismo e Física Moderna. Dentre o vasto campo de conhecimento estudado pela Física, há o estudo das causas do movimento dos corpos, elaborada por Isaac Newton. Esse grande cientista formulou três leis que explicam muito sobre os movimentos dos corpos, as famosas três leis de Newton: o princípio da inércia;

o princípio fundamental da dinâmica (a força resultante é igual à massa vezes a aceleração) e o princípio da ação e reação. Tais leis se consolidaram como base da mecânica e conseqüentemente como base da física clássica. Por se tratar de Leis Físicas de extrema importância uma boa compreensão delas por partes dos alunos é de fundamental importância.

Todavia, sabemos que a Física, muitas vezes, é tratada como uma disciplina enfadonha, complexa, cheias de fórmulas matemáticas e fora da realidade dos alunos. Mas, além de fórmulas matemáticas a Física apresenta toda uma compreensão teórica sobre o universo, há por trás das leis físicas fatores filosóficos que influenciaram o desenvolvimento dessa ciência. Todas as leis não surgiram do nada, mas foram resultados de inúmeros estudos até ser obtida fundamentação suficiente para sua elaboração. Com as três leis de Newton não foram diferentes. Newton não elaborou essas leis de uma hora para outra, pois havia uma compreensão filosófica sobre o movimento dos corpos.

No Ensino Médio é preciso mostrar aos alunos que mesmo os grandes cientistas tiveram que realizar vários estudos, dedicar muito tempo aos seus trabalhos, de certa forma, mostrar que mesmo sendo considerado gênio Newton formulou suas leis após muita pesquisa e dedicação a um objetivo.

O ensino de Física não pode ser trabalhado de forma mecânica, mostrando as leis e fórmulas, apenas. Isso torna a aprendizagem desses conteúdos mais difíceis para o aluno do Ensino Médio, pois, se o ensino é mecânico, a aprendizagem também será.

Sendo assim, é na articulação entre essa etapa de ensino e o ensino de Física que propomos a utilização de uma abordagem histórica sobre as leis de Newton tendo em vista despertar nos alunos mais interesse pela disciplina.

No tópico seguinte discorreremos sobre Isaac Newton e seu lugar na história da Física.

### 3.2 ISAAC NEWTON NA HISTÓRIA DA FÍSICA

A palavra Física vem do grego *physis* que significa natureza. Portanto, a Física é a ciência que estuda os fenômenos da natureza, suas causas, seus efeitos, como eles acontecem. Como toda ciência a Física vem sendo

desenvolvida ao longo da história e nesse processo teve influência da filosofia durante. E é na história, segunda Silva que ela vem “mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando”. (SILVA, 2006, p. 1).

Antes do método científico os fenômenos naturais eram explicados por pensamentos filosóficos, os gregos foram um dos primeiros a tentar explicar os fenômenos de forma racional, por essa razão, são os chamados filósofos naturais. Pelos caminhos da história esses filósofos buscaram explicações para os fenômenos da natureza sem a submissão das crenças religiosas. Questões sobre o constituinte básico da matéria e os movimentos dos corpos eram pontos que convergiam em suas indagações sobre a natureza. Um desses filósofos gregos foi Aristóteles. Para ele a terra e os corpos que nela existem eram formados por um ou mais elementos, são eles: água, terra, fogo e ar. O movimento era explicado pelo elemento principal que constituía a substância.

Aristóteles afirmava que:

A determinação dos movimentos possíveis a cada ser ou corpo dependia dos elementos que predominavam na sua composição. Havia dois tipos de movimentos retilíneos: para baixo {...} que era o movimento natural aos seres compostos de terra ou água principalmente; e para cima {...} o movimento natural dos seres compostos principalmente de ar ou fogo. (ANDERY *et al*, 2012, p. 85).

Por quase dois mil anos o pensamento Aristotélico foi soberano como sendo as respostas para os movimentos dos corpos. Aristóteles afirmava que um corpo só estaria em movimento se este estivesse sob a ação de uma força, que corpos com massas diferentes atingem o solo em tempos diferentes. Com o método científico, Galileu Galilei no século XVII estudou o movimento dos corpos na terra e estabeleceu outras ideias sobre os movimentos dos corpos. Segundo Galileu “um corpo que esteja em movimento, continuará seu movimento se não houver força que o faça cessar o movimento”. (OLIVEIRA e SARAIVA, 2014).

Para Silva:

O método científico elevou a ciência como um tipo de conhecimento. [...] A diferença entre a ciência, entendida como um tipo de conhecimento específico, especial e, para a maioria das opiniões, superior quando comparada a outros tipos de conhecimento era devida à possibilidade de ela recorrer ao chamado método científico. (SILVA, 2006, p. 23).

Embora Galileu Galilei seja considerado um dos primeiros a fazer ciência utilizando o método científico, muitos cientistas se destacaram nessa área. Um deles se destacou além dos demais: Isaac Newton.

A partir desse momento, neste tópico serão abordadas a vida e a obra desse excepcional cientista e como suas descobertas mudaram a Física.

Newton nasceu na cidade de *Woolsthorpe*, Inglaterra no ano de 1642 (mesmo ano em que Galileu Galilei morreu). Foi o primeiro filho da Sr.<sup>a</sup> Hannah Newton. Era um bebê prematuro, tão pequeno e frágil que a mãe temeu que não passasse do primeiro dia. Era tão miúdo que, como ele contou a seu biógrafo muitos anos mais tarde, “podiam pô-lo numa panela de um litro”. (BRENNAN, 2003, p. 25). Esse bebê frágil e pequeno cresceu e foi demonstrando uma personalidade bastante peculiar. Ele sempre foi excêntrico, desde criança e não tinha destreza em se relacionar com as pessoas. Entretanto, já demonstrava possuir uma curiosidade e habilidade para o fazer da ciência. Segundo Brennan:

Muito cedo, sabia que era diferente: parecia preferir a própria companhia à de outras crianças. {...}. Por outro lado, demonstrava habilidade manual e engenhosidade na construção de brinquedos mecânicos como relógios de água, reprodução em miniatura de moinhos de vento, pipas e relógios de sol. (BRENNAN, 2003, p. 27).

A vida de um gênio sempre causou curiosidade na vida das pessoas. Contudo, é necessário entendermos que por trás de toda genialidade há um ser humano, como todos os demais, cheio de sentimentos. Muitos acontecimentos da vida de Newton interferiram na sua personalidade e em como ele enxergaria o mundo a sua volta. Ainda criança um acontecimento teve relevância em sua vida e ele mesmo deu certa importância a esse fato em

dias posteriores de sua vida. Vejamos: Newton e um garoto tiveram problemas e chegaram as vias de fato.

Brennan destaca em seu livro esse acontecimento da seguinte maneira: em uma manhã ele e um garoto se atracaram numa briga a caminho da escola, tendo o outro “chutando-lhe a barriga, com força”. Assim que as aulas do dia terminaram, Isaac desafiou seu agressor para uma luta e ganhou. O adversário em questão (tratava-se muito provavelmente de Arthur Storer) era o melhor aluno da escola e Newton resolveu derrotá-lo academicamente tal como ele o fizera fisicamente. Assim, finalmente motivado, Isaac ascendeu rapidamente à condição de melhor aluno da escola. (BRENNAN, 2003, p.30).

O pequeno e frágil bebê cresceu e se tornou um gigante para as descobertas científicas. Ele fez estudos em várias áreas, desde a alquimia à teologia. Mas foi na Física que seu nome se eternizou como um dos mais importantes nomes que se dedicaram a estudar e compreender as leis que regem o universo.

Newton realizou estudo sobre a mecânica celeste, o movimento dos corpos e também no ramo da óptica. Além de desenvolver o cálculo, necessário para explicar a complexidade matemática que havia em seus estudos. O nome Isaac Newton é, sem dúvida, sinônimo de genialidade! Sobre sua importância para a ciência, Roth diz que: “Newton estava em um patamar acima dos seus contemporâneos, e foi de grande importância para estabelecimento das bases da ciência moderna.” Para ele Newton é alguém considerado por muitos o maior cientista de todos os tempos. (ROTH, 2010, p. 13).

### 3.3 AS LEIS DE NEWTON

Vejamos os seguintes exemplos: um objeto ao cair até chegar ao solo; uma cadeira empurrada até parar; um carro em movimento; a aceleração que sofremos quando o carro freia de repente; a Terra girando em torno do sol; enfim, qualquer corpo que possua movimento são fenômenos que no decorrer dos séculos algumas explicações para suas causas surgiram, entre elas, o nosso tema de estudo: As Leis de Newton. O objetivo dessa seção é mostrar e explicar as Leis de Newton para o movimento dos corpos, mostrando que



houve uma evolução de pensamento tão destacado neste trabalho. Apresentar os conceitos, fórmulas e exemplos que esclareçam a precisão dessas leis.

Em homenagem ao físico Isaac Newton, no Sistema Internacional (SI), a força  $F$  é medida em newton (N); a massa  $m$  é medida em quilograma (Kg); a distância  $r$  é medida em metros (m) e a aceleração é medida em metros por segundo ao quadrado ( $m/s^2$ ).

### **3.3.1 Primeira Lei de Newton (o Princípio da Inércia)**

As Leis de Newton explica o movimento dos corpos e a ação de forças sobre os corpos e suas causas no movimento. No dia a dia vemos as pessoas a nossa volta se deslocando de um lugar para outro, apressadas, a correria do dia a dia, assim, cotidianamente chamamos isso de movimento. Mas, quando um corpo está em movimento levando em conta o conceito físico? O movimento de um corpo depende do referencial no qual para o qual o observador está situado. Observamos isso, facilmente, usando o movimento de translação da Terra. Considerando o referencial sendo um observador na Terra, esse observador ver o Sol girar em torno da Terra, imaginando o observador no sol, é a terra que gira em torno do sol, levando em conta a visão do observador situado no sol. Portanto podemos definir movimento e repouso da seguinte maneira:

Movimento é quando o espaço de um corpo varia em relação a um referencial com o passar do tempo.

Repouso é quando o espaço de um corpo não varia em relação a um referencial com o passar do tempo.

É bom lembrar que a Mecânica Newtoniana não se aplica a todos os casos, depende das velocidades envolvidas. Se forem muito altas as velocidades dos corpos estudados, velocidades essas próximas a da luz, essa mecânica de Newton deve ser substituída pela Teoria da Relatividade de Albert Einstein. Se as dimensões do sistema estudado forem semelhantes às dimensões atômicas, a Mecânica Newtoniana é substituída pela Mecânica Quântica.

Se as velocidades forem muito pequenas, como as velocidades da ordem dos elétrons em um átomo, a Mecânica Newtoniana deve ser substituída pela mecânica quântica.

A curiosidade sobre o movimento é algo pertencente à humanidade desde épocas remotas. Com o avanço da ciência muitas dúvidas sobre esse tema foram esclarecidas e as Leis de Newton explicaram satisfatoriamente os movimentos, com as restrições citadas anteriormente. Mas antes do método científico, antes de Newton e Galileu, séculos antes de Cristo o homem já buscava explicações para a causa dos movimentos, viajamos assim para fatores históricos e filosóficos. Por muitos séculos o pensamento do filósofo Aristóteles predominou como satisfatório para explicar as causas dos movimentos. Para ele era necessário que uma força atuasse sobre um corpo para que o mesmo estivesse com velocidade constante e que sem essa força o corpo voltaria ao estado, chamado de "natural". Até mesmo nos dias atuais associa-se o movimento de um corpo a ação de uma força provocando aquele movimento, para a maioria é impensável um corpo permanecer em movimento sem a ação de uma força. Portanto, para Aristóteles não há movimento sem a ação de uma força.

Acerca do movimento, em geral, Aristóteles conclui que ele só é possível quando, necessariamente, está associado àquele que se move uma força. Esta é uma afirmação inteiramente plausível dentro do contexto das observações de Aristóteles. Afinal, quando se deixa de empurrar um objeto, ele pára; quando um cavalo pára de puxar uma carroça, cessa o movimento. A ênfase é sobre forças de contato, isto é, sobre a ação de puxar ou empurrar alguma coisa. Para haver um movimento, portanto, o que se move e o que se movimenta devem estar em permanente contato. (PEDUZZI, 1996, p. 55).

Enfim chegamos ao século XVII onde Newton formulou a chamada 1ª Lei de Newton. Diferentemente do que pensava Aristóteles e fundamentado nos estudos de Galileu, Newton elaborou sua lei, na qual, para que um corpo permaneça em movimento não é necessária uma força agindo sobre o mesmo. Diferente de Aristóteles que usava o senso comum para explicar os fenômenos, Galileu usou uma metodologia diferente, na qual ele utilizou a experimentação, sendo um dos pioneiros do método científico. Galileu Galilei

observou que após empurrar um objeto o mesmo continuava em movimento por algum tempo, sem ele continuar exercendo uma força sobre o objeto. E mais, que esse objeto sendo empurrado numa superfície mais lisa percorreu uma distância maior. Sua conclusão foi que numa superfície imaginária sem atrito o corpo manteria seu movimento constante. Após essa evolução de pensamento, desde o filosófico ao método científico, enfim, entra em cena Isaac Newton.

A primeira lei de Newton, o princípio da inércia é um resultado da conclusão dos estudos de Galileu e pode ser enunciada da seguinte forma:

*Por inércia, um corpo tende a permanecer no seu estado de repouso ou movimento com velocidade constante, desde que a resultante das forças sobre ele seja zero.*

A lei da inércia pode ser observada no dia a dia em situações bastante comuns. Em praticamente qualquer livro de Física do 1º ano do Ensino Médio há exemplos de situações corriqueiras do cotidiano para explicar o princípio da inércia.

**Figura 2** – Exemplo da 1ª Lei de Newton. As pessoas dentro de um automóvel são jogadas para frente quando o automóvel diminui a velocidade: um corpo em movimento tende a continuar em movimento.



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/primeira-lei-newton.htm>

Então, se um corpo estiver em repouso e uma força resultante diferente de zero não atuar sobre ele, o mesmo, por inércia, permanecerá em repouso. Um objeto 'parado' continuará 'parado' se uma força não o obrigar a sair do seu estado inicial. Considerando que o corpo se encontra em movimento, ele continuará em movimento uniforme indefinidamente se a força resultante sobre ele for igual à zero. Com base nos estudos de Galileu, Newton concluiu que os corpos possuem uma propriedade chamada de inércia que, naturalmente, resiste a mudança no seu movimento, essa é uma propriedade da matéria. Assim os corpos, de forma natural, mantêm o seu estado inicial, se em repouso, continua em repouso, se em movimento continua em movimento sem mudanças na sua velocidade, quando a resultante das forças sobre o corpo for zero.

Registramos aqui uma evolução no pensamento sobre o movimento. Desde a ideia de Aristóteles que defendia uma força atuando permanentemente num corpo para que o seu movimento seja permanente. Até Newton, que com bases nos estudos de Galileu elaborou sua primeira Lei. Entre Aristóteles e Newton há um espaço de tempo de mais de dois mil anos.

### **3.3.2 Segunda Lei de Newton (o Princípio Fundamental da Dinâmica)**

A primeira Lei de Newton mostra o que acontece quando não há uma força resultante atuando sobre um corpo<sup>1</sup>. Se a soma das forças que atua sobre um corpo for zero, o corpo mantém seu estado inicial, movimento ou repouso. Mas, quando há a atuação de uma força resultante diferente de zero o que acontece com o estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme de um corpo? O que acontece com a relação entre força e movimento quando sobre um corpo em repouso passa a agir uma força resultante diferente de zero? Se esse corpo estiver em movimento retilíneo uniforme e uma força resultante atuar nele, que acontece com seu movimento? A segunda lei de Newton trata das consequências que acontece quando existe uma força resultante. Quando submetido a ação de uma força resultante diferente de zero um corpo em repouso sai desse estado e passa a adquirir um movimento e se o corpo

estiver em movimento a força resultante provocará uma variação na velocidade desse corpo, ou seja, o corpo adquiri uma aceleração. Se a mesma força for aplicada a corpos com massas diferentes, esses corpos vão obter acelerações diferentes. Se uma força  $\vec{F}$  for aplicada a um corpo de massa  $m$ , essa força irá provocar uma aceleração  $\vec{a}$ . Se a mesma força  $\vec{F}$  for aplicada, dessa vez, em um corpo com massa  $2m$ , essa força por sua vez provocará uma aceleração  $\frac{\vec{a}}{2}$ . Se a mesma força for aplicada a corpos com massas diferentes, esses corpos vão obter acelerações diferentes. Se uma força  $\mathbf{F}$  for aplicada a um corpo de massa  $m$ , essa força irá provocar uma aceleração  $\mathbf{a}$ . Se essa mesma força  $\mathbf{F}$  for aplica, dessa vez, em um corpo com massa  $2m$ , essa força por sua vez provocará uma aceleração  $\frac{\mathbf{a}}{2}$ .

Sabemos que Newton também foi um célebre matemático e que desenvolver o cálculo diferencial. Sua exigência matemática contribuiu muito para o seu sucesso.

Na verdade, se quisermos ser mais coerentes com as palavras de Newton, o Princípio Fundamental da Dinâmica deve ser escrito na forma  $\vec{F}r = d\vec{P}/dt$ , sendo  $\vec{P} = m\vec{V}$  a quantidade de movimento associada a um certo corpo de massa inercial  $m$  movendo-se com velocidade  $\vec{V}$  em relação a um referencial inercial. (GARDELLI, 1999 p. 43).

Há uma relação entre a força resultante  $\vec{F}r$  e o Momento linear  $\vec{P}$  de um corpo. Após sofrer a ação de uma força em um dado intervalo de tempo, esse corpo sofre uma mudança em sua velocidade  $\vec{V}$ , portanto há uma variação no Momento linear desse corpo e essa variação é igual à força resultante.

$$\vec{F}r = \frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{V}) = \frac{d\vec{V}}{dt} = m\vec{a}$$

A taxa de variação com o tempo de uma partícula é igual à força resultante que atua sobre a partícula e tem a mesma orientação que essa força. (HALLIDAY et al, p 226). Se a massa do corpo for constante as expressões  $\vec{F}r \frac{d\vec{P}}{dt}$  e  $\vec{F}r = m\vec{a}$  são equivalentes. Com isso podemos afirmar que a força resultante  $\vec{F}r$  é proporcional à aceleração  $\vec{a}$ , por sua vez a aceleração é inversamente proporcional à massa. Um corpo submetido à ação de uma

força ou um sistema de forças com a resultante diferente de zero está sujeito a uma aceleração. Portanto a segunda lei de Newton diz que:

A força resultante  $\vec{F}_r$  que atua sobre um corpo de massa  $m$  gera uma aceleração  $\vec{a}$ .

A aceleração terá a mesma direção e sentido da força resultante. No ensino médio os alunos não utilizam o cálculo diferencial nas equações matemáticas e a segunda lei de Newton é sempre apresentada como sendo:

$$\vec{F}_r = m\vec{a}$$

### 3.3.3 Terceira Lei de Newton (o Princípio da Ação e Reação)

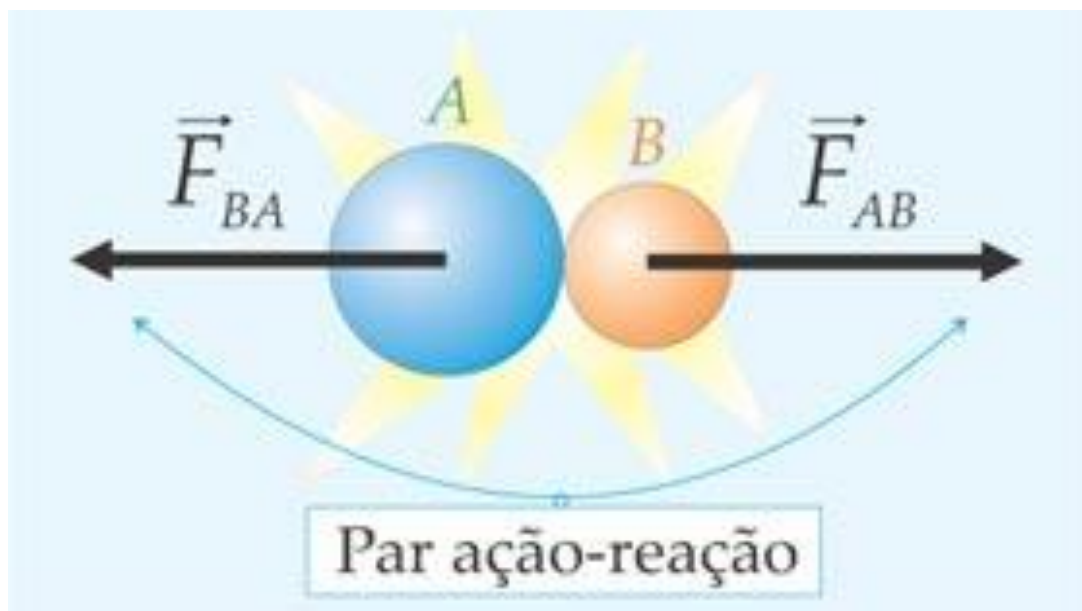
Vimos até aqui que a força é capaz de provocar uma mudança na velocidade de um corpo e/ou promover deformação. Em seus estudos sobre a força, Newton observou um detalhe bastante interessante, para cada ação de uma força, há uma reação. Essa ação e reação ocorrem na interação entre corpos. “Dizemos que dois corpos interagem quando empurram ou puxam um ao outro, ou seja, quando cada um exerce uma força sobre o outro.” (HALLIDAY *et al*, 2008, p 107). Sobre a terceira Lei de Newton, Negri (2013) diz que:

É a 3ª lei de Newton, também conhecida como a *lei da ação e reação*, que nos fornece os meios para a determinação dessas forças. E, certamente está aí, nesse entendimento, um marco da genialidade do grande físico que foi Isaac Newton. A essência da terceira lei de Newton está na afirmação de que não existe força isolada: as forças ocorrem sempre aos pares. (NEGRI, 2014, p. 32).

Portanto, se há dois corpos interagindo, há um corpo exercendo uma força no outro e vice-versa. Não haverá uma força isolada. Abaixo dois corpos A e B em contato, interagindo. A terceira Lei de Newton diz que:

O corpo A exerce uma força em B, B exerce uma força em A. Essas forças possuem mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos.

**Figura 3** – Dois corpos em contato gerando um par de forças, Ação e Reação.



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/terceira-lei-newton.htm>

Em módulo essas forças são iguais, mas como força é uma grandeza vetorial, possui módulo, direção e sentido, escrevemos em notação vetorial que  $\vec{F}_{ba} = -\vec{F}_{ab}$  módulos iguais, sentidos opostos.

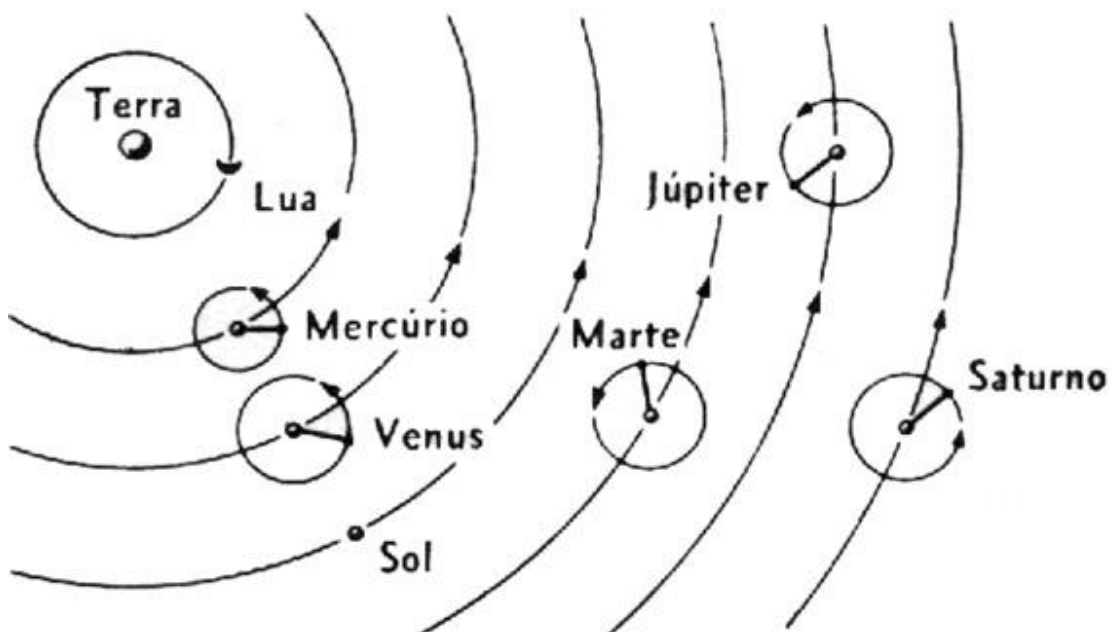
### 3.3.4 Lei da Gravitação Universal

Ao olharmos para a imensidão do universo percebemos o quanto somos pequenos e frágeis, e quantas perguntas não surge na mente dos observadores do nosso céu. Essa curiosidade vem de épocas remotas e faz da astronomia umas das ciências mais antigas. Antes da lei da Gravitação de Newton muita observação e modelos de como se comportariam os corpos celestes surgiram pelo passar dos séculos. Religião e ciência por muito tempo se misturaram durante séculos. Dogmas religiosos prevaleceram por muito tempo e contrariava o que hoje se entende por observado e correto para os corpos celestes. {...} entre os egípcios, as observações astronômicas e suas



explicações eram função exclusiva dos sacerdotes. Muitas superstições e histórias fantásticas eram criadas para explicar os fenômenos que ocorriam no céu. (TORRES et al, 2010, p 242). E muitas outras histórias fantasiosas surgiram. Séculos antes de Cristo os gregos se destacavam em tentar explicar os fenômenos celestes de forma racional, entre eles tales de Mileto (625 a.C.-547 a.C.), Anaximandro (611 a.C.-547 a.C.) entre outros. Dois modelos planetários foram elaborados com diferentes concepções sobre o a posição da terra no cosmo. Para Platão, Aristóteles e originalmente Eudócio a Terra estaria no centro do universo (TORRES e col, 2010, p 244). Esse modelo no qual a Terra estaria no centro do universo é o modelo geocêntrico. Alguns séculos depois, na época cristã, Ptolomeu elaborou um sistema geocêntrico em que possibilitou um melhor entendimento dos movimentos dos planetas.

**Figura 4** – Sistema Simplificado dos movimentos planetários de Ptolomeu.



**Fonte:** <http://www.mat.ibilce.unesp.br/laboratorio/pages/historia/copernico.htm>

Veremos a seguir que essa ideia foi fortemente combatida pela religião dominante da época. As observações continuavam e um novo modelo surgiu, no qual não era mais a Terra que estava no centro e, sim, o sol. O filósofo Aristarco de Samos (320 a.C.-250 a.C.) criou um modelo que contrariava a ideia do geocentrismo.

Numa época em que predominava os modelos geocêntricos {...} inovou, criando um modelo **heliocêntrico**, segundo o qual



o sol (*hélios*, em grego) estava no centro do universo e todos os planetas, inclusive a terra, giravam ao seu redor. Sua teoria foi considerada ousada e sem fundamento, e chegou a ser acusada de insulto religioso. (TORRES, 2010, p. 244).

Já no século XVI Nicolau Copérnico, em uma época em que a doutrina da igreja era predominante e acima de contestações, ele elaborou um modelo no qual o Sol estaria no centro e os planetas girando em volta do sol em orbitas circulares. A igreja adotou o modelo geocêntrico, essa ideia aristotélica se tornou um dos dogmas da igreja e contraria a igreja era algo passivo de morte naquela época. A obra na qual Copérnico apresentou sua obra sobre o modelo heliocêntrico foi bastante polêmico e foi visto pela igreja como uma heresia e proibido sua leitura por contraria a filosofia aristotélica. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2012, P 199). Sobre a importância das ideias de Copérnico PONCZEK *apud* PORTO mostra que:

O astrônomo Nicolau Copérnico (1473-1543), trouxe em suas concepções sobre o universo ideias que representaram as primeiras rupturas com a antiga visão Aristotélica de mundo dando início aos primeiros passos da Revolução Científica denominada revolução Copernicana. (PONCZEK *apud* PORTO, 2002, p 04)

Outro defensor do sistema heliocêntrico foi Galileu que também teve problemas com a igreja. “Pela insistência e contundência que defendia suas ideias, Galileu conquistou grandes inimizades no seio da Igreja Católica, chegando a ser ameaçado de ir para a fogueira.” (TORRES et al, 2010, p. 246).

Vimos que o estudo do céu é algo que a humanidade faz desde muito tempo e vimos também uma evolução de ideias que foram sendo aperfeiçoadas e separadas, algumas vezes, das doutrinas religiosas predominantes.

[...] as ideias de Nicolau Copérnico representaram uma das grandes revoluções da história das ciências. Mas a substituição da teoria aristotélica passaria por Kepler, recaindo no ombros de Galileu e sendo concluída por Newton. Nesse período a astronomia passa a ser chamada de astronomia moderna. (PORTO, “s. d.” p. 5)

Outro Astrônomo que deixou bastantes contribuições foi Johannes Kepler (1571-1630). As leis de Kepler explicam o movimento dos planetas em torno do sol.

- a) A PRIMEIRA LEI DE KEPLER diz que qualquer planeta ao girar em torno do sol descreve uma órbita elíptica e que o sol ocupa um dos focos.
- b) A SEGUNDA LEI DE KEPLER diz que a reta que une o planeta ao Sol varre áreas iguais e proporcionais aos intervalos de tempo de percurso enquanto o planeta descreve sua órbita elíptica.
- c) A TERCEIRA LEI DE KEPLER diz que o quadrado do período  $T$  de translação de um planeta em torno do Sol é proporcional ao cubo do raio de sua órbita. E a razão entre eles é uma constante  $K$ .

A natureza sempre causou curiosidade, os fenômenos naturais sempre chamou a atenção da humanidade. Uma pedra caindo, apesar de ser jogada pra cima despertou o interesse de Filósofos e grandes físicos, entre eles, um dos mais famosos, Isaac Newton. Esse movimento do objeto caindo, nos leva a filosofia de Aristóteles. Para ele os corpos são formados por quatro elementos básicos, essa era a teoria de Empédocles. "Segundo Empédocles, [...] não existia um, mas quatro elementos responsáveis por formar toda a matéria: a água, o ar, a terra e o fogo." (PINHEIRO *et al*, 2011, p. 8). Para Aristóteles também havia um quinto elemento para o mundo celeste, o éter. Para ele um corpo sólido cai porque ele é composto pelo elemento terra e o lugar natural seria na superfície. A queda dos corpos sólidos nas proximidades da superfície da Terra é então explicada em termos dessa tendência inerente ao corpo de retornar à posição que lhe é própria. (PORTO, 2009). Após séculos de estudos sobre o céu e o movimento dos corpos chegamos a Newton e a Lei da Gravitação.

Os estudos de Kepler contribuíram para que Newton pudesse elaborar sua lei. Ao observar o movimento dos planetas em torno do sol, Newton imaginou que esses planetas estavam sujeitos a ação de uma força, a força centrípeta. Newton se questionou que força seria essa, então ele diz que: a força centrípeta, que mantém um planeta em sua órbita, deve-se à atração do Sol sobre esse planeta. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2012, p. 203). As observações de Newton o levaram as seguintes conclusões:

1. Que dois corpos se atraem e que essa força é proporcional à massa de ambos os corpos.
2. Que essa força é inversamente proporcional ao quadrado da distância  $r$  entre os corpos.

Enunciar-se a Lei da Gravitação da seguinte maneira:

A força de atração entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

E expressa matematicamente da seguinte maneira:

$$F_g = G \frac{Mm}{r^2}$$

Onde  $G$  é a constante gravitacional e seu valor no Sistema Internacional é:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$

## **4 ABORDAGEM HISTÓRICA DAS TRÊS LEIS DE NEWTON EM UMA ANÁLISE DE LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO**

Analisamos neste capítulo a abordagem histórica apresentada em dois livros didáticos do 1º Ano do Ensino Médio, observando como essa abordagem ocorre, para mostrar que as Leis de Newton não foram descobertas instantâneas feitas por ele, mas resultados de seus estudos e de outros pensadores sobre o tema. Mostramos, assim, uma Física mais humanizada.

### **4.1 POR QUE ANALISAR A ABORDAGEM HISTÓRICA NO LIVRO DIDÁTICO?**

Por que um corpo se encontra em movimento ou em repouso? O que faz um corpo sair do seu estado inicial (repouso ou movimento)? Existe alguma relação entre a força que atua sobre um corpo e seu movimento? As três leis de Newton mostram a relação da força e o movimento, portanto, o aluno deve saber esses conceitos. Sabemos que a concepção da relação entre força e movimento mudou com o passar dos séculos. Na antiguidade filósofos gregos buscaram explicações para os movimentos dos corpos, iniciou aí um vasto estudo sobre esse assunto. Com o método científico, o cientista Galileu Galilei continuou a estudar esses movimentos e seus estudos serviram de base para Isaac Newton formular suas famosas leis. Daí a importância do conhecimento histórico acerca do conteúdo a ser ensinado e aprendido.

A seguir analisamos dois livros didáticos utilizados no 1º Ano do Ensino Médio com o objetivo de detectar se esses livros trazem em seus conteúdos uma abordagem histórica para o trabalho com as três Leis de Newton. Adotamos para análise um formulário adaptado conforme já nos referimos em capítulo anterior.

#### **4.1.1 Análise de livro didático – 1**

##### **I IDENTIFICAÇÃO:**

**a) Título:**

Curso de Física

**b) Autor (es):**

Antônio Máximo; Beatriz Alvarenga

**c) Edição:**

1ª edição

**d) Editora/Cidade/Ano:**

Scipione; São Paulo, 2012

**e) Etapa de Ensino a que se destina/Ano-Série:**

1º ano do ensino médio

**f) Quantidade de páginas:**

400 páginas

**g) Coleção/Volume:**

Curso de Física, volume 1.

**II CRITÉRIOS DE ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO:****a) Adequação da capa ao ensino histórico das Leis de Newton:**

Não há nenhuma adequação da capa com os fundamentos históricos das Leis de Newton.

**b) Apresentação Geral do Livro e Proposta de Abordagem histórica das Leis de Newton:**

Não há na apresentação propostas com estudos sobre a história da ciência, logo, dá a entender que não contém propostas de uma abordagem histórica das Leis de Newton no livro: o que não se confirma adiante.

**c) Adequação dos conteúdos e atividades da história envolvendo as Leis de Newton (se houver) à faixa etária dos usuários:**

Os conteúdos estão adequados à faixa etária dos usuários. Porém, há muito pouco conteúdo histórico quanto à 1ª, 2ª e 3ª Leis de Newton. Já no capítulo da lei da gravitação há bastante conteúdo histórico e um pouco da evolução histórica dos estudos sobre o movimento dos corpos celestes, desde os gregos a Newton. Com uma linguagem simples e adequada aos usuários.

**d) Uso adequado de imagens, ilustrações ao conteúdo histórico das Leis de Newton:**

Na primeira Lei, o Princípio da Inércia, há algumas imagens e ilustrações, mas fazendo referência a uma evolução histórica de pensamentos, há apenas uma, uma ilustração do que seria um experimento feito por Galileu para mostrar que um corpo em movimento para devido à ação do atrito e sem ele o corpo permaneceria em movimento. No geral para a 1ª Lei fica aquém a adequação das imagens e ilustrações ao conteúdo histórico. A terceira Lei é explicada sem ilustrações históricas, há imagens que mostram bem a ação e reação, mas sem dados históricos. No capítulo 5 a segunda Lei é explicada com algumas imagens, mas não há imagens que leve o aluno a buscar a evolução histórica dessa Lei. O capítulo 6 há bastantes ilustrações com referências históricas, o sistema de Ptolomeu, de Copérnico, das Leis de Kepler. Todos antecederam a Lei da Gravitação Universal. E estão adequadas ao conteúdo.

**e) Apresentação de proposta de trabalho interdisciplinar envolvendo fatos históricos das Leis de Newton:**

Há uma abordagem histórica e é mencionado o pensamento aristotélico, modelos geocêntrico e heliocêntrico. O livro analisado omitiu a relação da ideia de que a terra estaria no centro do universo com o poder religioso dominante da época, também omiti Galileu e sua defesa ao modelo heliocêntrico contrariando um dos dogmas católicos. O professor pode trabalhar em parceria com o professor de Filosofia e também com o professor de Sociologia. Mas, nesse livro não há propostas prontas de como fazer essa interdisciplinaridade. O que há são algumas atividades que faz o aluno ler sobre o modelo grego sobre o universo.

**f) Proposição de valores e atitudes conforme as exigências da matemática como ciência e como linguagem universal nas Leis de Newton:**

Newton criou o cálculo diferencial e utilizou em suas leis.

A segunda lei ele descreveu como  $\vec{R} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ . Os alunos do Ensino Médio não estudam esse desenvolvimento matemático no ensino básico a segunda lei é apresentada como sendo  $\vec{F}r = m\vec{a}$ . As propostas de atividades correspondem ao nível básico. Os valores matemáticos

propostos são simples e com um enunciado claro e de fácil compreensão.

**g) Fontes científicas e referências indicadas da história das Leis de Newton de acordo com a capacidade dos alunos e seu contexto socioeconômico e cultural:**

Há fontes sobre a história da Ciência e das Leis de Newton.

**h) Apresentação de atividades que promovem a iniciação científica:**

Há sim. É, apresentado um experimento de Galileu sobre a ação do atrito no movimento, há ilustrações que promovem alguma tentativa de experimentação e observação das leis.

**i) Utilização de fundamentação histórica acerca das Leis de Newton:**

Há referências aos estudos de Galileu que foram muito importantes para Newton desenvolver a base da mecânica clássica e menção do pensamento aristotélico, essa sem aprofundamento ou qualquer explicação desse pensamento.

No capítulo 6 contém o estudo da Lei da Gravitação Universal e há bastante referências históricas, é mostrado que a astronomia é praticada há tempos; séculos antes de Cristo. Apresenta o modelo dos gregos onde a terra estava no centro do universo, a chamada teoria geocêntrica. Segue o capítulo mostrando a evolução do pensamento sobre os movimentos observados no céu. Essa evolução é mostrada com o sistema de Ptolomeu, ainda um sistema geocêntrico, mas com uma aceitação maior quanto ao movimento dos corpos celestes. Segue-se com um novo sistema, cujo, sol estava no centro, o sistema heliocêntrico de Nicolau Copérnico. O dos mais fantásticos trabalhos de Newton, a Lei da Gravitação Universal, foi realizado após estudos com base nas Leis de Kepler e estas leis são estudadas nesse capítulo.

**j) Apresentação de propostas inovadoras sobre fatores históricos das Leis de Newton:**

Não há.

**k) Indicação de Objetivos, Habilidades e Competências vinculados à fundamentação histórica das Leis de Newton:**

Há indicação de mostrar que esses estudos tiveram início muito antes de Newton, principalmente, no capítulo 6 no qual é mostrada a

Gravitação Universal. Porém, essas competências poderiam ser bem mais abordadas.

### **III SÍNTESE GERAL DA ANÁLISE DO LIVRO**

Foram analisados alguns pontos sobre a história da ciência no livro didático, cujo título é Curso de Física. Inicialmente o livro não apresenta aspectos históricos sobre a ciência, conseqüentemente, não apresenta esses aspectos sobre as Leis de Newton. Nos capítulos 4, 5 e 6, nos quais o livro apresenta as Leis de Newton, nota-se uma linguagem simples e adequada à faixa etária dos alunos. Com exceção da Lei da Gravitação, as outras Leis sobre o movimento apresentam os conteúdos com poucas ilustrações históricas. Não há como negar que há muito conteúdo histórico sobre o movimento que antecederam as Leis de Newton.

Não há nesse livro analisado proposta interdisciplinar envolvendo esse conteúdo histórico, os exercícios não tratam dessa evolução de pensamento. O que há são algumas referências aos estudos de Galileu, um pouco do pensamento Aristotélico é mostrado, mas sem ter atividades que relacione esses pensamentos distintos. No capítulo 6, a Lei da Gravitação é mostrada, mas, antes o livro apresenta certa evolução dos estudos sobre o cosmo, desde o modelo grego, o geocentrismo e heliocentrismo, como também as Leis de Kepler, essas que foram observadas por Newton para estudar o movimento do planeta em torno do Sol.

Há algumas referências bibliográficas citadas ao final do livro que o aluno pode buscar e se aprofundar no estudo histórico da evolução de pensamentos sobre o movimento dos corpos. Nos capítulos que estudam as Leis de Newton não há propostas inovadoras para os alunos do Ensino Médio para aprender tais conteúdos.



#### 4.1.2 Análise de livro didático – 2

##### I IDENTIFICAÇÃO:

**a) Título:**

Física - Ciência e Tecnologia

**b) Autor (es):**

Carlos Magno A. Torres; Nicolau Gilberto Ferraro; Paulo Antonio de Toledo Soares.

**c) Edição:**

2ª edição.

**d) Editora/Cidade/Ano:**

Editora Moderna - São Paulo, 2010

**d) Etapa de Ensino a que se destina/Ano-Série:**

1º ano do Ensino Médio

**e) Quantidade de páginas:**

320 páginas.

**f) Coleção/Volume:**

Física - Ciência e Tecnologia. Volume 1. Mecânica

##### II CRITÉRIOS DE ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO:

**a) Adequação da capa ao ensino histórico das Leis de Newton:**

As imagens contidas na capa se adequam a exemplos da lei da gravitação. Há homens pendurados em uma estrutura metálica, sendo assim, é totalmente possível demonstrar a lei da gravitação universal. Porém, não há nenhuma ligação entre a capa do livro com a evolução histórica da visão das causas dos movimentos dos corpos. Portanto, não há na capa referências históricas sobre as leis de Newton.

**b) Apresentação Geral do Livro e Proposta de Abordagem histórica das Leis de Newton:**

Na apresentação do livro mostra-se a Física com sua característica de explicar os fenômenos a nossa volta, explicar o funcionamento das máquinas que usamos no dia a dia. Os autores tiveram o cuidado de apresentar a Física como capaz de aumentar a visão crítica de quem a

estuda. Propuseram, com o livro, desenvolver a curiosidade do estudante, o desejo de aprender e a importância de melhorar o trabalho em equipe com a apresentação dos conceitos básicos. A apresentação tem como foco principal mostrar a importância da Física para a compreensão dos fenômenos a nossa volta, a importância desta ciência para o entendimento das tecnologias que usamos em nosso cotidiano. A apresentação não contém pontos que leve a uma ideia de abordar a história que envolveu a evolução das leis físicas, em especial as leis de Sir Isaac Newton, tema deste trabalho.

**c) Adequação dos conteúdos e atividades da história envolvendo as Leis de Newton (se houver) à faixa etária dos usuários:**

O que o livro apresenta de conteúdos históricos sobre as Leis de Newton são adequados à faixa etária dos alunos do Ensino Médio, a linguagem bem simples, pois os comentários são sucintos sobre aspectos históricos. Não há propostas de atividades que envolva aspectos históricos, assim como também não há situações históricas nos exercícios que usam aspectos matemáticos.

**d) Uso adequado de imagens, ilustrações ao conteúdo histórico das Leis de Newton:**

Na primeira - da Inércia é pouco o uso de imagens para explicar esse conteúdo é feito com poucas ilustrações. Como no estudo da primeira lei, a segunda lei de Newton também é apresentada com bem poucas imagens e ilustrações. A lei da Ação e Reação, neste livro analisado, mostra esse assunto utilizando um pouco mais, porém não muitas imagens de forma adequada e simples. Imagens demonstrando exemplos bem comuns como alguém andando empurra o solo para trás, por sua vez o solo empurra o pé para frente.

Em todas as três leis foram extremamente escassas imagens que levem o aluno a ter curiosidade sobre o que levaram o cientista a pesquisar sobre as causas dos movimentos. Além de uma ilustração de um esquema da experiência de Galileu, uma imagem do rosto de Newton não há imagens sobre a evolução das ideias. É bem pouco o uso de gráficos. Em contra partida, o capítulo 7, no qual a Lei da Gravitação é mostrada usa muitas imagens, ilustrações e gráficos nos exemplos, nas

discussões e atividades. Ilustrações dos filósofos e cientistas são bem comuns neste capítulo, além de ilustrações sobre o modelo ptolomaico fazem referência a evolução histórica dos estudos sobre o universo. Uma figura clássica de, praticamente, todo livro em que se aborda estudos sobre a gravidade, a maçã caindo na cabeça de Newton é mostrada neste livro. Não há imagens que relatem a opressão da Igreja Católica para quem defendesse o modelo heliocêntrico que era considerado heresia mesmo estando correto.

**e) Apresentação de proposta de trabalho interdisciplinar envolvendo fatos históricos das Leis de Newton:**

Quando se estuda as leis de Newton há bastante material para trabalhos interdisciplinar, como por exemplo, a interdisciplinaridade entre Física e História, envolvendo o movimento renascentista, o período da Inquisição, entre a Física e a Filosofia, pois os filósofos foram os primeiros a tentar entender e explicar os fenômenos naturais. As ideias de Aristóteles prevaleceram por séculos e foi aceita e usada pela igreja Católica. Há um grande leque de possibilidades de interdisciplinaridade. Porém, não há nestes capítulos propostas de trabalhos interdisciplinares. Nem nos exemplos, nem nas atividades.

**f) Proposição de valores e atitudes conforme as exigências da matemática como ciência e como linguagem universal nas Leis de Newton:**

As propostas poderiam se enquadrar um pouco mais nas exigências matemáticas como linguagem para explicar as leis de Newton. Essas propostas deveriam unir os conceitos físicos em tecnologias com desenvolvimento matemático, para, assim, familiarizar os alunos com as expressões matemáticas que contém os conteúdos, mas sem aspectos históricos do cálculo diferencial desenvolvido por Newton. Isso se explica pelo fato de que os alunos do Ensino Básico não tem contato com esse nível matemático.

**g) Fontes científicas e referências indicadas da história das Leis de Newton de acordo com a capacidade dos alunos e seu contexto socioeconômico e cultural:**

Há poucas referências bibliográficas que levem o aluno a se aprofundar nos aspectos históricos das Leis de Newton.

**h) Apresentação de atividades que promovem a iniciação científica:**

O livro analisado contém algumas situações para comprovar as leis de Newton: uma ilustração mostrando a experiência de Galileu Galilei, outras imagens que possibilita ao aluno observar a 2ª e 3ª Leis de Newton.

**i) Utilização de fundamentação histórica acerca das Leis de Newton:**

Espera-se, inicialmente, que o estudante chegue ao primeiro ano do Ensino Médio já tido um contato com as Leis de Newton, quando aluno do 9º ano do ensino fundamental. Faz parte do conteúdo de ciências uma abordagem sobre a mecânica e as leis de Newton são à base da Física Clássica, também chamada de Física Newtoniana. No livro Física – Ciência e Tecnologia, no início do ensino da Cinemática, em sua introdução há uma página (54) inteira com uma breve e sucinta apresentação da evolução histórica do entendimento das causas que geram o movimento. Desde Aristóteles (384 a 322 a.C), citando exemplos da visão cosmológica de Aristóteles sobre essas causas. Um dos exemplos citados é a razão pela qual uma pedra ao ser elevada e solta cai retorna ao solo. Para o filósofo cada objeto tinha um lugar determinado, a pedra tem seu lugar natural na superfície onde deveria permanecer. Sendo assim quando uma pedra é retirada de sua posição “natural” é obrigada a retorna a posição original. (Torres et al, 2010, pág. 54). A introdução do capítulo de Cinemática também faz referência ao movimento renascentista e os cientistas Galileu Galilei e Isaac Newton e o uso da matemática por eles. A partir da página 94 começa o estudo da atuação da força no movimento dos corpos. A primeira lei, O princípio da inércia é abordado com uma linguagem simples com alguns exemplos, o conceito de força, a força elástica, a força peso é apresentada com uma linguagem de fácil entendimento. A segunda e terceira leis são apresentadas em seguida. O livro mantém um padrão de mostrar os conteúdos com exemplos que julgo de fácil compreensão pelo estudante do 1º ano do Ensino Médio. Há uma escassez nas referências históricas, na evolução desse estudo, desde a visão

aristotélica que explicava sem a comprovação científica e com Galileu e Newton com o uso do método científico. As atividades são adequadas à faixa etária, mas há pouca visão histórica. Como este trabalho pesquisa a abordagem histórica que envolveram a formulação das leis de Newton, suas origens. Portanto o ensino do Princípio da Inércia, o Princípio Fundamental da Dinâmica e o Princípio da Ação e Reação são feitos com pouca visão histórica, desde o estudo do pensamento de Aristóteles e a filosofia usada na explicação das causas dos movimentos até a formulação das tais leis.

O capítulo sete deste livro analisado trata do estudo da Lei da Gravitação Universal, lei formulada por Isaac Newton. Há uma boa introdução falando um pouco do universo e a curiosidade do homem em conhecê-lo, desde o período pré-histórico. Este capítulo deixa claro que a curiosidade do homem pelo universo vem de muito tempo atrás. Filósofos como Tales de Mileto, Pitágoras e Platão e seus estudos sobre os corpos celestes são mencionados. A discussão com os modelos geocêntrico e heliocêntrico são abordados. Platão, Aristóteles, entre outros, acreditavam que a terra era o corpo celeste que estaria no centro do sistema planetário. A terra ocupava o centro das esferas planetárias, onde se movimentavam os planetas {...}. (Torres et al, 2010, pág. 244). Em seguida é apresentado o modelo heliocêntrico, no qual o sol estava no centro do universo, por Aristarco de Samos, o modelo de Ptolomeu, e, claro, o modelo planetário de Nicolau Copérnico. Assim como as contribuições de Galileu Galilei. É relatada neste capítulo a influência da igreja Católica na determinação do modelo planetário aceito. Porém, trocar a Terra pelo sol como centro do sistema planetário significava para os dirigentes da igreja tirar o ser humano do centro do universo, e essa ideia era considerada uma heresia {...}. (TORRES et al, 2010, p. 246).

Os estudos de Johannes Kepler e suas leis foram bem estudados por Newton e só após esse estudo Newton obteve compreensão suficiente para com sua capacidade desenvolver sua lei sobre o movimento dos corpos celestes. Só após o estudo das leis de Kepler que foram extremamente importantes para o desenvolvimento da lei da Gravitação

universal. Os conteúdos e atividades são adequados a faixa etária e ano/série.

Os capítulos que abordam as leis de Newton são bem compreensíveis, linguagem e atividades adequadas. Porém poderia ser mais estudado e discutido as influências históricas que contribuíram para o desenvolvimento dos estudos e compreensão dos movimentos, suas causas. Não há um profundo estudo sobre o pensamento aristotélico, mesmo esse ter sido falho, pendurou por séculos, sendo adotado pela igreja que impôs bastante autoridade quanto o que da ciência poderia ser aceito e ensinado.

**j) Apresentação de propostas inovadoras sobre fatores históricos das Leis de Newton:**

Não há.

**k) Indicação de Objetivos, Habilidades e Competências vinculados à fundamentação histórica das Leis de Newton:**

Compreender os conceitos de movimento, as causas e a interação força e movimento, a ação da força gravitacional sobre os corpos, compreender e aplicar as fórmulas dessas leis. Desenvolver os conceitos matemáticos e compreender um pouco de como funciona a ciência e sua evolução.

### **III SÍNTESE GERAL DA ANÁLISE DO LIVRO**

O livro Física, Ciência e Tecnologia, livro do 1º ano do Ensino Médio, foi analisado para que seja possível mostrar neste trabalho como o mesmo aborda a história da Ciência que antecedeu a formulação das Leis de Newton. Alguns aspectos foram observados. Inicialmente não há referências históricas na capa e nem na apresentação. Esta última mostra que a Física explica os fenômenos, as novas tecnologias. Mas não enfatiza que o estudo dos fenômenos naturais é algo tão antigo quanto à humanidade. Que antes do método científico a Filosofia era o caminho para a explicação de muitos fenômenos, entre eles, o movimento dos corpos terrestres e celestes. Novamente vemos no capítulo que ensina a Lei da Gravitação uma abordagem sobre a

evolução de pensamentos, os modelos sobre o universo e a ligação com a Filosofia e a religião. A linguagem do livro é adequada à faixa etária e quando mostra aspectos históricos é sucinto e simples. Não há questionamentos, propostas de pesquisas. Há imagens do experimento de Galileu, de alguns modelos sobre o universo, entre eles o modelo de Ptolomeu, no qual a Terra estava no centro do universo, mesmo pensamento que tinha Aristóteles. Há o conteúdo filosófico, principalmente no capítulo sobre a Lei da Gravitação, mas o livro não apresenta proposta interdisciplinar, cabendo ao professor elaborar essas propostas. A linguagem matemática não faz referência ao cálculo diferencial criado por Newton, esse cálculo não é ensinado no Ensino Médio, como já mencionado neste trabalho.

#### 4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em ambos os livros analisados, há sim, uma breve abordagem histórica. Neles mencionam Aristóteles, Galileu, como também modelos para o universo que são anteriores a Kepler e Newton. Os capítulos que mostram as três primeiras Leis de Newton, em ambos os livros, julgo que a abordagem histórica fica um pouco aquém do que poderia ser atingida. Os livros mencionam a ideia de Aristóteles de que para que um corpo permaneça em movimento, é necessário que uma força esteja agindo sobre o corpo continuamente, há menção aos estudos de Galileu.

Mas, esses pontos distintos que eles tinham poderiam ser amplamente discutidos em sala de aulas do Ensino Médio, por exemplo, qual dessas ideias mais os alunos se familiarizam, qual delas é considerada “correta” com base no que observamos no dia a dia. Questões como o porquê que, mesmo errada, as ideias de Aristóteles foram aceitas por tanto tempo. Não há esses questionamentos nos livros analisados, como também não há quais influências filosóficas, sociológicas e religiosas que Newton teve em sua época. Estudiosos da vida de Newton mencionam que ele foi bastante religioso, isso não é citado nos livros aqui analisados. Todos esses aspectos tiveram certa influência na relação de Newton com a ciência. Sobre as três Leis, é bem resumida à abordagem histórica, soa mais como um aviso de que há uma

evolução de ideias sobre as causas do movimento e cabe ao professor e aluno buscarem se aprofundar mais. Sobre os aspectos históricos que antecederam a formulação da Lei da Gravitação, em ambos, os livros analisados, a abordagem histórica se faz maior que nas outras três Leis, afinal não são de hoje que o homem olha para as estrelas e se pergunta o que há lá.

É muito rico o conteúdo histórico e filosófico quando se trata de Newton e suas leis. Isso mostra que a Física é um estudo contínuo e dinâmico sobre o mundo a nossa volta. O motivo dessa mudança de ideias ao longo do tempo se deve a curiosidade e a capacidade humana de questionar o porquê dessas coisas, foi assim com os gregos séculos antes de Cristo, foi assim com Newton e é assim até hoje.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendemos com este trabalho que ensinar Física utilizando aspectos históricos é uma das maneiras que o professor pode recorrer para buscar uma maior dinâmica de ensino e maneiras diferentes de entender os conceitos e fórmulas. Quando se fala em Física, logo, se imagina um conjunto de fórmulas matemáticas.

Mas, a Física vai, além disso, e formas diferentes de ensiná-la têm sido elaboradas devido a necessidade de desmistificar essa ciência. Este trabalho tratou da abordagem histórica como uma maneira de ensinar essa disciplina mostrando a evolução das ideias, especificamente, as Leis de Newton, mostrando que essa ciência não é restrita a gênios, como foi Isaac Newton. Há uma relação entre Física e Filosofia muito forte, pois, foi com o pensamento filosófico que o homem buscou ir além do que sabia naquele momento sobre a natureza. Aspectos filosóficos se mantêm até hoje nesta incrível Ciência, como o próprio nome que deriva de uma palavra grega que significa natureza, esses também há na astronomia no modelo heliocêntrico.

Usar o método da abordagem histórica no Ensino Médio contribui para que o aluno entenda que as leis que ele estuda foram resultados de evolução de ideias, questionamentos e que os mesmos podem, também, fazer parte dessa evolução de pensamento, com base, sempre, em bastante estudo. Foi mostrado que o Ensino Médio deve preparar o aluno, não apenas, para memorizar aquele conteúdo, mas ter uma capacidade de questionar e atuar de forma cidadã em sua comunidade. A abordagem histórica não é semelhante ao método em que o aluno, normalmente, se preocupa em memorizar as fórmulas das Leis de Newton ou outra fórmula Física, a abordagem histórica permite o aluno discutir sobre os “porquês” dessas Leis.

Assim contribui para desenvolver no aluno um senso crítico, ajudando na sua formação cidadã. Mostrar os fatores extra científicos que influenciaram as ideias sobre os movimentos dos corpos que resultaram nas Leis de Newton abre uma possibilidade de ensinar de maneira interdisciplinar, pois não há só a Matemática quando falamos das Leis de Newton, há uma evolução de ideias que envolvem Filosofia, Sociologia e História. Esses fatores históricos como metodologia no ensino das Leis de Newton possibilita que o aluno desenvolva

seu conhecimento que o próprio tem e entendendo que a Física estuda o que acontece a sua volta, desmistificando que essa ciência não está ao seu alcance. Com base nos autores pesquisados na escrita deste trabalho é possível mostrar que a abordagem histórica promove uma maior interação entre os alunos e seus professores, pois, esse método de ensino promove um maior diálogo entre eles e mostra que a ciência é humanizada e se forma com conjuntos de ideias que estudadas resultam em um maior entendimento da natureza. Foi assim com Galileu que foi além de Aristóteles ao usar o método científico fez estudos sobre a relação força e movimento e que posteriormente Newton. Essa nova alternativa didática anima o seu uso, pois não vai se prender ao ensino tradicional e enfadonho em que o professor escreve no quadro e o aluno repassa para o caderno. Esse método didático e dinâmico, pois mostra que o conhecimento físico é dinâmico e que a natureza deve ser sempre estudada e novas teorias podem surgir a qualquer momento, assim desenvolve a formação do aluno e o incentiva, a ser mais participativo. Conhecer os fatores históricos, as ideias anteriores a Newton e que houve dedicação e perseverança de Newton ao desenvolver suas Leis e que o mesmo se baseou nos estudos de Galileu, os estudos de Kepler, faz com que o aluno ao se deparar com as expressões matemáticas já tenha uma bagagem de contextualização da origem daquelas fórmulas e como Newton chegou a elas. Além de ampliar o uso do livro didático. Utilizando de fontes além das que contém os livros didáticos o professor pode enriquecer e muito as suas aulas sobre as Leis de Newton e de outros assuntos que envolva ciência. A ciência não surgiu hoje, nem ontem.

O conhecimento se faz dia após dia até que se chegue a uma ideia que explique com segurança dado fenômeno. Foi assim com o movimento dos corpos terrestres e celestes. Acrescentar isso nas aulas de Física só enriquece o ensino das mesmas e deixa o aluno mais familiar com a Ciência, assim, quando se utilizar de ferramentas matemáticas o aluno já teve uma boa contextualização e viu que a Física não se resume a linguagem matemática.

## REFERÊNCIAS

AMADOR, Viviani Mantovani. **A utilização da História da Ciência no ensino: uma contribuição.** 2011. 54 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana, Centro de Ciências Biológicas e da saúde, São Paulo, 2011.

AMARAL, JOÃO J. F. Como fazer uma pesquisa bibliográfica. Fortaleza, 2007. Disponível em:  
[https://cienciassaude.medicina.ufg.br/up/150/o/Anexo\\_C5\\_Como\\_fazer\\_pesquisa\\_bibliografica.pdf](https://cienciassaude.medicina.ufg.br/up/150/o/Anexo_C5_Como_fazer_pesquisa_bibliografica.pdf)

BRASIL, **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica /** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. 562 p. Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental.** Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998. 138 p.

BRENNAN, Richard P. **Gigantes da Física:** uma história da física moderna através de oito biografias. Ed. rev. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CACHEL, Andrea; SANTOS, Angela Maria. **Interdisciplinaridade:** uma visão da Física e Filosofia em sala de aula no ensino médio. 10 f. Artigo – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná.

FILHO, Geraldo Felipe de Souza. **Simuladores computacionais para o ensino de Física Básica: uma discussão sobre produção e uso.** 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física. Rio de Janeiro, 2010.

FILHO, Jenner Barretto Bastos. Qual História e qual Filosofia da Ciência são capazes de melhorar o ensino de Física. *In:* PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferrer P; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino.** Natal: EDUFRRN, 2012. P. 65-84.

FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Isaac Newton.** Mai. 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/newton/>. Acesso em: 28 nov. 2015.

GARDELLI, Daniel. A origem da inércia. 21 f. Artigo (Curso Anglo Vestibulares de São Paulo Centro de Educação Vivencial Mater et Magistra Núcleo de Educação e Cultura Mogi - NECM-ANGLO) – São Paulo, 1999.  
**Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 16, n. 1: p. 43-53, abr. 1999.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, v. 1: mecânica. 8. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2008.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE. *Campus Santa Cruz. Licenciatura em Matemática.* 2016. Disponível em: <<http://portal.ifrn.edu.br/campus/santacruz/licenciatura-em-matematica>>

KRAWCZYK, Nora. Reflexão sobre alguns desafios do ensino médio no Brasil hoje. 18 f. **Cadernos de Pesquisa.** v.41 N.144 2011 Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15742011000300006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742011000300006)>

LIMA, Felipe Diego Araújo. **As disciplinas de Física na concepção dos alunos do Ensino Médio na Rede Pública de Fortaleza/CE.** 2011.36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual do Ceará 2011.

MATTHEWS, Michael R. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação.** 51 f. Departamento de Educação, Universidade de Auckland, Nova Zelândia, 1995. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A História das Ciências e seus usos na educação. *In:* SILVA, Cibelle Celestino (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006a.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física.** São Paulo: Scipione, 2010.

NASCIMENTO, Luciano Feitosa do. **História e Natureza da Ciência: um Roteiro Para Análise do Livro Didático.** 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

NEGRI, Luiz J. **As Leis de Newton.** Material de aula do curso de Física. IFRN, 2014.

OLIVEIRA, Luciano Denardin de. **A História da Física como Elemento Facilitador na Aprendizagem da Mecânica dos Flúidos.** 2009. 162 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Porto Alegre, 2009.

OLIVEIRA, Luiz Kildery de Melo. **O Ensino de Física numa perspectiva de Inovação Pedagógica.** 2011. 38 f. Monografia (Graduação em Física) - Faculdade Integrada da grande Fortaleza – FGF, Ceará, 2011.

PAGLIARINI, Cassiano Rezende. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio.** 2007. 117 f. Dissertação Mestre em Ciências – Física Básica – Universidade de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, São Carlos, 2007.

PEDUZZI, Luiz O. Q. **Física Aristotélica**: por que não considerá-la no ensino da mecânica. 16 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação/ Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. **Cad.Cat.Ens.Fis.**, v.13,n1: p.48-63, abr.1996.

PEREIRA, Valquíria Guimarães. **As Leis de Newton**: uma abordagem histórica na sala de aula. 2011. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Alfenas MG, 2011.

PORTO, Deivid Andrade. **Historia da Astronomia**: A evolução da idéia do universo da antiguidade à idade moderna. 8 f. “s. d.”. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~militao.figueredo/MNPEF/fisicacomtemporanea/Monografias/Historia%20da%20Astronomia%20-%20Deivid%20Porto.pdf>> Acesso em 17 Nov. 2016.

REIS, André Silva dos; SILVA, Maria Dulcimar de Brito; BUZA, Ruth Gabriel Canga. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da Ciência e Ensino**: construindo Interfaces. 2012. v.5 12 f. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/9193>

ROTH, Ariel A. **A Ciência descobre Deus**: evidências convincentes de que o Criador existe. 1. ed. Tatuí, SP: Casa Publicadora Brasileira, 2010.

TORRES, Carlos Magno A; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física Ciência e Tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. História e Filosofia da Ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de Aula: um relato de experiência em sala de aula. 14 f. Universidade Federal do Piauí, **Revista Ciências & Ideias**, ISSN: 2176-1477, 2012.

VIDEIRA, Antonio Augusto P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, Cibelle Celestino (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.