

**FORÇA E CONSERVAÇÃO DO MOVIMENTO:
A DINÂMICA ELEMENTAR DE RENÉ DESCARTES**

**FORCE AND MOVEMENT CONSERVATION:
THE ELEMENTARY DYNAMICS OF RENÉ DESCARTES**

**FUERZA Y CONSERVACIÓN DEL MOVIMIENTO:
LA DINÁMICA PRIMARIA DE RENÉ DESCARTES**

Danilo Ricardo Rosa de Sá*
daniloroosa45@gmail.com

Milene Rodrigues Martins*
milene.rm1@gmail.com

Marcos Cesar Danhoni Neves*
macedane@yahoo.com

Daniel Gardelli*
dgardelli2@uem.br

* Universidade Estadual de Maringá-PR, Brasil

Resumo

Diante de uma complexa conceituação da dinâmica elementar estabelecida pelo paradigma newtoniano, este trabalho, de cunho colaborativo, objetiva o apresentar e discutir do pensamento cartesiano e newtoniano acerca do conceito de força e do movimento, bem como sua fundamentação teológica a fim de contribuir com o Ensino de Física por meio do resgate de aspectos históricos e epistemológicos. Para esta finalidade, utiliza-se da metodologia documental, com vistas a consulta de fontes primárias, com acréscimos de comentadores como fontes secundárias. O presente trabalho deriva-se de duas pesquisas, sendo uma de mestrado e outra de doutorado que versam respectivamente sobre o princípio de inércia e o conceito de força.

Palavras Chave: Ensino de Física. Força. Conservação do Movimento.

Abstract

Faced with a complex conceptualization of the elementary dynamics established by the Newtonian paradigm, this work, of a collaborative nature, goals to exhibit and discuss Cartesian and Newtonian thinking about the concept of force and movement, as well as its theological foundation aiming contribution to Physics Education through the rescue of historical and epistemological aspects. For this finality, it was employed the documentary methodology, in order to consult primary sources, with added comments as secondary sources. The present work is a result from two researches, one of which is a master's degree and the other of a doctorate, which deals, respectively, with the principle of inertia and the concept of strength.

Keywords: Physics teaching. Strength. Conservation of Movement.

Resumen

Frente a una concepción compleja de los conceptos elementales que puede adoptar el paradigma newtoniano, este trabajo, de naturaleza colaborativa, tiene como objetivo presentar y discutir el pensamiento cartesiano y newtoniano sobre el concepto de fuerza y movimiento, así como su fundamento teológico para contribuir a la Enseñanza de Física mediante del rescate de aspectos históricos y epistemológicos. Para este fin, utilice la metodología documental, consultando las fuentes primarias, con comentarios adicionales como fuentes secundarias. El presente trabajo se deriva de dos investigaciones, una de las cuales es una maestría y la otra un doctorado, que se ocupa, respectivamente, del principio de inercia y el concepto de fuerza.

Palabras clave: Enseñanza de Física. Fuerza. Conservación del Movimiento.

INTRODUÇÃO

As discussões das últimas décadas evidenciam que o viés histórico é caracterizado com inúmeras propriedades contributivas para o Ensino de Ciências (MATTHEWS, 1995). Seja como parte do conhecimento constituinte do professor ou como forma adicional de abordagem em sala de aula.

Na década de 70 e 80, os estudos sobre as concepções alternativas evidenciam que os alunos carregam uma compreensão com certa afinidade às ideias dos pensadores e filósofos que contribuíram de alguma forma para a elaboração da dinâmica newtoniana (VIENNOT, 1979; CLEMENTE, 1982; ZYLBERSZTJN, 1983). Usualmente, tais concepções se mostram com uma maior proximidade aos medievais parisienses, como Jean Buridan (1300-1358), e por vezes, às ideias de Aristóteles (384-322 A.E.C.). Além disso, essas concepções alternativas resistem à mudança para o novo paradigma.

Desse modo, concebe-se a importância de discutir os trabalhos de René Descartes (1596-1650). Uma vez que muitos aspectos de sua obra foram mantidos, de certa forma, nos trabalhos de Isaac Newton (1642-1727). Além disso, inúmeros livros didáticos apresentam a Lei inercial enunciada por Newton de maneira bastante distante da verdadeira essência teórica do pensador inglês. Deve-se a essa apresentação, uma semelhança muito mais próxima da concepção cartesiana à newtoniana.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir o pensamento cartesiano acerca do conceito de força e do movimento, bem como sua fundamentação teológica a fim de contribuir com o Ensino de Física por meio do resgate de aspectos históricos e epistemológicos.

Logo, fundamenta-se em uma pesquisa de mestrado sobre o princípio de inércia e em uma tese de doutorado voltada ao estudo de conceito de força nos séculos XVII e XVIII¹.

¹ SÁ, Danilo Ricardo Rosa de. O Princípio de Inércia sob aspecto histórico-epistemológico: uma possibilidade contributiva para o Ensino de Física. 2020, 127f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá 2020.

MARTINS, Milene Rodrigues. Uma abordagem histórica sobre conceitos de força nos séculos XVII e XVIII: compreensão acerca do processo de transposição didática no contexto acadêmico. 2020, 299f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

A COSMOGONIA CARTESIANA

Ao contrário da filosofia natural de Aristóteles (384-322 A.E.C.) e da filosofia de Giordano Bruno (1548-1600), os quais acreditavam em um universo infinito no tempo (SÁ, 2020), isto é, que não houve processo de criação e não haverá o de perecer, Descartes defendia a existência de um momento de criação, ainda que de caráter mecânico, em que supunha uma espécie de fundamentação teológica, fornecendo uma função ativa à Deus. Portanto, como acreditava Descartes em sua teologia, Deus teria gerado toda a matéria existente no universo e, como quem lhe dá um sopro inicial, também a pôs em movimento (ROCHA, 2002).

Diante disso, muitos autores atribuem a função e a presença de Deus somente no início da criação do universo. Como por exemplo, no trecho: “Descartes acreditava num deísmo no qual Deus criava a matéria e seu movimento *sem nenhuma interferência posterior*” (ROCHA et al., 2002, p. 93, *grifo nosso*). Ou ainda, como aponta Martins, Descartes “supôs que Deus apenas precisou criar a matéria e o movimento [...] Todo o restante ocorreria *sem a intervenção divina*, como consequência apenas das leis naturais” (MARTINS, 2012, p. 98-104, *grifo nosso*).

Embora não seja o foco deste trabalho, é pertinente alertar de que existe outra interpretação possível para a função de Deus. Segundo Cottingham (2011), o Deus cartesiano continua a se manifestar diretamente no universo mesmo após a sua criação. Portanto, de acordo com as ideias de Descartes presente na obra intitulada *Meditações Metafísicas*, é possível interpretar que o simples fato de que a matéria continua a conservar seu movimento se deve à ação constante de Deus por aquilo que se denomina de imutabilidade divina. Essa imutabilidade consiste na concepção de que o Deus cartesiano não muda nunca o seu modo de agir. Entretanto, para Descartes (1983), conservação e criação, por essência não se diferem, ou seja, conserva é uma espécie de recriação constante.

Dispensando por um momento o aspecto teológico da criação do universo, após a geração da matéria e do movimento, pode-se sintetizar o processo de construção do mundo cartesiano da forma que se segue. De acordo com Martins (1994), há de subentender que:

[...] inicialmente a matéria seria sólida e após Deus ter fornecido pelo menos dois movimentos a esta matéria, ela acabou sofrendo uma quebra em pequenos blocos. Um desses movimentos seria interno, de rotação de cada pedaço em torno de si próprio, que resultaria em uma fragmentação em pedaços cada vez menores da matéria sólida, produzindo uma espécie de “pó” que preencheria todos os espaços entre as partículas maiores. O segundo referia-se a um movimento de rotação de diferentes grupos de partículas arredondadas em torno de um centro comum (MARTINS, 2020, p. 21).

Utilizando-se de analogias visando fornecer uma melhor didática, outro autor expõe que Descartes:

[...] imaginava um universo infinito inicialmente constituído por um único bloco sólido de uma matéria parecida com cristal, sem luz, sem estrelas, cometas ou planetas, no qual Deus provoca uma imensa quantidade de turbilhões (vórtices) giratórios em pontos distribuídos ao acaso e ao largo de toda a sua extensão. Os turbilhões girariam tal qual liquidificadores, em grandes velocidades, em torno de seus centros, fragmentando a matéria sólida e criando três tipos de elementos (ROCHA, 2011, p. 90).

De acordo com Martins (2020), na obra intitulada *O mundo ou tratado da luz*, o pensador francês Descartes explicou sobre os três principais elementos constituintes do universo. Assim, concebendo o primeiro como aquele “que se pode nomear elemento fogo, como o líquido mais sutil e mais penetrante que existe no mundo”; o segundo como aquele “que se pode tomar como o elemento ar, concebo-o igualmente como um líquido muito sutil, comparando-o com o terceiro [...]”; “[..] admito só mais um terceiro, a saber o elemento terra, cujas partes julgo serem tão mais grossas e se moverem tão menos depressa em comparação às do segundo como estas em comparação às do primeiro” (DESCARTES, 2009, p. 59).

Na obra intitulada como *Princípios de filosofia*, Descartes realizou a lapidação dessa concepção ao argumentar que:

[...] podemos considerar que encontramos na matéria duas formas diferentes, e que podem ser consideradas como as formas dos dois primeiros elementos do mundo visível. A primeira é que essa fricção obrigou-a a separar-se das outras partículas da matéria quando se arredondaram e, movendo-se com tanta velocidade que ao encontrar-se com outros corpos, a simples força da sua agitação é suficiente para ser friccionada e dividida por eles numa infinidade de partículas, adquirindo tal figura que preenchem sempre e de forma exata todos os espaços ou pequenos intervalos à volta dos seus poros. A segunda é a restante matéria, cujas partículas são redondas e pequeníssimas comparadas com os corpos que vemos na Terra; apesar de tudo têm alguma quantidade determinada, de modo que podem dividir-se noutras menores. E haverá uma terceira forma nalgumas partes da matéria, isto é, naquelas que devido à sua espessura e figuras não podem mover-se tão facilmente como as precedentes. Procurarei demonstrar que todos os corpos deste mundo visível se formam de três formas presentes na matéria como três elementos diversos, a saber: o Sol e as estrelas fixas têm a forma do primeiro destes elementos, os céus a do segundo, e a Terra, os planetas e os cometas a do terceiro (DESCARTES, 2007, p. 115-116).

O “segundo elemento” referia-se às “partículas sólidas maiores, tais como as que constituem o solo; uma matéria mais sutil resultante do arredondamento das partículas sólidas, e que seria constituída por partículas esféricas muito pequenas” (MARTINS, 1994, p. 82). O “primeiro elemento” corresponderia a algo ainda menor, que ocuparia todo espaço por esses outros tipos de matéria (MARTINS, 1994).

Nesse sentido, o processo de formação das estrelas teria iniciado. Cada turbilhão ocuparia um lugar semelhante ao nosso Sistema Solar e na região central destes turbilhões haveria uma estrela constituída por pequenas partículas referentes ao “primeiro elemento”.

O segundo elemento é descrito como um tipo de líquido que estaria ocupando quase todo o volume do turbilhão. Este elemento apresentaria partículas arredondadas e escorregadias entre si, porém as mesmas não eram iguais, pois difeririam em tamanho. As esferas menores estariam localizadas nas proximidades do centro e apresentariam uma velocidade de rotação maior. Contrariamente, os círculos mais afastados do centro demandariam de um tempo maior para concluir uma volta.

Já o “terceiro elemento” estaria situado na superfície da estrela e, devido ao seu aspecto escuro formando uma espécie de camada, seria o responsável pelas manchas solares. Estas poderiam aumentar ou diminuir em decorrência da agitação contínua do primeiro elemento, que estaria em constante colisão com esta camada do terceiro elemento, porém, simultaneamente estaria trazendo mais partículas irregulares para a superfície (MARTINS, 1994).

A teoria cosmogônica de Descartes trouxe à luz explicações sobre a origem e a dinâmica dos corpos celestes, desde as denominadas “estrelas novas” (estrelas que apresentam bruscas variações de luminosidade) até a formação do Sistema Solar. Os planetas estariam girando em torno de uma estrela central em uma região onde as partículas do segundo elemento estariam detendo o mesmo grau de “força” que o planeta, ou seja, se o planeta se aproximava do centro, ele entra em contato com as partículas menores e que possuem uma agitação mais forte, adquirindo assim um movimento maior, afastando-se do centro (MARTINS, 1994).

Para fornecer esclarecimentos à formação do Sistema Solar, Descartes propôs a existência de mais de dez turbilhões próximos uns dos outros, porém com tamanhos distintos. Nos menores de todos os turbilhões, as estrelas centrais se recobririam primeiro com uma casca opaca e seriam capturadas pelos turbilhões próximos, que aumentariam de tamanho e os turbilhões médios dariam origem aos planetas (MARTINS, 1994).

Como sinalizado, a teoria dos vórtices de Descartes consistia em um sistema de proposições essencialmente qualitativas, em que eram empregados conceitos de pressão e ideias semelhantes, que eram conceitos dinâmicos disfarçados. Descartes também buscou fornecer uma possível causa para a gravidade, ou seja, para a queda dos corpos próximos à superfície terrestre:

Agora, porém, desejo que considereis o que é a gravitação desta Terra, ou seja, a força que une todas as partes dela e faz todas tenderem para o seu centro, conforme cada qual seja mais ou menos volumosa e sólida, o que nada mais é do que apenas isto: que as partes do pequeno espaço celeste que a cerca, girando mais depressa do que as partes dela em torno de seu centro, também tendem com muito mais força a se afastar dela e, por conseguinte, a empurrá-las de volta para lá (DESCARTES, 1927, apud JAMMER, 2011, p. 139).

Em outras palavras, Descartes considerou que o próprio vórtice da Terra seria capaz de produzir a gravidade por meio do argumento de que um líquido se movendo em círculos teria suas partículas afastadas do centro, tendendo a se movimentar em linha reta. Ao movimentarem-se mais rapidamente haveria uma tendência maior deste afastamento ocorrer. Se houvesse um líquido em alta rotação, contendo no seu interior partículas com rotação mais lenta, tais partículas teriam menor tendência de se afastar do centro e seriam empurradas pelo líquido para a região central. Desse modo, era possível explicar os acontecimentos que se sucediam nas proximidades da Terra, ou seja, concebia-se que, enquanto o segundo elemento do vórtice terrestre estivesse girando depressa, os corpos terrestres, por sua vez, estariam girando lentamente em torno do eixo da Terra e por isso, poderiam ser empurrados pelo material do vórtice em direção à Terra (MARTINS, 1998).

A gravitação não passava de um movimento descendente da matéria terrestre, uma espécie de turbulência antiperistáltica de *plenum*". Os corpos terrestres eram pressionados para o centro do vórtice – ou seja, a Terra – pelos componentes etéreos que flutuavam no turbilhão. Portanto, a gravitação não era uma tendência inerente à matéria, e sim uma repulsão ou uma reação exercida pelas partículas etéreas que se afastavam no centro dos vórtices. A pedra caía na Terra porque devia dar espaço às partículas etéreas que, em virtude de seu movimento circular, afastavam-se da superfície terrestre. Se essa matéria etérea em rotação veloz não circundasse a Terra, ou se fosse presumido que a Terra estava mergulhada no vácuo, todos os corpos que não estivessem firmemente presos ao solo seriam lançados para fora, em decorrência do movimento circular a que ficariam constantemente sujeitos (JAMMER, 2011, p. 140).

Apesar da aceitação desfavorável mesmo por parte dos cartesianos, antes do advento da teoria newtoniana, é notável o trabalho de Descartes em desenvolver um esquema conceitual que, com efeito, buscava unir a gravitação terrestre e o movimento cósmico dos planetas, movendo-se em seu vórtice solar (JAMMER, 2011, p. 141).

A DINÂMICA CARTESIANA DOS CORPOS

É conhecido o fato de que houveram outros pensadores do passado que enunciaram o que se conhece hoje como a lei inercial elaborada por Newton. Aristóteles, quando argumentou sobre a possibilidade ou impossibilidade do vácuo no livro IV da obra intitulada *Física*, enunciou o princípio de maneira muito semelhante à versão newtoniana (ARISTÓTELES, 1952). Mesmo que tenha negado tal princípio, alegando ser impossível que algo parecido ocorra, é pertinente comentar que a física aristotélica foi elaborada diante de uma perspectiva, em que o fenômeno era observado e explicado a partir de uma percepção do mundo real, diferentemente do mundo ideal e sem resistência do paradigma newtoniano.

Descartes foi um desses pensadores que enunciou tal princípio e, como propõe Martins (2012), denomina-se como *conservação do movimento*. Dessa forma, o pensador francês apresenta as seguintes leis da natureza, em que juntas constituem a essência do princípio de conservação do movimento publicado originalmente em 1644, na obra intitulada *Princípios da Filosofia*: “[1ª Lei] [...] cada coisa permanece no seu estado se nada o alterar; assim, aquilo que uma vez foi posto em movimento continuará sempre a mover-se” (p. 77); “[2ª Lei] [...] todo corpo que se move tende a continuar o seu movimento em linha reta” (DESCARTES, 2007, p. 78).

Diante disso, nota-se que a conservação do movimento por Descartes possui algumas características importantes. A primeira delas é acerca do termo *estado*. Entende-se, agora, que o movimento cartesiano não é mais a busca do corpo por uma finalidade como acreditava Aristóteles (ARISTÓTELES, 2012). A partir de agora, ela é “apenas” uma mudança de estado, a saber, estado de repouso e estado de movimento retilíneo uniforme. Detalhe que acaba gerando o que conhecemos hoje

como referenciais inerciais. Assim, para Descartes (2007), o movimento é uma relação de comparação entre os corpos e seus respectivos estados.

A segunda ideia importante é acerca do tipo de trajetória. Descartes rompeu com a concepção galileana, na qual Feyereabend (2011) chamou de *Inércia Circular*. Inclusive, Isaac Beckman (1588-1637), amigo com o qual trocava correspondência chegando a introduzi-lo em assuntos sobre filosofia microcorpúscular, hidrostática e queda livre, também acreditava numa espécie de conservação do movimento que percorria uma trajetória circular (GAUKROGER, 2011). Ainda assim, Descartes excluiu a possibilidade de o corpo manter seu movimento em uma trajetória circular.

Diante disso, é perceptível que Newton manteve muitas concepções de Descartes, mesmo tendo-lhe criticado, como exemplo, manteve o emprego do termo *status* do movimento retilíneo como trajetória da conservação do movimento e os referenciais inerciais. Apesar de algumas semelhanças, a concepção de Inércia é consideravelmente diferente da conservação do movimento proposto por Descartes.

Como visto, a mecânica cartesiana está mais próxima de uma concepção que exclui a força. Este aspecto aparece quando a dinâmica é interpretada como uma espécie de transmissão de movimento, visto que no universo cartesiano só existe matéria e extensão. No caso da conservação do movimento não é diferente, pois como ela é uma alteração do estado da matéria e não busca mais uma finalidade, ela não precisa de uma causa mecânica. Portanto, a conservação do movimento cartesiano não exige nenhuma espécie de força e assemelha-se muito mais com a concepção simplista proposta pelo medieval Guilherme de Ockham (1285-1347), uma vez que excluía a causa teológica do movimento (SÁ, 2020).

Em contrapartida, a lei inercial de Newton exige uma explicação causal que é explicada em termos de uma força intrínseca à matéria, chamada de *força inata da matéria*, ou, *vis insita*, definida na obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* da seguinte forma:

Definição III: A *vis insita*, ou força inata da matéria, é um poder de resistir, através do qual todo o corpo, no que depende dele, mantém seu estado presente, seja ele de repouso ou de movimento uniforme em linha reta (NEWTON, 2012, p. 40).

Ao observar essa definição é possível perceber que a matéria, para Newton, é constituída por uma força intrínseca. Uma propriedade que lhe é própria e que possui a habilidade de mudança em sua forma de agir, dependendo da ação que o meio externo exerce sobre essa matéria. Muito provavelmente, Newton foi influenciado pelas concepções do movimento neoplatônico e da ciência alquímica para conceber propriedades internas e com princípios ativos para a matéria (SÁ, 2020). O aspecto mencionado pode ser observado de maneira mais intensa e direta no trecho abaixo, que faz parte da explicação da definição da força inata da matéria:

A partir da natureza inerte da matéria, um corpo não tem seu estado de repouso ou movimento facilmente alterado. Nesse sentido, essa *vis insita* pode, por um nome mais apropriado, ser

chamado de *inércia* (*vis inertiae*) ou *força de inatividade*. Mas um corpo só exerce essa força quando outra força, imprimida sobre ele, procura mudar sua condição; e o exercício dessa força pode ser considerado tanto como resistência quanto como impulso; resistência na medida em que, para conservar seu estado, o corpo opõe-se à força imprimida; e impulso na medida em que o corpo, não cedendo facilmente à força imprimida por um outro, esforça-se para mudar o estado deste outro corpo. Resistência é normalmente atribuída a corpos em repouso, e o impulso àqueles em movimento; *mas movimento e repouso, como vulgarmente concebidos, diferem apenas relativamente um do outro; nem esses corpos estão sempre verdadeiramente em repouso, como vulgarmente são considerados* (NEWTON, 2012, p. 40, grifo nosso).

A citação acima mostra claramente que Newton denomina e especifica a inércia como sendo a força inata da matéria. Isso evidencia que, contrariando a maioria dos livros didáticos, que o princípio de inércia não é uma simples conservação do movimento que não precisa de uma explicação de causa. Newton fornece essa explicação quando atribui a força inata como propriedade ativa à matéria (SÁ, 2020).

No mesmo trecho apresentado anteriormente, aparece um comentário fazendo alusão aos referenciais inerciais dos corpos e seus estados. O que Newton diz, refere-se à contradição com as ideias de Descartes porque sugere uma diferenciação entre o estado relativo e o estado absoluto, por assim dizer, pois um corpo, na perspectiva newtoniana, pode parecer estar em estado de movimento, sem, no entanto, estar verdadeiramente. O mesmo é válido para os corpos em estado de repouso. Diante da problemática estabelecida de como saber se um corpo está verdadeiramente em repouso ou movimento, Newton responderá por meio de um outro elemento do qual ele chama de espaço absoluto (SÁ, 2020).

Portanto, enquanto o movimento na concepção de Descartes é apenas movimento relativo, a newtoniana possibilita um movimento verdadeiro e independente de outros corpos, chamado de movimento absoluto. Embora na prática seja impossível de compreender se o corpo está em movimento relativo ou absoluto, poderíamos identificar, caso o corpo estivesse somente em movimento a partir do referencial perfeito, que Newton chama de espaço absoluto.

Mais uma comparação é necessária e resultante dessa pesquisa histórica. Assim, deve-se comparar com as concepções dos parisienses medievais, porque “mesmo depois de adotar as ideias de Descartes, Newton continuou a pensar sobre uma força interna nos corpos, aparentemente sem perceber que isso era incompatível com a conceituação de Descartes” (MARTINS, 2012, p. 294). Deste modo, devido ao princípio ativo da matéria, associa-se à primeira lei de Newton com uma qualidade de ímpeto que é ativado, que é o motivo pela qual o movimento se mantém. Desse modo, é válido apresentar a argumentação de Jammer:

O termo “força” (*vis*) aparece pela primeira vez na Definição III da *opus Magnum* de Newton: “*Materiae vis insita est potentia resistendi, Qua corpus unumquodque, quantum in se est, perseverat in statusuo vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum*” ... A natureza inerte da matéria é aqui concebida como uma força de inatividade. Segundo a opinião de Newton, a inércia é um certo tipo de força interna (insita) à matéria, cuja força impressa ao corpo não “tente modificar a sua condição”. Essa pode ser considerada seja como resistência seja como impulso. O mesmo Newton admite: “o exercício dessa força pode ser considerado tanto como resistência quanto como impulso; resistência na medida em que, para conservar seu estado, o corpo opõe-se

à força impressa; e impulso na medida em que o corpo, não cedendo facilmente à força impressa por um outro, esforça-se para mudar o estado deste corpo”. Trata-se de resistência se o corpo está em repouso, de impulso se está em movimento [...] Então, como era possível para Newton, chamar “força” a qualidade da inércia? (JAMMER, 1979, p. 132 *apud* NEVES, 2000, p. 551, *grifo nosso*).

De acordo com Sá (2020), o autor da citação acima representa de uma forma insinuante, que a física newtoniana, por mais complexa e completa, tinha como característica temporal de uma “transição entre a velha física aristotélica e a não distante física dos nominalistas parisienses e da cinemática galileana” (NEVES, 2000, p. 551).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho voltado a uma perspectiva histórica evidencia a não linearidade com a qual a ciência vigente foi elaborada e os textos originais mostram como os conceitos são mais profundos do que usualmente são apresentados nos livros didáticos.

De um lado tem-se a força aristotélica concebida como agente motor dos movimentos violentos, exercida pelo próprio meio decorrente do processo chamado de *antiperistasis*. Adiante, com os medievais, tem-se a concepção de *força motriz incorpórea* de João Filopono (490-570) e do *ímpetus* de Jean Buridan. Também há a substituição de qualquer tipo de força por uma espécie de transmissão de movimento em Descartes. Com Newton, observa-se uma mistura entre o mundo mecanicista de Descartes e os similares conceitos de força dos parisienses medievais.

Por outro lado, temos a conservação do movimento, partindo da enunciação e negação aristotélica do efeito. Em seguida, a possibilidade do vazio adotada pela teoria de Buridan e a perspectiva simplista e teológica de Descartes e finalmente a elaboração da lei inercial com resquícios das concepções medievais.

Considera-se, então, que a lei inercial que aparece nos livros didáticos está muito distante da concepção newtoniana e que à maneira como é apresentada nos livros, está muito mais próxima da conceituação de Descartes. Como este trabalho é fruto de duas obras muito mais extensas, é pertinente acrescentar a reflexão que tangencia a maneira como os conceitos são apresentados nos livros ou em sala de aula está relacionada, provavelmente, com a preocupação, enquanto essência, do homem atual. Ao valer-se de um comentário de Pinto que, embora seja direcionado para uma distopia como romance, encaixa-se em nosso contexto, onde vivemos um tempo em que existe a privação inconsciente do “‘porquê’ das coisas (uma excrecência do mundo utilitário [...] onde só importa o ‘como’ de vivências protocolares)” (PINTO, 2012, p. 15).

O trabalho, em linhas gerais, também teve a intenção de fomentar a importância benéfica que os livros, referente às fontes primárias, podem corroborar para uma perspectiva mais ampla e profunda durante o processo de ensino e aprendizagem. Levando não somente o “como” se interpreta os fenômenos, mas também as formas do “porquê”. Constatação que surge a partir do esquecimento de tal prática em sala de aula, ocorrendo somente de maneira pontual. Nesse sentido, diante do nosso contexto político educacional, cuja ação se faz em uma tentativa de proibição de livros, este trabalho é encerrado com a reflexão pertinente de Pinto: “Os livros, enfim, são um convite a transcendência, ao desvario, à errância, ao desvio em relação ao destino bovino da humanidade conformada” (PINTO, 2012, p. 16).

REFERÊNCIAS

- ARISTÓTELES. **Do Céu**. Tradução e notas de Edson Bini. São Paulo: Edipro, 2014. (Série Clássicos Edipro).
- ARISTÓTELES. **Physics**. Tradução de R. P. Hardie; R. K. Gaye. Em: HUTCHINS, R. M. (Ed.) *Great Books of Western World*. Chicago: Encycloáedia Britannica, 1952, v. 8, p. 259-355.
- CLEMENT, John. Student’s preconceptions in introductory mechanics. **American Journal of Physics**, v. 50, n. 1, p. 66-71, 1982.
- COTTINGHAM, John. O papel de Deus na filosofia de Descartes. In: BROUGHTON, Janet; CARRIERO, John. **Explorando Grandes Autores: Descartes**. Porto Alegre, p. 283-295, 2011.
- DESCARTES, René. *Meditações Metafísicas*. **Coleção os pensadores**. Trad. J. Guinsburg e Bendo Prado Júnior e notas de Gérard Lebrun. 3ed–São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- DESCARTES, René. **Princípios da Filosofia**. 2a edição, São Paulo: RIDEEL, 2007. Tradução: Ana Cotrim e Heloisa da Graça Burati.
- FEYERABEND, Paul Karl. **Contra o método**. (C. A. Mortari, Trad.). São Paulo: Editora Unesp, 2011b.
- GAUKROGER, Stephen. Vida e Obra. In: BROUGHTON, Janet; CARRIERO, John. **Explorando Grandes Autores: Descartes**. Porto Alegre, p. 20-32, 2011.
- JAMMER, Max. **Conceitos de força: estudos sobre os fundamentos da dinâmica**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011.
- MARTINS, Milene Rodrigues. **Uma abordagem histórica sobre conceitos de força nos séculos XVII e XVIII: compreensão acerca do processo de transposição didática no contexto acadêmico**. 2020, 299f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

MARTINS, Roberto de Andrade. Estado de Repouso e Estado de Movimento: Uma Evolução Conceitual de Descartes. In: PEDUZZI, Luiz; MARTINS, André Ferrer; FERREIRA, Juliana (eds.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: Editora da Ufrn. p. 291-308, 2012.

MARTINS, Roberto de Andrade. Um precursor medieval do princípio de inércia: a teoria do ímpeto de Jean Buridan. Vol. 2, pp. 31-58. In: SILVA, Ana Paula Bispo; SILVEIRA, Alessandro Frederico da (eds.). **História da ciência e ensino: fontes primárias**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O universo**: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Uma Investigação Sobre a Natureza do Movimento ou Sobre uma História para a Noção do Conceito de Força. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 543, 2000.

NEWTON, Isaac. **Principia**: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural (Livro I). São Paulo: Edusp, 2012.

PINTO, Manuel da Costa. Prefácio. In: BRADBURY, Ray. **Fahrenheit 451**. São Paulo, 2012.

ROCHA, José Fernando. **Origens e evolução das idéias da física**. SciELO-EDUFBA, 2002.

SÁ, Danilo Ricardo Rosa de. **O Princípio de Inércia sob aspecto histórico-epistemológico**: uma possibilidade contributiva para o Ensino de Física. 2020, 127f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá 2020.

VIENNOT, Laurence. Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p. 205-221, 1979.

ZYLBERSZTJN, Arden. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 3-16, 1983.

Recebido em: 08/03/2020

Aceito em: 01/11/2020

Endereço para correspondência:

Nome: Danilo Ricardo Rosa de Sá

Email: daniloroosa45@gmail.com



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).