

A relação força-movimento em um contexto histórico e sob a análise do PNLD

Bruna Kariny Silva, Licenciada em Física, Professora da rede pública de ensino do Estado do Paraná, Mestranda em Educação para a Ciência, Universidade Estadual de Maringá (UEM)., bruna17k@gmail.com

Marcos Cesar Danhoni Neves, Professor Titular Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia(UTFPR/PG) e de Educação para a Ciência e a Matemática (PCM), Doutor em Educação para a Ciência, macedane@yahoo.com

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi identificar o conceito de força mecânica presente em seis coleções de livros didáticos de Física do PNLD 2015. Para tanto, fizemos uma revisão histórica sobre o desenvolvimento do conceito de força, de Aristóteles à Newton, passando por Philoponus, Buridan e Descartes. A partir desta revisão, definimos nossas três categorias de análise: Aristotélica, Philoponus-Buridan e Cartesiana-Newtoniana. A metodologia utilizada para análise dos dados foi a Análise de Conteúdo de Bardin. Concluímos a partir da análise, que as seis coleções verificadas, apresentam elementos configurativos da categoria Cartesiana-Newtoniana, e que apenas uma delas, definiu primeiramente o conceito de quantidade de movimento para depois introduzir o conceito de força a partir desta, de modo análogo ao que é estabelecido no Principia de Newton. Outra conclusão importante foi que na maioria das coleções, encontramos exemplos que discutem a influência da força de atrito no movimento de um corpo, o que é fundamental para uma boa compreensão das leis newtonianas. E ao final, sugerimos três apontamentos metodológicos que consideramos importantes para o ensino da segunda lei de Newton.

Palavras-chave: Ensino de Física, Força mecânica, História da Ciência, Livro didático, PNLD.

The relation force-motion in a historical context and under analysis of the PNLD

Abstract: The objective of this research was to identify the concept of mechanical force present in six collections of Physics textbooks from PNLD 2015. For this, we made a historical review about the development of the concept of force, from Aristotle to Newton, passing through Philoponus, Buridan and Descartes. The methodology used for data analysis was Content Analysis of Bardin. We concluded from the analysis, all collections checked, present configurative elements of the Cartesian-Newtonian category, and only one of them first defined the concept of momentum and then introduced the concept of force from it, analogously to what is established in Newton's Principia. Another important conclusion was in most collections we find examples discussing the influence of frictional force on the motion of a body, which is fundamental to a good understanding of Newtonian's laws. Finally, we suggest three methodological notes that we consider important for the teaching of the Newton's second law.

Key-words: Physics Teaching, Mechanical force, Science History, Textbook, PNLD.

Introdução

Na atualidade, diversos são os meios de divulgação científica, como sites, museus, artigos e livros, no entanto, quando essa divulgação é voltada para a comunidade escolar, percebemos uma limitação de acesso, por parte dos alunos, a todas estas alternativas elencadas, e na maioria das vezes, encontramos um único meio de divulgação científica nas escolas públicas: o livro didático.

O livro didático é considerado por muitos pesquisadores como a base do ensino, isto porque, este é o único instrumento pedagógico acessível a todos os estudantes, uma vez que no Brasil existe uma política pública de distribuição gratuita destes materiais para todas as escolas, de Ensino Fundamental e Médio, e também porque, muitos professores se fundamentam nas exposições teóricas destes materiais para prepararem suas aulas (BLINI, 2010; BARBOSA, 2007).

Pesquisas na área de Ensino, especialmente em Física, entretanto, apontam que muitos destes livros didáticos apresentam inferências equivocadas de conceitos científicos. Um levantamento bibliográfico realizado por Gomes (2008), em sua dissertação, por exemplo, evidenciou que muitos autores de livros didáticos ao trabalharem conceitualmente com a relação força-movimento, veiculam a ideia de velocidade nula se a força for nula, ou força proporcional à velocidade, como no exemplo: “os carros e barcos movem-se devido à **força** do motor que lhes imprime uma **velocidade** [...]” (SILVEIRA; TERRAZAN, 1996, p. 508, *apud* GOMES, 2008, p.17; grifo dos autores). Tal ideia, de força proporcional à velocidade, não condiz com aquela da teoria newtoniana, ou seja, força proporcional à aceleração, e deve ser evitada em um contexto de ensino. Gomes sugere que ao trabalhar com a relação força e movimento, os professores procurem utilizar exemplos que associem a força com a variação da velocidade, por serem mais adequados do ponto de vista científico.

Por estes comentários, fica evidente que enquanto instrumento pedagógico essencial para o ensino, o livro didático deve ser bem planejado, no que diz respeito às explicações conceituais, exemplos e exercícios propostos, para que estes não induzam a concepções erradas dos conceitos científicos, e que propiciem um ensino e aprendizagem de qualidade, justificando-se seu estudo e análise.

Com base no exposto, desenvolvemos esta pesquisa com a intenção de responder a duas problemáticas importantes: “Qual o conceito de força mecânica ensinado pelos livros didáticos de Física? Este conceito está de acordo com o proposto pelo paradigma newtoniano?”, tendo como objeto de estudo seis livros aprovados no PNLD de Física de 2015. Utilizamos como metodologia de análise dos dados, a Análise de Conteúdo de Bardin (1977), e as categorias de análise foram definidas a priori, e emergiram de uma revisão histórica sobre o desenvolvimento do conceito de força, de Aristóteles à Newton, abordando além destes cientistas, Philoponus, Buridan e Descartes.

Procedimentos metodológicos

Pré-análise

O primeiro contato que tivemos com o nosso material de análise, ocorreu por intermédio do Guia de livros didáticos de Física, que é um caderno de resumos distribuído para todos os professores da rede pública de ensino. Neste caderno, encontramos um resumo detalhado de cada obra aprovada no PNLD de Física 2015, e que esteve disponível para escolha pelos professores. O objetivo principal destes resumos foi fornecer uma ampla visão da obra didática, incluindo os autores, a contextualização, interdisciplinaridade e o uso da história da ciência. Estes resumos foram elaborados por professores do nível superior, pertencentes a instituições públicas, e que possuem atuação na área de Ensino.

A leitura flutuante¹ das quatorze coleções que compunham o Guia, nos permitiu a escolha de seis para análise, a partir de três critérios de escolha previamente estipulados: dois autores mais antigos na escrita de livros didáticos de Física, dois autores mais recentes nesta escrita e dois autores que apresentaram propostas diferenciadas de trabalho, no caso, esta proposta diferenciada corresponde à distribuição de conteúdos, que consideramos importante para uma melhor compreensão dos conceitos físicos por parte dos estudantes, e também para o entendimento do desenvolvimento científico. Segue abaixo, em ordem

¹ De acordo com Bardin (1977), podemos entender a “Leitura flutuante” como a fase na qual o pesquisador estabelece o primeiro contato com os documentos de análise, conhecendo-os e deixando-se invadir por impressões e orientações.

alfabética de citação, as obras selecionadas, e a tabela 1 com os critérios de escolha e respectivas obras:

Livro 1: ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. São Paulo: Positivo, 2013.

Livro 2: BONJORNO *et al.* **Física**. São Paulo: FTD, 2013.

Livro 3: GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2013.

Livro 4: KANTOR, Carlos Aparecido *et al.* **Quanta Física**. São Paulo: Pearson, 2013.

Livro 5: MARTINI, Gloria *et al.* **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2013.

Livro 6: PIETROCOLA, Maurício *et al.* **Física – Conceitos e Contextos: Pessoal, Social, Histórico**. São Paulo: FTD, 2013.

Tabela 1: critérios de escolha dos livros didáticos

Dois autores mais antigos	Dois autores recentes	Duas propostas didáticas diferenciadas em relação à distribuição de conteúdos
Livro 2	Livro 1	Livro 4 (mecânica V.1, 2 e 3)
Livro 3	Livro 5	Livro 6 (quantidade de movimento V.2)

Fonte: autoria própria.

Além da escolha dos documentos, também fez parte desta etapa a definição das categorias de análise. No caso desta pesquisa, definimos três categorias que emergiram de um estudo histórico sobre o desenvolvimento do conceito de força mecânica, de Aristóteles à Newton, passando por Philoponus, Buridan e Descartes. As categorias estipuladas foram: Aristotélica, Philoponus-Buridan e Cartesiana-Newtoniana. Nas três categorias elencamos as principais características de cada uma, que nos serviram de base para a análise dos livros didáticos.

A teoria aristotélica é baseada na explicação de fenômenos cotidianos que satisfazem o senso comum, e de acordo com Franklin (1976), esta teoria ficou estabelecida por mais de dois mil anos, influenciando todo trabalho em Física concluído na Idade Média. Esta categoria é identificada por algumas características importantes como: força diretamente proporcional à velocidade; velocidade sempre constante, ou seja, não existe

nenhuma espécie de variação temporal e a necessidade constante de aplicação de uma força para manter o movimento de um corpo.

A segunda categoria, Philoponus-Buridan, explica o movimento com base em um novo conceito, o de *impetus*. O *impetus* de um objeto seria uma força motriz incorpórea, transmitida de um motor inicial ao corpo posto em movimento. Decidimos por agrupar estes dois cientistas em uma única categoria de análise, por entendermos que ambos possuem um conceito de *impetus* muito próximo, lembrando que a principal diferença entre eles é que enquanto Buridan considerava o *impetus* uma força interna, que se conservaria ao infinito, desde que não houvesse resistências externas, Philoponus considerava que, independentemente da resistência oferecida pelo meio, o *impetus* diminuiria, mesmo no vácuo, isto porque, de acordo com Philoponus, além da resistência oferecida pelo meio, dever-se-ia levar em consideração que o corpo pesado tem uma tendência de ir à busca de seu lugar natural (uma referência a teoria aristotélica) (NEVES, 2008). Utilizamos como características desta categoria a relação força (*impetus*) proporcional à velocidade do corpo, e força que acompanha o movimento do corpo (capital de força).

A terceira categoria, denominada de Cartesiana-Newtoniana, trata de uma maneira mais moderna a relação força-movimento. Nesta última categoria, trabalhamos com Descartes e Newton, por entender que estes dois cientistas contribuíram significativamente para o desenvolvimento do conceito de força mecânica, que atualmente denominamos de força newtoniana. As principais características desta categoria são: força proporcional à variação da velocidade de um corpo (aceleração), e força que consiste somente na ação, não permanecendo no corpo quando termina a ação.

E por fim, durante a pré-análise também definimos nossa unidade de registro², que correspondeu à relação força-movimento presente nos livros didáticos. Decidimos por utilizar estes dois conceitos juntos, força e movimento, por entender que a compreensão de um está na compreensão do outro, não podendo ser possível separá-los durante a análise.

² “Unidade de registro é a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 1977, p. 104).

Exploração do material

Esta segunda fase da análise consiste no processo de codificação e categorização. A codificação tem como objetivo evidenciar as características presentes nos livros didáticos, sobre a relação força-movimento, que permitiram a categorização em uma das três categorias definidas a priori. No caso da presente pesquisa, as seis coleções didáticas de livros de Física se enquadraram na terceira categoria, Cartesiana-Newtoniana. Abaixo seguem algumas codificações que nos permitiram esta categorização.

- De maneira mais formal, a **força** é um resultado da interação de dois corpos e pode deformá-los, **acelerá-los** ou equilibrá-los (ARTUSO; WRUBLEWSKI, 2013, p.90);
- De acordo com a teoria Newtoniana, **quando as forças que atuam sobre um corpo não se anulam, há uma alteração do estado de movimento dele** (ARTUSO; WRUBLEWSKI, 2013, p.95);
- Às vezes, a **força** aplicada sobre ele é tão intensa que, além de **modificar seu movimento**, pode amassá-lo ou quebrá-lo (BONJORNO *et al*, 2013, p.142);
- Exemplo do esporte olímpico curling: Do ponto de vista da Física, as “varredoras” modificam a superfície do gelo para que as **forças exercidas** pela pista **acelerem a pedra** adequadamente, ou seja, para que, em cada lançamento, a **velocidade da pedra tenha seu módulo, sua direção e seu sentido modificados** e orientados conforme as “varredoras” desejam (GASPAR, 2013, p.108);
- Objetos sob a ação de **forças não equilibradas** têm seu **estado de movimento** continuamente **modificado** (KANTOR *et al*, 2013, V.1, p.188);
- **Quanto maior** o valor dessa **força**, maior a **variação** da **quantidade de movimento** produzida (KANTOR *et al*, 2013, V.1, p.190);

- A **quantidade de movimento** definida por Newton como proporcional à velocidade do objeto e à sua massa, ..., é uma medida da inércia do movimento, que só se **modifica** pela **ação de forças externas** (KANTOR *et al*, 2013, V.2, p.195);
- Definição da Segunda Lei de Newton: Um corpo **altera sua velocidade** se sobre ele **atuar um conjunto de forças** cuja resultante não é nula (MARTINI *et al*, 2013, p.133);
- Para que um corpo **altere o módulo, a direção ou o sentido de sua velocidade**, ou seja, acelere, é necessária a **ação de força** (MARTINI, 2013, p.133);
- ... ela (Segunda Lei de Newton) estabelece que **a mudança de movimento** de um corpo **é proporcional à resultante das forças** atuando nele. Em outras palavras, **falar em mudança de movimento significa se referir à aceleração** (PIETROCOLA *et al*, 2013, p.191) (grifo dos autores).

Como podemos perceber pelos exemplos acima, todas as coleções analisadas tratam a relação força-movimento de acordo com as características elencadas na terceira categoria, Cartesiana-Newtoniana, uma vez que relacionam força com a variação da velocidade, ou de forma análoga, com a aceleração.

Tratamento dos resultados, inferência e interpretação

A categorização dos dados obtidos foi realizada tendo como unidade de registro a relação força e movimento, e quanto à unidade de contexto³, esta variou de obra para obra, sendo utilizado na maior parte das vezes, o texto do capítulo na totalidade. Com esta pesquisa obtemos três dados quantitativos importantes, que serão discutidos abaixo:

³ “A unidade de contexto serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da unidade de registro) são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” (BARDIN, 1977, p.107).

1) 100% das coleções analisadas corresponderam a conceitualização de força semelhante àquela proposta pela categoria Cartesiana-Newtoniana.

Com base em nosso levantamento histórico para o desenvolvimento do conceito de força, procuramos ao analisar as seis coleções, encontrar elementos que pudessem nos ajudar a categorizar o conceito de força presente em cada coleção em uma das categorias definidas a priori, lembrando, Aristotélica, Philoponus-Buridan e Cartesiana-Newtoniana. Utilizamos como elemento principal a relação força-movimento estabelecida pelos autores.

No caso das obras analisadas, percebemos no decorrer dos capítulos que abordaram o conteúdo das leis de Newton, a preocupação dos autores em associar o efeito de uma força resultante com a variação da velocidade de um corpo, ou em outros termos, com a alteração do seu estado de movimento (aceleração), o que é coerente com a definição dada por Newton em sua segunda lei, o que justifica o fato das seis coleções se enquadrarem na terceira categoria.

2) 16,6% das coleções apresentaram a definição conceitual para quantidade de movimento antes de definir a segunda lei de Newton em função desta.

Este percentual da nossa pesquisa evidencia que apenas uma coleção definiu primeiramente o conceito de quantidade de movimento para só depois definir força em função desta. As outras cinco coleções utilizaram a definição de força newtoniana, porém definiram quantidade de movimento posteriormente à definição da segunda lei, em capítulos diferentes, em unidades diferentes e até mesmo, algumas vezes, em volumes diferentes, como se fossem conceitos completamente desassociados. Em relação a isso, um fato que nos chamou a atenção, foi que muitos autores preferiram trabalhar quantidade de movimento na mesma unidade de energia. Entendemos que o objetivo destes autores é o de priorizar o caráter conservativo da quantidade de movimento, ao invés da sua relação intrínseca com o conceito de força.

No nosso ponto de vista, este percentual obtido é ruim, porque entendemos força e quantidade de movimento como conceitos intrinsecamente relacionados, e que deveriam ser trabalhados juntos. Historicamente, percebemos que houve a necessidade primeira em se compreender o movimento, para só então se estabelecer a definição conceitual de força, e acreditamos que essa sequência de estudo pode ser benéfica para uma compreensão mais adequada da segunda lei de Newton.

3) 83,3% das coleções abordaram e discutiram a influência da força de atrito no movimento de um objeto.

De acordo com Gomes (2008), a definição de força newtoniana é extremamente idealizada, pois trabalha com situações hipotéticas, como aquelas nas quais o atrito não existe, e por isso, a compreensão das três leis de Newton em situações cotidianas, se torna extremamente difícil, uma vez que o atrito existe, e na maior parte das vezes não podemos desprezá-lo.

Este resultado corresponde a um total de cinco coleções que fizeram uso de exemplos teóricos explicando a influência da força de atrito na relação força-movimento de um corpo. Consideramos este resultado bom, uma vez que consideramos tais exemplos fundamentais para uma compreensão clara das leis newtonianas, principalmente para a primeira e segunda leis.

Apontamentos metodológicos para o ensino da segunda lei de Newton

Fruto de nossas reflexões sobre a análise, três importantes apontamentos metodológicos emergiram para o ensino do conceito de força, e os descreveremos abaixo:

1) Estudo do conceito de quantidade de movimento antes da segunda lei de Newton.

A respeito do desenvolvimento teórico do desenvolvimento de força, Carvalho comenta:

A conservação da quantidade de movimento foi o germe da Física Clássica e desempenhou um papel básico na formulação das leis de Newton. Com ela se estabeleceu uma rede de relações lógicas entre massa, velocidade, tempo, força, impulso e aceleração (CARVALHO, 1989, p.9).

Concordamos com afirmação de Carvalho de que a compreensão da conservação da quantidade de movimento foi essencial para a elaboração das leis newtonianas. Acreditamos que o entendimento de que o estado de movimento pode ser compreendido da mesma forma que o estado de repouso, explicação proposta por Descartes, foi o ápice que permitiu à Newton a definição conceitual de força. Entendemos que foi necessário primeiro, a compreensão do repouso e do movimento para só então termos o entendimento do agente capaz de modificar estes estados, que no caso, seria a força. Newton não estabeleceu primeiramente o conceito de quantidade de movimento por acaso, mas sim porque ele tinha consciência de que essa definição era essencial para a compreensão de suas leis.

Sugerimos então, que em seus planos de aulas, os professores procurem trabalhar primeiro o conceito de quantidade de movimento, utilizando problematizações, nas quais seus alunos percebam a influência simultânea da massa e da velocidade no movimento de um corpo, para só depois introduzirem a segunda lei de Newton.

Consideramos importante também, que ao apresentar o conceito de força teoricamente como o agente que provoca a variação do movimento de um objeto, os professores também o façam matematicamente, ou seja, que utilizem a equação de força escrita como $\mathbf{F} = m \cdot \Delta \mathbf{v} / \Delta t$, e que trabalhem exercícios teóricos e matemáticos utilizando como base a ideia de que força é proporcional a variação da quantidade de movimento, ao invés de utilizarem somente a expressão de força proporcional à aceleração.

Temos consciência de que utilizar uma ou outra forma de expressão é indiferente, porque ambas escritas são análogas, ou seja, na prática, podemos entender a variação do movimento como um sinônimo de aceleração. No entanto, a impressão que temos devida à nossa experiência de trabalho, é que para os alunos são termos completamente diferentes, e por este motivo, insistimos que as duas formas de escrita da segunda lei, sejam trabalhadas em sala de aula pelo professor.

2) O vocabulário utilizado em sala de aula.

Este segundo apontamento, a nosso ver, é extremamente importante, visto que o vocabulário utilizado em sala de aula pelo professor, pode ajudar os alunos a terem uma compreensão melhor do conteúdo, ou em caso negativo, pode fazer com que tenham compreensões inadequadas do ponto de vista científico sobre algum conceito.

Levando em consideração este fato, gostaríamos de enfatizar a importância de se utilizar verbos como variar ou aumentar, na definição de força, pois como sabemos, de acordo com a categoria Cartesiana-Newtoniana, força é concebida como proporcional à aceleração de um corpo, ou seja, a variação de sua velocidade, e às vezes, utilizar somente a palavra velocidade, pode inferir uma concepção equivocada deste conceito. Veja o exemplo abaixo:

“O chute **alterou** a velocidade da bola”, ao invés de falar, por exemplo, que “O chute **recebido** pela bola fez com que ela **ganhasse** velocidade” (grifo dos autores).

O exemplo dado acima “O chute **recebido** pela bola fez com que ela **ganhasse** velocidade” é propício também para outro apontamento importante no que diz respeito ao vocabulário, o cuidado em se utilizar verbos como receber ou transferir, na explicação de situações que envolvam força e movimento, pois estes verbos conotam a ideia de que “algo substancial” foi passado de um corpo para outro, ou seja, dizer que um corpo recebe uma força sugere que essa força foi passada do agente motor para o corpo a ser movido, o que na prática não acontece, pois de acordo com interpretações modernas do paradigma newtoniano, a força só existe durante o contato dos corpos. Essa ideia, se não for bem trabalhada e discutida com os alunos, pode inferir uma concepção equivocada do conceito de força, semelhante àquela do *impetus*. Veja o exemplo:

“O chute **recebido** pela bola fez com que ela **ganhasse** velocidade” (grifo dos autores).

Pode ser reescrito utilizando-se o verbo exercer, por ser um verbo mais apropriado, veja:

“O chute **exercido** pelo pé na bola, fez com que ela **aumentasse** a sua velocidade”
(grifo dos autores).

3) Relacionar a existência de forças externas com a diminuição do movimento de um corpo.

A relação força-movimento estabelecida na categoria Cartesiana-Newtoniana, só é válida para as situações nas quais forças dissipativas, como a força de atrito, por exemplo, não existem ou que podem ser desprezadas, e por este motivo, esta lei é de difícil compreensão, uma vez que nas situações cotidianas o atrito existe e não podemos desprezá-lo.

Sendo assim, consideramos importante que o professor, em sala de aula, coloque e explique a influência destas forças externas na relação força-movimento, e que discuta com seus alunos exemplos nos quais eles percebam o limite de validade destas leis do movimento, não só exemplos teóricos, mas também matemáticos.

Conclusão

Nossa intenção de pesquisa foi analisar e categorizar a relação força-movimento presente em seis coleções de livros didáticos de Física do PNL D 2015. Nossa análise evidenciou que todas as coleções verificadas apresentaram uma concepção de força mecânica semelhante àquela da definição da segunda lei newtoniana, e por este motivo, foram enquadradas na terceira categoria, Cartesiana-Newtoniana.

Consideramos este resultado muito bom, porque evidencia uma preocupação dos autores com a escrita dos livros didáticos, principalmente com a abordagem qualitativa dos conceitos científicos. Entretanto, salientamos que muito ainda há para melhorar, como, por exemplo, o estudo simultâneo dos conceitos de quantidade de movimento e força, e uma maior inserção de exemplos que discutam a influência da força de atrito no movimento de um corpo, exemplos teóricos, mas também matemáticos. Com relação a esta última ideia, gostaríamos de reforçar que estes exemplos precisam ser continuamente trabalhados em aula, e não somente nos capítulos que tratam especificamente sobre forças dissipativas, como geralmente encontramos, pois em nossa opinião, tais exemplos podem ajudar na compreensão da validade de aplicabilidade das três leis de Newton.

E finalmente, apontamos nesta pesquisa, algumas sugestões que acreditamos serem benéficas para o ensino das leis de Newton. Alertamos os professores com respeito ao uso de verbos como receber e ganhar, que podem induzir a uma concepção de capital de força, sugerimos que busquem em outras fontes de pesquisa exemplos do cotidiano, que estejam relacionados com forças externas, por acreditarmos que estes exemplos podem facilitar a compreensão dos alunos no que diz respeito ao limite de validade das leis newtonianas, e sugerimos que o professor defina a segunda lei com base no conceito de quantidade de movimento, de forma análoga à definição de Newton em seu Principia.

A nossa pesquisa é direcionada para todos aqueles cujo conteúdo possa interessar, mas especialmente e principalmente para os professores que ministram aulas no Ensino Médio, pois acreditamos que este estudo possa contribuir com o trabalho destes profissionais em sala de aula, auxiliando-os no debate de ideias com seus alunos. Esperamos que a partir das reflexões propostas nesta pesquisa, os professores utilizem o livro didático com mais cuidado, que façam uma leitura crítica dos textos, analisando sua coerência teórica, histórica e epistemológica.

Referências

- ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. São Paulo: Positivo, 2013.
- BARBOSA, Roberto Gonçalves. **A teoria das representações sociais para estudo das concepções docentes no ensino da física em nossas escolas: a física Newtoniana**. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: 1977.
- BLINI, Ricardo Brugnolle. **A história da ciência nos livros didáticos: uma inserção descontextualizada**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BONJORNO *et al.* **Física**. São Paulo: FTD, 2013.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Física: uma proposta construtivista**. São Paulo: EPU LTDA, 1989.
- FRANKLIN, Allan. Principle of inertia in the Middle Ages. **American Journal of Physics**, v.44, p.529-545, 6 June 1976.
- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2013.

GOMES, Luciano Carvalhais. **Concepções alternativas e divulgação:** análise da relação entre força e movimento em uma revista de popularização científica. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

KANTOR, Carlos Aparecido *et al.* **Quanta Física.** São Paulo: Pearson, 2013.

MARTINI, Gloria *et al.* **Conexões com a Física.** São Paulo: Moderna, 2013.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni *et al.* Galileu fez o experimento do plano inclinado? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n1. 2008.

PIETROCOLA, Maurício *et al.* **Física – conceitos e contextos:** Pessoal, Social, Histórico. São Paulo: FTD, 2013.