

Proposta de ensino na Física: *o lançamento de foguete*

Physics teaching proposal:
the rocket launch

Propuesta de enseñanza en la Física:
el lanzamiento de un cohete

FELIPE ENDO ARRUDA NITSCHÉ*

Universidade Estadual de Maringá, Maringá- PR. Brasil.

HERCÍLIA ALVES PEREIRA CARVALHO**

Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul- PR. Brasil.

SHALIMAR CALEGARI ZANATTA***

Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí- PR. Brasil.

RESUMO: O presente artigo descreve uma metodologia didático-pedagógica para promover a compreensão do movimento bidimensional em estudantes do terceiro ano do ensino médio do Colégio Estadual Dr. Romário Martins do município de Cruzeiro do Sul, PR. A confecção e o lançamento de foguetes foram explorados juntamente com as contribuições de Galileu, como disposto no Capítulo 01 do livro “Galileu e sua obra no ensino de Física de hoje”. Os resultados mostram que estes elementos se somam e se complementam de forma positiva para promover a completa compreensão do movimento bidimensional.

Palavras-chave: Lançamento oblíquo. História da Ciência. Ensino de Física.

* Mestrando do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professor contratado (REPR/PSS) da Secretaria de Estado de Educação do Paraná. *E-mail:* <felipenitsche@hotmail.com>.

** Doutora em Física pela Universidade Estadual de Maringá. Professora associada da Universidade Federal do Paraná e Professora do MNPEF da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

*** Doutora em Física da Matéria Condensada e Pós-Doutora em Ensino de Ciências. Professora associada da UNESPAR *campus* de Paranavaí-PR. Professora STRICTO SENSU PPIFOR e MNPEF.

ABSTRACT: This article describes a didactic-pedagogical methodology to promote the understanding of the bidimensional movement in students of the third year of Dr. Romário Martins State High School of the city of Cruzeiro do Sul, PR. The preparation and launching of rockets were explored together with the contributions of Galileo, as framed in Chapter 01 of the book "Galileo e sua obra no ensino de Física de hoje". The results show that these elements add together and complement each other in a positive way to promote the complete understanding of two-dimensional movement.

Keywords: Oblique launch. History of Science. Physics teaching.

RESUMEN: Este artículo describe una metodología didáctico-pedagógica para promover la comprensión del movimiento bidimensional en estudiantes de tercer año de secundaria del Colégio Estadual Dr. Romário Martins, en el municipio de Cruzeiro do Sul, PR. Se exploraron la fabricación y el lanzamiento de cohetes junto con las contribuciones de Galileo, tal como se establece en el Capítulo 01 del libro *Galileu e sua obra no ensino de Física de hoje*. Los resultados muestran que estos elementos se agregan y complementan positivamente para promover una comprensión completa del movimiento bidimensional.

Palabras clave: Lanzamiento oblicuo. Historia de la Ciencia. Enseñanza de la Física.

Introdução

De acordo com Gaspar (1997), o esvaziamento do currículo e a expropriação do papel do professor podem justificar parte das deficiências do ensino de Física. Como consequência disso, o professor não discute a Ciência inserida num contexto multifocal porque não tem elementos suficientes para essa abordagem. As aulas, geralmente, são preparadas com exposição de conceitos restritos aos conteúdos de Física, resolução de exercícios para manipulação das grandezas físicas envolvidas e, quando muito, atividades experimentais empíricas. Por outro lado, quando o professor tenta se adequar às pedagogias mais modernas, ditas 'construtivistas', se posiciona como mero organizador de atividades. Isto porque o 'construtivismo' tem se consolidado como uma negação às metodologias tradicionais que se concretizam pela transmissão passiva dos conteúdos pelo professor.

Para Moreira (1999), o construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista para o processo de aprendizagem e tem sido confundido com metodologias construtivistas para o ensino.

Essa interpretação equivocada tem encontrado respaldo nas políticas neoliberais que incentivam as pedagogias do aprender a aprender que também comungam das ideias de uma Ciência empirista-indutivista que se desenvolve com a utilização do método científico.

Esta dinâmica sustenta um ciclo que mantém o professor deficiente em conteúdos e alheio ao seu papel de disseminador do conhecimento acumulado pela humanidade e o aluno continua com seu conhecimento científico adquirido pelo senso comum, ou, como dizem alguns pesquisadores, os alunos mantêm suas concepções alternativas.

Tanto na pedagogia dita tradicional quanto na pedagogia interpretada como construtivista, o livro didático é considerado aporte teórico importante para o ensino de Física. E eles, em geral, pouco valorizam as visões epistemológicas, sociais e políticas da Ciência.

Assim, a visão unilateral da Ciência dá ao estudante a ideia de uma ciência acabada, elaborada por gênios, que se utilizaram da observação como o único método possível.

Ora, sabemos que a Ciência é muito mais do que a pura observação e que faz parte de um processo longo da construção humana. E, conforme definido no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, em inglês *Programme for International Student Assessment* (Pisa), a alfabetização científica implica a promoção do “conhecimento de ciências” e no “conhecimento sobre ciências” (PISA, 2015). Ou seja, podemos dizer que a alfabetização científica envolve muito mais do que a transmissão dos seus conceitos científicos como compartilhados pela comunidade científica. É necessário discutir a visão multifocal da Ciência.

Para Germano (2011), a alfabetização científica é o “nível mínimo de compreensão em ciência e tecnologia que as pessoas devem ter para poderem operar, em nível básico, como cidadãos e consumidores na nova sociedade científico-tecnológica” (GERMANO, 2011, p. 290-291). Para isso, segundo o autor, é necessário uma popularização e ampliação dos conhecimentos da Ciência (PopC&T¹) que só têm “sentido em um novo contexto de compreensão do senso comum e da própria ciência” (GERMANO, 2011, p.28).

Diante deste contexto é um desafio para o professor escolher como e o que abordar nas aulas de Física para promover a alfabetização científica do aluno. Além dos desafios pedagógicos, temos também os desafios práticos de ordem política e social. O tempo disponível para o professor é escasso e nem sempre ele encontra alunos com a maturidade cognitiva esperada para sua série e idade.

Este trabalho mostra como abordamos o movimento bidimensional dentro da concepção de promover a alfabetização científica.

Escolhemos o lançamento de projéteis como conteúdo dadas as dificuldades que os alunos apresentam em compreender a composição de dois tipos de movimentos, o

movimento retilíneo uniforme, conhecido abreviadamente por MRU e o movimento retilíneo uniformemente variado, conhecido por MRUV. Outra questão relevante é que mesmo um tema comum pode ser utilizado para promover a alfabetização científica do aluno.

O público alvo foi formado por estudantes do 3º ano do ensino médio, do Colégio Estadual Dr. Romário Martins do município de Cruzeiro do Sul, estado do Paraná. A escolha da turma justifica-se pelo fato de a mesma já ter tido contato com o conteúdo abordado, entretanto, continuavam apresentando limitações na compreensão, conforme diagnosticado pelo professor da turma.

A integra dos conteúdos abordados não está relacionada ao livro didático utilizado porque, assim como em muitos outros livros didáticos, atribui pouco significado ao desenvolvimento histórico e, principalmente, às contribuições de outros personagens. Por exemplo, atribui a Isaac Newton a “invenção” de toda Mecânica, sem ressaltar as grandes contribuições de Galileu Galilei. Assim como atribui pouco ou nenhum significado aos trabalhos de Johannes Kepler, Nicolau Copérnico, Descartes e Huygens.

Ramos (2004) afirma que a contextualização sócio-histórica é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade de plenas vivências, buscando o enraizamento do conhecimento explícito na dimensão do conhecimento tácito. Tal enraizamento somente é possível por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas nas quais os significados se originam. Assim, a necessidade em inserir o processo histórico relacionando-o a um conhecimento de Física torna-se cada vez mais necessária, uma vez que essa argumentação chama a atenção para a importância da práxis no processo pedagógico, o que contribui para que o conhecimento ganhe significado para o aluno, de forma que as fórmulas matemáticas e conhecimentos físicos sejam problematizados e apreendidos.

Fundamentação teórica

Kawamura e Hosoume (2003) afirmam que a Física é um corpo de conhecimento estruturado com suas leis e princípios, entretanto, há a Física dos físicos e a Física dos estudantes como resultado da transposição didática da primeira. É aqui que defendemos que o professor deve se apropriar do seu papel de disseminador do conhecimento, elaborando não apenas as metodologias, mas também a necessária (re) estruturação dos conceitos, leis e fórmulas.

Por considerar que a Física e o mundo estão em constantes transformações é que se justifica a necessidade de valorizar as transformações passadas, comparando-as com o presente e motivando os estudantes em relação às transformações futuras.

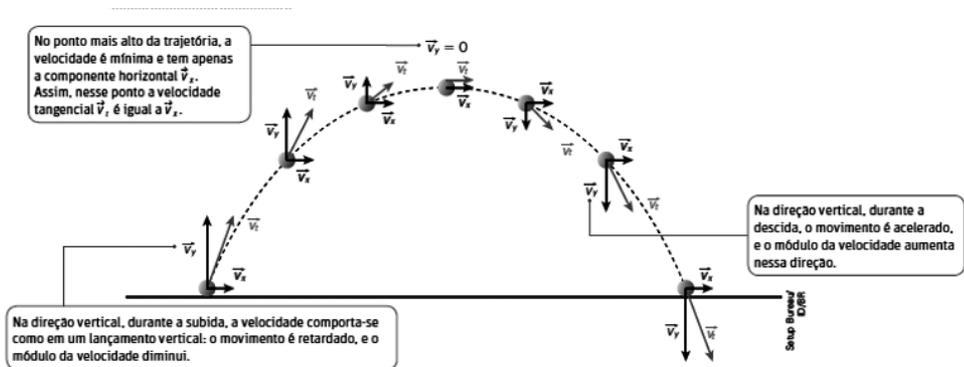
Diante do exposto, evidenciam-se as complexidades envolvidas no exercício da docência. O ser professor vai muito além do saber 'conteudista'. Fato que está na contramão das atuais políticas educacionais que defendem o saber notório como suficiente para exercer a profissão. Não é escopo deste trabalho discutir as complexidades do tema apontado, mas queremos, apenas, pontuar a necessidade da reflexão.

Sobre o lançamento de projéteis, pode-se afirmar que este se caracteriza como um movimento oblíquo, no qual o vetor velocidade inicial é inclinado em relação à direção horizontal. No lançamento oblíquo, a ação gravitacional ocorre apenas na direção vertical; na direção horizontal, quando se despreza a resistência do ar, o corpo realiza movimento uniforme. Exemplos desse tipo de movimento são: o arremesso de uma bola de basquete, um jato de água expelido por uma fonte, uma bala disparada por uma arma de fogo, dentre outros. O lançamento de projéteis descreve uma trajetória parabólica, na qual o alcance máximo depende do ângulo de inclinação. A observação da trajetória teve um papel importante para desconstruir as crenças da física aristotélica. Galileu decifrou este movimento usando o artifício da composição de movimentos. Seu raciocínio foi o seguinte:

- » Se no local do lançamento não houvesse gravidade e nem resistência do ar, o corpo seguiria horizontalmente em movimento retilíneo uniforme, percorrendo distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.
- » Como há gravidade, o corpo cairá simultaneamente em queda livre, ou seja, realizará um MUV (Movimento Uniformemente Variado) vertical, e ao mesmo tempo, um Movimento Uniforme (UM) horizontal. A composição desses dois movimentos resulta num movimento parabólico.

Partindo do exposto, podemos considerar que o lançamento oblíquo de projéteis pode ser compreendido como uma composição de dois movimentos distintos: movimento uniforme e movimento uniformemente variado. Assim, em um lançamento de uma bola de basquete, a Fig. 1 representa a trajetória do movimento.

Figura 1 – Composição de MU e MUV e representações vetoriais em um lançamento de projétil



Fonte: NANI et al., 2016.

Podemos escrever o vetor velocidade do projétil com uma componente na direção horizontal, representada pelo eixo x e na vertical, representada por y:

$$v_x = v_0 \cos \alpha \quad [1]$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha \quad [2]$$

Onde:

- » v_x e v_y são componentes do vetor velocidade v_0 na direção x e y, respectivamente;
- » v_0 representa o módulo do vetor velocidade;
- » $\cos \alpha$ e $\sin \alpha$ são funções trigonométricas que localizam as componentes do vetor v_0 na direção x e y, respectivamente.

Substituindo o v_x dado pela Equação 1 na equação $x = x_0 + v_x t$ que descreve o MU, temos que:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad [3]$$

Observe que o tempo é a grandeza que une as duas dimensões. Ou seja, o tempo que o projétil leva para descrever o movimento tanto na direção x quanto na direção y é o mesmo. Porém, no eixo y a equação que descreve o movimento é:

$$y = y_0 + v_y t - \frac{gt^2}{2}$$

Introduzindo a equação 2 e 3, temos:

$$y = y_0 + v_0 \operatorname{sen} \alpha \frac{x}{v_0 \cos \alpha} t - \frac{g}{2} \frac{x^2}{(v_0 \cos \alpha)^2} \quad [4]$$

Utilizando a relação trigonométrica $\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$, depois de alguma manipulação matemática, temos:

$$y = y_0 + v_0 t (\operatorname{tg} \alpha) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{(v_0 \cos \alpha)^2} \quad [5]$$

A Equação [5] relaciona as posições e do projétil em função de um tempo e é uma função de segundo grau, o que comprova a trajetória parabólica observada. O termo que acompanha é negativo, indicando que a parábola tem concavidade voltada para baixo.

Este resultado é uma consequência direta das contribuições de Galileu Galilei. O físico da Renascença afirma que:

Imagino que um móvel foi projetado sobre um plano horizontal livre de qualquer obstáculo; já é evidente, de acordo com o que expusemos longamente em outro lugar, que dito móvel se movimentará sobre esse plano com um movimento uniforme e perpétuo, supondo que esse plano seja prolongado ao infinito. Se, ao contrário, supomos um plano limitado e situado a uma certa altura, um móvel que supomos dotado de gravidade, uma vez chegado à extremidade do plano e continuando seu curso, acrescentará, ao anterior movimento uniforme e indestrutível, a tendência de ir para baixo, devido a sua própria gravidade; origina-se, assim, um movimento composto de um movimento horizontal uniforme e de um movimento descendente naturalmente acelerado, que chamo projeção (GALILEU apud RESQUETTI *et al*, 2011, p. 50).

Ressalta-se que Galileu demonstrou todas as propriedades do lançamento de projéteis, estudando as relações entre velocidade, ângulo de elevação, amplitude e altura, completando assim as leis do movimento.

Em seu livro, *Duas novas ciências*, o cientista italiano, Galileu afirma que a observação de fenômenos não é suficiente para a explicação do mundo ao nosso redor ou para a compreensão dos fenômenos físicos. (GALILEI, 1988).

A leitura parcial deste livro, fará o aluno perceber que, antes de Newton (Galileu faleceu no ano que Newton nasceu), Galileu fez importantes contribuições para a correta análise do movimento bidimensional. Além disso, Galileu fez uma crítica às observações qualitativas de Aristóteles e a ingenuidade de se pensar em construir uma ciência baseada apenas na simples observação. Além disso, cabe ao professor ressaltar que a Ciência é um processo dinâmico de construção as cegas e que o principal critério de validação de uma hipótese, levando-a categoria de teoria, é sua consonância com outras teorias já aceitas.

Todo conhecimento científico aceito e acumulado pela humanidade atualmente é constituído por partes didaticamente divididas em Química, Física, Biologia. Portanto, definir o que é Ciência ou quais os métodos que a definem é muito complexo. Talvez, o professor deva discutir com seus alunos o que a Ciência não é.

De acordo com o “princípio de impotência” humana, não temos a capacidade de reconhecer, intuitivamente, a verdade. Além disso, o Trilema de Aristóteles² e o problema da indução de Hume³ nos mostra que é impossível construir uma teoria puramente dedutiva ou justificar uma proposição induzida (MARTINS, 1999; ABBAGNANO, 1998). Estes fatos são suficientes para concluirmos, de forma lógica e racional, que a Ciência, seja lá o que ela for, não pode ser uma teoria verdadeira, provada por meio de observações e experimentos, o que dificulta a demarcação entre Ciência e não Ciência e como ela se desenvolve.

O aluno deve entender que a ciência não é o resultado mágico da mente de gênios, mas a construção de verdades provisórias, que vão se somando a outros pilares do conhecimento. O conhecimento que é aceito pela comunidade científica hoje se complementa. Assim, para a natureza não existe Física ou Química, existe um conjunto de leis que, se não corroboram umas com as outras, pelo menos não se negam.

Cada conteúdo apresentado faz parte da construção do todo. E o saber é a compreensão dessa integralização.

Desenvolvimento da sequência didática

Com base no livro *Galileu e sua obra no ensino de Física de hoje*, da Editora Eduem, autoria de Silvia O. Resquetti e Marcos Cesar D. Neves, os alunos foram motivados a realizar a leitura do capítulo 1, páginas 39 a 54, que trata desde os primeiros anos de vida de Galileu até sua explicação para o movimento parabólico do lançamento de projéteis. Cabe ressaltar que os feitos realizados pelos antecessores de Galileu, tais como Aristóteles e Tartaglia, embora citados na obra em questão, permaneceram sem destaque no desenvolvimento deste trabalho, exceto em momentos em que a leitura remetia aos mesmos. Os alunos realizaram a leitura em grupos e puderam reter informações acerca do desenvolvimento histórico no lançamento de projéteis de acordo com a dinâmica de Galileu.

Houve ainda a realização de um debate com os estudantes, instruindo-os acerca da evolução de ideias e conceitos tanto científicos quanto filosóficos. Foi interessante ressaltar a forma como Galileu Galilei determinou o movimento oblíquo, sem que houvesse tecnologia avançada na época do feito. O objetivo desse debate foi de confrontar instrumentos da época usados pelo físico italiano e os da atualidade para a determinação e observação de tal fenômeno em Física.

Como ação metodológica, os alunos observaram e descreveram que uma forma atual para se determinar o lançamento oblíquo de um projétil é o uso de fotografias simultâneas em que aparecem as projeções de acordo com os instantes do movimento realizado por um corpo. Outros alunos mostraram-se bastante admirados com o contexto histórico.

Além disso, inspirados na proposta de atividade prática sugerida na *site* da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) em sua página oficial (<http://www.oba.org.br/site/>), construíram minifoguetes, utilizando como ignição um combustível sólido – no caso, um rojão de festa junina do tipo busca-pé ou rojão de apito.

O manual de instruções referente à Mostra Brasileira de Foguetes relaciona este modelo como sendo não oficial e para ser construído pelos professores. Os alunos foram incentivados a confeccionar seus próprios foguetes, seguindo o manual disponível, bem como os materiais sugeridos, tais como, folha sulfite, fita adesiva e papel alumínio. A Figura 2 mostra os estudantes confeccionando seus minifoguetes.

Após a confecção dos minifoguetes, os estudantes foram levados pelo professor até o campo de futebol municipal de Cruzeiro do Sul. Neste momento, foram instruídos em relação a segurança e de como deveriam proceder em relação ao lançamento de seus respectivos minifoguetes. A expectativa era de que os estudantes da turma pudessem lançar seus minifoguetes de modo que obtivessem o máximo alcance horizontal e que os minifoguetes “construíssem” em seu percurso uma trajetória parabólica. A Figura 3, apresentada a seguir, mostra os estudantes nos preparativos dos lançamentos dos minifoguetes, acompanhados do professor.

Figura 2 – Alunos confeccionam seus minifoguetes sob orientação do professor e do manual disponível da MOBFOG



Figura 3 – Alunos se preparam para o lançamento dos minifoguetes



O objetivo relacionado a esta atividade é de que os presentes pudessem observar e comparar com as leis físicas relacionadas ao lançamento oblíquo, comparando-as com os pensamentos atribuídos a Galileu Galilei, mas usando artifícios contemporâneas na realização de tal fenômeno. A Figura 4 apresenta o minifoguete confeccionado por um dos alunos posto na base de lançamento, momentos antes da queima da pólvora do buscapé.

Figura 4 – Minifoguete na base de lançamentos disposta a 45º em relação ao solo



Os lançamentos foram acompanhados pela turma que puderam fotografar e/ou filmar os mesmos. Alguns lançamentos não saíram como o esperado, havendo minifoguetes que não deixaram a base ou que realizaram movimento inverso, ou seja, alguns minifoguetes subiram e voltaram para trás, em direção aos próprios alunos. Cabe dizer que a base de lançamentos composta por uma haste fina de amarrar ferros de construção foi posicionada à 45º do solo, uma vez que este ângulo garante que o alcance seja máximo.

Resultados e discussão

Baseando-se na realização das atividades propostas, desde a leitura e debate inicial acerca do contexto histórico sobre o lançamento oblíquo de projéteis até a confecção de

minifoguetes, ficou perceptível o interesse e empenho da turma durante todo o desenvolvimento da atividade. É possível inferir que o professor pode promover a alfabetização científica com pequenos ajustes das suas tradicionais ações metodológicas e que seu papel é imprescindível como transmissor do conhecimento.

Mais do que comprovar hipóteses ou leis de fenômenos, ficou nítido que os estudantes souberam relacionar e confrontar o contexto histórico apresentado pelo livro *Galileu e sua obra no ensino de Física de hoje*, em seu capítulo 01, com a atividade prática proposta pela Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA).

Nos relatórios descritivos da realização desta atividade, algumas respostas merecem destaque, uma vez que, dos vinte e oito alunos da turma, boa parte compreendeu o fenômeno físico e, além disso, avaliou como importante a inserção do contexto histórico nas aulas de Física. O estudante 21 destaca que “[...] não entendia o conteúdo uma vez que o professor do 1º ano só trabalhou cálculos e resolução de problemas”. Ainda diz que: “não fazia sentido aquele monte de números e fórmulas. [...]. Agora eu entendi o lançamento de projéteis e sei quem contribuiu para o seu desenvolvimento”.

O estudante 14 é objetivo em sua resposta: “[...] não imaginei que um dia ia ler texto na aula de Física. A leitura de um texto histórico nos remeteu a um passado distante, onde pessoas fizeram ciência. Considero-me uma pessoa de humanas e por isso foi mais fácil entender o conteúdo usando este tipo de atividade [...]”. Fica evidente neste depoimento que o uso de um texto histórico pode contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos científicos na sala de aula.

Outra resposta que merece destaque é do estudante 04. “[...] o que achei mais legal é que entendi o que é o lançamento de projéteis sem a necessidade de fazer um relatório de atividade prática, muito pelo contrário! Eu pude observar que o fenômeno acontece e que por trás dele há uma gigantesca história com ‘caras’ que fizeram muitas coisas para o desenvolvimento da física”.

Considerações finais

O presente trabalho teve por objetivo principal a aplicação de uma atividade envolvendo o lançamento oblíquo, tendo como ponto de partida a inserção de um texto histórico contemplando a construção da compreensão deste fenômeno físico, além de inserir aspectos filosóficos da Ciência no sentido de promover a alfabetização científica.

Inicialmente, os estudantes manifestaram resistência em trabalhar um texto de caráter histórico nas aulas de Física, opondo-se a realizar a leitura. Entretanto, depois de orientados pelo professor sobre a importância em conhecer a história envolvida na construção dos conceitos físicos, fizeram a leitura do texto. O papel de disseminador do conhecimento científico ficou a cargo do professor não apenas como um gerenciador das atividades, mas como

uma figura importante que determina a ordem, o conteúdo e as atividades que devem ser abordadas para facilitar a compreensão do tema por parte do aluno.

Além de instigar a retomada histórica acerca de um fenômeno físico, esta atividade também contribuiu para o entendimento de um conceito amplamente explorado no ensino de Física. A inserção da leitura e interpretação proposta como introdução da atividade foi de grande valor, visto o envolvimento dos estudantes no debate.

A confecção e lançamento dos minifoguetes com certeza motivaram ainda mais as discussões dos temas propostos, mesmo que alguns apresentassem um movimento inadequado, como, por exemplo, excessivas trepidações. O que se observou foram alunos entusiasmados e motivados a manter as discussões, mesmo depois do término da aula. Mesmo com um assunto já trabalhado e simples, modificamos o paradigma das aulas de física, consideradas chatas. Nenhum aluno nos questionou sobre a importância dos conteúdos abordados, como é verificado nas aulas tradicionais.

Recebido em: 19/10/2018, rerepresentado em: 11/11/2018 e aprovado em: 12/02/2019

Notas

- 1 Popularização da ciência e tecnologia.
- 2 No Trilema de Aristóteles tem-se somente a possibilidade de se trabalhar com teorias que não são demonstradas de forma lógica, o que se torna inviável. Quando uma teoria for demonstrada por meio de outras novas teorias, nunca se terá um fim (regressão infinita) ou, se for demonstrada por meio de proposições da própria teoria, tem-se um sistema coerente só que sem base, cria-se um círculo vicioso (MARTINS, 1999).
- 3 O Princípio da Indução de Hume está atrelado a fatos observados, argumentos teóricos que são criados por meio de observações e que não apresentam conclusões fundamentadas. Por exemplo, observando um bando de corvos, todos pretos, o senso comum irá conduzir a uma racionalidade de que todos os corvos serão pretos, uma generalização de um fato observado (MARTINS, 1999).

Referências

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 3. ed. Trad. Alfredo Bosi. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Mais: Ensino Médio** – Brasília: Ministério da Educação, 2001.
- COELHO, Cláudia S. **Mistérios e segredos do Gênio Galileu Galilei**. Gráfica Bandeirantes, São Paulo. 2011.
- EVANGELISTA, Luiz Roberto. **Perspectivas em História da Física – Vol. I – Dos Babilônicos à Síntese Newtoniana**. Rio de Janeiro. Ed. Ciência Moderna Ltda, 2011.

FUKUI, Ana. (org.). **Ser protagonista: física, 1º ano: ensino médio**. Ed. Responsável: Ana Paula S. Nani. 3. Ed. – São Paulo, 2016.

GASPAR, Alberto. **Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor**. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/351678/mod_resource/content/4/texto_5.pdf>. Acesso em: 05. jun. 2016.

GERMANO, Marcelo G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

INSTRUÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE FOGUETES. OBA. Disponível em: <http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/ATIVIDADES%20PRATICAS%20DA%2012%20MOBFOG%20DE%202018.pdf>. Acesso: 26 mai. 2018.

JARDIM, Wagner Tadeu, **A abordagem histórico-filosófica como caminho para se introduzir o estudo de cosmologia no ensino**. 2012. 211f. Dissertação de Mestrado, Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2012.

KAWAMURA, Maria Regina D, HOSOUME, Yassuko. **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio**. Física na Escola, São Paulo, v. 4, n. 2, p.22-27. 2003.

MARTINS, Roberto de Andrade. O que é ciência, do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**. n. 9. 1999. Disponível em:< <http://www.ghhc.usp.br/server/pdf/ram-72.pdf> >. Acesso em: agosto de 2018.

MOREIRA, Marcos Antonio. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

OCDE. PISA 2015: Technical Report. 2017. Disponível em: . Acesso em: setembro. 2018.

OLIVEIRA, Maurício P. P. de. *et al.* **Física: conceitos e contextos: pessoal, social histórico: movimento, força, astronomia**. 1. Ed. São Paulo. FTD, 2013.

PARANÁ, **Diretrizes curriculares da Educação Básica: Física**. Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Curitiba, 2008.

PIRES, Antonio S.P. **Evolução das ideias da Física**. 2ª Edição. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011.

RESQUETTI, Silvia O., NEVES, Marcos Cesar D. **Galileu e sua obra no ensino de Física hoje**. Eduem, Maringá-PR, 2011.

RAMOS, Marise. O projeto unitário de ensino médio sob os princípios do trabalho, da ciência e da cultura. FRIGOTTO, G. e CIAVATTA, M. **Ensino Médio: ciência, cultura e trabalho**. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2004.

ROCHA, José F. (org.). **Origens e evolução das ideias da Física**. EDUFBA, Salvador-BA, 2002.

RONAN, Colin A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge**. Vol. 4: a ciência nos séculos XIX e XX. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Ed., 2001.