

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE A QUEDA DOS CORPOS

Murilo Aguiar Silva¹, Enilson Araújo da Silva², Milton Antonio Auth³

^{1,3}Universidade Federal de Uberlândia/UFU/ PIBID, murilofisicaufu@gmail.com, Milton.auth@gmail.com³

²Instituto Federal do Triângulo Mineiro-Ituiutaba, enilson@iftm.edu.br.

Linha de trabalho: Metodologias e Recursos Didático-Pedagógicos.

Resumo

Esse trabalho expõe a realização de uma experiência nas aulas de Física da 1ª série do Ensino Médio, por bolsistas do Pibid, em uma escola pública tendo como foco o fenômeno de queda de corpos e conceitos adjacentes como grandezas cinemáticas e dinâmicas. A recorrência à História da Ciência, pautada na problematização e dialogicidade no Ensino de Ciências mostrou-se uma ferramenta amplificadora da dinâmica, da interação e da contextualização no processo de ensino-aprendizagem. A utilização do conhecimento explorado ocorreu por meio de questões com foco na História e no uso da concepção CTS marcou a conclusão da atividade.

Palavras-chave: História da ciência, Problematização, Ensino de Física, PIBID.

Contexto do Relato

Este trabalho tem como base um conjunto de aulas desenvolvidas com alunos de duas turmas de 1º ano do ensino médio de um Instituto Federal do Triângulo Mineiro, com foco na seguinte questão: “Como as coisas caem?” Buscamos trazer a contextualização histórica sobre o fenômeno da queda livre aos alunos, de modo que pudessem entender como se desenvolveu o pensamento sobre o movimento de corpos na Terra desde Aristóteles, passando pelas propostas de Galileu, até ser finalmente compreendido com a dinâmica de Newton.

As aulas foram planejadas e ministradas no âmbito do Programa Institucional de bolsas de iniciação à docência (PIBID), envolvendo um dos bolsistas e o professor supervisor do programa na escola. Com duração de 100 minutos em cada turma, a atividade foi baseada no diálogo com os estudantes, motivada por meio de questionamentos, em que os alunos pudessem expor suas concepções sobre a queda de corpos. Através das intervenções do bolsista, os mesmos percebessem inconsistências dessas concepções de modo que novas proposições tivessem de ser feitas para se conseguir explicar a queda de objetos diferentes como observamos no dia a dia.

Em um segundo momento, foram analisadas duas questões da avaliação trimestral dos alunos que tinham relação com a atividade desenvolvida em sala, e também tomada a opinião de alguns alunos sobre a atividade desenvolvida.

A aula teve como apoio metodológico a concepção dialógica e problematizadora, de Freire (1981) e de Delizoicov (1982), de modo que as aulas pudessem ser mediadas, a fim de trazer maior significação para a Situação de Ensino, em que foram explorados conceitos como: velocidade, aceleração, força resultante e resistência do ar nos movimentos de corpos rígidos.

Detalhamento das Atividades

Ao discutir queda de corpos, consideramos importante a exploração de alguns conhecimentos que os estudantes possuíam e outros já abordados anteriormente, mesmo sem perceberem isso explicitamente. Portanto, houve nesta atividade uma retomada de conceitos previamente trabalhados como os vetores e as Leis de Newton, pois os alunos já haviam utilizado essas leis, mas não fizeram isso as classificando em primeira, segunda e terceira lei, haja vista que a exploração desta unidade temática faz parte de um trabalho contínuo e não fragmentado do conhecimento da mecânica clássica.

Nessas aulas, não desenvolvemos o conteúdo fragmentado e de forma linear conforme proposto por alguns dos livros didáticos. Buscamos, sim, desenvolver o processo de modo que o estudante pudesse estar formalizando as grandezas cinemáticas e outros conceitos, tendo como base as questões: “Como as coisas caem?”; “Por que gotas de água da chuva não provocam ferimentos ao atingir as pessoas, mesmo caindo de uma altura superior a 2.000 metros? ”; “Existe semelhança entre o movimento das gotas de chuvas e o dos paraquedistas? ”

Em seguida, após as interações que surgiram das problematizações, iniciamos a organização do conteúdo da cinemática e dinâmica dos corpos a partir da diferenciação dos conceitos de velocidade média e instantânea segundo estilo de contextualização adaptada do modelo usado por Nussenzveig (2004, p.25), trazendo uma ideia cotidiana vinculada ao tráfego em rodovias, envolvendo assunto como sinalizações, os profissionais de trânsito e a tecnologia utilizada, numa concepção de CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade).

Para tanto, o professor conta a seguinte história:

Um estudante de física pretendia percorrer 100km entre duas cidades em 1h, mas estava atrasado para uma palestra de física na cidade de destino. Sendo assim, ao sair de sua cidade, percebeu que os pneus do carro estavam vazios e teve que parar em um posto para calibrá-los. No entanto, havia um congestionamento de usuários da bomba de ar do posto de combustível, perdendo por consequência 10min. de tempo. Para recompensar o atraso, iniciou uma aceleração crescente chegando a atingir 180km/h, quando então teve a velocidade registrada por um radar móvel. Sendo assim, o posto policial à frente do radar o interceptou. O policial apreendeu sua carteira de habilitação por excesso de velocidade, mas ele argumentou que entendia de velocidade e que se estivesse viajando a 180km/h teria que andar 180km e gasto 1h, mas apenas tinha andado 5km e que então aquele aparelho de radar estava com defeito e que não merecia aquela multa. Então o policial sugeriu que ele calculasse a velocidade com os dados que o policial anotou em seu computador aferidos pelo radar via on-line. Nestes dados constava um carro percorrendo 1,5m em 0,03s e que calculando daria 50m/s o que muito emocionou o estudante não enxergando neste resultado o valor aferido pelo radar e que, portanto, pensava-se livre da multa, mas o policial resolveu a situação recordando o estudante que precisava transformar para km/h multiplicando por 3,6. Isto trouxe decepção ao estudante, que resolvendo achou os 180km/h.

Após apresentar esta história, os estudantes foram questionados sobre quem estaria apresentando corretamente os conceitos da cinemática: o estudante ou o policial? Sendo assim, surgiu a oportunidade de esclarecer que a leitura feita pelo radar era a de uma velocidade instantânea e a defesa do estudante era baseada na velocidade média.

Os alunos puderam, ainda, perceber que as velocidades anotadas no velocímetro de um veículo durante uma viagem eram de velocidades instantâneas e que a variação destas compreende a existência de aceleração tal como se verifica na queda dos corpos.

De posse destes argumentos e discussões, retomamos a análise da queda dos corpos com a pergunta: “como as coisas caem?” “Por que as gotas de água da chuva não provocam ferimentos ao atingir as pessoas? ”. No geral, sempre que fazíamos uma pergunta aos alunos, eles tinham uma resposta quase que pronta. Entretanto, eram respostas pouco consistentes, que com alguns questionamentos realizados pelo professor, os próprios alunos percebiam algumas inconsistências em suas ideias. Segue um exemplo de um diálogo ocorrido durante a atividade:

Professor – Como as coisas caem? Ou melhor, que aspectos você considera importante destacar sobre coisas caindo.

Aluno – Caem para baixo!

Professor – Para baixo?

Aluno – Sim ué, se eu solto um objeto ele vai para baixo.

Professor – Se eu tiver um telescópio muito potente e observar lá da Lua você soltando esse objeto, ele vai cair para baixo?

Aluno – Sim.

Professor – E se eu olhar um aluno na China?

Aluno – Ah, é tipo o que estávamos falando antes, né? (Se referindo à discussão sobre referencias durante a discussão de velocidade relativa).

Professor – Sim. Então como você pode dizer que as coisas caem sem ter que se preocupar com o referencial de quem observa?

Aluno- Elas caem em direção ao centro da Terra?

Outra resposta que foi apresentada pela maioria dos alunos sobre como as coisas caem foi “Caem acelerando”. Mas, ao serem questionados sobre com que aceleração as coisas caem, eles não conseguiram associar com o “g” que já utilizaram em diversas situações e resoluções de exercícios durante o ano. Inclusive, a grande maioria dos alunos respondeu que esta aceleração dependeria do peso do corpo que estiver em queda.

Esse momento foi oportuno para apresentar-lhes as ideias de Aristóteles sobre a queda de corpos, primeiramente de que tudo no universo seria composto de um, ou de combinações dos quatro elementos: terra, ar, água e fogo, e que as coisas caem ou sobem devido à quantidade de cada elemento que constitui determinado material, fazendo com que ele queira voltar para seu lugar de origem. Esta ideia foi rejeitada logo de cara pelos alunos. Outra afirmação feita por Aristóteles é a de que para um corpo estar em movimento, uma força deveria estar agindo sobre ele, caso contrário, o mesmo teria de estar necessariamente em repouso. Quanto a essa afirmação, mesmo que tivéssemos discutido isso anteriormente, alguns alunos se mostraram em dúvida sobre estar certa ou errada. E por último, foi apresentada a ideia de que o corpo com maior massa cairia com uma maior aceleração, que pareceu agradar a quase todos.

Foi aí que entramos com os pensamentos de Galileu, sugerindo o seguinte experimento mental proposto pelo mesmo (universo mecânico, episódio 2). Solicitamos que imaginassem dois corpos, em que um era bem mais pesado que o outro, como uma bigorna e um martelo. Segundo a ideia que estava sendo aceita até então na sala de aula, a bigorna chegaria ao chão antes do martelo se soltos da mesma altura h . Ainda, a bigorna levaria um tempo t para chegar ao solo e o martelo um tempo maior que t .

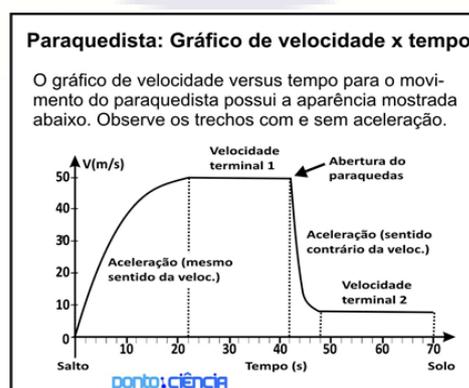
Num segundo momento imaginamos o martelo amarrado na bigorna, e é aí que temos um problema. Bigorna e martelo agora constituem um único corpo, obviamente mais pesado do

que somente a bigorna, então devem levar um tempo menor que t se solto da mesma altura h . Mas, vimos anteriormente que o martelo levaria mais tempo para cair que a bigorna, logo ele deveria frear a bigorna durante a queda. Então, bigorna e martelo juntos demoram mais tempo que somente a bigorna para cair na altura h . Com isso, já podemos perceber uma inconsistência na ideia de que o corpo mais pesado cairia primeiro.

Diante desse experimento, o ambiente ficou propenso para apresentar as ideias de Galileu, de que, na ausência de ar, os corpos cairiam sempre com a mesma velocidade. Para que isso ficasse claro, realizamos um experimento no qual um pedaço de papel e um caderno foram soltos: primeiro, lado a lado e observamos a queda de ambos; depois, o papel foi colocado sobre o caderno e ambos soltos. No segundo caso, o caderno elimina a resistência do ar que atua no papel e os dois, mesmo com massas tão diferentes, caem com a mesma aceleração. O experimento realizado em ambas as turmas chamou bastante atenção e os estudantes queriam saber o que de fato estava ocorrendo. Esse foi o momento no qual a teoria de queda livre foi apresentada. Foi tratado ainda sobre massa inercial e massa gravitacional e a equivalência entre as duas, que é responsável pela aceleração constante para qualquer corpo.

Terminada a aula, analisamos as duas questões referentes ao tema, que foram colocadas junto à prova bimestral dos alunos. São elas:

1 - O gráfico mostra o comportamento da velocidade de um paraquedista desde o momento que sai da aeronave ($v=0$) até chegar ao solo (70s). Para melhor apreciação, o gráfico mostra um intervalo de tempo de queda sem o paraquedas e outro com paraquedas. Analisando a velocidade no eixo vertical, o tempo em segundos no eixo horizontal e as forças que atuam no paraquedista e no conjunto paraquedas-paraquedista e o conceito de força resultante, analise as afirmativas:



I - No intervalo de 0 a 20s a força resultante sobre o paraquedista é no sentido do movimento e não nula;

II - De 22s a 42s a força de resistência do ar é menor que o peso do paraquedista;

III - De 42s a 48s a força resultante é contrária ao movimento, tendo a força de resistência maior intensidade que o peso;

IV - De 48s a 70s a força de resistência do ar é igual ao peso do conjunto, logo o movimento é uniforme.

São verdadeiras:

- a) I e II apenas b) II e III apenas c) I, III e IV d) II, III e IV

2 - Lembrando do experimento de Galileu pode-se afirmar que são verdadeiras:

I – O corpo mais pesado chega primeiro ao solo na presença do ar.

II – O martelo, de menor massa chega primeiro ao solo na presença do ar.

III – O martelo (menos denso) e a esfera (mais densa) chegam juntos ao solo na ausência de ar

IV – O martelo E a esfera sofrem as mesmas variações de velocidade/aceleração, desde que na ausência de ar.

Informe quais são as afirmativas verdadeiras.

(_____)

Análise e Discussão do Relato

Analisando o nível de aprendizagem dos conceitos e fenômenos, observou-se que de um total de 30 alunos, em relação à primeira questão apresentada obteve-se percentualmente:

3,33% marcaram a afirmativa I

0,00% marcaram a afirmativa II

66,66% marcaram a afirmativa III

26,66% marcaram a afirmativa IV

Este resultado mostra que houve compreensão de força resultante e sua relação com a aceleração e da percepção do momento em que a força resultante se equilibra à força gravitacional, determinando a velocidade terminal de queda dos corpos. Além disso, entendeu que a força resultante está diretamente proporcional a variação da velocidade e se relaciona com o movimento uniformemente variado e na sua ausência com o movimento retilíneo uniforme.

Quanto à segunda questão, que trata do experimento realizado por Galileu, o resultado foi o seguinte:

53,33% acertaram a questão observando a influência que a resistência do ar tem sobre os corpos em queda, e também, perceberam que a ausência do ar proporciona uma queda idêntica para corpos de massas diferentes. (Marcaram I, III e IV como verdadeiras).

10% apenas anotaram que corpos menos densos chegam primeiro ao solo na presença de ar. Resultado que mostra que todos compreenderam o ar como elemento que influencia na queda dos corpos. (Marcaram a afirmativa II como verdadeira).

13,3% não consideraram que corpos de massas diferentes chegam juntos ao solo por sofrerem as mesmas acelerações na ausência de ar. (não marcaram a afirmativa IV como verdadeira).

26,6% não concordaram que corpos de massas diferentes /densidades diferentes chegam juntos ao solo na ausência do ar. (não marcaram a afirmativa III como verdadeira).

Considerações finais

Essa atividade mostrou como uma aula dialogada, que envolve e discute problemas ao invés de somente apresentar conceitos, pode ser mais interessante para o aluno e despertar sua vontade de participar, de falar sobre o tema. Além de possibilitar um diálogo utilizando a linguagem científica, puderam-se discutir aspectos que interferiram na compreensão de uma teoria científica na História de evolução da Ciência, os quais serviram de “fio condutor” das discussões que permeiam o curso.

Percebemos que, conforme apontam Castro e Carvalho (1995), ignorar a dimensão histórica da Ciência reforça uma visão distorcida e fragmentada da atividade científica. Apesar de ficar evidente nesse e em outros trabalhos sobre a importância da História da Ciência, ela é pouco comum no ensino de física.

No âmbito nacional, mesmo os que defendem a implementação da história da ciência nas salas de aula, como recomenda os PCN's de física, veem dificuldades em sua plena efetivação no ensino brasileiro, pois conforme Martins existem algumas barreiras a serem enfrentadas: "(1) carência de um número suficiente de professores com a formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a história da ciência; (2) a falta de material didático adequado (textos sobre história da ciência) que possa ser utilizado no ensino; e (3) equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação. (QUINTAL e GUERRA, 2009, p. 23).

Por fim, pela análise dos resultados das questões, vemos que os alunos tiveram uma aprendizagem considerável sobre a queda de corpos e compreenderam a influência da resistência do ar como um fator limitante na velocidade de queda, assim como o planejamento e desenvolvimento desta atividade por bolsistas do Pibid trouxe uma inovação no processo de ensinar o conceito na referida escola, uma vez que os mesmos disponibilizaram de mais tempo do que o professor para organizar a atividade de ensino, conforme se comparou com o procedimento em anos anteriores.

Referências

- CASTRO, Ruth S.; CARVALHO, Ana M. P. **História da Ciência:** como usá-la num curso de segundo grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 9(3), 225 – 237, 1992.
- DELIZOICOV, Demétrio. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal:** relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau. 1982. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 19ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991.
- NUSSENZVEIG, Hercher M, *Curso de Física Básica, vol 1*, Editora Edgard Blücher, LTDA (2004).
- QUINTAL, João R; GUERRA, Andréia. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.