

OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE CATAPULTAS E O ENSINO DE FÍSICA

Chaar, B. B.^{1*}; Sartori, L.T.^{1&}; Vassem, G. L. S.^{2§}; Buffon, L. O.^{3#}; Piumbini, C. K.³⁺

¹ Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, Brasil.

² Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Ortiz, SEDU, ES, Brasil.

³ Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF), Coordenadoria de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, Brasil.

*chaarbernardo@gmail.com, &layslasartori777@gmail.com, §gilceias@gmail.com, #buffon@ifes.edu.br, +cleiton.kenup@ifes.edu.br

Resumo

Este artigo relata o planejamento e a realização de uma intervenção didática, realizada no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), para ensinar aos alunos do ensino médio o conceito de energia mecânica e o princípio da conservação da energia, através do uso de catapultas construídas pelos alunos. Esta ação fez parte do subprojeto da Licenciatura em Física do Ifes, campus Cariacica. A metodologia adotada foi baseada na construção de experimentos abordando diversos tipos de catapultas e na investigação, por parte dos alunos, dos conceitos físicos envolvidos. Como resultado, percebeu-se uma diversidade de tipos de catapultas construídas refletindo satisfatório engajamento dos alunos. Os questionários aplicados mostraram que há indícios de aprendizado dos conceitos físicos envolvidos e também que os alunos gostaram muito da metodologia adotada.

Palavras-chaves: Ensino de Física. Pibid. Catapultas. Atividades experimentais. Conservação da energia.

Abstract

This article reports on the planning and implementation of a didactic intervention, carried out within the scope of the Institutional Teaching Initiation Scholarship Program (Pibid), to teach high school students the concept of mechanical energy and the principle of energy conservation, through the use of catapults built by students. This action was part of the Physics Degree subproject at Ifes, Cariacica campus. The methodology adopted was based on the construction of experiments covering different types of catapults and on the investigation, by the students, of the physical concepts involved. As a result, a diversity of types of catapults built was noticed, reflecting satisfactory student engagement. The questionnaires applied showed that there is evidence of learning the physical concepts involved and also that the students really liked the methodology adopted.

Keywords: Physics Teaching. Pibid. Catapults. Experimental activities. Energy conservation.

1. Introdução

A disciplina de Física no ensino médio não consegue despertar o interesse da maioria dos alunos e o motivo disso pode estar relacionado à forma excessivamente teórica e matematizada com que ela é ensinada, com poucas aplicações e contextualizações [1].

Uma possibilidade para aumentar o interesse dos alunos nas aulas de Física é realizar atividades experimentais em sala de aula com algum grau investigativo [2, 3, 4]. Segundo Hodson [5], quando o aluno participa de investigações científicas como protagonista, ele aprende mais do que quando atua apenas como um coadjuvante na aula.

Além disso, o documento oficial atual da educação brasileira, a BNCC [6], aponta a importância de:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Assim, no intuito de atender a BNCC e propiciar um ensino que despertasse o interesse dos alunos, neste trabalho foi proposta a construção, pelos alunos, de diversos tipos de catapultas, abordando e investigando as questões relativas às transformações de energia mecânica e à conservação de energia.

2. Metodologia

Essa intervenção foi aplicada com alunos de duas turmas da terceira série do ensino médio da EEEFM Maria Ortiz, do município de Vitória, no estado do Espírito Santo. Ela fez parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) pertencente ao subprojeto da Licenciatura em Física do Ifes do campus Cariacica.

As atividades experimentais foram baseadas no estudo das catapultas, introduzidas na história por Arquimedes (287 a.C. — 214 a.C.) como armas de guerras [7, 8]. Dentre os diversos tipos de catapultas, destacam-se a catapulta simples, o trabuco e a balista, mostrados na Figura 1.

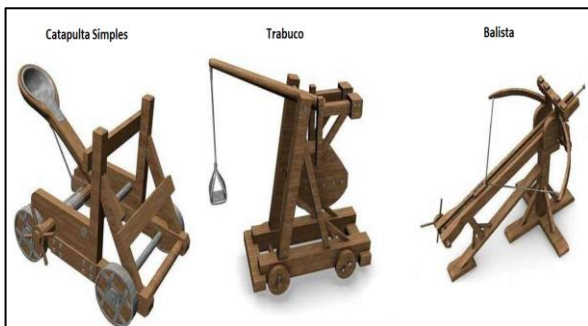


Figura 1: Tipos de catapulta: a catapulta simples, o trabuco e a balista.
Fonte: <https://www.tricurioso.com/2019/05/24/quem-inventou-a-catapulta/>; acesso em 10/12/2023.

Uma catapulta é definida como um equipamento ou dispositivo capaz de armazenar algum tipo de energia potencial e depois liberá-la na forma de energia cinética transferida a um projétil lançado. A catapulta simples utiliza a energia potencial de deformação de um objeto, o trabuco utiliza a energia potencial gravitacional de um contrapeso, e a balista é semelhante a uma besta grande que armazena energia através da deformação de um arco. Assim, as catapultas permitem visualizar as transformações de energia potencial armazenada no sistema em energia cinética.

A intervenção foi dividida em dois momentos, descritos a seguir, com a aplicação de um questionário de opinião ao final.

2.1. Demonstração com as catapultas, questionário inicial e apresentação da história de Arquimedes.

Este encontro durou uma aula de 50 minutos e iniciou com uma apresentação dos modelos de catapultas mostradas na Figura 2, que haviam sido construídas previamente. O objetivo foi despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, oferecendo-lhes um vislumbre das atividades que estavam por vir.

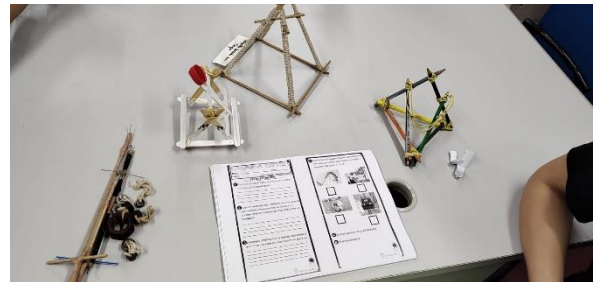


Figura 2: Catapultas levadas no encontro 1 para motivar os alunos.
Fonte: Acervo dos autores.

Para avaliar o conhecimento prévio dos alunos a respeito de energia mecânica e adaptar a intervenção de acordo com as necessidades, foi aplicado o seguinte questionário inicial:

- i) Diga como você acha que funciona uma catapulta de contrapeso.
- ii) Cite um exemplo, do cotidiano, de um sistema que contém energia potencial elástica ou gravitacional em relação ao chão, diferente da catapulta.
- iii) A energia cinética é uma energia associada a quê? Cite um exemplo que ocorre no dia a dia.
- iv) Conforme as imagens da Figura 3, assinale as energias que estão associadas em cada situação. Use (A) para energia potencial gravitacional e (B) para energia potencial elástica.



Figura 3: Situações sobre energias potenciais da pergunta 4 do questionário inicial.
Fonte: Acervo dos Autores.

Em seguida, prosseguiu-se com uma apresentação sobre a história de Arquimedes, com slides, destacando suas contribuições significativas para a ciência e compartilhando curiosidades sobre suas invenções. Esse contexto histórico foi fundamental para mostrar a relevância dos princípios da Mecânica no desenvolvimento da tecnologia e da sociedade ao longo da história.

Após a apresentação, os alunos tiveram a oportunidade de interagir com as catapultas, explorando seus mecanismos e testando-as na prática. Ao final desse encontro, os alunos foram divididos em grupos de 4 ou 5 componentes e desafiados a projetar e construir suas próprias catapultas em casa ao longo da semana, com a expectativa de trazê-las para o segundo encontro na aula seguinte. Para auxiliar os alunos, foi desenvolvido um manual com sugestões para a construção das catapultas, que se encontram no link:

https://drive.google.com/file/d/1uMVqV_bQz4Ale2Z0lh8kzsPl6oojfVOD/view?usp=drive_link

2.2. Discussão sobre os conceitos de energia, competição de catapultas construídas pelos grupos e aplicação do questionário final

Este encontro também foi de 50 minutos e consistiu em uma rápida discussão dos tópicos abordados na primeira aula. Em seguida, apresentaram-se de forma mais detalhada os conceitos de energia mecânica, energia cinética e das energias potenciais gravitacional e elástica, sempre relacionando-as com o funcionamento dos diversos tipos de catapultas.

Depois disso, para proporcionar maior envolvimento dos alunos, foi realizada uma competição onde eles deveriam usar as catapultas que construíram para lançar projéteis em alvos. Ao final, foi aplicado o questionário avaliativo apresentado a seguir para verificar o aprendizado dos alunos.

i) Diga como ocorrem as transformações de energia em uma catapulta elástica.

ii) Um menino joga uma bola do topo de um prédio, tendo como referencial o chão. Que tipo de energias estão atuando e se transformando nesse processo até a bola atingir o chão?

iii) Diga quando que em uma situação a energia cinética de um corpo é igual a zero; e diga também quando ela é diferente de zero.

iv) (Enem) Observe a situação descrita na tirinha da Figura 4. Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, neste caso, é da energia?



Figura 4: Tirinha da pergunta 4 do questionário avaliativo.
Fonte: Francisco Caruso & Luisa Daou, *Tirinhas de Física*, vol. 2, CBPF, Rio de Janeiro, 2000.

3. Relato da Intervenção e Análise dos Resultados

3.1. Relato da Intervenção

As duas turmas apresentavam perfis bem distintos. A turma 3M1, composta por 17 alunos, era considerada mais cooperativa e interessada nas aulas, enquanto a turma 3M3, composta por 15 alunos, era conhecida por ser pouco participativa.

No encontro 1, essa diferença de comportamento logo se confirmou com a turma 3M1 realizando as atividades propostas e a turma 3M3 se comportando de forma desatenta enquanto as apresentações eram realizadas e o questionário inicial era aplicado. Contudo, foi notável o interesse que a turma 3M3 teve no final do encontro 1, quando os alunos foram desafiados a construir suas próprias catapultas, o que confirma Carvalho [2] a respeito da preferência dos alunos por atividades experimentais. As Figuras 5 e 6 mostram as duas turmas interagindo com as catapultas fazendo lançamentos, derrubando torres de copos e analisando os conceitos físicos envolvidos.



Figura 5 e 6: Interação das turmas 3M1 (à esquerda) e 3M3 (à direita) com as catapultas no encontro 1.
Fonte: Acervo dos autores.

Ainda no encontro 1 houve interesse dos alunos na apresentação da história de Arquimedes e de suas contribuições para a ciência, mostrada na Figura 7, indicando bom potencial didático seu uso no ensino de Física.

No encontro 2 os grupos das duas turmas levaram as catapultas construídas, mostradas na Figura 8. Dos 8 grupos somente um da turma 3M3 não construiu a catapulta. Ao todo foram construídas 9 catapultas, pois dois grupos fizeram duas.



Figura 7: Apresentação de slides sobre Arquimedes no encontro 1.
Fonte: Acervos dos Autores.

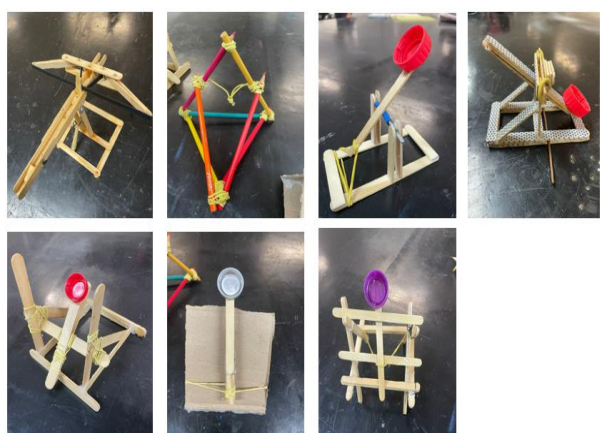


Figura 8 – Fotos de 7 das 9 catapultas construídas pelos grupos. As duas que não são mostradas são idênticas a alguma das fotos.
Fonte: Acervos dos Autores.

Observando a quantidade e a qualidade das catapultas construídas, conclui-se que os alunos se dedicaram a essa atividade. Observa-se os três tipos de catapultas construídas pelos alunos, sendo a primeira no alto à esquerda na Figura 8 do tipo Balista, a segunda do tipo estilingue e as outras usando um braço de alavanca. Mesmo as 5 últimas, que usam tampinhas de garrafa, possuem pequenas diferenças no mecanismo de lançamento. Essa diversidade indica que os alunos se empenharam nessas tarefas.

Nesse encontro 2, discutiu-se os conceitos de energia mecânica, cinética e potencial envolvidos no funcionamento das catapultas e apresentou-se algumas aplicações atuais tais como o lançamento de aviões a partir dos navios porta-aviões. Os alunos também realizaram uma competição para derrubar copos mostrada na Figura 9 e ganharam um pirulito pela participação. Percebeu-se que os alunos ficaram muito motivados para testar os experimentos que construíram.

No final do encontro 2, foram aplicados os questionários final e de opinião como uma forma de avaliação.



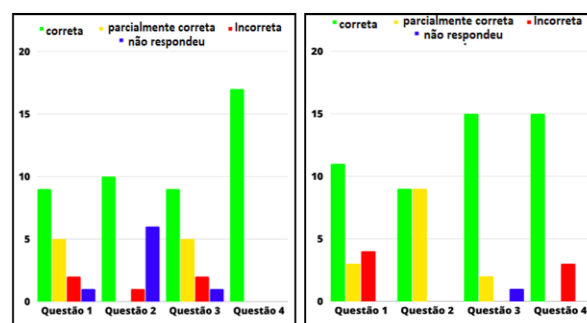
Figura 9 - Aluno no encontro 2 participando da competição com a catapulta balista.
Fonte: Acervo dos autores.

3.2. Análise dos Questionários

As respostas dos questionários inicial e final foram categorizadas em correta, parcialmente correta, incorreta e não respondeu. Para a turma 3M1, as categorias e suas frequências são mostradas nos Gráficos 1 e 2.

No questionário inicial todos acertaram a pergunta 4, pois era para responder os tipos de energias potenciais a partir de figuras simples. Nas outras 3 perguntas, o acerto médio foi de 9,3 respostas em 17. No questionário final, com perguntas dissertativas mais difíceis, o acerto médio foi de 12,5, indicando indícios de aprendizado após a aplicação da proposta didática.

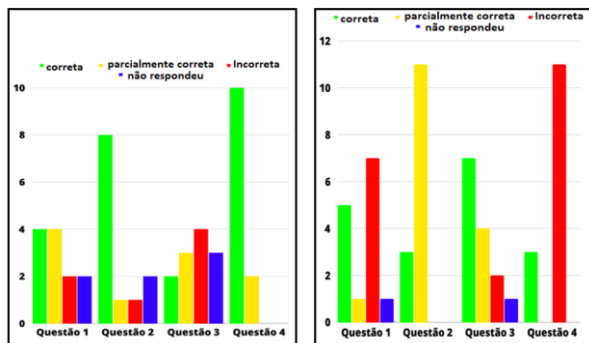
Do questionário inicial para o final, houve também o aumento de respostas parcialmente corretas de 10 para 14 e uma notável redução de perguntas não respondidas de 7 para apenas uma. Desta forma, consideramos os resultados satisfatórios.



Gráficos 1 e 2: Categorização das respostas dos questionários inicial (à esquerda) e final (à direita) respondidos pela turma 3M1. Na vertical temos a quantidade de respostas.

Fonte: os autores.

A categorização das respostas dos questionários inicial e final para a turma 3M3 é mostrada nos Gráficos 3 e 4. Novamente nota-se uma grande quantidade de acertos na pergunta 4 do questionário inicial. Contudo, comparando as 3 perguntas do questionário inicial com o questionário final, percebe-se um aumento das questões incorretas e parcialmente corretas e decréscimo das respostas corretas.



Gráficos 3 e 4 – Categorização das respostas dos questionários inicial (à esquerda) e final (à direita) respondidos pela turma 3M3. Na vertical, temos a quantidade de respostas.
Fonte: os autores.

O resultado dos questionários da turma 3M3 confirmou se tratar de um grupo de alunos que não consegue se concentrar e se dedicar em atividades que necessitam escrever ou assistir à exposição de conteúdo. De fato, eles só se interessaram pela construção, pelos testes e pela competição de catapultas. Isso indica que para esse tipo de turma é provável que seja mais adequado preparar aulas práticas, onde eles tenham que manusear, construir e realizar experimentos, ao invés de apenas responder questionários e assistir a apresentações.

Analisando as respostas do questionário de opinião, aplicado nas duas turmas, foi possível obter alguns resultados apresentados a seguir.

Em relação à satisfação com a atividade, a maioria dos alunos gostou muito ou gostou, conforme mostrado no Gráfico 5.

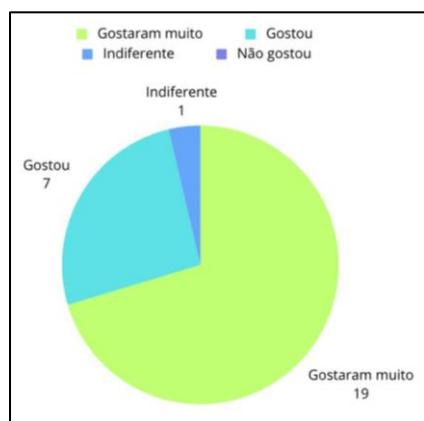


Gráfico 5 – Opinião de 27 alunos das duas turmas sobre a intervenção.
Fonte: os autores.

Quanto ao desempenho dos alunos, a maioria considerou muito bom conforme mostrado no gráfico 6.

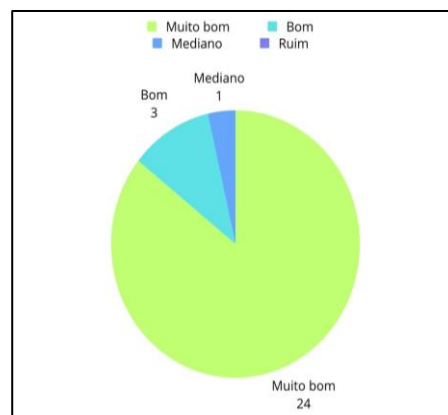


Gráfico 6: Opinião de 28 das duas turmas sobre o desempenho deles.
Fonte: os autores.

Para a pergunta sobre o que achou mais interessante na atividade, 23 de 28 alunos preferiram a parte prática, enquanto apenas 5 preferiram a parte teórica.

Na pergunta sobre o que acham que pode ser melhorado na intervenção, 6 de 28 alunos sugeriram trabalhar melhor a timidez dos apresentadores, 5 responderam melhorar a comunicação e 2 melhorar a interatividade, enquanto os outros não responderam.

4. Conclusão

O presente trabalho relatou uma intervenção, relativamente bem-sucedida, que buscou trazer o conhecimento de energia mecânica, energia potencial, energia cinética e de conservação de energia aos alunos, de forma diferente da aula tradicional. A intervenção mostrou indícios de que os alunos têm melhor rendimento quando a aula se torna mais prática e menos teórico-expositiva. Como foi a primeira intervenção dos bolsistas na iniciação à docência, as atividades foram fontes de aprendizado tanto para os alunos quanto para os bolsistas do Pibid que a aplicaram.

Com essa experiência, se fossemos aplicar essa intervenção em outra turma, nós daríamos mais tempo para que os alunos pudessem testar suas criações. Teríamos também tentado uma abordagem mais prática, pedindo para que durante os testes das catapultas os alunos anotassem o que eles observavam ou como eles conseguiriam enxergar as transformações de energia. Também teríamos procurado usar exemplos mais simples para relacionar as transformações de energia com o dia a dia deles.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes), campus Cariacica, pela oportunidade de participar do Programa Institucional de Iniciação à Docência (Pibid), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento e à escola estadual Maria Ortiz, onde as atividades foram desenvolvidas.

6. Referências

[1] MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. da. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 298-312, 2008. Disponível em: <https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART2_Vol7_N2.pdf>. Acesso em: 12 de dez. 2023.

[2] CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013. p. 1-20. ISBN 9788522114184.

[3] AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. CARVALHO, A. M. P. de (Org.). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: THOMSON, 2006.

[4] BONETI, P. **Dia a Dia Educação**, 2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-paranavai_cien_pdp_percio_boneti.pdf>. Acesso em: 12 de dez. 2023.

[5] HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and a science education. **International Journal of Science Education**, v.14, n.5, p.541-562, 1992.

[6] BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017, p. 561. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>.

[7] FRAZÃO, D. **Ebiografia Arquimedes**, 2022. Disponível em: <<https://www.ebiografia.com/arquimedes/>>. Acesso em 13/12/2023.

[8] MUNDO EDUCAÇÃO. **Arquimedes**. Mundo Educação, [s.d.]. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/arquimedes.htm>>. Acesso em: 12 de dez. 2023.