

## **PROPOSTA DE UMA SITUAÇÃO PROBLEMA ENVOLVENDO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS EM UM AMBIENTE COM DIFERENTES INTERAÇÕES SOCIAIS**

## **PROPOSAL OF A PROBLEM SOLVING SITUATION INVOLVING INVESTIGATIVE EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN AN ENVIRONMENT WITH VARIOUS SOCIAL INTERACTIONS**

**Paulo Roberto Scomparin<sup>1</sup>, João Teles de Carvalho Neto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, prscomparin@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, jteles@ufscar.br

### **Resumo**

Este trabalho é parte de um estudo de mestrado de natureza qualitativa envolvendo pesquisa de campo em que relatamos o resultado parcial do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas inovadoras apresentadas no contexto de uma situação problema como estratégia de ensino de física junto aos alunos dos primeiros anos do ensino médio, em uma escola pública do estado de São Paulo. Tais atividades pautaram-se em conceitos fundamentais da física, abarcando as três leis de Newton. O planejamento das atividades objetivou e focou o estímulo ao envolvimento, engajamento e autonomia dos estudantes em um ambiente de trocas de experiências em vários níveis de socialização: em grupo, entre grupos, grupos-professor e grupos-classe. Por meio de relatos escritos pelos estudantes e pelas notas de campo, como resultados preliminares, observamos que a maioria dos estudantes demonstrou interesse na efetivação da atividade e mostrou, de maneira geral, indícios de apropriação dos conceitos básicos da mecânica. Constatamos que o aspecto mais desafiador da proposta que apresentou empecilhos para uma melhor condução da dinâmica da atividade foi a socialização, principalmente na troca de experiências entre grupos distintos de estudantes e, em parte, na interação de alguns grupos com o professor condutor, devido à pouca familiaridade entre ambos.

**Palavras-chave:** atividades experimentais, solução de problemas, interação social, leis de Newton, ensino e aprendizagem de física.

### **Abstract**

This work is part of a master dissertation study of qualitative nature involving field research where we report the partial result of the development of experimental investigative activities presented in the context of a problem solving situation as strategy of physics teaching to first year high school students in a São Paulo state public school. These activities were based on fundamental concepts of physics, encompassing Newton's three laws. The planning of activities aimed at stimulating students' involvement, engagement and autonomy in an environment of exchange of experiences at various levels of socialization: in groups, between groups, teacher

groups and class groups. By means of reports written by the students and the field notes, as preliminary results we observed that the majority of the students showed interest in the effectiveness of the activity and showed, in a general way, indications of appropriation of the basic concepts of mechanics. We found that the most challenging aspect of the proposal that presented obstacles to a better activity dynamics was the socialization, mainly in the exchange of experiences between different groups of students and partially in the interaction of some groups with the conducting teacher, due to the little familiarity between the two.

**Keywords:** experimental activities, problem solving, social interaction, Newton's laws, teaching and learning physics.

## Introdução

Entende-se que o ensino de física prescinde de situações de aprendizagem significativas, estabelecendo proximidade dos seus conceitos, na medida do possível com situações práticas, de maneira a contemplá-las no processo de ensino e aprendizagem e não concentrar-se na memorização de equações ou na repetição e reprodução de procedimentos a serem aplicadas em situações artificiais e descontextualizadas.

Cachapuz et al (2005, p.38) advertem para a necessidade de modificar a imagem da natureza da ciência que se é transmitida, na medida em que “numerosos estudos mostraram que o ensino transmite visões da ciência que se afastam notoriamente da forma como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos”. Tal análise, segundo os autores justifica em grande medida tanto o fracasso de estudantes, como “a sua recusa à ciência”. Para os autores, não é possível formar o espírito científico através de métodos “onde o aluno é um simples executante ou um simples espectador, para não dizer um simples crente?” (CACHAPUZ et al, 2005, p.85).

A partir desse olhar e, enquanto educadores comprometidos com a democratização da aprendizagem, temos a convicção de que o desenvolvimento de práticas experimentais contextualizadas e instigantes em sala de aula possa aproximar os estudantes das atividades características do trabalho científico, tornando o ensino de física mais atrativo, interessante e facilitador do processo de aprendizagem.

Segundo Gaspar (2014, p. 7) apesar de existir um consenso de que realizar atividades experimentais no ensino de ciências, sobretudo de física, é fundamental para a aprendizagem de conceitos científicos “observa-se que a adoção desta prática é muito rara por parte da maioria dos professores, tanto em sala de aula quanto em laboratório; na maioria das escolas públicas, é uma prática esporádica, assistemática e sem metodologia definida”. De acordo com esse autor, alguns professores reconhecem o próprio despreparo para realizar atividades experimentais. No entanto, poucos se atentam para as dificuldades mais relevantes, as quais para o autor são de natureza pedagógica. Gaspar (2014, p.9-10) salienta: “são de natureza pedagógica os obstáculos que efetivamente dificultam e desestimulam o emprego de atividades experimentais, independentemente das dificuldades estruturais ou do despreparo dos professores”.

As contribuições de Carvalho et al (2010, p.35) sobre esse aspecto apontam para o fato de que os professores tem dificuldade de relacionar a estrutura formal da física com o mundo real, em certa medida em decorrência de “um ensino excessivamente apoiado na resolução de problemas e exercícios, sem discussões conceituais”. Argumenta também que as atividades experimentais estão há quase 200 anos nos currículos escolares, mas apesar disso, os professores não têm familiaridade com essas atividades. Nelas, os alunos acabam seguindo os passos de aulas estruturadas por meio de guias onde o trabalho caracteriza-se pela divisão de tarefas entre os estudantes, e muito pouco pela troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado. (CARVALHO et al, 2010)

Diante das contribuições expostas, este trabalho pretende apresentar uma atividade de apoio inovadora de ensino das leis de Newton e relatar os resultados parciais de um estudo de caso que buscou desenvolver atividades experimentais investigativas e sócio interacionistas junto aos alunos dos primeiros anos do ensino médio, em uma escola pública do estado de São Paulo.

### **Descrição da atividade**

A situação problema proposta aos alunos foi uma ficção futurista criada por nós, chamada “Acidente na Lua”, sobre um possível acidente em uma estação lunar, em que um pesquisador da estação, chamado Dr. Caio Torres, morre ao cair de uma torre em que fazia o descarte de rochas lunares. Na história, os alunos assumem o papel de investigadores científicos que foram convocados pelas autoridades locais para explicar como e porquê esse acidente ocorreu e, como consequência, determinar se há elementos que indiquem um assassinato. É ressaltado a eles que todos os seus argumentos tem que ser embasados nas leis da física, particularmente da mecânica.

A dinâmica da atividade ocorre da seguinte maneira. Inicialmente, é solicitado que os alunos se distribuam, à vontade deles, em seis grupos. O professor, então, apresenta a atividade e explica as várias etapas envolvidas: (i) leitura da situação problema “Acidente na Lua” – esse é um texto de uma página igual para todos os grupos –; (ii) etapa de investigação intra grupos, em que os membros de um mesmo grupo concentram-se em um experimento específico guiados por um roteiro na tentativa de explicar/entender aspectos do “Acidente”; (iii) etapa inter grupos, em que há a troca provisória de membros entre grupos distintos com o objetivo de complementar aspectos diferentes do “Acidente” e (iv) retorno dos grupos às suas configurações originais e formulação da hipótese final para explicação do “Acidente”. Para finalizar, cada um dos seis grupos apresenta sua hipótese para a classe e ao final é feita uma votação dos grupos e do professor para eleger a explicação mais coerente com os objetivos da atividade.

A etapa (i) é a mais introspectiva, em que os alunos inteiram-se de forma individual sobre o contexto do problema. Percebemos que já neste momento eles começam a formular hipóteses. A etapa (ii) é a mais importante do ponto de vista da experimentação. Cada dois grupos, de forma separada, estudam um mesmo tipo de experimento usando um mesmo roteiro e um mesmo kit experimental. Os experimentos procuram simular aspectos do “Acidente”. Por exemplo, em um deles que será melhor descrito na seção seguinte, o conceito e os efeitos da inércia são explorados por um sistema de pêndulos de diferentes massas apoiados em uma

base estreita, os quais são postos em velocidade aproximadamente constante e, ao serem desacelerados de maneiras iguais até o repouso, podem “tombar” para o chão. Aqueles com maior massa terão maior inércia e tombarão mais facilmente. Essa situação corresponde, no “Acidente”, ao desequilíbrio que o Dr. Torres pode ter sentido ao ter subestimado a inércia da rocha lunar que carregava devido ao seu menor peso relativamente ao que sentiria na Terra.

Todos os kits experimentais que foram planejados e desenvolvidos para a atividade usaram materiais de baixo custo e de fácil confecção, objetivando a efetiva aplicação no ambiente escolar.

### **Análise dos resultados da aplicação da atividade**

A atividade foi aplicada no seguinte contexto. Os conteúdos pertinentes haviam sido tratados pelo professor da disciplina dentro do cronograma regular, não tendo sido feitas adaptações ou modificações visando à atividade. Em data posterior, a aplicação da atividade completa foi realizada por nós em um mesmo dia ao longo de quatro aulas seguidas para cada uma das três turmas do 1º ano do ensino médio.

Ao longo da atividade, os estudantes seguiram um roteiro para orientá-los na execução dos experimentos e no andamento da dinâmica em sala de aula. Em momentos específicos, era solicitado que respondessem a algumas questões, as quais transcrevemos abaixo junto com suas respostas. Essas respostas permitiram tirarmos conclusões sobre aspectos da aprendizagem, tais como apropriação de conceitos e autonomia na formulação de hipóteses. A qualquer momento, os grupos podiam solicitar esclarecimentos ao professor para a realização correta do experimento ou para a compreensão do roteiro.

Embora tenham sido realizados três experimentos distintos, iremos descrever aqui somente um deles por questão de espaço. Além disso, focaremos nas respostas referentes à apenas duas etapas: uma das etapas intermediárias e outra conclusiva, dentro de um total de 7 etapas. Portanto, tivemos dentre as três turmas um total de seis grupos que numeramos, neste trabalho, de 1 a 6.

Nesse experimento, a dinâmica proposta aos estudantes foi denominada “Conjunto de pêndulos” que tinha como objetivo experimentar aspectos da 1ª lei de Newton ou princípio da inércia. Nela, dispúnhamos de um conjunto de 2 pêndulos que simulavam, cada um, os braços do Dr. Torres. Ambos possuíam fios de mesmo comprimento. Entretanto, a massa de cada pêndulo era diferente e ela fazia o papel da rocha conduzida para descarte. O objetivo dos estudantes era o de simular o movimento do Dr. Torres de lançar a rocha sobre o parapeito e verificar o efeito que rochas de diferentes massas podiam produzir sobre o corpo do Dr. Torres.

#### ***Etapas intermediária***

Questão: Façam esse experimento com os dois pêndulos lado a lado ao mesmo tempo sobre a prancha. Tentem desenvolver uma velocidade em que, ao serem parados em frente ao bloco, um pêndulo tombará e outro não. Nesse caso, qual dos pêndulos tombará sobre o parapeito e qual permanecerá de pé? Por qual motivo vocês acham que isso acontece?

Resposta - Grupo 1: “O pendulo 1 cairá e o pendulo 2 ira ficar de pé, pelo fato do pendulo 1 ser mais pesado “massa”.”

## XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – 2018

Resposta - Grupo 2: “O pendulo com mais peso tombara e o mais leve ficará de pé, pois o pendulo balança quando para a prancha e o pendulo de maior peso caira para frente”

Resposta - Grupo 3: “O pendulo com mais massa tombará pois haverá mais força sobre o corpo”

Resposta - Grupo 4: “O pêndulo mais pesado (com maior massa) caiu e o de menor massa “mais leve” ficou em pé. Ambos estavam em bases iguais na mesma velocidade, mais quando a prancha para e os pendulos de movimentam a base não aguenta o balanço do maior.”

Resposta - Grupo 5: “O peso maior cai e o menor fica.”

Resposta - Grupo 6: “O pendulo que contém mais massa. Pela inersia.”

Percebemos que todos os grupos obtiverem o resultado experimental esperado, qual seja, de que o pêndulo de maior massa tomba com maior facilidade. O sucesso nesses resultados obtidos indicam que o material didático que preparamos (roteiros e kits experimentais) foram importantes para orientar os estudantes durante a atividade, indo ao encontro do que ressalta Gaspar (2014, p.227) ao afirmar que “roteiros para orientar a realização da atividade são essenciais, pois é impossível para o professor acompanhar todos os grupos ao mesmo tempo”.

Somente o grupo 6 invocou o conceito de inércia como causa do efeito e, ainda assim, a resposta não permite avaliar se houve compreensão do conceito. A resposta do grupo 4 é a mais detalhada, em que se percebe a preocupação em explicar – corretamente nesse caso – a situação a qual as massas estavam submetidas, mas a causa citada: “a base não aguenta o balanço do maior”, não demonstra, necessariamente, apropriação do conceito de inércia. O grupo 2 também atribui o tombamento ao balanço do pêndulo. O grupo 3 é o único que utiliza o conceito de força, mas sem muita precisão. O grupo 1 faz uma relação direta com a massa e o grupo 5 somente relata o ocorrido, sem expor um motivo, como solicitado.

Nesta questão, não esperávamos, de fato, que os estudantes, espontaneamente, enunciassem uma lei física que justificasse o fenômeno. O objetivo foi checar se obtiveram o resultado experimental esperado, avaliar o grau de envolvimento com o experimento e a capacidade descritiva e analítica do que foi observado. Sob esses aspectos, acreditamos que o grupo 4 apresentou o melhor resultado, embora os demais grupos, à exceção do 5, também tenham feito uma boa avaliação mesmo que mais resumida. Essas respostas indicam uma participação ativa dos estudantes ao tentarem explicar o fenômeno observado com os conceitos físicos que eles aprenderam nas aulas regulares. Conforme discorre Cachapuz et al (2005, p.84), apesar da ciência procurar uma forma única de pensar, não se deve anular a discussão e os contrapontos e sim abrir caminho para novas formas de pensar promovendo a “imaginação e criatividade dos alunos, no sentido de irem ao encontro do sentido de previsibilidade das teorias, promovendo discussões em que é posto à prova o próprio valor heurístico de teorias hoje não valorizadas na história da ciência”. Para Cachapuz et al (2005) esses movimentos foram importantes “para o avanço do empreendimento científico”.

## XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – 2018

Para avaliarmos a capacidade deles em relacionar as leis de Newton com o fenômeno observado, incluímos a seguinte questão:

Questão: Vocês conseguem identificar qual lei de Newton é responsável por explicar esse efeito? Expliquem com suas palavras.

Resposta – Grupo 1: “A 1ª lei da inércia, pois ele estava andando em movimento constante com a rocha e quando ele parou no terraço ela caiu e ele foi junto.”

Resposta – Grupo 2: “1º lei de Newton. Pois com a alteração da força aplicada no pendulo ele se movimentara para tras, e com o fim do movimento ele ira para a frente, assim caindo no chão”

Resposta – Grupo 3: “Ação e reação”

Resposta – Grupo 4: “Acreditamos ser o Principio Fundamental da dinâmica, que diz que quando uma força é aplicada a uma partícula (mão que empurra a prancha de madeira) ela produz na sua direção e sentido, uma aceleração proporcional (dos braços/pendulos) a da força aplicada na prancha”

Resposta – Grupo 5: “gravidade (Velocidade)”

Resposta – Grupo 6: “1ª Lei de Newton: Inersia”

Embora as três leis de Newton possam, e devam, ser empregadas para dar uma explicação completa do experimento realizado, nós orientamos esses seis grupos, por meio do roteiro, que se concentrassem na lei de Newton que fosse a causa primária para o efeito do tombamento do pêndulo.

Vemos que três grupos indicaram a 1ª lei de Newton como resposta . O grupo 1 foi o que, aparentemente, melhor justificou em termos dos conceitos da 1ª lei, atribuindo a mudança na condição de velocidade constante para o repouso do Dr Torres como causa da queda. O grupo 2, apesar de citar a 1ª lei, faz uma interpretação confusa com movimentos para trás e para frente. Acreditamos que esse grupo considerou efeitos espúrios do experimento – balanço dos pêndulos – como causa da queda do suporte. O grupo 4 emprega corretamente a 2ª lei para justificar o movimento inicial do sistema de pêndulos devido à força aplicada pelo estudante, embora a pergunta se referisse ao movimento de parada do sistema. O grupo 6 cita a 1ª lei mas não justifica sua resposta, não permitindo, nessa questão especificamente, identificar o grau de compreensão. O mesmo ocorre com o grupo 3, citando a lei de ação e reação sem justificativa. O grupo 5 sequer enuncia uma lei ao citar gravidade e velocidade, também sem justificativa.

### ***Etapa conclusiva***

Questão: Com base nas suas análises das questões anteriores, explique o que você acha que pode ter acontecido para que o Dr. Torres caísse do terraço?

Resposta - Grupo 1: (não respondeu)

Resposta - Grupo 2: “Com o constante movimento do Dr Torres para o parapeito ele aplicou uma força para arremessar a pedra assim caindo junto pois a sua roupa era muito aderente”

Resposta - Grupo 3: “Ele confundio a pedra pegando a com maior massa assim quando ele foi descartar acabou sendo levado com a massa”

Resposta - Grupo 4: “Quando Dr Torres usou a velocidade e a força que precisaria para jogar a pedra de menor massa para jogar a de maior massa seu corpo não aguentou e acabou tombando sobre o parapeito.”

Resposta - Grupo 5: “A gravidade da lua.”

Resposta - Grupo 6: “O movimento da inersia sobre o teu corpo.”

Essa questão foi colocada na última etapa da atividade, após todos os grupos já terem realizado seus experimentos, incluindo grupos com experimentos distintos do que foi aqui analisado. A etapa da troca de informações entre o grupos distintos também havia sido concluída, de tal forma que todos tiveram oportunidade de se informar e discutir sobre todos os aspectos da situação problema apresentada.

Em nossa avaliação, consideramos que o grupo 3 foi o que apresentou a melhor resposta, dando indícios de ter compreendido um dos aspectos centrais que ocasionaram o acidente: o Dr Torres, sendo um novato no ambiente lunar, subestimou a massa de uma das rochas que levava para o descarte, pois percebeu um menor peso ao carregá-la devido à baixa gravidade lunar. Entretanto, ao parar para lançar a rocha sobre o parapeito do terraço, sofreu um efeito, aparentemente exagerado e para o qual não havia se preparado, da inércia da rocha – a qual independe da gravidade – desequilibrando-se e caindo ao solo. Vemos que os grupos 2 e 4 também deram explicações nesse sentido, embora de maneira menos precisa. As respostas finais dos grupos 5 e 6 não permitiram avaliar o grau de compreensão do fenômeno e o grupo 1, infelizmente, não respondeu.

Percebe-se pelas respostas dos estudantes a capacidade deles em relacionar conceitos formais da física dentro de uma explicação coerente para um problema concreto que de acordo com Carvalho et al (2010, p.61 grifo do autor) “Em outras palavras, podemos dizer que existe uma relação de causa e efeito entre a *sequência de ensino* planejada pelo professor e o *ciclo de aprendizagem* de seus alunos”. E isso traz relação com o ensino por investigação, em que trabalha-se “o conhecimento adquirido, relacionando-o com a sociedade em que vivem”.

## Conclusões

A partir das respostas dos estudantes, algumas das quais foram expostas neste trabalho, avaliamos que a aplicação da atividade foi bem sucedida, pois elas demonstram fortes indícios de apropriação e uso de conceitos formais e capacidades analíticas e de síntese. Além das respostas escritas, as observações de campo evidenciam o engajamento de vários grupos com os objetivos da atividade, reafirmando o que diz Carvalho et al (2013) sobre o caráter motivador da atividade experimental investigativa realizada em sala de aula. De fato, observamos bastante heterogeneidade nas turmas, encontrando grupos motivados e outros mais desinteressados. Ao mesmo tempo, temos clareza de que essa não é uma proposta acabada, sendo este trabalho o relato dos seus primeiros testes. Uma das melhorias que percebemos necessária é a melhor divisão de tempo entre as etapas, pois o motivo de alguns grupos não terem respondido a todas as questões foi por usar muito tempo em etapas específicas.

Uma das maiores dificuldades encontradas foi o aspecto de socialização inerente à proposta, em que é necessário que os grupos se misturem em etapas específicas para que haja troca de informações complementares sobre o problema. Tivemos situações em que todos os membros de um grupo se recusavam a visitar outro grupo específico, aparentemente por alguma antipatia ou inimizade. Em nossa dinâmica, tínhamos somente duas opções de troca por tipo de experimento, favorecendo esse tipo de problema. Estamos trabalhando para aumentar a flexibilidade nessas trocas ou até mesmo fazer um mapeamento prévio com o professor da disciplina para programar previamente quais serão as interações possíveis. Salientamos a importância de melhorar esse aspecto, pois concordamos com Carvalho et al (1998, p.31) quando escreve sobre a importância da interação aluno-aluno para o desenvolvimento de saberes. Para isto, segundo a autora, as dinâmicas em sala de aula devem reservar tempo para que os alunos se comuniquem, reflitam e argumentem sobre o que aprenderam, constituindo “fatores importantes para o desenvolvimento da racionalidade e dos conceitos metodológicos e atitudinais, pois a interação do aluno com seus iguais é imprescindível na construção, eminentemente social, de um novo conhecimento”.

É importante esclarecer que o objetivo principal da proposta não foi que os alunos encontrassem “a resposta certa” para o problema. Um problema como esse não admite uma única resposta certa. Trata-se de uma situação fictícia que, ao que sabemos, nunca foi observada na prática, mas que permite muitas análises interessantes. O mais importante foi propiciar aos estudantes uma situação e um ambiente para sentirem-se engajados, motivados e capazes de usar conceitos físicos para explicar o problema ou fenômeno. Para Carvalho et al (2010,p. 21) “é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado”, Nesse sentido, acreditamos que os resultados expostos e analisados aqui demonstram o potencial desta proposta.

### Referências

- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J. VILCHES, A. **A Necessária renovação do ensino das ciências**, São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, A.M.P. *et al.* **Ensino de Física**: São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática: São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula, São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- \_\_\_\_\_. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico São Paulo: Scipione, 1998.
- GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física**: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Livraria da Física, 2014