

Propostas de atividades experimentais para um curso remoto de física no ensino médio

Proposals of experimental activities for a remote high school physics course

Carlos Frederico M. Rodrigues^{1*}, Nataly O. de Carvalho², Raiane da C. Pacheco², Victor S. Marinho², Deise M. Vianna², Vitorvani Soares²

¹Colégio Pedro II, campus Humaitá II, Rua Humaitá, 80 – CEP 22261-001 – Humaitá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – CT-bl A – C. Universitária – Caixa Postal 68528, CEP 21941-972 - Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*E-mail: carlos.rodrigues@cp2.g12.br

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

Resumo

Neste trabalho, apresentamos duas propostas de atividades realizadas pela equipe do PIBID/UFRJ-Física em parceria com o Colégio Pedro II, campus Humaitá II, escola federal de Ensino Médio localizada na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, para aplicação em turmas da segunda série do curso. As atividades abordam temas da Mecânica Clássica. Devido a situação de pandemia, o ano de 2021 se apresentou como um desafio inédito à equipe do PIBID: desenvolver propostas de ensino de Física para o Ensino Médio inteiramente à distância, já que a escola não oferece atividades presenciais no primeiro semestre deste ano. As atividades precisam ser, portanto, assíncronas, e de realização individual e autônoma pelo estudante. A orientação adotada no planejamento das atividades, diante dos desafios colocados à frente, foi aproximá-las tanto quanto possível de uma proposta investigativa. Este trabalho é consequência de um aprendizado em curso, feito através de discussões periódicas iniciadas em dezembro de 2020.

Palavras chave: PIBID, Ensino por Investigação, Experimentos, EAD, Atividades assíncronas.

Abstract

In this paper, we present two proposals of activities built by the PIBID/UFRJ-Física team in partnership with Colégio Pedro II, Humaitá II campus, a federal high school located in the south of the city of Rio de Janeiro, for application in classes of second grade level. The activities address themes of Classical Mechanics. Due to the pandemic situation, the year 2021 presented itself as an unprecedented challenge for the PIBID team: to develop Physics teaching proposals for high school entirely at a distance, since the school does not offer face-to-face activities in the first semester of this year. The activities therefore need to be asynchronous, and realized individually and autonomously by the student. The orientation adopted in the planning of activities, in the face of the challenges ahead, was to bring them as close as possible to an Inquiry Based Sequence Learning. This work is a consequence of an ongoing learning process, carried out through periodic discussions started in December 2020.

Keywords: PIBID; Inquiry Based Learning; Experiments; Distance learning; Asynchronous activities.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi produzido no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), programa vinculado ao Ministério da Educação do Brasil, que articula a interação entre os cursos de licenciatura de nível superior e a rede pública de educação básica de modo a enriquecer a formação profissional dos licenciandos e também apontar para melhorias na educação básica. No caso do Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. 2 (2021)

o programa se iniciou no ano de 2007 sob orientação de professores da instituição. Desde então, o trabalho vem sendo desenvolvido em parceria com diversas escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro, entre elas o Colégio Pedro II, campus Humaitá II, escola federal localizada na zona sul da cidade que oferece, primordialmente, ensino básico regular.

A proposta das equipes do PIBID/UFRJ-Física tem sido sempre a da inserção dos trabalhos desenvolvidos em atividades regulares de sala de aula nas turmas cujo professor regente está vinculado ao programa no papel de professor supervisor (Soares et al., 2020). Os licenciandos participam das aulas regulares na escola, na condição de ouvintes, ao longo do ano letivo e desenvolvem, em parceria com o professor supervisor na escola e com os professores orientadores na universidade, propostas de atividades didáticas coerentes com o conteúdo programático previsto que são, em seguida, aplicadas nas turmas em horário regular. Em outras palavras, a proposta é a de priorizar o contato do licenciando com a realidade cotidiana objetiva da sala de aula, condicionada por diversos fatores, tais como as limitações de tempo impostas pelo cronograma previsto pela escola e a heterogeneidade dos estudantes com a presença da totalidade da turma nos momentos de aplicação das atividades.

O ano de 2021 se apresentou como um desafio inédito à equipe do PIBID diante da grave situação sanitária que afeta todos os países do mundo, particularmente o Brasil. Ao final do ano calendário de 2020, a reitoria do Colégio Pedro II definiu que o ano letivo de 2020 seria integralizado durante o primeiro semestre de 2021 de forma inteiramente remota. Dadas as limitações no acesso a recursos digitais e de conexão de boa qualidade à internet de porção significativa do corpo discente, foi decidido que as atividades seriam primordialmente assíncronas, com publicações semanais por turma e disciplina através de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) pré-definido. Foi acordado também que o oferecimento de aulas síncronas através de conferência de vídeo teria frequência máxima de apenas uma a cada quinze dias por disciplina. Nossas propostas de atividades precisariam ser, portanto, assíncronas e de realização individual e autônoma pelo estudante.

Tradicionalmente, os projetos desenvolvidos pela equipe do PIBID (PIBID/UFRJ-Física, 2021) tem como metodologia principal o Ensino por Investigação. Nesta perspectiva, as atividades partem da proposição de um problema e os estudantes são convidados a participar de um processo de busca de soluções que guarda similaridades com características de uma investigação científica. É claro que um processo de experimentação e resolução de problemas no nível escolar não é suficiente para a descoberta autônoma de uma lei científica e não se advoga tal intenção. No entanto, esta metodologia pode despertar o interesse e o envolvimento emocional do aluno, estimulando sua participação, estabelece pontos de partida que fazem emergir processos de discussão que podem levar à construção efetiva do conhecimento e contribui para o desenvolvimento de habilidades e capacidades, tais como raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação (Azevedo, 2004).

As condições específicas impostas ao trabalho no presente momento estabelecem uma barreira importante a ser enfrentada por uma proposta de Ensino por Investigação: a quase impossibilidade no estabelecimento de uma interação mais intensa entre os alunos para que sejam criados momentos de livre discussão efetivos. A criação de uma cultura e de um ambiente propícios para a organização de discussões é fundamental para o desenvolvimento de habilidades ligadas à argumentação (Jimenez-Aleixandre, 2010), que vem a constituir parte dos objetivos gerais de uma proposta baseada em investigação. No nosso caso, mesmo os encontros síncronos à distância são condicionados por dois fatores importantes que aprofundam as dificuldades neste quesito. O primeiro é a baixa frequência dos encontros virtuais (quinzenal), que impede a criação de uma discussão, e posterior processo de formalização de conteúdos, de longa duração que possa se estender por mais de um encontro com encadeamento lógico minimamente fluido. O segundo é o fato de que a maioria dos estudantes mantém suas câmeras desligadas durante os encontros, o que reduz de forma muito significativa a intensidade das interações entre eles. Vale apontar que o professor regente das turmas alvo das atividades em foco neste trabalho julga eticamente questionável a prática de exigir a abertura das câmeras durante os encontros considerando a heterogeneidade social dos estudantes no contexto de uma escola pública e, portanto, não o faz.

As discussões entre os membros da equipe do PIBID, realizadas na forma de conferências de vídeo à distância em dois encontros semanais, se iniciaram em novembro de 2020 já de posse da informação a respeito da estrutura adotada pela escola para o ano letivo que se iniciaria em fevereiro de 2021. A partir dessas discussões, foi tomada a decisão de não abandonar inteiramente nossa perspectiva de trabalho tradicional, o Ensino por Investigação, em face das dificuldades conjunturais, e promover uma tentativa de adaptação possível a este momento histórico. Acreditamos que as perdas advindas de uma decisão de abandoná-la seriam potencialmente mais relevantes que os riscos inerentes a um processo de adaptação desconhecido a um novo paradigma. Dessa forma, cria-se uma oportunidade de aprendizagem diferenciada para todos: professores (coordenadores e supervisores), licenciandos e também estudantes do Ensino Médio.

Está claro que os aspectos da discussão e da argumentação, parte da perspectiva teórica norteadora, são os mais fortemente prejudicados pela conjuntura. No entanto, o ensino mediado pela resolução de problemas pode manter características relevantes mesmo nestas condições, das quais ressaltamos o estabelecimento de um ponto de partida com o potencial de criar interesse, envolvimento emocional com o conteúdo e participação efetiva. Reconhecemos

que nossas propostas nesta perspectiva adaptada devem prever a entrada de uma formalização teórica conceitual e, em muitos casos, matematizante, mais objetiva e explícita do que em geral é necessário em propostas usuais para atividades presenciais. Há que se levar em conta que é necessário atender ao conteúdo programático formal da escola e que as possibilidades de acompanhamento dos estudantes por parte do professor são extremamente limitadas. Por outro lado, esta entrada de conteúdo formal ocorre em nossas propostas em um momento posterior ao da proposição de um problema ao estudante, que tem como objetivo estimular questionamentos e reflexões, ainda que individuais na maioria das vezes, de modo a compor um cenário inicial que pode dar sentido ao contato com a teoria no momento subsequente. A explicitação de uma possível definição do termo problema, compreendida aqui como não equivalente ao termo exercício, é de fundamental importância para este trabalho. *“Um problema é uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la”*. (Krulik e Rudnik, 1980 apud: Wilsek e Tosin, 2009)

Desse modo, desejamos construir um conjunto de perguntas que constitua um problema a ser investigado e não um exercício que objetive a operacionalização de conteúdos já conhecidos. Nesse ponto, vale ressaltar que, embora infrequentes, os eventuais encontros síncronos permitem ao professor retomar as reflexões acerca das perguntas e finalizar, junto com a turma, o estudo da teoria formal.

A ênfase principal de nossas discussões em equipe tem sido a composição do problema, ou seja, das perguntas a serem apresentadas aos estudantes a partir de algum fenômeno. Os recursos a serem utilizados tem sua escolha condicionada aos objetivos específicos das reflexões que desejamos suscitar no início da atividade e podem ser de qualquer natureza, como vídeos, autorais ou disponíveis publicamente na internet, textos, imagens, simuladores online gratuitos e experimentos caseiros. Borges (2002) afirma, ao abordar a questão do laboratório escolar, que “o importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento”. Nesse sentido, nossas atenções ao elaborar atividades devem estar, antes de tudo, na construção de boas perguntas mantendo sempre em mente os objetivos da atividade.

II. ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

As atividades são oferecidas aos estudantes na forma de dois documentos em formato pdf e um ou mais espaços para respostas no próprio corpo do AVA. No primeiro documento, apresentamos apenas o recurso a ser utilizado e o conjunto de perguntas que constituem o problema proposto. É pedido que o estudante reflita a respeito das perguntas e registre numa folha de papel suas respostas e reflexões. Em seguida, as respostas devem ser transcritas sem alterações no espaço criado no ambiente. Dessa forma, desejamos assegurar a participação do estudante na atividade e criar uma forma de avaliar sua efetividade. Através da leitura das respostas, o professor pode verificar se o problema proposto foi de fato capaz de suscitar os questionamentos e reflexões almejados. A entrada das respostas oferece também uma forma de responder a uma necessidade burocrática da escola de aferir a efetiva presença dos estudantes no processo escolar ao final do ano letivo. Garantimos aos estudantes, no entanto, que as respostas não são corrigidas com base em critérios como “certo” ou “errado”, já que nossos objetivos nesse momento são tão somente estimular a reflexão e avaliar a atividade em si e não o desempenho técnico individual. No segundo documento, as perguntas propostas anteriormente são retomadas e suas possíveis respostas comentadas e aprofundadas. Na sequência, parte-se desta retomada para uma construção coerente da teoria formal prevista na estrutura curricular.

Neste trabalho, apresentamos duas atividades selecionadas dentre as que já produzimos que compartilham uma característica: fazem uso de experimentos como recurso. É importante ressaltar que há, nesta escola, estrutura de laboratório de Física e aulas regulares neste espaço previstas na grade curricular. Acreditamos que o fato de que não há, neste momento, possibilidade de acesso às dependências da instituição não deve ser impedimento determinante para que práticas de cunho experimental sejam realizadas. Não é necessário um laboratório escolar para que se possa propor atividades práticas, é necessário que haja planejamento e clareza de objetivos na proposta (Borges, 2002). Para que possamos propor práticas experimentais é necessário, portanto, pedir aos estudantes que construam suas montagens autonomamente em casa. Para viabilizar esta ideia, estabelecemos dois princípios norteadores:

1. Disponibilidade: o estudante deve ter acesso ao material necessário para a montagem recorrendo apenas a objetos encontrados comumente em qualquer residência. Não é possível contar com materiais de alto custo ou de difícil obtenção. Idealmente, preferimos que o estudante não precise sequer deixar sua residência para obter qualquer material que seja. É interessante também que os materiais necessários sejam facilmente substituíveis, ou seja, possam ser trocados por outros materiais caseiros, no caso de indisponibilidade, sem grandes prejuízos para as observações que objetivamos.

2. Simplicidade: Já que a prática deve ser realizada sem orientação presencial, ou seja, de forma inteiramente autônoma pelo estudante, é importante que sua montagem não seja demasiadamente complexa. Há que se levar em consideração que o corpo discente é naturalmente heterogêneo inclusive no que se refere a habilidades manuais. Ainda mais importante é o fato de que uma montagem muito complexa pode se revelar também demasiadamente longa, o que potencialmente reduziria a adesão dos estudantes à realização da prática. Adesão é um ponto crucial a ser considerado nessa proposta, já que seu primeiro objetivo é despertar o interesse e a participação. Por tanto, quanto mais simples melhor!

As atividades que apresentamos tem como público alvo estudantes da segunda série do Ensino Médio. No conteúdo programático da escola, o tema previsto para esta série é a Mecânica Clássica. As propostas de ambas atividades, na forma dos documentos encaminhados aos alunos, podem ser encontradas no blog do subprojeto (PIBID/UFRJ-Física, 2021).

III. PRIMEIRA ATIVIDADE: POLIA DE GARRAFA PET

A realização de práticas caseiras acerca de temas da Mecânica muitas vezes esbarra em um problema crucial: a medida do intervalo de tempo. A precisão de um cronômetro manual é fundamentalmente condicionada pelo tempo de reação humano, que costuma estar na casa dos décimos de segundo. Infelizmente, esta precisão não é suficiente para grande parte dos experimentos que podemos realizar, por mais simples que sejam. Tome como exemplo um objeto de pequeno porte abandonado a partir do repouso a um metro do solo. O tempo de queda teórico (sem resistência do ar) é pouco maior que quatro décimos de segundo, que não é possível medir manualmente. Foi necessário, portanto, instruir previamente os estudantes a respeito de uma forma caseira mais precisa de medir intervalos de tempo, apresentada na forma de um tutorial disponibilizado no AVA. Esta forma é a filmagem do fenômeno observado com o uso da câmera de um telefone celular e a posterior observação dos marcos de tempo do vídeo.

O uso do vídeo de celular para medição do intervalo de tempo apresenta uma dificuldade particular. A maioria dos celulares atuais é capaz de filmar com uma taxa de quadros de, no mínimo, 60 fps, o que em tese oferece uma precisão mínima de $1/60$ de segundo ou, aproximadamente, 0,02 s, suficiente para nossos propósitos. No entanto, os aplicativos que reproduzem vídeos nativos na maioria dos sistemas operacionais não mostram marcos de tempo mais precisos que um segundo, o que é claramente insuficiente. É necessário, portanto, utilizar algum recurso que ofereça a exibição de centésimos de segundo. Infelizmente, aplicativos com esta funcionalidade não são comuns. Sugerimos aos estudantes o uso do aplicativo HUDL Technique, infelizmente disponível exclusivamente para iOS, ou do *KineMaster*, disponível para vários sistemas operacionais. Ambos os aplicativos oferecem versões gratuitas com limitações que servem bem aos nossos propósitos. A instrução prévia a respeito da medida do tempo é útil não apenas para a atividade em questão, abre também possibilidades para o desenvolvimento de muitas outras que temos planejado.

A atividade em questão tem como objetivo uma abordagem da segunda lei de Newton. A montagem é tradicional em laboratórios de Física: um objeto apoiado sobre uma superfície horizontal é puxado através de um fio que passa sobre uma polia e é atado a outro objeto que pende livremente. O problema a ser resolvido na construção caseira é a polia. Propusemos aos estudantes, por meio de uma sequência de fotografias “passo-a-passo”, a construção de uma polia com o uso de uma garrafa PET e um palito de churrasco (que pode ser substituído por um lápis). Os objetos móveis a serem utilizados são caixas de fósforo e o fio é uma linha de costura. São necessários também tesoura (ou estilete) e fita adesiva. A fig. 1 mostra uma fotografia da polia pronta.

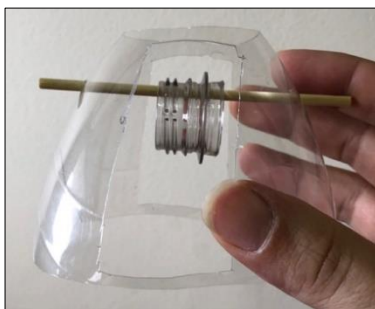


FIGURA 1. Polia feita com partes de uma garrafa PET, para a atividade que aborda a segunda lei de Newton.

Como mostra a fig. 1, a polia em si é a boca da garrafa, o palito faz as vezes de eixo e a parte superior da mesma garrafa compõe o suporte, que é fixado à borda de uma mesa com o uso de fita adesiva. A fig. 2 mostra a montagem completa para o experimento.



FIGURA 2. Montagem completa para o experimento acerca da segunda lei de Newton, desenvolvida na Atividade 1.

A seguir, reproduzimos as perguntas formuladas, extraídas do documento oferecido aos estudantes.

Esvazie as caixas de fósforos e amarre uma em cada ponta do fio, de forma que uma fique sobre a mesa e a outra pendurada.

Parte 1:

Coloque 10 fósforos na gavetinha da caixa pendurada, aumentando assim sua massa. Usando o método da filmagem com o celular (leia o tutorial), meça quanto tempo a caixa com os palitos demorou para atingir o chão.

Agora inverta e coloque a gavetinha com os fósforos na caixinha da mesa e coloque a gaveta vazia na caixa pendurada e meça novamente.

Anote seus dados no papel em uma tabela como essa:

Medidas	Palitos na caixa pendurada. Nenhum palito na caixa apoiada.	Nenhum palito na caixa pendurada. Palitos na caixa apoiada.
Medida 1		
Medida 2		
Medida 3		
Média		

Analisando:

- 2.2) Você notou alguma diferença quando a maior massa estava na caixa pendurada e quando ela estava na mesa?
- 2.3) Qual foi a diferença de tempo, em segundos, até a caixa pendurada encostar no chão nas duas situações?
- 2.4) O que aconteceu com a MASSA TOTAL do sistema entre uma situação e a outra?
- 2.5) Em qual das duas situações a FORÇA que puxa o sistema é maior?
- 2.6) Explique com suas palavras o que aconteceu.

Parte 2:

Agora faça novamente o experimento, com o mesmo número de palitos na caixa pendurada. Já na segunda caixinha, que está na mesa, coloque o dobro do número de palitos.

- Anote seus dados no papel em uma tabela como essa:

Medidas	Palitos na caixa pendurada. Nenhum palito na caixa apoiada.	Palitos na caixa pendurada. O dobro na caixa apoiada.
Medida 1		
Medida 2		
Medida 3		
Média		

Analisando:

- 2.7) Você notou alguma diferença no tempo em que a caixinha com o dobro de palitos demorou para atingir o chão? Qual?
- 2.8) O que aconteceu com a MASSA TOTAL do sistema entre uma situação e a outra?
- 2.9) Em qual das duas situações a FORÇA que puxa o sistema é maior?
- 2.10) Explique com suas palavras o que aconteceu.

Na fig. 3 abaixo, um exemplo do uso da filmagem para a medida do intervalo de tempo que fizemos durante a testagem do experimento. Foi utilizado, nesse caso, o aplicativo KineMaster para iOS. Dois pedaços de esparadrapo foram utilizados para demarcar as posições inicial e final da caixinha apoiada na mesa consideradas para a medida.

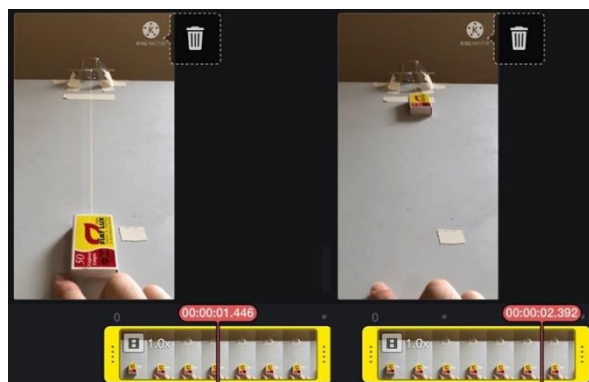


FIGURA 3. Exemplo de medida do intervalo de tempo, na Atividade 1: Polia de garrafa PET, com o uso de um telefone celular.

Na parte 1, é importante que o estudante perceba que a massa total do sistema é sempre a mesma, já que os mesmos palitos são apenas trocados de uma caixa para a outra, daí a necessidade da pergunta 2.4, além do fato de que a força que provoca o início do movimento, o peso da caixa pendurada, é maior na primeira situação, daí a pergunta 2.5. O objetivo é estabelecer as bases para iniciar uma discussão que leve à conclusão de que a força resultante deve apresentar relação direta com a aceleração para a mesma massa.

Na parte 2, é importante que o estudante perceba que, ao adicionar mais palitos à caixa apoiada, a massa total do sistema é aumentada, daí a pergunta 2.8, mas a força que provoca o início do movimento é sempre a mesma, já que o peso da caixa pendurada não é modificado, daí a pergunta 2.9. O objetivo é encaminhar uma discussão que leve à conclusão de que a aceleração deve apresentar relação inversa com a massa para a mesma força resultante.

Ressaltamos que a construção da polia caseira abre também uma gama de possibilidades de propostas experimentais a depender da profundidade almejada na abordagem da teoria e da complexidade da análise que se considere aceitável dado o público alvo, sempre levando em conta o caráter autônomo da realização da atividade.

IV. SEGUNDA ATIVIDADE: PÊNULO HORIZONTAL

A segunda montagem que apresentamos não se trata realmente de um pêndulo, apesar do título. É, na verdade, inspirada pelo tradicional experimento conhecido como “Pêndulo de Newton”. O objetivo é abordar o princípio da conservação da quantidade de movimento associando também o conceito de energia mecânica e a classificação tradicional das colisões em elástica, inelástica e parcialmente inelástica. No momento da aplicação da atividade, os estudantes já terão estudado o tema da energia mecânica além da definição da quantidade de movimento.

Como mostra a fig. 4, a montagem consiste em um conjunto de moedas iguais apoiado sobre uma mesa entre duas réguas fixadas à superfície com fita adesiva. As réguas têm apenas a função de guia para que o movimento das moedas seja mantido unidimensional. Repare que as imagens mostram também o conhecido resultado do experimento do pêndulo de Newton, aqui reproduzido com as moedas: o número de moedas impulsionado com o dedo é sempre igual ao número de moedas que se afasta após o choque.

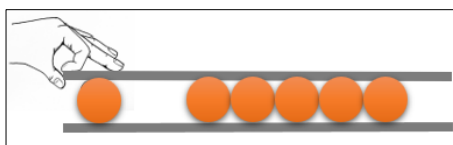


FIGURA 4. Pêndulo horizontal com o lançamento de duas moedas. Observe após o choque o deslocamento de duas moedas.

A seguir, reproduzimos as perguntas formuladas, extraídas do documento oferecido aos estudantes.

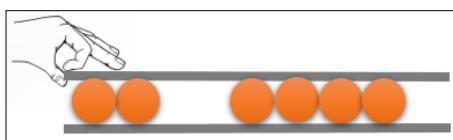
Experiência:

Fixe, usando a fita adesiva, as duas régulas sobre uma superfície plana, de modo a formarem um trilho pelo qual possa se movimentar uma moeda, como num corredor. Faça uma fileira com pelo menos 5 moedas iguais e coloque-as a partir de 10 cm de uma das extremidades. Dê um peteleco em outra moeda colocada a uma distância de 5 cm da fileira, de modo que ela atinja a primeira moeda da fileira.

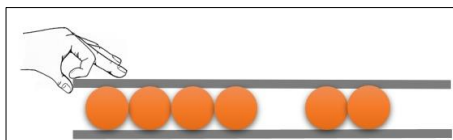


Analisando a experiência:

- 1) O que aconteceu após o peteleco?
- 2) Por que isso aconteceu?
- 3) Se, ao invés de uma, o peteleco for em duas moedas contra a fileira, o que acontecerá? Responda antes de testar e depois verifique sua hipótese na prática.



- 4) E se impulsionarmos um número de moedas maior do que o número em repouso, o que acontecerá? (Ex.: impulsionamos quatro moedas contra duas em repouso). Responda antes de testar e verifique depois sua hipótese na prática.



Esperamos que os estudantes façam a hipótese, logo após o primeiro teste, que o número de moedas impulsionadas deve ser igual ao número que se afasta do choque no caso de duas. O caso sugerido na quarta questão, no entanto, não costuma ser imediato antes da experimentação.

Após as perguntas, é apresentada, no segundo arquivo, a constatação de que os resultados são consistentes com a ideia de que a quantidade de movimento deve ser sempre a mesma antes de depois do choque. Lembramos que se supõe que os estudantes, neste momento, já conhecem o conceito de quantidade de movimento. No entanto, a conservação do momento linear não é suficiente pois, em tese, um número diferente de moedas poderia deixar a colisão

de forma consistente com o princípio desde que se verificasse uma compensação inversamente proporcional na velocidade. Neste ponto, retomamos a conservação da energia mecânica, já conhecida pelos estudantes neste ponto do curso, para argumentar que apenas a manutenção do número de moedas antes e depois do choque pode ser consistente com os dois princípios simultaneamente. Desse modo, pretendemos abordar, além do próprio princípio de conservação do momento linear, também a classificação das colisões em elástica, inelástica e parcialmente inelástica no caso unidimensional.

V. CONCLUSÃO

Não há dúvida de que as dificuldades sanitárias atuais impuseram a todos os profissionais da Educação e também aos estudantes uma mudança de paradigma. Aulas presenciais, bem como atividades de laboratório, foram substituídas emergencialmente ao redor do mundo pelo modelo remoto (inteiramente ou híbrido) baseado em recursos digitais como conferências em vídeo e AVAs. Naturalmente, esperamos todos que a situação atípica seja temporária e breve, mas o aprendizado com relação a métodos e técnicas de ensino deve permanecer como parte de um arcabouço de habilidades e de possibilidades abertas aos profissionais.

O conjunto de atividades que temos desenvolvido, das quais apresentamos duas selecionadas, em razão de sua simplicidade e baixo custo, são facilmente adaptáveis para a sala de aula presencial a partir do momento em que for possível a retomada de atividades em formato ao menos similar ao do mundo pré-pandêmico. Práticas construídas a partir de recursos simples e de baixo custo, aqui propostas dessa forma para possibilitar a realização autônoma nas residências dos estudantes, apresentam também a vantagem de serem realizáveis em sala de aula mesmo em escolas que não contam com laboratório específico ou recursos financeiros para aquisição de kits e equipamentos, além de aproximar os estudantes do fenômeno observado ao dispensar o uso de equipamentos por eles desconhecidos.

Esperamos, com estas ideias, ser capazes de contribuir para o trabalho de outros professores de Física que se vejam diante da difícil tarefa de ensinar Ciência através de atividades remotas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio ao programa.

REFERÊNCIAS

Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.) *Ensino de Ciências* (19-33). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.

Jimenez-Aleixandre, M. P. (2010). El alumnado argumenta si su papel en clase lo requiere. In: *10 Ideas Clave – Competencias en argumentación y uso de pruebas*. (155-171). Espanha: Grao.

PIBID/UFRJ-Física, Disponível em: <http://pibidfisicaufrj.blogspot.com>. Acesso em maio de 2021.

Soares, V., Vianna, D. M., Sousa, J. J. F., Santos, A. G., Dias, M. A., Barros, M. de A. J., Fernandes, S. S., Sales, V. C. de H. (2020). O subprojeto PIBID/UFRJ-Física: atuação do monitor bolsista na aula regular do professor supervisor. In: J. F. M. da Silva et al. (Org.), *Narrativas sobre a formação docente: a experiência do programa institucional de bolsas de iniciação à docência (PIBID) na UFRJ* (108-120). 1ª ed., Rio de Janeiro, Brasil: Joaquim Fernando Mendes da Silva. Disponível sob solicitação ao autor principal.

Wilsek, M. A. G. e Tosin J. A. P. (2009). Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental através da resolução de problemas. Portal da Educação do Estado do Paraná: Dia-a-dia @Educação.