

TRANSFORMAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DOS PRIMEIROS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

*Paulo César Gomes**
Tiago Fernando Alves de Moura

RESUMO

O ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental contempla desafios a serem superados por educadores que atuam nestes anos e por profissionais interessados em investigar tais singularidades. A proposta, aqui apresentada, buscou investigar a implementação de um minicurso de ciências naturais, com ênfase no ensino de física, especialmente dirigido a crianças em situação de vulnerabilidade social e que frequentavam a escola no período contrário de aulas. Os encontros foram registrados em videotape e caderno de campo. Os resultados sugerem que alunos entre seis e onze anos de idade têm a possibilidade de compreender e estabelecer relações entre fenômenos físicos, especialmente aqueles que se referem à conservação e transformação da energia.

Palavras-chave: Ensino de Física. Anos iniciais. Percepções dos alunos.

ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS' CONCEPTIONS OF ENERGY TRANSFORMATION AND CONSERVATION

ABSTRACT

The teaching of science in the early years of elementary school includes challenges to be overcome by educators and by other professionals interested in investigating such singularities. This project proposal investigated the implementation of a mini-course about natural sciences, with emphasis on physics education to children in situations of social vulnerability and who attended school during non-class period. The meetings were recorded on videotape and on notebook. The results suggest that students between six and eleven years of age have the ability to understand and establish relationships between physics phenomena, especially those related to the conservation and transformation of energy.

Keywords: Physics teaching. Elementary school. Perceptions of students.

* Doutor em Educação para Ciência (UNESP). Departamento de Educação, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Botucatu, SP. Contato: pccgomes21@ibb.unesp.br.

PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ENERGÍA EN LA PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES DE LOS PRIMEROS AÑOS DE LA EDUCACIÓN BÁSICA

RESUMEN

La enseñanza de “Ciencias” en los primeros años de la escuela primaria incluye retos que hay que superar por los educadores que trabajan en estos años y por los profesionales interesados en la investigación de tales singularidades. La propuesta que aquí se presenta trató de investigar la ejecución de un taller de ciencias naturales, con énfasis en la enseñanza de Física, especialmente dirigido a los niños en situación de vulnerabilidad social y que asistieron a la escuela en el período de la clase opuesta. Las reuniones fueron grabadas en cinta de vídeo y cuaderno de campo. Los resultados sugieren que los estudiantes entre seis y once años de edad tienen capacidad de comprender y establecer relaciones entre los fenómenos físicos, especialmente los que se refieren a la conservación y a la transformación de la energía.

Palabras clave: Enseñanza de Física. Primeros años. Las percepciones de los estudiantes.

INTRODUÇÃO

A popularização da ciência passa necessariamente pelo critério de se compreender o mundo contemporâneo à luz da Ciência ([KRASILCHIC, MARANDINO, 2007](#)). Embora o desenvolvimento da ciência nos séculos XX e XXI tenha mudado a forma como nós viajamos, fazemos guerra, nos comunicamos, nos curamos e até nossa forma de ver e pensar o mundo, o currículo das ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental continua sendo menos importante que as disciplinas como língua (portuguesa) e matemática ([FURMAN, ZYSMAN, 2011](#)). Estas autoras sustentam que a aprendizagem das ciências, além de desenvolver ferramentas de pensamento para tratar de novas situações e de atitudes curiosas e criativas, contribui para a formação de cidadãos críticos, com a capacidade de compreender e questionar o mundo em que vivemos.

A proposta deste trabalho desenvolve-se no interior da escola formal. Seu objetivo é o ensino de ciências, com ênfase no ensino de física. Entretanto, os trabalhos aqui descritos não têm qualquer vínculo explícito com o currículo escolar, com provas ou avaliações típicas e tampouco contemplam atividades extracurriculares. Assim, os objetivos e atividades desenvolvidas, apesar de visar à formação dos alunos em ciências, assumem características de trabalhos que remetem à educação não formal. Nesse contexto, destaca-se que a Educação Não Formal surgiu no último terço do século XX com a publicação da obra de P.H. Coombs, intitulada *The world educational crisis*, como uma resposta à crise do sistema educacional formal e como alternativa educacional fora dos muros escolares ([TRILLA, 2008](#); [TRILLA BERNET, 2003](#)). A compreensão dessa aproximação advém da definição de Educação Não Formal pioneiramente proposta por Coombs como “toda atividade organizada, sistemática, educativa, realizada fora do marco oficial, para facilitar determinados tipos de aprendizagem a subgrupos específicos da população, tanto adultos como infantis” (COOMBS, 1975, p.27 apud [TRILLA, 2008](#), p.33).

Segundo as considerações de [Trilla \(2008\)](#) e [Trilla Bernet \(2003\)](#), cabe ressaltar que as atividades circunscritas neste trabalho foram desenvolvidas numa área de

interface entre a educação formal e não formal. Do mesmo modo, apesar de as metodologias e estratégias de ensino serem próprias e típicas da Educação Formal, com locais e horários previamente definidos para ocorrer, com objetivos de aprendizagem claros e explícitos, não existiu vínculos explícitos com os objetivos curriculares presentes no marco oficial de ensino. A ruptura com esses aspectos formais partiu da própria natureza da atividade na qual os próprios alunos participantes poderiam escolher entre permanecer aprendendo ciências na sala especificada ou realizar outras atividades, tais como aulas de educação física, xadrez, capoeira ou música.

Considerando a importância dos processos de ensino-aprendizagem das ciências naturais aos alunos dos seis aos dez anos de idade, bem como a aquisição de um repertório ou de um conjunto de repertórios que instrumentalizem os alunos a perceber o mundo que os cercam de maneira mais acurada; foi proposto que os alunos deveriam solucionar um problema de ciências no contexto da educação não formal, já mencionado, sem provas e avaliações formais, apenas pelo prazer de aprender algo novo. Entende-se que os problemas nas ciências naturais atuam como propulsores das diferentes ações dos alunos, de forma que as situações-problema os desafiem, os motivem, despertem interesses intrínsecos pelo tema e promovam discussões ([CARVALHO et al, 1998](#)). Ações que em conjunto consideram o caráter processual contido nos processos de ensino-aprendizagem em ciências ([RODEN; WARD, 2010](#)) e seus aspectos formativos. Um exemplo do uso de atividades de baixo custo no ensino de física é o trabalho de [Lenz e Florczak \(2012\)](#), no qual descreveram atividades experimentais no ensino de física, especificamente, sobre o estudo da lei de conservação da energia mecânica. No contexto acima apresentado, o objetivo geral deste trabalho foi possibilitar que os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental despertem para o estudo dos fenômenos físicos.

OBJETIVOS

Os objetivos específicos deste estudo buscaram: (a) estruturar uma unidade sobre tema do ensino de Física que possibilitasse a compreensão e a aprendizagem de conceitos físicos acerca da transformação e conservação de energia por crianças de idades entre seis e dez anos e (b) compreender como as crianças constroem seus questionamentos.

METODOLOGIA

A coleta de dados utilizou-se de parâmetros de uma Pesquisa Qualitativa ([STAKE, 2013](#); [LÜDKE, ANDRÉ, 2013](#)). Em cada um dos encontros com as crianças, descritos abaixo, procedeu-se ao registro descritivo num caderno de campo, além do registro em áudio e videoteipe. Os dados obtidos foram transcritos, tabulados e categorizados. Os arquivos digitais, após a transcrição, foram imediatamente destruídos. Alguns aspectos contemplados nas etapas da metodologia utilizada foram descritos a seguir:

(a) Entrada no campo. Fez-se, mediante ofício, a formalização escrita do pedido de realização do projeto à Secretária Municipal de Educação, que autorizou e condicionou a execução dos trabalhos à aceitação dos gestores da escola alvo. Após esta ciência e consentimento, durante uma aula de trabalho pedagógico coletivo (ATPC), fez-se à direção da escola, à coordenação e ao corpo docente, a apresentação da natureza e dos objetivos do projeto. Aceito o Projeto, nessa oportunidade, a direção indicou os dias e

horários disponíveis para o início da realização. Salienta-se que os responsáveis dos alunos participantes, assim como o graduando, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) em acordo com a Resolução 466/12 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), que envolve a pesquisa com seres humanos. O TCLE explicitou como se daria o envolvimento de cada participante no projeto.

(b) O local de realização dos encontros: as atividades propostas neste projeto de extensão foram realizadas no contraturno das aulas, a pedido da direção da escola, numa sala de aula previamente indicada pela mesma, isto é, o laboratório de ciências ou a sala de multimídia com lousa digital e acesso à internet. Dessa forma, os alunos frequentaram as atividades previstas no projeto fora do horário regular de aulas, com apoio dos pais e mães em relação ao transporte e com a garantia de alimentação garantida pela escola. Ressalta-se, por fim, que todas as aulas ministradas pelo graduando foram acompanhadas pela pedagoga ou professora responsável pela turma no contraturno das aulas.

(c) Os participantes do estudo. Participaram deste estudo um aluno graduando do terceiro ano do curso de bacharelado em Física Médica e sua turma de aproximadamente trinta alunos, meninos e meninas, com idades entre seis e dez anos. O termo “aproximadamente” refere-se ao número médio de alunos frequentes aos encontros. Todas as crianças se encontravam, por ocasião da coleta, devidamente matriculadas em uma escola pública municipal localizada na periferia da cidade de Botucatu – SP. Durante o contato inicial, o graduando relatou gostar de trabalhar com alunos dos anos iniciais e que, possuía, por ocasião da coleta, dois anos de experiência no trabalho de ensinar física para crianças dessa faixa etária.

(d) A orientação antes dos encontros. Numa etapa anterior aos encontros realizados na escola, o graduando participante recebeu previamente orientações do pesquisador para a atuação com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, além de indicações de leituras de textos e artigos sobre o Ensino de Física nos anos iniciais. Ocorreu também a realização de um planejamento conjunto com o pesquisador que objetivou definir encaminhamentos em relação aos encontros com as crianças e a redação de um plano de ensino e de avaliação das atividades previstas. Durante os trabalhos com as crianças, uma constante preocupação foi a adequação da linguagem (falada e escrita) do texto em ciências para que ele pudesse ser compreendido pelos alunos. Um dos trabalhos que orientaram neste sentido foi o de [Marandino \(2002\)](#), no qual a autora destacou elementos didatizantes no texto biológico nos museus de ciência. Em razão da área de formação do graduando participante, optou-se por temáticas exclusivamente envolvendo conceitos físicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram sinteticamente organizados em função dos quatro encontros ocorridos. Entretanto, no âmbito deste trabalho, optou-se por apresentar resultados exclusivamente do primeiro encontro ou Encontro I¹.

¹ Uma parte deste trabalho foi apresentada no 7º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária organizado pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, MG em 2016.

Tabela 1. Temáticas adotadas por encontro.

Encontro	Tema
I	Transformação e conservação de energia
II	Propagação do som ²
III	Princípio de Pascal
IV	Funcionamento motor elétrico

Para o Encontro I apresentou-se um quadro descritivo (ver abaixo) com as principais temáticas abordadas, seus objetivos, estratégias de ensino utilizadas, materiais didáticos e formas de avaliação das crianças. Logo após a apresentação desse quadro, foram apresentados fragmentos de diálogos entre o graduando e as crianças participantes.

Quadro 1. Síntese do planejamento do primeiro encontro.

<p>Encontro I</p> <p>Temas abordados: energia (conceito e definição), transformação da energia cinética em potencial.</p> <p>Objetivos: compreender o que é energia e como a energia cinética pode ser transformada em energia potencial.</p> <p>Estratégias de ensino: utilização de um experimento chamado “A lata adestrada”³ (Em web: <https://www.youtube.com/watch?v=2_E5f-QxskM>) a fim de que os alunos investigassem o que estaria acontecendo e o porquê, objetivando o levantamento de hipóteses. Depois da realização dos experimentos em grupos pequenos, de três ou quatro integrantes, foram apresentados um roteiro de perguntas e uma explicação oral sobre os princípios físicos envolvidos, de forma a contextualizar as hipóteses fornecidas pelos alunos e as observações que eles realizaram. A explicação fornecida foi auxiliada pelo uso do software educacional “PhET Simulations” (em web: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/motion>)</p> <p>Avaliação: a avaliação foi realizada de forma oral e escrita por meio de textos ou desenhos produzidos pelos alunos.</p>
--

O participante, graduando do curso de física médica, por motivos de sigilo será chamado pelo nome fictício João. Os alunos e alunas, pelas mesmas razões, serão chamados indistintamente de Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3, e assim por diante.

João apresentou-se dizendo seu nome e curso. Iniciou a aula de modo pausado, explicando aos alunos qual seria a rotina do dia, isto é, dos motivos e objetivos pelos quais eles estavam reunidos naquele dia. Disse que era importante aprender ciências e que eles fariam uma investigação, pois ele exibiria “algo” e que os estudantes tentariam fornecer explicações sobre as observações realizadas. Disse aos alunos que existe uma parte da Ciência que estuda os conceitos físicos. E fez um questionamento às crianças presentes no primeiro encontro: “Vocês sabem o que é a física?”. Um aluno respondeu “É quando faz física” (no sentido de Educação Física). João ignorou o comentário do aluno e

² Trabalho apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT) em 2016. Em web: <<http://www.sinct.com.br/2016/down.php?id=3471&q=1>> Acesso em 10.01.2017.

³ Há várias outras versões em: <<http://cmais.com.br/x-tudo/experiencia/15/vaievem.htm>>; <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/lata-que-vai-e-volta/499>>; <<http://azeheb.com.br/blog/experimento-de-fisica-lata-magica/>>.

fez nova pergunta “Para que se usa a física?”. Os alunos ficaram em silêncio. João contou uma história aos alunos de que, quando era criança, acreditava que, se subisse em um lugar alto e pulasse, iria conseguir voar. Alguns alunos riram. João questionou: e vocês sabem o que aconteceu? Todos responderam: você caiu. João concordou e questionou por que ele tinha caído. Um aluno respondeu que era por causa da força de gravidade. João finalizou a história dizendo que se ele conhecesse a força da gravidade, que é algo que a física também estuda, ele não teria se machucado.

João apresentou aos alunos o nome do experimento “Lata Adestrada”, assim como ele aparece na internet (link já mencionado), fazendo uma demonstração com duas latas, das quais uma era lata comum (destas convencionais latas de leite em pó de 400g, feita de aço reciclável) vazia e com tampa, e outra, na qual já estava montada o experimento. Após a demonstração e questionamentos elaborados por João, ele organizou os alunos em trios para que confeccionassem sua própria lata com o dispositivo (ou lata adestrada). Os fragmentos de conversas abaixo (Ver Quadros 2, 3 e seguintes) foram extraídos do Encontro I, que tratou do tema transformação e conservação de energia.

Quadro 2. Fragmento de diálogo entre João e as crianças no primeiro encontro.

Linha	Participante	Diálogos e ações observadas
1	João	Esperem aí. Primeiro vou mostrar o experimento para vocês, depois vocês se juntam. [João inicia a demonstração]. Vou rolar essa lata [vazia] de onde estou até perto da porta. O que vocês acham que vai acontecer?
2	Alunos	Ela vai ir rolando.
3	João	[Joga a lata vazia, que vai rolando até a porta.] Legal, muito bom, acertaram... Agora vou jogar essa outra lata.... O que vai acontecer?
4	Alunos	Ela irá rolar também....
5	João	[João lança a outra lata, a lata com o dispositivo interno. O objeto vai até determinado ponto e começa a voltar para o ponto inicial, de onde foi lançada].
6	Alunos	Nossa...
7	Aluno 3	Eu já sei.... Tem alguma coisa dentro da lata.
8	João	Uma coisa dentro da lata? O quê?
9	Aluno 3	Um rato!
10	Aluno 2	Ai! Que nojo! Se for um rato eu não quero fazer.
11	Aluno 4	É mágica.
12	Aluno 5	Tem alguma coisa errada com essa lata.
13	Alunos	[Falam todos ao mesmo tempo. Som inaudível]
14	João	Pessoal, não consigo ouvir. Vocês podem falar um de cada vez?
15	Alunos	[Alunos em silêncio]
16	João	Vamos começar com você... [apontando para um dos alunos]. O que você acha?
17	Aluno 5	É alguma coisa que tem dentro dessa garrafa [lata].
18	Alunos	Lata!
19	João	Alguém mais quer falar? Por que acha que isso está acontecendo?
20	Aluno 3	Eu acho que é a tampa... Uma tem tampa [plástica] e a outra não.
21	João	A tampa... Por isso? Ok. Alguém mais quer falar? Tem alguma ideia?

22	Aluno 4	Eu acho que tem alguma coisa dentro da lata...
23	Aluno 2	Eu acho que tem um rato.
24	Aluno 5	Posso pegar as latas na mão?
25	João	Claro que sim. [E entrega as latas para o aluno].
26	Aluno 5	Uhn... Tem diferença no peso, diz o aluno. Já sei o que é... Têm um imã.
27	Aluno 6	[Aluno 6 pega as latas nas mãos].
28	Aluno 6	Essa está mais pesada [lata com o dispositivo]. Aqui tem um imã. Não... É um rato.
29	Aluno 7	[Começa a chorar].
30	Aluno 2	Não quero pegar um rato!!
31	João	Pessoal, não têm rato nenhum na lata.
32	Aluno 3	Já sei... Tem uma bola dentro da lata. Têm uma bolinha...
33	Aluno 4	É, tem uma bolinha.
34	João	Uma bolinha? Será?
35	Aluno 7	Não, não é uma bolinha, é um quadrado.
36	João	Um quadrado?
37	Alunos	Os outros alunos começam a rir.
38	João	Alguém mais? Outra ideia? Não... [João, sem fornecer maiores explicações, organizou os alunos em trios e distribuiu os materiais para a montagem da lata com dispositivo ou "lata adestrada"]

Em relação ao Quadro 2, acima, cabe fazer duas importantes ressalvas. A primeira é que ao exibir a demonstração aos alunos, João tinha em suas mãos duas latas idênticas em praticamente tudo, exceto pela cor de suas tampas. Uma lata possuía tampa azul e a outra, a cor do próprio alumínio. A segunda, foi manter o "nome fantasia ou de destaque" – *Lata Adestrada* – do experimento obtido do canal do *Youtube*, em sítio da *internet*. Estes fatos tiveram importância no modo como os alunos compreenderam os fenômenos observados (ver linha 20, Quadro 2). Manter diferentes as cores das tampas fez com que um dos alunos atribuísse esta variável ao fenômeno observado. A manutenção do nome fez com que alguns alunos (Alunos 3 e 2) acreditassem que existia um animal, um rato, no interior da lata. E, por esta razão, ela estava "se movimentando sozinha". Esta crença acabou criando um tumulto entre os alunos, o que fez o Aluno 7 chorar, outro aluno dizer que não faria o experimento e outro que não pegaria em um rato. João desacreditou os alunos sobre a ideia do rato (ver linha 31) e conversou com o aluno que chorava. Ele se acalmou em seguida. Outro aluno (Aluno 4) acreditou que era "mágica". Os alunos elaboraram suas hipóteses sobre o que poderia estar dentro da lata (bolinha, cubo – chamou de "quadrado", rato e imã). Enfim, nesta atividade de demonstração pode-se destacar que o graduando João agiu adequadamente em não fornecer conceitos prontos e definitivos aos alunos, possibilitando que os alunos elaborassem constructos próprios sobre os fenômenos observados. Entretanto, deveria ter considerado as variáveis, já mencionadas acima, para que os alunos melhor compreendessem o fenômeno.

Na sequência, João distribuiu aos alunos, que já estavam sentados em trios, roteiros (ver Figura 1 abaixo) contendo uma lista descritiva dos materiais utilizados na realização da atividade e uma descrição da metodologia na confecção da lata com

dispositivo ou “lata adestrada”⁴. De posse dos roteiros, João solicitou que um aluno (dos que já sabiam ler e quisessem participar) procedesse à leitura da lista dos materiais utilizados e, em seguida, da montagem. Depois da leitura, os alunos passaram a confeccionar em equipe a lata com o dispositivo.

Experiência: A Lata Adestrada

Material:

- 1 Lata com tampa
- 1 Martelo
- 1 Pregos
- 1 Elástico de escritório
- Linha de costura
- Fita adesiva
- 2 Clips
- Tesoura
- 1 Parafuso (Pesado)

Montagem:

1. Fure as extremidades da lata no centro, para isso use o prego e o martelo;
2. Corte o elástico, deixando-o mais comprido;
3. Amarre a ponta do parafuso no centro do elástico, use um pedaço de linha para amarrar;
4. Em seguida fixe o elástico de uma extremidade à outra da lata, usando os clips e um pedaço de fita adesiva para prendê-lo;
5. Agora lance a lata em uma superfície reta (plana);

Perguntas:

1. O que aconteceu? Como foi o movimento da lata?
2. Como você acha que isso acontece?
3. Por que a lata para de girar?

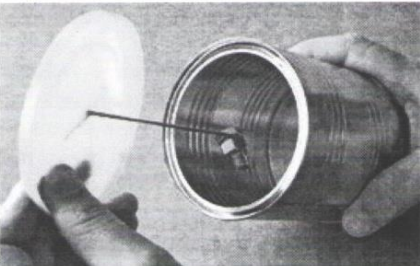


Figura 1. Roteiro⁵ utilizado durante o encontro com os alunos.

Antecipadamente, João providenciou todos os materiais que os alunos utilizariam (latas já furadas, elásticos, parafusos sem pontas, porcas, prego e fita adesiva). Toda a

⁴ A atividade proposta também aparece no Ensino Médio, Caderno do Aluno, Física, 1ª série, V.2, Governo do Estado de São Paulo. Em Web: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/49047/mod_resource/content/1/1s_vol2.pdf> Acesso em 29.03.2017.

⁵ Roteiro adaptado a partir de <<http://professorandrios.blogspot.com.br/2011/10/lata-adestrada-atividade-experimental.html>> e <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec3.pdf>>. Fonte da imagem utilizada no roteiro: Em web: <<http://4.bp.blogspot.com/-Qo4cxzqLh14/Tpdf4YpbgdI/AAAAAAAAAnk/fyW1b8QvvKg/s1600/img270.jpg>>. Acesso em: 14/04/2016.

montagem da lata com dispositivo interno pelos alunos foi conduzida por João com a ajuda da professora auxiliar, que o acompanhou nos trabalhos. Após a conclusão, cada grupo de alunos foi à frente da sala e fez rolar a lata que haviam preparado. Após todos testarem suas latas, João entregou um roteiro com perguntas para todos. Neste roteiro, João solicitou que os alunos respondessem oralmente as seguintes questões: (a) o que aconteceu quando a lata rolou? Como foi o movimento da lata? (b) como você acha que isso aconteceu? (c) porque a lata para de girar?

Como resposta à questão (a), todos os grupos relataram que correu tudo como esperado, isto é, a lata foi e voltou. Exceto, por um dos grupos disse o seguinte: “A nossa lata só foi [e não voltou] [...] Fizemos alguma coisa errada” (relato de Aluno). Este grupo recebeu orientação individual por parte de João para ver o que tinha acontecido de errado na montagem.

As questões (b) e (c) serão explicitadas no Quadro 3 seguinte:

Quadro 3. Diálogo entre João e as crianças: respondendo perguntas de João.

Linha	Participante	Diálogos e ações observadas
48	João	Vocês montaram o experimento [...] Agora vocês irão me explicar por que ela vai e volta? Por que vocês acham que isso acontece?
49	Alunos	Por causa do parafuso [Respondem ao mesmo tempo].
50	João	[João pede silêncio e pede para que um dos alunos explique].
51	Aluno1	A gente joga a lata. Aí, o parafuso que está lá dentro, ele fica um pouquinho para trás. Quando ela tem que voltar, ela fica mais pesada. Aí, puxa...
52	João	Alguém mais? Você acha que é isso também?
53	Aluno 6	É porque ela fica mais pesada. Aí, volta...
54	João	Hã... Ela volta por que fica mais pesada... Por causa do parafuso... E vocês acham que... O que o Elástico tem haver com isso?
55	Aluno 6	É para segurar.
56	Aluno 5	É. O elástico segura o parafuso... faz ele voltar... Ele faz a fricção...
57	João	Legal... Você disse que o elástico faz a... [perguntando ao Aluno 5]
58	Aluno 5	A fricção...
59	João	O amigo aqui falou algo bem interessante. Garotos eu sei que tem. Meninas, eu acho que vi uma vez uma Barbie. Sabe aqueles brinquedos de fricção. Igual ao que ele comentou. Você puxa o brinquedo para trás. Solta e eles vão para frente? Eles funcionam do mesmo jeito que nós fizemos aqui.
60	Aluno 3	Eu tenho [um brinquedo de fricção]
61	Aluno 7	Eu também.
62	João	[Pede para que um aluno leia a próxima pergunta.]
63	Aluno 11	Por que a lata para de girar? [lendo a questão presente no roteiro]
64	João	E aí? Quem responde? A lata foi... Depois ela volta... Por que ela não continua indo para frente sem parar?
65	Aluno 4	Por que ela perde a velocidade.
66	João	E por que vocês acham que ela perde a velocidade?

67	Aluno 3	Por causa do peso [referindo-se ao parafuso].
68	João	Hã... E se não tivesse o peso?
69	Aluno 3	Ela não iria parar.
70	João	Olha gente, essa lata aqui não tem nada dentro. Não tem parafuso. [Segura uma lata nas mãos]. Vou jogar. Vamos ver o que acontece? [Após rolar a lata, João questiona]. E aí galera. Ela parou? Ela não continuou? Por que será?
71	Aluno 3	Por que não tinha nada pesado dentro dela.
72	João	Se tivesse algo pesado dentro dela... Ela não iria parar?
73	Aluno 4	Ela não iria parar.
74	João	[Pega dois parafusos e coloca dentro da lata e diz] Pessoal, coloquei dois parafusos dentro da lata para deixá-la mais pesada... O amigo disse que ela parava por que estava leve. Vamos ver o que irá acontecer. [E novamente joga-a no chão, rolando-a].
75	João	Nossa... Ela parou mais rápido ainda...
76	Alunos	[Vários alunos deram risada].
77	João	O que aconteceu? Alguém tem alguma ideia de por que ela para?
78	Aluno 1	O peso... Não deixa ir para frente.
79	João	E o elástico? [Pergunta o graduando].
80	Aluno 1	O elástico eu não sei o que faz.
81	Aluno 2	O elástico faz o parafuso girar...
82	Aluno 11	E depois ele volta.

Para a pergunta “Como você acha que isso aconteceu?”, como explicitado no Quadro 3, João possibilitou que os alunos expressassem como haviam compreendido o fenômeno observado (ver Quadro 3, linhas 49, 51, 53, 55, 56 e 58). Na linha 59, João utiliza a fala do Aluno 5 para apresentar uma analogia da demonstração apresentada e de brinquedos de fricção, conhecidos pelos alunos. Neste momento, João optou por não questionar as falas e principais hipóteses dos alunos sobre o que eles tinham observado, porque tinha idealizado uma sequência na qual os alunos pudessem ver o que estava ocorrendo. Para que, assim, eles próprios pudessem colocar em xeque as suas ideias iniciais sobre as observações realizadas e as hipóteses (ou suspeitas) levantadas. Ainda considerando o Quadro 3 acerca da pergunta “Por que a lata para de girar?”, João possibilitou que os alunos explicitassem suas hipóteses sobre a lata com o dispositivo interno parar de girar repentinamente. Assim, os alunos responderam: “porque ela perde velocidade” (linha 65) e “Por causa do peso” (linha 67), além de justificativas sobre as hipóteses (linha 69, 71, 73 e 78).

João preparou previamente uma lata ou recipiente cilíndrico transparente com o mesmo dispositivo interno já apresentado aos alunos. A diferença foi o seguinte: era possível ver tudo o que estava acontecendo, em detalhes, do lado de dentro do recipiente. Ao realizar essa demonstração, isto é, ao rolar essa lata transparente, os alunos começaram a perceber de fato o que estava ocorrendo (ver Quadro 4, abaixo).

Quadro 4. Diálogo entre João e as crianças: a lata transparente com dispositivo.

Linha	Participante	Diálogos e ações observadas
85	João	[Rola a lata transparente]
86	Aluno 6	Ah... O elástico gira... Ele embromou...
87	João	Legal... O que o elástico fez?
88	Aluno 6	Ele embromou... [enrolou]
89	João	Uma dúvida... O parafuso está girando? Vocês estão vendo o parafuso girar?
90	Alunos	Não.
91	João	Isso. Dá para ver que o parafuso balança... Mas não gira. Será que se o parafuso girasse iria funcionar?
92	Alunos	Não iria funcionar.
93	João	É eu sei que não vai funcionar... Por que tentei fazer esse experimento com um parafuso menor que girava junto com o elástico... E não funcionava.
94	João	Por isso que o parafuso tem que ser bem pesado, por que quando ele é pesado... Ele não gira junto com o elástico. E ele faz o elástico girar.... Então o elástico torce... E depois distorce.
95	Aluno 3	Isso é a física?
96	João	Isso é uma parte da física.

Os alunos puderam observar alguns aspectos importantes em relação às variáveis que possibilitaram o movimento atípico da “lata adestrada”. Isto é, os alunos observaram que, à medida que a lata girava, o elástico ficava “embromado” (no sentido de enrolado) (ver Linhas 86 e 88). João alertou para que os alunos observassem que o parafuso, que estava no centro do elástico, não girava conjuntamente com o elástico. O que fez com que os alunos passassem a perceber “o mistério” dos objetos desconhecidos (cubo, bolinha, imã), “a mágica” ou mesmo o “rato” fictício que habitava a lata. Outro aspecto a ressaltar do Quadro 4 é a compreensão que os alunos passaram a ter sobre a noção do que é a Física enquanto Ciência. Nas linhas 89, 91, 93 e 94, o graduando João poderia ter questionado mais precisamente as observações realizadas pelos alunos, como fizera na demonstração anterior na qual os alunos não conseguiam enxergar o interior da lata. Dessas linhas, verifica-se que João atentou-se em fornecer respostas, fazer perguntas pontuais e garantir que os alunos olhassem (e percebessem) as “mesmas coisas” em relação ao dispositivo interno da “lata adestrada”.

Para o encerramento do Encontro I, o graduando João fez o fechamento da temática explicitando conceitos de energia, energia potencial e energia cinética. João iniciou solicitando que os alunos fornecessem exemplos de tipos de energia que eles conheciam. Os alunos mencionaram “energia elétrica”, “energia do sol” “energia da água”. O graduando João fez relações entre os tipos de energia fornecidos pelos alunos e a energia fornecida pelos alimentos ao corpo humano. O graduando buscou, com suas explicações, que os alunos compreendessem os conceitos de “energia” (E), “energia potencial” (EP) e “energia cinética” (EC) usando exemplos do cotidiano. Em sua exposição oral aos alunos, ele relacionou, por exemplo, energia cinética ao cinema, em função das muitas imagens contidas no rolo de filme e que passam de modo veloz diante da luz do projetor. Cinema e cinemática possuem o mesmo radical grego “kínemas” “kínematos”, que significa agitação e movimento. O graduando também possibilitou, com

exemplos do cotidiano (o quicar de uma bola de ping-pong), que os alunos compreendessem a transformação de E em EP e, vice-versa. A apresentação possibilitou que os alunos passassem a relacionar a altura com a EP.

Quadro 5. João explica o funcionamento da lata “adestrada”.

Linha	Participante	Diálogos e ações observadas
115	João	O que eu quero dizer é que essa bolinha tem energia potencial. Ela pode vir a fazer alguma coisa ou não. Se eu ficar segurando a bolinha na minha mão, na altura da minha cabeça. Ela irá ficar lá parada. Até que eu a solte. Então, o que acontece no nosso experimento da lata?
116	Alunos	[Em silêncio].
117	João	A gente girou a lata. Eu tenho força. Eu empurrei a lata e ela se moveu. Quando ela se move, ela tem energia cinética. O elástico vai dobrando. Transformando [a energia cinética] em energia potencial. Ele [o elástico] vai guardando energia. Guardando energia. Até que ele volta.

Com o auxílio de um *notebook*, o graduando João exibiu aos grupos de alunos um arquivo de extensão flash, obtido de um sítio da *internet*. Assim, a explicação de João foi auxiliada com o uso do software educacional “PhET Simulations” (em web: <<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/motion>>). Ver Figura 2:

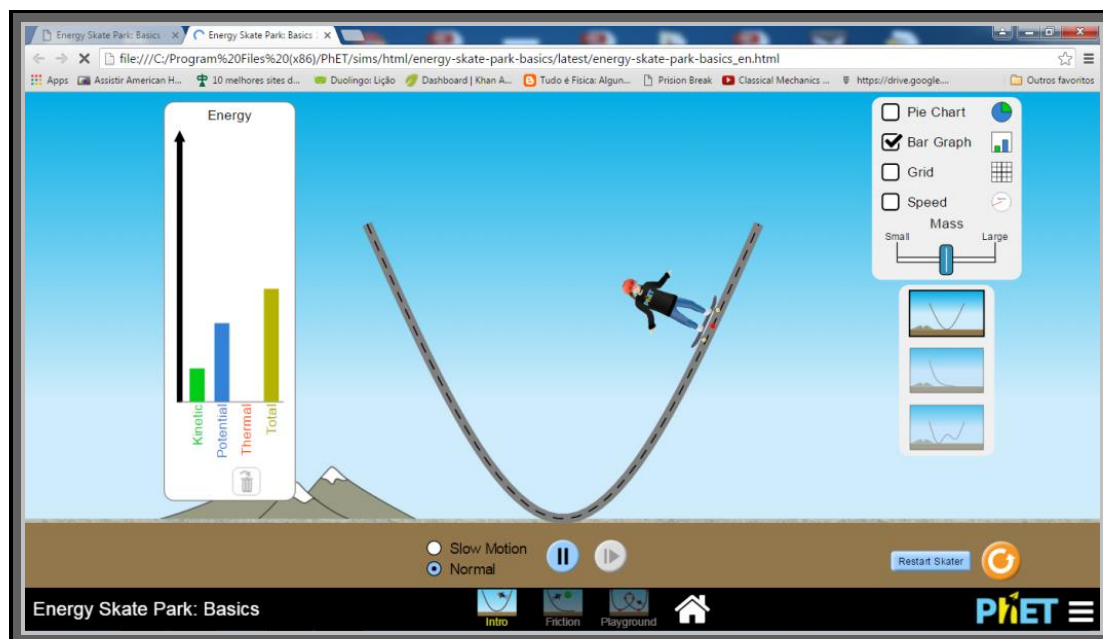


Figura 2. Imagem do Software PhET Simulations.

A imagem em movimento e as explicações fornecidas por João possibilitaram que os alunos visualizassem graficamente a transformação de energia cinética em energia potencial em uma pista de skate. Ao final das explicações os alunos passaram a relacionar as transformações entre energia cinética em energia potencial e vice-versa.

Nestas, os alunos conseguiram relacionar a com a força de atrito. Há um fragmento de diálogo (ver Quadro 6) que explicita essas relações:

Quadro 6. Estabelecendo relações sobre a conservação da energia.

Linha	Participante	Diálogos e ações observadas
120	Aluno 2	A energia potencial diminui enquanto a energia cinética aumenta.
121	João	Sim, muito bem observado.
122	Aluno 10	Professor, e por que para?
123	João	Ele para porque tem atrito. Igual à lata no chão. É uma força que tenta parar a lata. Por que você consegue frear quando está de bicicleta?
124	Aluno 10	Porque eu freio. Ai eu pego e derrapo.
125	João	Exatamente. Você derrapa. O chão segura o pneu. Por que tem atrito. Se eu pegasse a lata e jogasse no gelo. Igual a um ringue de patinação. Ela demoraria muito mais para parar. Pois é liso. Tem menos atrito. Deu para entender?
126	Aluno 10	Sim.

As atividades produzidas pelos alunos

Muitos dos aspectos das aprendizagens dos alunos ficaram evidenciados nas produções individuais dos alunos acerca da montagem da experiência da “lata adestrada”. Essa produção individual foi solicitada por João ao final do encontro. Nela, João solicitou que os alunos escrevessem e desenhassem em um pedaço de papel o que eles tinham entendido das atividades realizadas. João salientou aos alunos que quem já soubesse ler e escrever poderia registrar na forma de texto e desenho o que compreendeu. Disse aos alunos que estavam em processo de alfabetização que poderiam apenas desenhar. A tabela abaixo representa a síntese destas produções.

Tabela 2. Síntese das produções dos alunos ao final do encontro.

Categoria	Descrição sintética da produção	Alunos participantes
I	Desenhou corretamente ou adequadamente a montagem da lata ou a lata pronta	A1, A3, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A16, A17, A18, A19
II	Produziu texto que descreve adequadamente o funcionamento da lata ou texto que se aproxima de uma descrição correta	A1, A3, A7, A8, A9, A10, A13, A16, A17, A18, A19, A20
III	Desenhou corretamente os materiais utilizados	A1, A2, A19
IV	Desenhou de forma equivocada a montagem	A4, A5, A6
V	Produziu texto inadequado ou que não descreve o que foi solicitado	A2, A15.
VI	Não desenhou	A20

Da Tabela 2, acima, pela produção dos alunos, percebe-se que a maioria dos alunos obteve sucesso em registrar adequadamente o experimento confeccionado em sala de aula (ver Categorias I, II e III) na forma de desenho e texto. Ressalta-se que na

Categoria II também se inserem textos que se aproximam de uma descrição adequada, já que a criança faz sucessivas aproximações entre o conhecimento que já possui e o que foi aprendido com auxílio do professor e de seus colegas (LEVINAS, 2007; CARVALHO *et al.*, 1998; BRASIL, 1998). Uma exemplificação das categorias I, II e III foi apresentada abaixo.

Para a Categoria I, apresentada na Tabela 2, são representativos os seguintes desenhos apresentados na Figura 3:

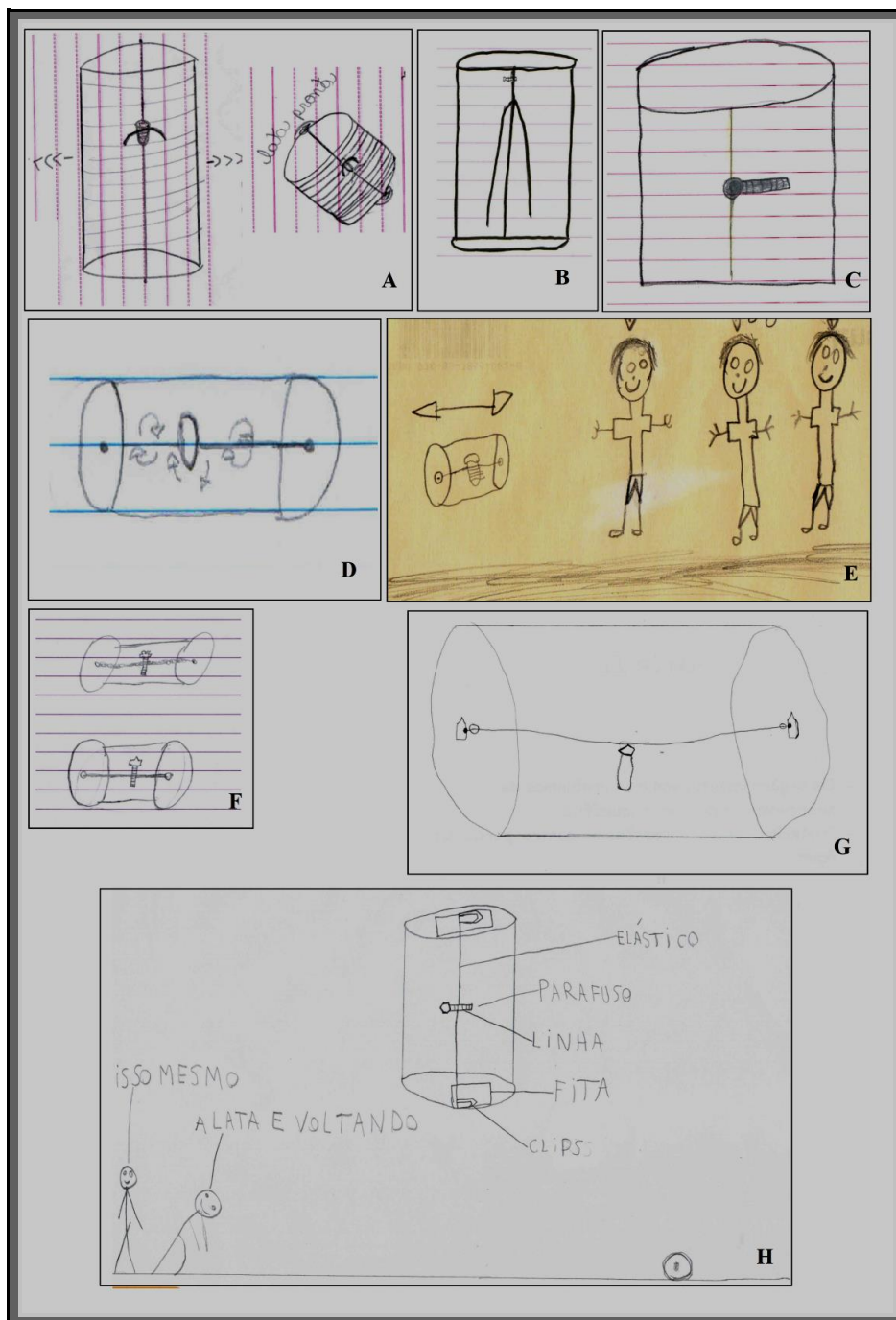


Figura 3. Detalhes de alguns dos desenhos produzidos na atividade proposta.

Legenda: Letras e autoria do desenho: A: A1; B: A3; C: A7; D: A8; E: A9; F: A10; G: A11; H: A12.

Para a Categoria II apresentada anteriormente na Tabela 2, destacam-se os seguintes fragmentos apresentados no Quadro 7, abaixo, dos textos redigidos pelos alunos. Salienta-se que foram desconsiderados os erros ortográficos e de concordância verbo nominal na transcrição desse material. Os relatos dos alunos aproximam suas falas das explicações propostas para a solução do “mistério” envolvendo a lata que vai e volta fundamentando-se na fala do graduando João. Destaca-se, assim, que as falas dos alunos se tratam de aproximações sucessivas em direção ao saber escolar e não representam a busca pela resposta correta ou reprodução puramente mecânica (no sentido de aprendizagem mecânica) do que fora aprendido.

Quadro 7. Síntese das falas dos alunos acerca da transformação de energia no interior da “lata adestrada”

Participante, idade, ano do Ensino Fundamental	Fragmento do texto produzido pelo aluno
A1, 10 anos, 5. ^o	<i>A lata rola para frente e, depois, volta para trás; porque o parafuso faz com que o elástico role [enrole] para frente e para trás, por isso faz que ela [a lata] volte.</i>
A3, 9 anos, 4. ^o	<i>A lata se move porque nela tem energia cinética e potencial.</i>
A7, 8 anos, 3. ^o	<i>A lata se move pela potencia, energia e fricção, que faz ela [a lata] ir para frente e para trás.</i>
A8, 10 anos, 5. ^o	<i>A lata gira [no movimento da volta] porque o elástico e o parafuso, que estão dentro dela, se movem [...] ao chegar ao ponto [limite] com o elástico torcido, a lata volta [ao ponto inicial].</i>
A9, 8 anos, 3. ^o	<i>A lata voltou porque o elástico dobrou e tem que ter um parafuso pesado.</i>
A10, 10 anos, 5. ^o	<i>[...] A lata vai e volta pelo motivo do elástico que gira e depois dá impulso para [a lata] voltar. [...].</i>
A13, 8 anos, 3. ^o	<i>[...] porque o elástico dobrou. Tem que ter um prego pesado.</i>
A16, 9 anos, 4. ^o	<i>[...] por energia, potencia e fricção.</i>
A17, 8 anos, 3. ^o	<i>[...] o elástico dá impulso para ela [a lata] voltar.</i>
A18, 10 anos, 5. ^o	<i>A lata foi e voltou sozinha porque a energia dela faz ela fazer isso. Essa experiência foi muito legal.</i>
A19, 9 anos, 4. ^o	<i>[...] por potencia e fricção.</i>
A20, 10 anos, 5. ^o	<i>[...] a lata se move pela energia, potencia e fricção.</i>

Dentre os muitos desenhos produzidos, destacam-se o texto e desenhos produzidos por A2, reproduzidos a seguir:

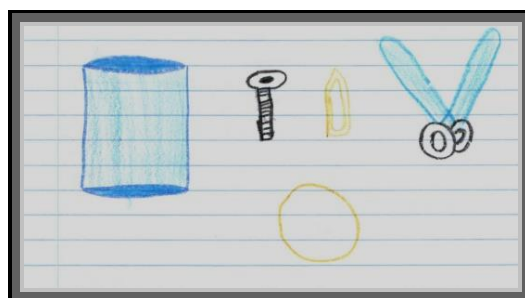


Figura 4. Desenho de A2, com 9 anos de idade e aluno do 4.^o ano do Ensino Fundamental

Hoje nós tivemos física. Eu adorei. Agora é a minha matéria preferida. O professor João ensinou-nos fazer uma lata que nós jogamos e ela volta. Ele deu o material. Cada trio fez e foi bem legal. [João] Deu vários exemplos. Eu aprendi muito nesta aula e sempre vou prestar bastante atenção (fragmento do texto produzido pelo aluno A2, grifo nosso).

Assim como ocorreu inicialmente com a ideia do “rato dentro da lata” e das outras expectativas dos alunos, o relato do aluno A2 demonstra que este aluno ateu-se a aspectos distintos. O aluno destacou: (a) o despertar do seu gosto pessoal pela disciplina física, (b) que o graduando forneceu gratuitamente o material (lembrando que se trata de alunos de baixa renda e em situação de vulnerabilidade social) e (c) que pode aprender muitas coisas durante o encontro. O relato do aluno A2 reproduziu-se de outras formas em outros relatos de diferentes alunos, mas estes não eram o foco principal deste trabalho ou, de outro modo, não faziam parte dos objetivos explícitos deste trabalho verificar como o “gosto” dos alunos pela física fora despertado. No entanto, relatos dessa natureza revelam a importância primordial de uma atividade extensionista nos moldes de como este trabalho desenvolveu-se, que também tratou, entre outras coisas, de despertar o interesse e a motivação de crianças pequenas pelas ciências.

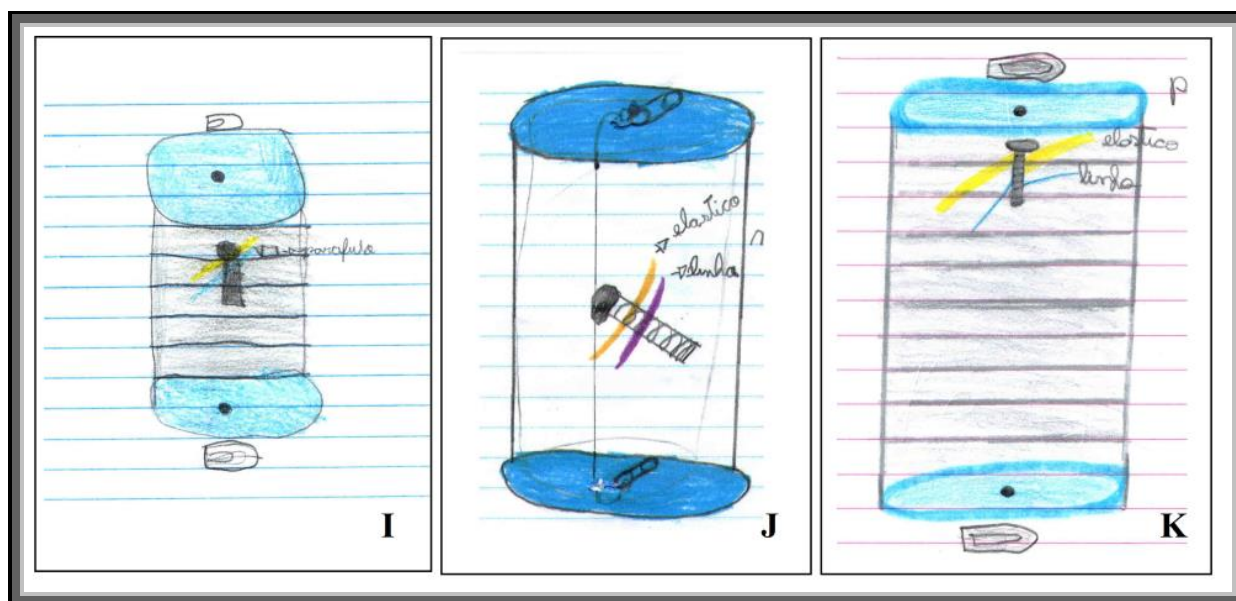


Figura 5. Figuras I, J, K elaboradas, respectivamente, pelos alunos A4, A5 e A6.

Assim como ocorreu no texto, a figura 5 representa alguns equívocos cometidos pelos alunos A4, A5 e A6. Esses alunos não representaram em seus desenhos a importância da presença do elástico durante a atividade apresentada. Na lata, o elástico se torce (ao jogar da lata) e vai acumulando energia potencial com o movimento. Nos desenhos I, J e K (ver Figura 5), o elástico aparece desconectado das laterais ou extremidades (circulares) da lata ou das bases do cilindro. Estes três alunos também representaram o pedaço de linha que o graduando João utilizou para prender o parafuso (peso) no elástico. Este aspecto ficou destacado em seus desenhos porque todos eles nomearam as peças identificando as partes: elástico que aparece na cor amarela em I e K e na cor laranja em J. O aluno A5 em seu desenho J fez uma linha ligando as bases do

cilindro. Já os outros dois alunos, A4 e A6, representaram essa linha unindo partes que não se tratavam das extremidades da lata.

O graduando João também fez um registro escrito de suas impressões principais acerca do Encontro I, no qual ele tece algumas considerações sobre suas expectativas em relação à turma de alunos, suas hipóteses acerca das crianças e dos modos particulares que elas têm para perceber e fazer ciência.

Fui informado pela Direção da Escola que alguns dos alunos não participavam muito das aulas [na sala regular]. Entretanto, no decorrer do projeto foi evidente para mim, que todos os alunos participaram e contribuíram durante as aulas. [...] as hipóteses dos alunos sobre os fenômenos tratados continuam a me surpreender de maneira positiva. As crianças são muito criativas. Por exemplo, [...] quando os alunos começaram a achar que havia um rato dentro da lata, eu não esperava aquela hipótese [...] um dos alunos, diferentemente dos outros, pediu para segurar as latas, e assim consegui um novo dado para formular sua hipótese, ele percebeu que o peso das latas era diferente. [...] O auxílio dado pelo software phET facilitou o entendimento dos alunos sobre a transformação de energia cinética para potencial. (Relato de João)

CONCLUSÃO

Esta atividade extensionista buscou ensinar conteúdos de física para alunos dos primeiros anos do Ensino Fundamental. Os objetivos iniciais consistiram em (a) estruturar uma unidade sobre tema do ensino de Física acerca da conservação e transformação da energia, de modo a possibilitar a compreensão e a aprendizagem de conceitos físicos por crianças de idades entre seis e dez anos; (b) além de perceber como as crianças estruturaram seus questionamentos a fim de compreender os conceitos ensinados. As atividades propostas possibilitaram que os estudantes despertassem o gosto e o interesse pelas ciências, especialmente pelos fenômenos físicos. No conjunto, tratou de uma oportunidade de os alunos perceberem o mundo físico de maneira acurada, possibilitando a compreensão de fenômenos de transformação e conservação da energia. As atividades desenvolvidas possibilitaram que os alunos percebessem muitas das relações entre fatos, fenômenos e ideias que eles já tinham ou traziam sobre estes mesmos fenômenos ou que passaram a elaborar depois do contato direto com as estratégias de ensino propostas. Os resultados demonstraram que as crianças construíram e elaboraram respostas bastante particulares sobre como perceberam os fenômenos físicos abordados. Destas respostas, com a mediação proporcionada pelo graduando, foi possível verificar que as crianças participantes passaram a questionar ou duvidar das compreensões (ou suposições) iniciais sobre conservação e transformação de energia experienciada com a atividade da “lata adestrada”. Os estudantes reelaboraram tais compreensões à medida que montaram o experimento e perceberam como se dava a manutenção do movimento na transição entre a energia potencial e a cinética.

Os dados apresentados neste artigo integram o projeto “Minicursos Temáticos em Escolas Públicas” que contou com financiamento da Pró-Reitoria de Extensão Universitária da Universidade Estadual Paulista (PROEX/UNESP).

SUBMETIDO EM 26 maio 2016

ACEITO EM 2 jan. 2017

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. et al. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998. 199 p.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental **Parâmetros curriculares nacionais**: Ciências Naturais. Brasília, 1998.

FURMAN, M.; ZYSMAN, A. **Ciencias naturales, aprender a investigar en la escuela**: la curiosidad como motor de aprendizaje. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico, 2011. 128 p.

KRASILCHIC, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciência e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007. 87 p.

LENZ, J. A.; FLORCZAK, M. A. Atividades experimentais sobre conservação da energia mecânica. **A Física na Escola**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 17-18, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol13/Num1/a06.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

LEVINAS, M. L. **Ciencia con creatividad**. Buenos Aires: Aique, 2007. 160 p.

LÜDKE, M.; ANDRE, M. E. D. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: EPU, 2013. 112 p.

MARANDINO, M. A biologia nos museus de ciências: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 187-202, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n2/04.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

RODEN, J.; WARD, H. O que é ciência. In: WARD, H. et al. **Ensino de Ciências**. Porto Alegre: ArtMed, 2010. p. 13-33.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa**: como as coisas funcionam. Porto Alegre: Penso, 2011.

TRILLA, J. A educação não-formal. In: TRILLA, J.; GHANEM, E.; ARANTES, V.A. **Educação formal e não-formal**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2008. p. 7-89.

TRILLA BERNET, J. et al. **La educación fuera de la escuela**: ámbitos no formales y educación social. Barcelona: Ariel, 2003. 281 p.