



UM DIÁLOGO ENTRE A TRÍADE ROGERIANA E O SOCIOINTERACIONISMO DE VYGOTSKY NO ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

A DIALOGUE BETWEEN THE ROGERIAN TRIAD AND VYGOTSKY'S SOCIOINTERACTIONISM IN TEACHING MECHANICAL ENERGY CONSERVATION

L. T. G. N. FERREIRA¹, L. L. ALVARENGA¹, F. L. EVANGELISTA¹

¹Instituto Federal Catarinense

Resumo

Este trabalho descreve a experiência de ensino obtida na aplicação de uma oficina didática concernente as atividades realizadas no Programa da Residência Pedagógica do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense (IFC) campus Concórdia. O público-alvo foram 37 alunos do primeiro ano do curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. A sequência didática contou com cinco práticas experimentais de baixo custo envolvendo o tema Energia Mecânica e sua Conservação. A abordagem metodológica foi qualitativa e para a coleta dos dados foram utilizados instrumentos como observações diretas durante o momento da realização das aulas e dos questionários. Para tanto, houve dois aportes teóricos, a tríade rogeriana do humanista Carl Rogers e a teoria sociointeracionista de Vygotsky. O objetivo principal foi verificar de que modo a tríade rogeriana e o sociointeracionismo contribuem para o ensino-aprendizagem da Conservação da Energia Mecânica por meio de práticas experimentais com materiais de baixo custo. A turma foi organizada em seis grupos, que participaram de um circuito de experimentos, deste modo, foi oportunizado a todos os alunos a interação com as práticas experimentais propostas. Como resultado, pode-se perceber que além da motivação discente, houve uma considerável influência na reelaboração conceitual dos estudantes.

Palavras-chave: Experimentação. Materiais de baixo custo. Teoria sociointeracionista. Aprendizagem significativa. Conservação da Energia Mecânica.

Abstract

This work describes the teaching experience obtained in the application of a didactic workshop regarding the activities carried out in the Pedagogical Residency Program of the Physics Degree Course at the Federal Catarinense Institute (IFC) - campus Concórdia. The target audience was 37 students from the first year of the Technical Course in Agricultural Integrated to High School. The didactic sequence included five low-cost experimental practices involving the theme "Mechanical Energy and its Conservation". The methodological approach was qualitative and for data collection, instruments were used as direct observations during the time of classes and questionnaires. To this end, there were two theoretical contributions, the Rogerian triad of humanist Carl Rogers: Authenticity in the learning facilitator; Valuing, accepting and trusting and empathic understanding, which gives the teacher a facilitating character in the teaching-learning process, and Vygotsky's socio-interactionist theory, in which social interaction is the primary vehicle in conceptual reconstruction. The main objective was to verify how the Rogerian triad and sociointeractionism contribute to the teaching-learning of the Conservation of Mechanical Energy through experimental practices with low-cost materials. The class was organized into six groups, which participated in a circuit of experiments, thus, all students were given the opportunity to interact with the proposed experimental practices. As a result, it can be seen that in addition to student motivation, there was a considerable influence on students' conceptual rework.

Keywords: *Experimentation. Low-cost materials. Sociointeractionist theory. Meaningful learning. Conservation of Mechanical Energy.*

I. INTRODUÇÃO

Esta atividade é parte do Programa Residência Pedagógica de formação docente do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense *campus* Concórdia. A oficina didática consistiu em cinco experimentos confeccionados com materiais de baixo custo para o ensino de Conservação da Energia Mecânica para 37 alunos do 1º ano do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio.

Não é segredo que as práticas docentes encontram obstáculos difíceis de serem superados no ambiente escolar, que carecem de instrumentos laboratoriais acessíveis e tempo para prática de novas metodologias. Nesse viés, entende-se que embora a prática experimental seja um importante fator contributo no contexto da inovação educacional, esta não depende unilateralmente da primeira (PENA e RIBEIRO FILHO, 2009), sendo assim, a proposta deste artigo pretende responder a seguinte pergunta: *De que modo a tríade rogeriana e o sociointeracionismo podem contribuir para a aprendizagem dos conceitos relacionados à Energia Mecânica e sua Conservação a partir das práticas experimentais com materiais de baixo custo?*

Além do exposto acima, definiu-se como caminhos a serem atingidos, para melhor embasar as ações aplicadas durante a oficina didática, os seguintes objetivos:

- Oferecer a interação com experimentos confeccionados com materiais de baixo custo;

- Elaborar e aplicar roteiros para direcionar a realização das atividades práticas por parte dos discentes norteando suas ações;
- Utilizar da tríade rogeriana e do sociointeracionismo para que os discentes reconstruam seus conhecimentos por meio das atividades manipulativas propostas na oficina didática;
- Permitir interatividade durante a realização das atividades propostas;
- Proporcionar atividades lúdicas para que os discentes possam refletir sobre a relação dos conteúdos trabalhados em sala de aula com as atividades proporcionadas durante a oficina didática.

Os cinco experimentos selecionados para a oficina didática foram *Olooping*; O balde bocha; A lata mágica; O escorregador de réguas; A curva chamada braquistócrona.

A opção por uma análise fenomenológica surgiu como uma opção para a compreensão dos acontecimentos, de maneira a direcionar a atenção da pesquisa muito mais para o processo do que para o produto. De igual forma, a abordagem de natureza qualitativa da pesquisa (FREITAS, 2010) pareceu ser a mais apropriada para a análise dos fenômenos educacionais aqui vivenciados.

Este trabalho apresenta-se em cinco seções, dedicadas a uma explanação das bases teóricas de Carl Rogers e Lev Vygotsky, uma breve revisão das potencialidades inerentes ao uso de experimentos de baixo custo e a descrição das atividades realizadas durante a aplicação da oficina didática. Nas considerações finais encontram-se um balanço dos pontos positivos e negativos, junto a sugestões para outros professores que desejem oferecer atividades que envolvam Conservação da Energia Mecânica e práticas experimentais.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

II.1. A Aprendizagem Significante de Carl Rogers

As ideias do norte-americano Carl Rogers (1902-1987) para a educação são uma extensão da teoria que desenvolveu como psicólogo. Tanto na educação quanto na psicologia, ele se opôs as concepções e práticas dominantes. Sua terapia se definia como não diretiva e centrada no cliente (palavra que Rogers preferia à paciente), pois cabia ao cliente a responsabilidade pela condução e sucesso do tratamento. Em seu ideal de ensino, o papel do professor é semelhante ao do terapeuta e o papel do aluno é semelhante ao do cliente, ou seja, que a tarefa do professor é facilitar o aprendizado, que o aluno conduz ao seu modo (PINHEIRO e BATISTA, 2018).

Rogers recomenda que o professor deva aplicar técnicas de empatia, profundo respeito e principalmente autenticidade, assim o professor é capaz de acolher e compreender seu aluno com estima, partilhando os sentimentos de temor, desânimo e expectativa de forma empática, sempre vivenciando junto com os alunos as descobertas de novos materiais, dessa forma se consolida uma aprendizagem autêntica e verdadeira (PINHEIRO e BATISTA, 2018). Essas características foram colocadas em prática no contexto de sala de aula desse trabalho, na medida em que a relação professor-aluno decorria de forma harmônica, sem conflitos diretos, sem julgamentos, procurando ouvir a fala discente, respeitando-a, colocando-se de forma prestativa a responder às angústias e dúvidas que surgiam.

Nessa perspectiva é importante destacar as principais atitudes do professor (facilitador)

por ele definidas, conhecida como tríade rogeriana. Sobre isso as atitudes que, no entender de Rogers, caracterizam o facilitador da aprendizagem são:

- Autenticidade no facilitador de aprendizagem: Quando o professor (facilitador) é uma pessoa verdadeira na relação com o aluno (aprendiz) é mais provável que seja eficaz;

- Prezar, aceitar e confiar: Aceitar os sentimentos pessoais do aluno, que tanto perturbam como promovem a aprendizagem, valorizando-o como ser humano imperfeito dotado de muitos sentimentos e potencialidades;

- Compreensão empática: Compreender como o aluno reage interiormente, colocando-se no lugar dele (FONTGALLAND e MOREIRA, 2012).

Para Moreira (2011, p. 139) o homem é intrinsecamente bom e orientado para o crescimento: sob condições favoráveis, não ameaçadoras, procurará desenvolver suas potencialidades ao máximo. É nesse sentido que a psicologia rogeriana é humanística. Só é possível ocorrer ensino e aprendizagem quando a comunicação entre os envolvidos acontece por meio de uma compreensão empática, ou seja, quando o facilitador (professor) se mostra compreensivo e decidido a ser parceiro do aluno.

II.2. A Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky

Vygotsky parte da premissa que o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social e cultural no qual ele está inserido, quer dizer que o desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural (MOREIRA, 2011, p. 107). Neste sentido, houve a preocupação inicial de conhecer os estudantes, suas origens, motivos que os levaram a cursar o técnico em agropecuária, procurando saber quais as origens discentes, suas cidades, culturas, crenças e pensamentos sociais.

Para Vygotsky os processos mentais superiores como pensamento, linguagem e a vontade pessoal do indivíduo, tem origem nos processos sociais, ou seja, o desenvolvimento cognitivo do ser humano não pode ser considerado sem alusão ao esse meio. Para que ocorra a conversão das relações sociais em funções psicológicas é preciso que ocorra a mediação. É através da mediação que se realiza a internalização das atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais, a reconstrução interna de uma operação externa (MOREIRA, 2011). Como elementos mediadores, Vygotsky separa em dois grupos: os signos e os instrumentos, os quais possuem significados distintos:

Instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos: 1) indicadores, são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e.g., fumaça, indica fogo, por que é causada por fogo); 2) icônicos, são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são signos lingüísticos, os números são signos matemáticos; A linguagem falada ou escrita, e a matemática são sistemas de signos (MOREIRA, 2011, p.109).

A interação social, de acordo com a teoria de Vygotsky, envolve um mínimo de duas

pessoas trocando informações em um envolvimento ativo de todos os participantes. Portanto, na perspectiva vygotskyniana, o veículo fundamental para a reconstrução dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórico e culturalmente construído é a interação entre as pessoas.

Os signos também são chamados de instrumentos psicológicos e são voltados para dentro, isto é, auxiliam nos processos psicológicos do indivíduo. A partir da interação social estes signos podem gerar então um significado. Assim, somos capazes de compreender que numa sociedade, um indivíduo deve internalizar signos que a sociedade já utiliza e essa internalização se dá através da interação social (GEHLEN; MALDANER e DELIZOICOV, 2010).

O mais importante dos signos, para Vygotsky, é a linguagem. Conforme Moreira (2011, p.112), porque a libera dos vínculos contextuais imediatos, evidenciando assim, a importância do correto uso deste signo para os indivíduos de toda a sociedade. Aqui a professora procurou estipular o nível adequado entre a fala e a linguagem científica, visando possibilitar o diálogo entre Aluno Aluno; Aluno Professor; Aluno Tecnologia; Aluno Ambiente; Aluno Saber Científico (EVANGELISTA *et al*, 2019).

Para uma melhor compreensão da interação entre aprendizado e desenvolvimento, Vygotsky fala da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Esta é delineada como a diferença entre o que o sujeito é capaz de fazer por si só e o que ele pode fazer com a ajuda dos outros.

De uma maneira mais formal, a ZDP pode ser definida como:

A distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como, medido por meio da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes (MOREIRA, 2011, p.114).

Nesse sentido, Moreira (2011) descreve que sem interação social, ou sem uma troca de significados, dentro da ZDP do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo. A interação e a troca de significados requerem inevitavelmente, que todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem tenham a oportunidade de falar.

É possível observar que do ponto de vista de Vygotsky, o desenvolvimento humano é entendido não como a consequência de condições isoladas que amadurecem, muito menos de fatores ambientais que atuam sobre o organismo limitando seu comportamento, mas sim através das trocas que ocorrem durante toda sua vida com outros indivíduos e com o meio em que vive.

III. A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE FÍSICA

O experimento confeccionado com materiais de baixo custo é aquele cujo material seja reutilizado ou adquirido facilmente, quando comparado com o valor dos experimentos

vendidos comercialmente e que substitui o experimento que normalmente seria realizado num laboratório convencional (ARAÚJO e ABIB, 2003).

É importante destacar que frequentemente o aluno participa apenas como ouvinte no ensino de Física. Com a intenção de auxiliar nesta questão foram aplicadas atividades experimentais de baixo custo. Esta ação pôde ser evidenciada por dois pontos principais: Primeiro, atribuir aos alunos um caráter ativo na reconstrução de seu conhecimento. Segundo, oportunizar a Física aplicada aos contextos sociais discentes.

No ensino de Física, o uso de experimentos de baixo custo vai ao encontro dos objetivos didáticos, pois está diretamente relacionado à forma como o aluno irá relacionar-se com a teoria e prática aprendida em sala de aula. Nesse sentido, Silva e Leal (2017) falam que utilizar materiais de baixo custo em escolas públicas do ensino médio brasileiras consiste em prestar um serviço direto às escolas, professores e alunos, procurando diminuir as limitações instrumentais, proporcionando um ambiente educacional com maior possibilidades pedagógicas.

As atividades práticas e de laboratórios trazem um caráter implícito motivacional, uma relação única a respeito da importância da Física com sua aplicação cotidiana, favorecendo seu aprendizado (SILVA e LEAL, 2017).

Araújo e Abib (2003) apontam que o uso de atividades experimentais são consideradas como potencialmente capazes de reduzir obstáculos didáticos para a aprendizagem. Assim, ao proporcionar um ensino de Física mais acessível, lúdico, interativo e visual, contribui-se para um ensino significativo da disciplina. O desenvolvimento da oficina didática visou oportunizar um espaço pedagógico capaz de promover a motivação, a ação e a interação dos alunos, fatores vistos como importantes à aprendizagem dos conceitos trabalhados no contexto da sala de aula.

IV. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA OFICINA DIDÁTICA

A oficina didática aconteceu no período regular das aulas e foram utilizados duas horas/aulas, tendo como tema central a Conservação da Energia Mecânica. O estudo/conceito da conservação já havia sido trabalhado em sala de aula pela professora com os 37 alunos da turma.

Esta consistiu de cinco experimentos distintos: *looping*, balde bocha, lata mágica, escorregador de régua e braquistócrona. Todos os experimentos foram construídos a partir da premissa de serem experimentos de baixo custo e possibilitar o diálogo entre Aluno Aluno; Aluno Professor; Aluno Tecnologia; Aluno Ambiente; Aluno Saber Científico (EVANGELISTA *et al*, 2019).

É importante destacar que o enfoque vygotskyano sempre esteve presente nos registros dos trabalhos em grupo, nas interações sociais entre os estudantes e destes com a professora, além do manuseio de instrumentos e o uso dos signos, que atribuíram significado por meio da linguagem utilizada, interpretação e essência dos apetrechos experimentais utilizados.

Para que as atividades transcorressem de forma organizada, a turma foi organizada em seis grupos, estando em concordância com as ideias de Vygotsky no auxílio da aprendizagem potencializada nas experiências sociais.

Devido ao grande número de alunos, foram necessários dois laboratórios de Física para

que os experimentos ocorressem de uma forma organizada. Os alunos passaram por uma sequência de experimentos em que receberiam um roteiro, ajustado a cada atividade, com os objetivos, procedimentos e resultados a serem alcançados.

Também foram discutidas e analisadas as respostas dos roteiros propostos na oficina didática. Cabe ressaltar que as respostas foram coletadas por grupos, ou seja, a turma foi dividida em seis grupos e cada grupo fornecia a resposta no roteiro sugerido. A figura 1 mostra os estudantes no laboratório de Física durante a realização das atividades da oficina didática.



Figura 1: Alunos trabalhando durante a oficina didática
Fonte: o autor (2019)

Na sequência serão descritos os cinco experimentos realizados, a metodologia de trabalho, a reação dos alunos durante a atividade proposta e análise das respostas fornecidas nos roteiros de atividades.

IV.1. *Looping*

A atividade chamada *looping* (Figura 2) foi uma das que mais chamou a atenção dos alunos. Consistia em soltar uma bola de bilhar em um ponto do trilho e verificar se a bola conseguia ou não fazer a curva *oulooping*.



Figura 2: *Looping* à esquerda; Alunos medindo diâmetro da circunferência do *looping* à direita
Fonte: o autor (2019)

A partir disso, era preciso que os alunos realizassem dois passos: primeiro, medir o diâmetro da parte circular do *looping* para determinar o raio da circunferência (Figura 2 à direita).

No segundo passo eles deveriam descobrir em que posição no trilho a bola de bilhar, ao ser solta do repouso, conseguia fazer *looping* sem sair ou cair do trilho. Inseridas no roteiro, haviam também questões conceituais relacionadas ao tema Conservação de Energia Mecânica. Todos os dados coletados deveriam ser anotados no roteiro.

É possível afirmar que os alunos apreciaram a atividade por dois aspectos detectados: primeiro, comprovando o que Vygotsky afirma sobre o auxílio da interação social, houve boa interatividade entre os componentes do grupo durante a realização da tarefa e, segundo, uma efetiva participação de todos os membros do grupo na realização da atividade proposta. Cabe salientar que o grupo G4 teve dificuldades, por talvez não levarem a sério a proposta de trabalho, conforme observação em sala de aula e análise das respostas obtidas nos roteiros de atividades.

Além disso, verificou-se a tríade rogeriana presente na conduta docente, mostrando-se empática no decorrer de todas as atividades, colocando-se no lugar do aluno, procurando entender suas dúvidas e comportando-se como uma facilitadora do processo. Em outras palavras, era parceira da turma na realização das tarefas. Um outro ponto importante foi o estímulo ao uso da potencialidade dos discentes num ambiente organizado e de confiança. Isso foi confirmado pelo ambiente tranquilo, amistoso em que todos estavam empenhados na realização das atividades.

A tabela 1 mostra as respostas (certa C e errada X) da atividade do *looping* e o valor de cada questão relativa a atividade. Nesta tabela os grupos são identificados pelos códigos G1, G2, G3, G4, G5 e G6.

Nos itens 2 e 3 do roteiro concernente a atividade do *looping*, os alunos deveriam medir, com auxílio de uma trena, o diâmetro da circunferência e por consequência seu raio. Todos os grupos efetuaram essa medida.

No item 4 os alunos tinham que responder se a bola de bilhar completaria o *looping* ao ser abandonada da metade do trilho. Todos os grupos constataram que a bola não conseguia fazer o *looping*. O grupo G2 teve dificuldades em expressar sua resposta e sofreu um pequeno desconto na avaliação da atividade.

A intenção do item 5 foi trabalhar com a observação dos alunos, ou seja, ao alterar a posição (altura) em que a bola de bilhar era abandonada deveriam verificar se a mesma conseguia ou não descrever a curva sem cair ou sair do trilho. Esta questão permitia cinco tentativas (posições) de abandono com o devido registro em uma tabela no roteiro de

atividades. O grupo G4 apresentou dificuldades em entender a questão, acarretando num desconto.

Tabela 1: Respostas no Roteiro sobre o Looping

Questões - Roteiro	G1	G2	G3	G4	G5	G6
4) (1,0)	C	0,8	C	C	C	C
5) (0,5)	C	C	C	0,3	C	C
6) (0,5)	C	C	C	C	C	C
7a) (1,0)	C	C	C	C	C	C
7b) (1,0)	C	C	C	C	C	C
7c) (1,0)	C	C	C	X	C	C
7d) (1,0)	C	C	C	C	C	C
7e) (1,0)	C	C	C	X	C	C
7f) (1,0)	C	C	C	X	C	C
8) (1,0)	C	C	C	X	C	C
9) (1,0)	C	C	C	C	C	C

Após o preenchimento da tabela, no item 6, todos os grupos estimaram de maneira correta a altura mínima para a bola fazer *olooping* sem sair do trilho.

O item 7 referia-se a questões teóricas sobre Conservação da Energia Mecânica aplicada ao experimento do looping. Todos os grupos, no item 7a, identificaram que a lei de conservação tratava-se da Energia Mecânica. Já no item 7b todos os grupos verificaram, de maneira correta, que a forma de energia que a bola possui, em repouso, no alto da rampa é a energia potencial gravitacional. Os itens 7c e 7d também se referiam a forma de energia que a bola de bilhar possui em um determinado ponto do experimento (trilho). Por exemplo, todos os grupos, com exceção G4, identificaram que ao passar na base da rampa a bola de bilhar possuía energia cinética em relação ao nível de referência estipulado, e todos os grupos identificaram que no ponto mais alto *dolooping* a bola de bilhar possuía energia potencial gravitacional e energia cinética. No item 7e todos os grupos identificaram, com exceção novamente do G4, a expressão matemática para o cálculo da velocidade mínima que a bola de bilhar deveria ter para realizar *olooping* sem perder o contato com o trilho. E no item 7f cinco grupos perceberam que a altura mínima para abandonar a bola de bilhar é duas vezes e meia o raio da circunferência *dolooping*. Neste item, o G4 também não soube ou não percebeu a relação existente entre altura de abandono da bola de bilhar e o raio da circunferência *dolooping*.

Com os dados obtidos no experimento, no item 8 do roteiro, os grupos deveriam calcular a altura mínima para abandonar a bola de bilhar para a realização *dolooping* completo. Novamente com exceção do G4 todos os grupos calcularam de maneira correta a altura mínima.

Por fim, os grupos deveriam abandonar a bola de bilhar da altura mínima calculada no item anterior (item 8) e descrever o que acontecia. Todos os grupos afirmaram que ao abandonar a bola de bilhar da altura mínima calculada, esta saía dos trilhos. Os grupos responderam que o sistema não era conservativo e, portanto, ocorria dissipação de energia devia ao atrito na descida da rampa.

Fica evidente no relato dessa atividade experimental que houve efetiva participação por maior parte da turma, com exceção do G4. Tal fato mostra que por mais que uma atividade seja construída para ser significativa, se o estudante não tiver a intenção de fazê-la, ela será uma atividade pontualmente mecânica e sem significado. Ignorar esta realidade seria no mínimo inocência do pesquisador.

IV.2. Balde bocha

O experimento denominado balde bocha consiste, basicamente, em um balde suspenso por uma corda. No balde poderiam ser acrescentados massas para aumentar seu peso (Figura 3). Uma caixa de papelão era posicionada no chão em frente ao balde. Este deveria ser solto a partir da altura do tampo da mesa sempre mantendo o barbante esticado. Os alunos deveriam anotar a distância percorrida pela caixa. Acrescentando diferentes quantidades de massas ao balde, os alunos deveriam repetir a situação, com todos os dados anotados no roteiro recebido por eles.

Outra questão que deveria ser pensada e resolvida por eles, referia-se ao aumento da altura de lançamento do balde armazenaria ou não mais energia. De forma semelhante, verificar se acrescentando massas ao balde a energia seria alterada. Dessa forma, o objetivo foi verificar a relação da altura, massa do balde e a distância percorrida pela caixa de papelão. Quanto maior o deslocamento da caixa, maior a energia mecânica armazenada no sistema.



Figura 3: Atividade do balde bocha sendo executada pelos alunos
Fonte: o autor (2019)

Poucos estudantes encontraram dificuldades em responder as questões em grupo relativas a atividade, comprovando a ideia de Vygotsky sobre o auxílio da interação social. Na procura de facilitar o processo a professora sanou as dúvidas dos estudantes, numa parceria empática, auxiliando na realização das atividades propostas, seguindo o que Rogers prevê.

A tabela 2 apresenta as respostas da atividade do experimento chamado Balde Bocha e o valor de cada questão relativa a atividade dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6.

Tabela 2: Respostas no Roteiro sobre o experimento Balde Bocha

Questões - Roteiro	G1	G2	G3	G4	G5	G6
3) (1,0)	C	C	C	C	C	C
4) (1,0)	C	C	C	C	C	C
5) (2,0)	1,0	1,0	C	X	C	C
6) (2,0)	C	X	C	C	C	C
7) (1,0)	C	C	C	C	C	C
8) (1,0)	C	C	C	C	C	C
9) (1,0)	C	X	C	C	C	C
10) (1,0)	C	C	C	X	C	C

No roteiro relativo ao experimento Balde Bocha os itens 3 e 4 os alunos deveriam anotar a distância percorrida pela caixa de papelão, localizada no chão do laboratório, alcançada pela colisão com o balde. A diferença é que no item 4 os alunos acrescentaram massas no balde aumentando seu peso e, por consequência, aumentando a distância que a caixa de papelão percorreria. Todos os grupos, sem exceção, executaram esta tarefa com êxito.

No entanto, nos itens 5 e 6 os alunos deveriam expressar com suas palavras a situação proposta nos itens 3 e 4. Constatamos que os grupos G1 e G2 descreveram parcialmente o observado, pois não descrever que aumentando a massa aumenta a energia potencial gravitacional do balde e portanto, aumenta a transferência de energia para a caixa de papelão. Já o grupo G4 errou a questão. No item 6 perguntou-se: *Em qual situação o sistema armazenou mais energia? Por quê? Como você pode justificar sua escolha, isto é, qual a principal diferença que você observou?* Verificamos que todos os grupos responderam que o sistema com maior massa armazenou maior energia e foi observado que na colisão a caixa de papelão percorria uma distância maior devido à transferência de energia. O grupo G2 não respondeu satisfatoriamente essa questão.

Nos itens 7 e 8 os alunos deveriam aumentar a altura do balde e anotar a distância percorrida pela caixa de papelão. No item 8 deveriam manter a altura e acrescentar massas no balde e após anotar a distância percorrida pela caixa de papelão com a colisão. Todos os grupos realizaram estes dois itens.

No item 9 foi perguntado aos alunos: *Como você poderia armazenar mais energia no sistema sem a adição de massa ao balde?* A resposta era aumentando a altura do balde, pois aumenta sua energia potencial gravitacional. Todos os grupos acertaram com exceção do grupo G2 que errou a questão.

Por fim, no item 10 os alunos deveriam reconhecer a conversão de energia que estava ocorrendo no experimento Balde Bocha, ou seja, a energia potencial gravitacional em energia cinética. Todos os grupos reconheceram essa transformação com exceção do grupo G4 que errou a questão por não perceber que transformação de energia estava ocorrendo no experimento.

IV.3. Lata Mágica

A Figura 4 mostra uma Lata Mágica, uma brincadeira divertida, mas que possui um potencial didático interessante. Os estudantes deveriam lançar suavemente a lata em uma

superfície horizontal e deveriam descrever o que acontecia. Em seguida, utilizando os conhecimentos de Física, eles deveriam explicar o que estava acontecendo com a lata. Certamente, foi a atividade que mais descontraiu os estudantes por seu caráter lúdico. Comprovando o que Vygotsky afirma sobre o auxílio da interação social, houve um satisfatório diálogo aluno-aluno direcionado a realização e explicação da atividade. Outro aspecto a ser destacado foi a postura da professora ao aceitar possíveis respostas e, de maneira empática conforme Rogers, valorizando as tentativas de reposta dos estudantes.



Figura 4: Lata Mágica
Fonte: o autor (2019)

A tabela 3 abaixo mostra as respostas da atividade do experimento chamado Lata Mágica e o valor de cada questão relativa a atividade dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6.

Tabela 3: Respostas no Roteiro sobre o experimento Lata Mágica.

Questões - Roteiro	G1	G2	G3	G4	G5	G6
2) (3,0)	2,0	C	C	C	C	C
3) (3,0)	2,0	C	2,5	C	C	2,5
4) (2,0)	X	C	C	C	C	C
5) (2,0)	X	C	C	C	C	C

No roteiro do experimento Lata Mágica, no item 2, deveriam descrever o que acontecia com a lata ao ser arremessada suavemente numa superfície horizontal. Todos os grupos responderam satisfatoriamente que a lata percorre certa distância e depois volta. O grupo G1 não se expressou adequadamente e teve um desconto na atividade.

No item 3 os alunos deveriam responder fisicamente o que acontecia com a lata. Os grupos G2, G4 e G5 responderam de maneira correta a conversão de energia cinética em energia potencial elástica. Já os grupos G1, G3 e G6 tiveram dificuldades em expressar essa relação.

No item 4 os alunos deveriam responder: *Qual a conversão de energia que ocorre com a lata quando se move para frente (ao lançar a lata)?* Todos os grupos responderam que a conversão de energia é cinética para potencial elástica com exceção do grupo G1 que errou a questão.

E no item 5 a pergunta era o que acontecia de maneira contrária, ou seja, na volta da lata. A resposta é a conversão de energia potencial elástica em energia cinética. Todos os grupos acertaram com exceção, novamente, do grupo G1.

IV.4. Escorregador de Réguas

A Figura 5 mostra os alunos trabalhando no experimento chamado Escorregador de Réguas. Consistia num trilho de réguas com altura variável em que uma esfera era solta e encontrava um copo plástico com uma abertura lateral.

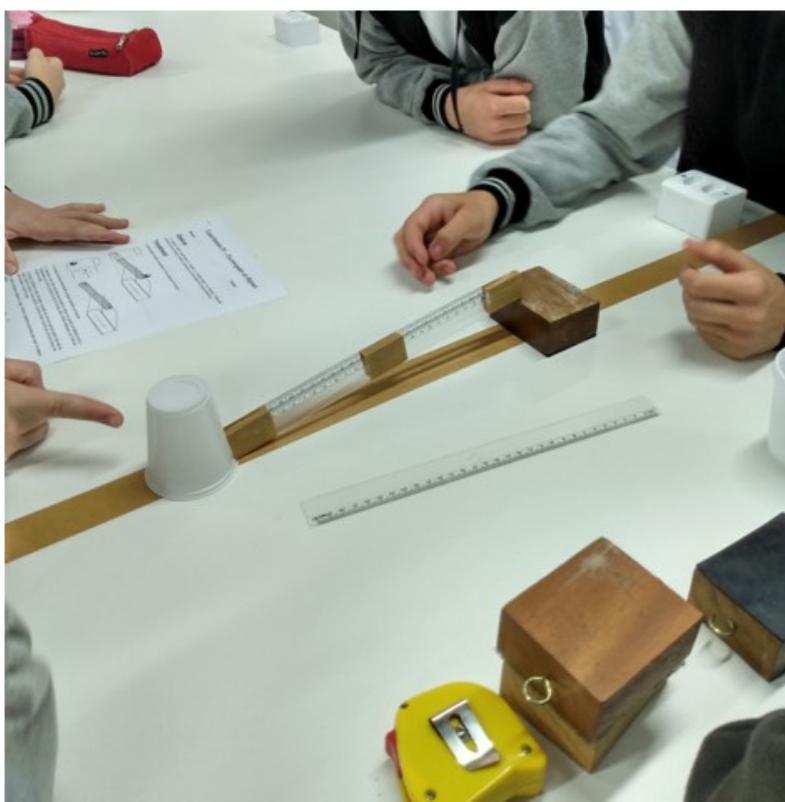


Figura 5: Alunos trabalhando com o Escorregador de Réguas
Fonte: o autor (2019)

Os grupos deveriam anotar a distância percorrida pelo copo usando diferentes suportes, aumentando a inclinação da régua em diferentes alturas. As impressões percebidas pelos alunos também deveriam ser anotadas, acompanhadas de algumas questões conceituais que constavam no roteiro de atividades.

Houve interação dos componentes do grupo na realização das atividades e todos puderam contribuir para responderem as questões propostas no roteiro sugerido.

A tabela 4 abaixo mostra as respostas da atividade do experimento chamado Escorregador de Réguas e o valor de cada questão relativa a atividade dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6.

Tabela 4: Respostas no Roteiro sobre o experimento Escorregador de Régua

Questões - Roteiro	G1	G2	G3	G4	G5	G6
5) (1,0)	C	C	C	C	C	C
6) (3,0)	C	C	C	C	C	C
7) (3,0)	C	C	C	C	2,0	2,5
8) (1,0)	X	C	C	C	C	C
9) (1,0)	C	C	C	C	C	C
10) (1,0)	X	C	C	X	C	C

No roteiro do experimento Escorregador de Régua os itens de 1 a 4 eram procedimentos que os alunos dos grupos deveriam adotar para realizar o experimento. No item 5 foi solicitado que os alunos abandonassem uma esfera ou bolinha do topo do trilho de régua e anotassem a distância percorrida pelo copo com a colisão com a bolinha. Todos os grupos realizaram a atividade com êxito.

No item 6 os alunos deveriam preencher uma tabela e anotar a posição de abandono da bolinha e a distância percorrida pelo copo. Todos os grupos realizaram a atividade. Porém, no item 7, os alunos deveriam explicar com suas palavras o que estava ocorrendo. Os grupos G5 e G6 tiveram dificuldades em expressar o ocorrido. Os demais grupos acertaram a questão.

Baseado no conhecimento dos alunos e no experimento Escorregador de Régua, no item 8 foi perguntado qual a grandeza que depende a energia potencial gravitacional. A resposta esperada era a altura do corpo em relação a um determinado referencial ou nível de referência. Todos os grupos acertaram este item com exceção do grupo G1. Nos itens 9 e 10 os alunos deviam reconhecer qual conversão de energia ocorria no experimento. A resposta esperada era energia potencial gravitacional em energia cinética. Todos os grupos acertaram essa questão. E no item 10 os alunos deveriam reconhecer qual lei de conservação estava sendo aplicada no experimento. Os grupos G1 e G4 não conseguiram reconhecer que era aplicação da Conservação da Energia Mecânica, tema da oficina didática. Os demais grupos identificaram corretamente a lei de conservação e acertaram a questão.

IV.5. Braquistócrona

Denomina-se braquistócrona a trajetória de uma partícula com velocidade inicial nula que se desloca entre dois pontos no menor intervalo de tempo. A Figura 6 mostra um grupo de alunos trabalhando no experimento citado.

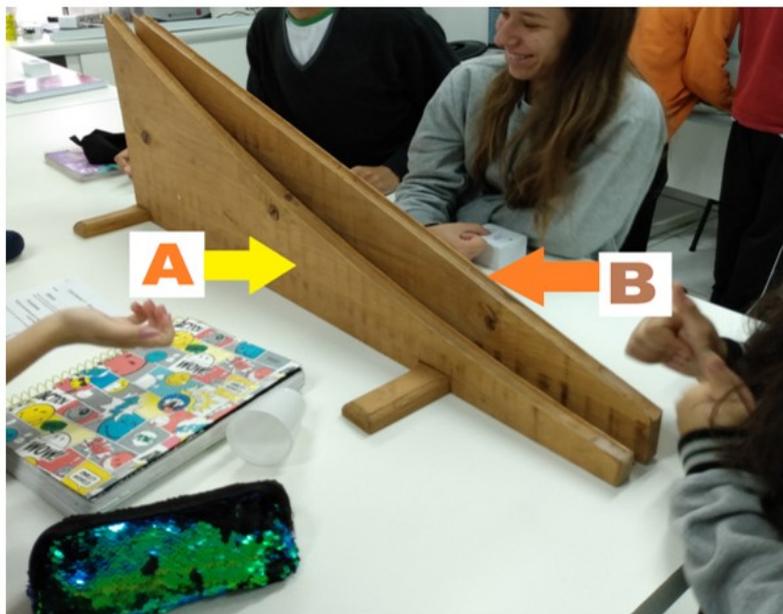


Figura 6: Alunos trabalhando com a Braquistócrona
Fonte: o autor (2019)

Neste experimento os alunos foram desafiados com a seguinte questão: *Abandonando duas esferas de massas iguais do mesmo ponto e ao mesmo tempo, qual delas chega primeiro a base da rampa?*

Para tanto, os grupos precisariam aplicar a lei da Conservação da Energia Mecânica nas diferentes trajetórias. Na atividade haviam duas esferas de mesma massa que deveriam ser abandonadas (velocidade inicial zero) na parte superior da rampa, uma na trajetória curvilínea (figura 6 A) e a outra na trajetória retilínea (figura 6 B). Com base no observado os alunos deveriam responder as questões conceituais presentes no roteiro de atividades. Esta atividade surpreendeu pelo interesse dos alunos e pela quantidade de conceitos físicos presentes no experimento.

A tabela 5 abaixo mostra as respostas da atividade do experimento chamado Braquistócrona e o valor de cada questão relativa a atividade dos grupos.

Tabela 5: Respostas no Roteiro sobre o experimento Braquistócrona

Questões - Roteiro	G1	G2	G3	G4	G5	G6
3) (1,0)	C	C	C	C	C	C
4) (1,0)	C	C	C	C	C	C
5) (1,0)	X	C	C	X	C	C
6) (1,0)	C	X	C	C	C	C
7) (1,0)	C	C	C	C	C	C
8) (2,0)	C	C	C	C	C	C
9) (1,0)	X	X	C	X	X	C
10) (1,0)	C	X	C	C	C	C
11) (1,0)	X	X	C	C	C	C

O experimento da Braquistócrona, em termos conceituais mostrou-se proveitoso para a aprendizagem dos estudantes. No item 3 do roteiro a pergunta referia-se a qual das esferas abandonadas do topo das rampas chegaria primeiro. Todos os grupos visualizaram e responderam que a esfera 2 (trajetória curvilínea, figura 6 A) chegaria primeiro a base da rampa.

O item 4 perguntava *Qual forma de energia as esferas 1 e 2 possuem no topo da rampa?* Todos os grupos responderam corretamente que no topo da rampa há energia potencial gravitacional. Ainda com relação a esta energia, foi perguntado no item 5 qual das esferas (1 e 2) possuíam maior energia. A resposta esperada era a mesma energia potencial gravitacional, pois estavam na mesma altura e possuíam a mesma massa. Porém, os grupos G1 e G4 erraram esta questão.

No item 6 perguntava-se sobre a energia cinética das esferas no topo da rampa. Deve-se lembrar que elas foram abandonadas a partir do repouso, e portanto, não possuíam energia cinética neste ponto. Todos os grupos acertaram a questão com exceção do grupo G2.

Os itens 7 e 8 tinham como ponto de investigação a velocidade da esfera ao descer as duas rampas. Foi perguntado para os alunos: *Observando o experimento descrito, qual esfera cai com maior velocidade?* A resposta é a esfera 2 (trajetória curvilínea, figura 6 A), ou seja, ela inicia o movimento com maior velocidade. Todos os grupos acertaram. No item 8 perguntou-se: *Baseado na resposta obtida no item 7, porque a esfera 2 chega primeiro a base da rampa?* A resposta esperada era devido a conversão mais rápida da energia potencial gravitacional em energia cinética. Também observamos que, usando o linguajar do senso comum, todos os grupos acertaram a questão.

Tanto a questão 7 quanto a 8 focaram nos instantes iniciais do movimento, já o item 9 enfatizou a velocidade no final da trajetória. A pergunta foi a seguinte: *Qual das esferas possui maior velocidade ao chegar na base da rampa?* O interessante dessa questão é que a esfera na trajetória curvilínea (figura 6 A) chega primeiro a base, no entanto, a resposta aqui deveria ser baseada na Lei da Conservação da Energia Mecânica, isto é, mesmo com a esfera na trajetória retilínea (figura 6 B) chegando por último, ambas chegam com a mesma velocidade na base, mas em tempos diferentes. Este fato não foi percebido por todos os grupos, apenas os G3 e G6 acertaram a questão. Os demais grupos concluíram, erroneamente, que a primeira a chegar teria maior velocidade, mostrando que a observação empírica induziu ao erro. Esta particularidade da Braquistócrona provoca confusão justamente por ser contra intuitiva, fato visto neste trabalho como algo empolgante e interessante, evidenciando a necessidade de orientar o pensamento discente na direção teoria e prática.

Por fim, nos itens 10 e 11 foi trocada a esfera 2 (rampa curvilínea) por uma esfera de massa menor, ou seja, a esfera 1 (rampa retilínea) era mais pesada que a esfera 2 (rampa curvilínea). A pergunta feita foi a seguinte: *Alterando a massa da esfera 2, qual das esferas chega primeiro a base da rampa?* Os grupos, com base na observação, responderam esfera 2 e acertaram a questão, com exceção do grupo G2. Por último, o item 11 tinha a seguinte pergunta: *Considerando a alteração na massa da esfera 2, qual das esferas possui maior energia potencial gravitacional no topo da rampa?* Os grupos G1 e G2 não acertaram esta questão, diferente dos demais grupos que responderam corretamente que a esfera de maior massa (esfera 1) possui maior energia potencial gravitacional no topo da rampa.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação aos princípios rogerianos não se desenvolveu nenhum método específico de ensino, porém, se fez uso da tríade rogeriana que envolve empatia, profundo respeito e principalmente autenticidade. Esses valores partem do professor em relação ao aluno e foi observado na postura e na aplicação da oficina didática por parte do docente.

Aliado a tríade rogeriana há a teoria vygotskyana, em que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo se dá através da interação social, mediada por instrumentos e signos. As atividades propostas exploraram o trabalho em grupo, a interatividade entre os indivíduos (aluno aluno) entre professor aluno, entre aluno tecnologia e entre aluno saber científico (EVANGELISTA *et al*, 2019). Além disso, ficou evidente que as atividades tiveram caráter motivacional, visto que a maior parte dos alunos estavam engajados na realização das atividades experimentais.

Como possível resposta a questão levantada: *De que modo a tríade rogeriana e o sociointeracionismo podem contribuir para a aprendizagem dos conceitos relacionados à Energia Mecânica e sua Conservação a partir das práticas experimentais com materiais de baixo custo?* Os roteiros trabalhados sugerem que houve considerável reelaboração conceitual por boa parte dos alunos e que a prática experimental de baixo custo contribuiu para o aprendizado do público-alvo. Observou-se ainda que as atividades manipulativas com certa ludicidade ajudaram no ensino dos conceitos abstratos da Conservação da Energia Mecânica, além de tornar o contexto real da sala de aula mais descontraído e prazeroso.

Como trabalhos futuros, sugere-se que sejam analisadas em profundidade as cinco interações percebidas no processo a partir do aluno, bem como as percepções isoladas dos alunos no processo de aprendizagem que envolve trabalhos em grupo. Seria proveitoso se houvessem pesquisas voltadas a entender como driblar o fato dos professores não terem tempo hábil para desenvolverem atividades no laboratório e apresentar situações de aplicação, fato que repercutiria em uma formação do saber mais construtiva e clara para os discentes, favorecendo na redução do analfabetismo científico e tecnológico.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de ensino de física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <<https://scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>> . Acesso em: 17 nov. 2019.
- EVANGELISTA, Lombardo Evangelista; DE OLIVEIRA, Lincoln Moura ; DE SOUZA, Michele Moreira ; PEREIRA, Larissa Mariany Freiberger & ARAGÃO, Francisco Aldinei Pereira. O Ensino de Física e Matemática sob a Ótica da Neuroeducação. *Revista do Professor de Física*, v. 3, n. 2, p. 80-92, 24 ago. 2019.
- FONTGALLAND, Rebeca Cavalcante; MOREIRA, Virginia. *Da empatia à compreensão empática: evolução do conceito no pensamento de Carl Rogers*. Memorandum: Memória e História em Psicologia, v. 23, p. 32-56, 2012.
- FREITAS, Wesley Ricardo de Souza; JABBOUR, Charbel José Chiappetta. O Estudo de Caso (s) como Estratégia de Pesquisa Qualitativa: fundamentos, roteiros de aplicação e pressupos-

tos de excelência. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos: UFSCAR, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_122_790_15342.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. *Freire e Vygotsky: um diálogo com pesquisas e sua contribuição na Educação em Ciências*. *Proposições*, v. 21, n. 1, p. 129-148, 2010.

MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem*. 2.ed. São Paulo: E.P.U. 2011. 242p.

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, 2009.

PINHEIRO, Marlene Nogueira; BATISTA, Eraldo Carlos. O aluno no centro da aprendizagem: uma discussão a partir de Carl Rogers. *Revista Psicologia & Saberes*, v. 7, n. 8, p. 70-85, 2018.

SILVA, José Carlos Xavier; LEAL, Carlos Eduardo dos Santos. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas de rede pública de ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v.39n1/1806-1117-rbef-39-01-e1401.pdf>> . Acesso em: 20 jun. 2019.
