

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

The influence of experimentation for the improvement of the teaching and learning of Physics: reports of experiences in integrated technical courses

Dante Alighieri Alves de Mello¹

Fernanda Timóteo²

Carlos Henrique Duarte Batista³

Ryan Luka da Silva Borges⁴

Monnye Ribeiro Gomide⁵

¹ Doutor em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Brasil. Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Brasil. E-mail: dante.mello@ifms.edu.br.

² Mestra em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Brasil. Doutoranda em Química na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Brasil. Técnica de Laboratório no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Brasil. E-mail: fernanda.timoteo@ifms.edu.br.

³ Acadêmico do Curso Técnico Integrado em Mecânica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Brasil. E-mail: cduartebatista@gmail.com.

⁴ Acadêmico do Curso Técnico Integrado em Mecânica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Brasil. E-mail: ryanluka1@gmail.com.

⁵ Acadêmico do Curso Técnico Integrado em Mecânica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Brasil. E-mail: moongomide@gmail.com.

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

Resumo: É consensual entre os pesquisadores e professores brasileiros que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem de Física, especialmente quando essa disciplina é trabalhada com maior enfoque matemático. Buscando investigar as causas deste problema e melhorar a aprendizagem desta Ciência tão importante, pesquisas vêm sendo realizadas com foco em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), metodologias diferenciadas, aulas experimentais, dentre outras. A Educação Profissional e Tecnológica, em especial, é uma das modalidades de educação que mais necessita que os estudantes tenham boa base em Matemática, Física e Química. Com o intuito de identificar em quais condições as aulas experimentais favorecem os processos colaborativos de aprendizagem dos estudantes de Cursos Técnicos Integrados de uma Instituição Federal de Ensino, buscamos neste projeto levar às aulas de Física uma abordagem com enfoque na aprendizagem de conceitos científicos por meio de atividades utilizando os kits experimentais de Física disponíveis na instituição. De modo geral, observamos que a prática experimental facilita a identificação de maneira mais individualizada dos conceitos espontâneos dos discentes, de modo que o uso de equipamentos como o multímetro se torna uma rica oportunidade para o professor atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal dos aprendizes.

Palavras-chave: Física; Experimentos de Física; Ensino de Física; Aula experimental; Zona de Desenvolvimento Proximal

Abstract: It is consensual among Brazilian researchers and professors that most of the students present difficulties in learning Physics, especially when this discipline is worked with greater mathematical focus. In order to investigate the causes of this problem and improve the learning of this important Science, researches has been carried out focusing on Information and Communication Technologies (ICT), differentiated methodologies, experimental classes, among others. Professional and Technological Education, in particular, is one of the education modalities that most need students to have a good basis in Mathematics, Physics and Chemistry. In order to identify in which conditions the experimental classes favor the collaborative learning processes of the students of Integrated Technical Courses of a Federal Teaching Institution, we seek in this project to take to the classes of Physics an approach with focus in the learning of scientific concepts by means of using the experimental physics kits available at the institution. In general, we observe that the experimental practice facilitates a more individualized identification of students' spontaneous concepts, so that the use of equipment such as the multimeter becomes a rich opportunity for the teacher to work in the Proximal Development Zone of the apprentices.

Keywords: Physics; Physics experiments; Physics teaching; Experimental class; Proximal Development Zone

1 Introdução

Em artigo recente, publicado na edição 239 da Revista Educação, foi relatado o problema da escassez de laboratórios de Física, Química e Biologia das escolas brasileiras (CASTRO, 2017). Segundo essa publicação, cerca de 27 milhões de estudantes, o equivalente a 70% dos estudantes do ensino básico, estudam em escolas públicas e privadas desprovidas de laboratório.

As atividades experimentais são tidas como molas propulsoras para a aprendizagem em física por diferentes razões. As principais são: Importância da apropriação conceitual dos fenômenos; Motivação para aprender física; Compreensão da física enquanto ciência contextualizada e relacionada às demais disciplinas; Desenvolvimento de habilidades para operação de equipamentos; Potencial do material concreto para a construção dos saberes; Possibilidade da interação social entre professores e alunos e entre os próprios alunos. (CASTRO, 2017).

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

Como apontado por Vilaça (2012), o laboratório didático possibilita ampla interação social, pela qual os estudantes são levados ao diálogo e ao convívio em grupo, formando indivíduos capazes de interagir com a sociedade de forma ativa. Gaspar e Monteiro (2005) e Matos e Valadares (2001) citam o caráter motivacional que a atividade experimental pode proporcionar, uma vez que possibilita uma interação direta entre a disciplina de Física e os estudantes. Assim, “[...]o estudante pode fazer suas inferências sobre determinado tema, pode interagir com as variáveis que definem a teoria, o trabalho experimental é um ‘banco de prova’ que permite ao aluno avaliar o seu conhecimento, suas ideias e os modelos científicos.” (VILAÇA, 2012).

Mesmo sabendo que a maioria das escolas brasileiras não dispõem de kits experimentais e laboratórios para a realização dessas práticas, nem sempre esses equipamentos são utilizados com frequência pelos professores e estudantes. Além disso, são poucas as publicações encontradas na literatura que relatam a utilização de kits experimentais específicos adquiridos de determinadas empresas, ainda que existam diversos relatos interessantes de experimentos de baixo custo, que podem ser realizados desde o nível fundamental até o nível superior.

Diante desse cenário, constituímos um grupo de pesquisa no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), Campus Campo Grande, formado por estudantes, técnicos de laboratório e professores com o objetivo de fomentar a realização de atividades experimentais de Física em sala de aula.

A proposta consistiu em investigar a dinâmica das aulas práticas realizadas com os equipamentos de laboratório para identificarmos em quais condições as aulas experimentais favorecem os processos colaborativos de aprendizagem dos estudantes de Cursos Técnicos Integrados, mais especificamente de Mecânica e Eletrotécnica. Assim, três estudantes bolsistas do projeto tiveram acesso semanal ao laboratório e aos kits experimentais de Física da instituição, permitindo a estes a oportunidade do “fazer científico” com a presença do(a) técnico(a) de laboratório, mas sem necessariamente ter a presença simultânea do professor. Os bolsistas são estudantes do quinto período do Curso Técnico Integrado em Mecânica, do IFMS - Campus Campo Grande.

2 Referencial Teórico-Methodológico

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

As metodologias de aplicação das oficinas propostas neste projeto foram embasadas na teoria de Vygotsky (1987; 1991), um teórico para o qual a aprendizagem e o desenvolvimento do ser humano são influenciados pelo seu contexto sociocultural. As análises dos resultados obtidos também foram realizadas com base nesse referencial.

Vygotsky (1987) destacou que a escola pode promover o desenvolvimento mental e a construção de conceitos científicos nos estudantes. Por esse motivo, é fundamental que o professor saiba como acontece o processo de aquisição do conhecimento pelo aprendiz. A explicação para a forma a partir das quais as pessoas aprendem não é consensual, pois diversas teorias de aprendizagem buscam elucidar os processos subjetivos de apreender a realidade, bem como estratégias de interação que favoreçam esse processo.

Vygotsky (1987) observou que a colaboração dos estudantes entre si ou entre eles e o professor é essencial para o desenvolvimento de habilidades e estratégias fundamentais na solução de problemas. Mas, para potencializar a aprendizagem, ressaltou que devemos atuar na chamada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do estudante. Durante as aulas de laboratório os estudantes que ministraram as práticas buscaram interagir com os estudantes da turma para identificar se os conceitos estavam sendo trabalhados na ZDP dos mesmos.

Para explicar o conceito de ZDP, Vygotsky (1991) definiu dois níveis de desenvolvimento humanos: o Nível de Desenvolvimento Real (NDR), que corresponde às funções psíquicas já desenvolvidas e que, em seu tempo, era costumeiramente medido por testes individuais sem cooperação; e o Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP), determinado pela solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com colegas que já desenvolveram tais habilidades.

A ZDP é um nível de desenvolvimento intermediário, no qual o estudante consegue resolver determinados problemas por meio da mediação de outra pessoa. Futuramente, uma vez que os conceitos associados à resolução desse problema sejam internalizados pelo aprendiz, ele conseguirá resolver esse problema independentemente de auxílio. Nesse caso, aconteceu um aumento no nível de desenvolvimento real do aprendiz, o que, para Vygotsky (1991), evidencia que a aprendizagem pode preceder e alavancar o desenvolvimento.

Portanto, para a realização deste projeto foi essencial trabalhar os conceitos básicos desta teoria com os integrantes do grupo de pesquisa. Desta forma, os membros do grupo foram orientados a buscar sempre interagir com os estudantes, de modo a atuar na ZDP

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

dos discentes, em especial por meio da identificação dos conceitos espontâneos e científicos dos alunos, a partir das falas e gestos dos mesmos, além do estabelecimento de sequências de interação que demonstrassem a evolução conceitual dos integrantes das turmas investigadas.

3 Procedimentos Metodológicos

De modo geral, este projeto pode ser subdividido em quatro etapas: (1) seleção de experimentos no laboratório pelos estudantes bolsistas; (2) “teste piloto”, com aplicação em uma turma do experimento da “difração da luz branca”; (3) aplicação em duas turmas do experimento da “Lei de Ohm”; (4) análises dos resultados obtidos.

Por se tratar de um projeto desenvolvido por três estudantes bolsistas, na primeira etapa estes identificaram dentre os experimentos disponíveis no laboratório quais acreditavam que chamariam a atenção da turma, no sentido dos estudantes acharem a experiência interessante, e quais poderiam contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos. Os experimentos testados foram “Bombas e Sifões”, “Transformação de energia mecânica em energia térmica”, “Refração da luz em prismas”, “Energias renováveis” (produção de energia elétrica a partir da energia solar) e “Primeira Lei de Ohm”, os quais foram adquiridos no formato de “kits” da empresa Phywe® (PHYWE, 2019). Os experimentos foram executados com o apoio do software Intertess® (versão 13.12), também fornecido junto com o kit da Phywe®, que se encontra instalado no computador do laboratório compartilhado de Biologia e Física. As atividades práticas escolhidas para teste foram avaliadas pelos bolsistas de acordo com seu nível de dificuldade de montagem, bem como conceitos prévios necessários para o desenvolvimento da mesma, visto que estes deveriam enquadrar-se na zona proximal dos alunos que participam da aula prática experimental.

O Intertess® apresenta a descrição detalhada da atividade a ser realizada em cada um dos experimentos, iniciando com o material necessário, detalhes de montagem e execução, um espaço para o estudante digitar os resultados, bem como questões avaliativas relacionadas à experiência realizada. Por este motivo, os estudantes bolsistas foram solicitados pelo orientador a executarem os experimentos de seu interesse seguindo o roteiro proposto pelo fabricante. Nos casos de dúvidas e na correção das questões da avaliação, houve a ação direta do orientador, pois acreditamos que desta maneira os

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

estudantes poderiam desenvolver o “fazer científico”, mas proporcionando também a possibilidade de avaliarmos os conceitos espontâneos e científicos que já possuíam.

Os experimentos foram selecionados em conjunto com o professor responsável pela disciplina de Física da turma na qual a aula prática seria realizada. A aula experimental iniciou com a entrega dos roteiros experimentais aos alunos juntamente com o kit de materiais, em seguida os estudantes foram incentivados a desenvolver as atividades sozinhos e, caso surgisse alguma dúvida, poderiam solicitar orientação aos bolsistas e/ou ao professor regente.

A fase piloto foi realizada com o objetivo de os estudantes bolsistas se familiarizarem com a prática de oficinas experimentais em sala de aula. Assim, poderíamos identificar as possíveis dificuldades do grupo de pesquisa nesse tipo de atividade, que envolve diversos aspectos como: filmar a aula, supervisionar a efetiva realização do experimento proposto, interagir com os estudantes e ainda buscar favorecer processos colaborativos de aprendizagem com base nos conceitos da teoria de Vygotsky.

Nas aulas experimentais a respeito da “Lei de Ohm”, que foram realizadas após o teste piloto, a avaliação da aprendizagem dos estudantes participantes foi feita de duas formas: a primeira consistiu na correção das questões contidas no roteiro experimental, às quais foram atribuídas notas referentes à resolução dos estudantes de acordo com um total de sete questões discursivas (avaliação), duas tabelas e dois gráficos (resultados experimentais das medidas de corrente e tensão elétricas). Assim, avaliamos um total de onze itens, com cada um valendo dois pontos. As respostas foram classificadas em incorreta (zero pontos), parcialmente correta (um ponto) e correta (dois pontos). Posteriormente foram analisadas por bancada devido às particularidades de cada grupo.

Por meio dos diálogos registrados em vídeo nas aulas práticas, buscamos identificar a evolução dos conceitos e aprendizagem dos alunos participantes. A comunicação entre os estudantes é um importante indicador da compreensão desses a respeito dos conceitos envolvidos na atividade proposta, bem como possibilita identificar seus níveis de interesse no aprendizado por meio da prática desenvolvida.

A análise das interações em sala de aula foi embasada nas classes de abordagem comunicativa propostas por Mortimer e Scott (2002). Para estes autores, os padrões de interação entre os estudantes e o professor ou ainda dos estudantes entre si podem acontecer em quatro classes de abordagem comunicativa, que detalharemos a seguir:

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

- a) O discurso **interativo/dialógico** - aquele em que os autores exploram as ideias, formulam perguntas e expõem diferentes pontos de vista. O discurso é interativo quando há a participação de mais de uma pessoa e na dimensão dialógica a “voz” do outro é ouvida, ou seja, o ponto de vista do interlocutor é considerado.
- b) Em outro extremo, o discurso pode ser do tipo **não-interativo/de autoridade**. Neste caso, o professor ou o estudante apresenta um ponto de vista específico e não há o desenvolvimento de uma interação entre estes.
- c) A abordagem comunicativa também pode se dar por meio do discurso **não-interativo/dialógico**. Neste caso o professor (ou estudante) reconsidera, na sua fala, os diversos pontos de vista do outro.
- d) Por fim, o discurso **interativo/de autoridade** é aquele no qual o professor (ou estudante) conduz os demais por meio de uma sequência de perguntas e respostas para chegar a um ponto de vista específico.

Esta metodologia, que nos auxilia a identificar os padrões estabelecidos no discurso da aula de Ciências, oferece um grande potencial ao professor ao identificar em quais abordagens os mecanismos de internalização são favorecidos.

Neste sentido, procuramos neste trabalho identificar também os padrões de interação durante as aulas. Conforme Duarte e Rezende (2008), os mais comuns são as tríades I-R-F (iniciação do professor, resposta do estudante, *feedback* do professor) e também as cadeias de turnos não-triádicas, como o padrão I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F... em que P representa uma ação que permite o prosseguimento da fala do estudante e F o *feedback* que permite ao estudante uma maior elaboração de sua fala.

4 Resultados e Interpretação

4.1 Seleção dos experimentos

4.1.1 Bombas e sifões

O experimento “Bombas e Sifões”, que é uma prática de hidrostática, consistiu-se na montagem de uma bomba seguida da construção de um sifão, como mostra a Figura 1.



Figura 1. Experimento de Bombas e Sifões.

Fonte: Software Intertess®.

Este aparato trabalha com a pressão da água, no qual uma bolinha de borracha foi colocada no tubo de vidro do kit, e com a pressão da água ela subia em direção a outra borracha laranja que fechava o tubo onde se encontrava.

4.1.2 Transformação de Energia Mecânica em Energia Térmica

A transformação de energia, um dos conceitos mais importantes no ensino de Física, tem um aspecto interessante neste experimento, que é justamente relacionar diversos conceitos em uma mesma atividade, o que indica sua versatilidade e aplicação prática ao trabalhar a conversão da energia mecânica em energia térmica. O desenvolvimento da atividade proposta consistiu primeiramente em colocar bolinhas de chumbo em um tubo, que possuía suas extremidades fechadas por duas rolhas, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Experimento de transformação de Energia Mecânica em Energia Térmica.

Fonte: Software Intertess[®].

Na sequência, medimos a temperatura inicial das esferas de chumbo, colocando o termômetro dentro de uma rolha furada, obtendo-se o valor de 23°C. Em seguida, o tubo contendo as esferas de chumbo foi girado em 180° em torno de cem vezes e através deste movimento a energia mecânica das esferas foi convertida em energia térmica. Ao final desta etapa mediu-se novamente a temperatura e observou-se a elevação de 1°C em comparação com a temperatura inicial.

4.1.3 Refração da luz em prismas

O estudo dos fenômenos de reflexão, refração e difração da luz é parte do tópico “óptica”, estudado na disciplina de Física. A aposta na escolha deste experimento foi chamar a atenção dos alunos através da visualização da difração da luz branca em diferentes cores, como mostra a Figura 3:

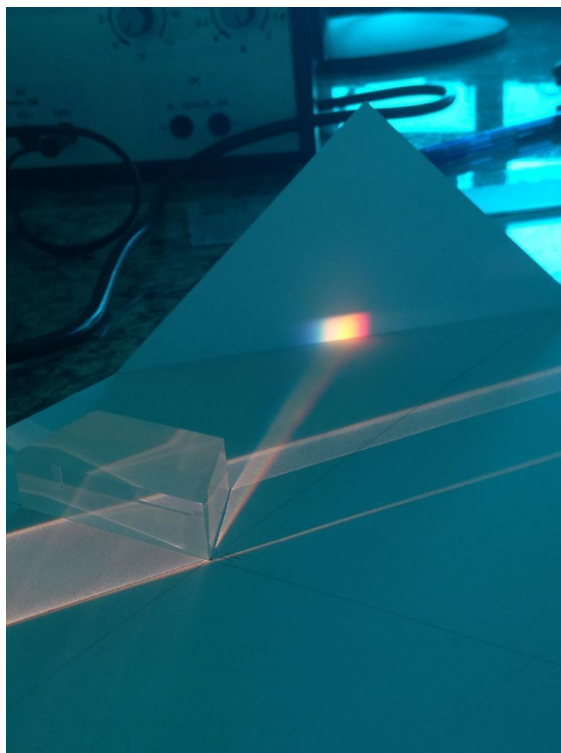


Figura 3. Experimento da dispersão da luz branca através de um prisma.

Fonte: os autores.

Por meio do roteiro experimental do Intertess[®] realizamos inicialmente uma prática de refração da luz branca e, posteriormente, executamos um segundo procedimento para análise da dispersão de cores no prisma. A montagem desta atividade utiliza como materiais uma fonte de luz branca, um prisma e uma folha sulfite utilizada como um anteparo para melhor visualização do fenômeno de difração da luz, que acontece devido à diferença entre os índices de refração dos materiais atravessados pelo feixe, neste caso o ar e o material que constitui o prisma.

O experimento em questão permite abordar a primeira Lei da Refração, a Lei de Snell-Descartes, reflexão, velocidade, comprimento e frequência de onda, sendo interessante para compreender fenômenos que ocorrem no dia a dia, como o arco-íris (os raios solares, ao entrarem na atmosfera e colidirem com pequenas gotículas de água, geradas normalmente depois da chuva, sofrem dispersão da luz branca, se separando em sete cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta).

4.1.4 Experimentos de Energias Renováveis

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

Realizamos também um experimento a respeito de energias renováveis. A primeira e a segunda parte da experiência foram montadas ligando uma lâmpada de halogênio com refletor em uma fonte de alimentação. Em seguida, por meio da incidência de luz sobre a placa solar, observamos alterações na tensão do multímetro, que forneceu o valor de 2,04 V. Após desligar a fonte de luz o multímetro indicou uma redução gradativa na tensão elétrica.

Na terceira parte do experimento a lâmpada de LED (sigla para diodo emissor de luz) foi acesa por meio da incidência da luz do refletor sobre uma célula solar, como mostra a Figura 4.

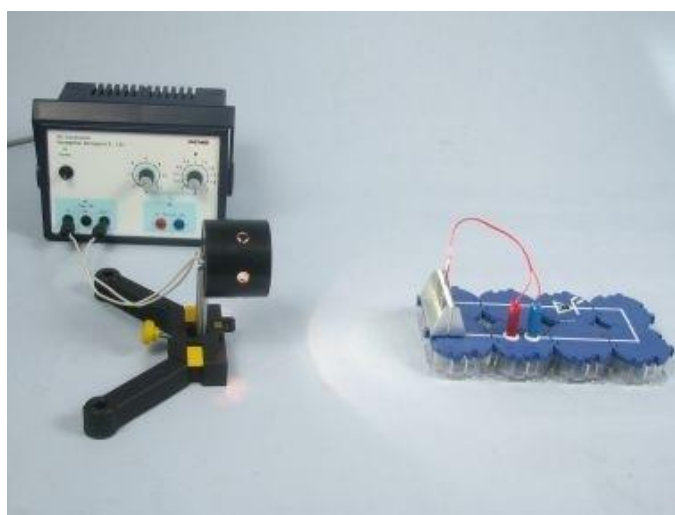


Figura 4. Experimento Acendendo um LED utilizando Energia Solar

Fonte: Software Intertess®.

Por fim, duas células solares foram fixadas em um suporte e em seguida ligamos a lâmpada de halogênio com refletor, que incidiu uma luz sobre as duas células, tendo como valor final 1 V.

É interessante notar que anteriormente os estudantes bolsistas não tiveram contato com os conhecimentos científicos a respeito de energias renováveis e seus instrumentos, mas por meio de seus conhecimentos espontâneos e das instruções do roteiro experimental conseguiram desenvolver o experimento. Com isso, aprenderam a utilizar o Multímetro com o objetivo de obter a tensão elétrica produzida pela incidência da luz da lâmpada de halogênio nas células solares.

E este assunto está sendo utilizado por eles nas aulas de Fundamentos da Eletrotécnica (uma matéria Técnica do curso de Mecânica), ou seja, por meio desses

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

experimentos aprenderam a manusear equipamentos e entender como funciona a obtenção de energia por meio da luz antes mesmo de estudarem estes conteúdos específicos em sala de aula.

Outro experimento feito em laboratório envolvia a conversão de energia luminosa em movimento (energia cinética) também por meio de uma célula solar. Tal experimento consistia na utilização da energia captada pela célula para causar um movimento circular em um motor elétrico acoplado a um disco de duas cores, sendo que a velocidade resultante no disco depende das condições de incidência da luz (mais próxima ou mais longe, mais forte ou mais fraca). A luz provinha de uma lâmpada de 12V que era energizada por uma fonte de tensão controlada. A Figura 5 mostra o esquema de montagem deste experimento.

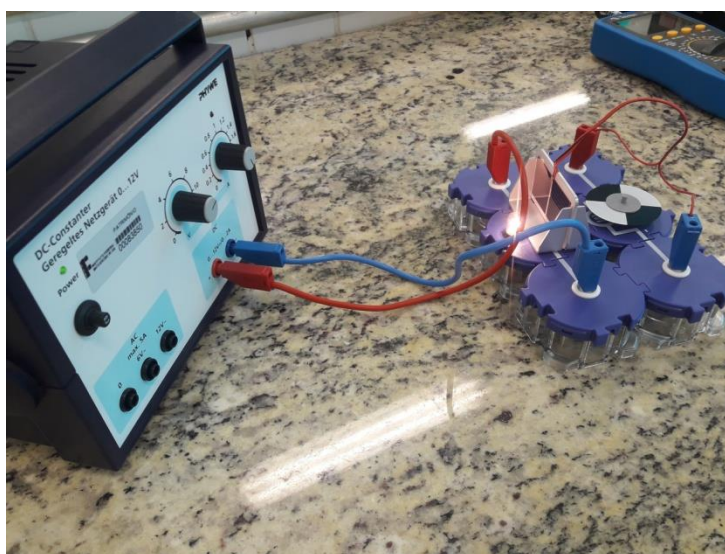


Figura 5. Experimento da Conversão da luz em movimento com uma célula Solar.

Fonte: os autores.

4.1.5 Primeira Lei de Ohm

Como conclusão da primeira etapa do projeto, executamos o experimento a respeito da “Lei de Ohm”, no qual montamos um circuito usando os módulos de resistores de 50 e 100 Ohm, como mostra a figura 6.

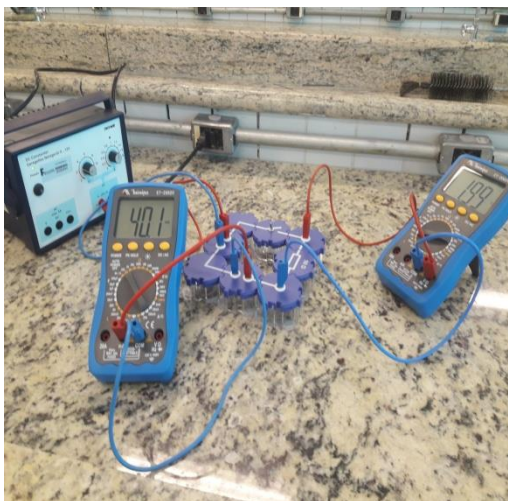


Figura 6. Experimento da Lei de Ohm.

Fonte: os autores.

Ao ligar a fonte de alimentação, dois multímetros foram conectados, um em paralelo com função de medir a tensão e o outro em série, medindo a corrente. Os resultados foram anotados em uma tabela e posteriormente utilizados na construção de um gráfico, no qual foi possível visualizar a proporcionalidade entre a tensão e corrente. Na etapa seguinte a montagem do experimento foi modificada: colocamos uma lâmpada de filamento no lugar do módulo de 100 Ohm, e por meio da tabela e do gráfico referente a essa parte foi notória a influência da lâmpada de filamento no circuito. A adição desse elemento ocasionou alterações na relação entre tensão e corrente, tornando-a desproporcional e a resistência inconstante, esses efeitos foram ocasionados pelo aumento de temperatura concedidos pela lâmpada de filamento.

Dentre os experimentos pré-selecionados, mostrados anteriormente, escolhemos trabalhar em sala de aula com os experimentos da “difração da luz branca” e da “Lei de Ohm”, uma vez que foram as práticas mais solicitadas pelos professores regentes participantes da pesquisa, ao menos nesta fase inicial das primeiras aplicações.

4.2 Aplicação dos experimentos

4.2.1 Teste Piloto - Difração da Luz Branca

A pedido do professor regente, devido à quantidade de estudantes da turma, esta prática experimental foi realizada em sala de aula para uma turma do quinto semestre do Curso Técnico Integrado Informática, do Campus Campo Grande, do IFMS. Os

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

estudantes estavam realizando a disciplina de Física 4, que trata da “física ondulatória”: espelhos esféricos, espelhos planos, lentes, ondas sonoras, efeito Doppler, ondas estacionárias, prismas, fenômenos ondulatórios e ondas periódicas de modo geral.

No início da aula, os estudantes do projeto apresentaram-se aos alunos da turma de informática e explicaram a ideia central desta pesquisa, citando de forma rápida suas fundamentações e ressaltando a importância deste trabalho para o ensino e aprendizagem de Física. O roteiro experimental foi então entregue aos alunos, contendo: um questionário composto por questões discursivas, gráficos e tabelas que deveriam ser preenchidos pelos estudantes da turma de Informática.

A realização do experimento fora do laboratório de Biologia/Física comprometeu a atividade proposta devido à falta de infraestrutura do ambiente, visto que na sala de aula não havia bancadas, o que ocasionou certa desordem na aula. Outro ponto a ser ressaltado foi a falta tomadas 220V, que afetou o funcionamento da fonte do kit e o fez funcionar em uma potência menor, prejudicando assim a visualização do fenômeno de difração e reflexão da luz que ocorreria dentro do prisma. Estes fatores foram relevantes para o desenvolvimento da aula, influenciando muito na visibilidade esperada de todo o experimento, que deve apresentar a dispersão da luz em sete cores, ocorrendo ainda as refrações e reflexões dentro do prisma.

Com isso, alguns alunos não mantiveram um grande interesse, porque não era muito visível para eles. Enquanto isso, os demais prosseguiram com o experimento, todavia tiveram dificuldades em responder às questões, por causa da ineficiência apresentada pelo experimento.

Ao levarmos em conta que foi uma aula experimental piloto, os estudantes do projeto tiveram suas dificuldades naturais em ministrar uma aula pela primeira vez, o que também pode ter influenciado no desempenho dos estudantes.

Outras circunstâncias da aula podem ter sido relevantes para os resultados observados no experimento, em especial a condição dos estudantes bolsistas também serem alunos e colegas dos indivíduos que participaram da aula. Neste sentido, foi notória em muitos momentos uma percepção de que esta turma parecia não tratar os bolsistas do projeto com o mesmo tratamento de autoridade normalmente dirigido ao professor regente.

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

Os dados obtidos pelas respostas dos alunos foram desconsiderados, devido às soluções finais serem dadas ao final da aula por nós, logo os dados se tornaram inautênticos e não condizentes com os entendimentos adquiridos pelos acadêmicos. Além disso, a forma com que conduzimos a aula não foi congruente com os aspectos propostos pelo nosso projeto de pesquisa. Essa ação de fornecer as resoluções foi tomada porque não podíamos sair de sala sem esclarecer as questões que foram aplicadas, já que, por causa da ineficácia da aula, não foi possível desenvolver a compreensão dos estudantes ao decorrer do experimento, por consequência não teve como eles responderem adequadamente os exercícios propostos. Mesmo com esses problemas, tiramos proveito dessa aula piloto e a usamos para aperfeiçoar o nosso método didático.

A aplicação deste experimento na turma do quinto semestre de Informática chamou a atenção do professor responsável pela disciplina, visto que este não conhecia o material didático disponível e pôde, nesta oportunidade, identificar seu potencial de aplicação. Isto o conduziu semanas depois a procurar o professor coordenador deste projeto para uma execução de um novo experimento de ensino em outra turma pela qual era o responsável. Na ocasião, o professor regente solicitou a realização de um experimento a respeito da “Primeira Lei de Ohm”.

4.2.2 Primeira aplicação do experimento da "Primeira Lei de Ohm"

A primeira aula na qual foi executado o experimento da “Lei de Ohm” aconteceu no laboratório para uma turma do quinto semestre do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do Campus Campo Grande do IFMS, período vespertino, sendo que o próprio professor orientador do projeto era o professor regente da turma. Nesse período, estuda-se a disciplina de “Física 5”, que compreende a eletrostática e a eletrodinâmica. Na época do experimento, essa turma tinha dezessete estudantes matriculados, sendo dezesseis frequentes regularmente. Os estudantes foram distribuídos em três bancadas e desenvolveram o experimento por meio do roteiro experimental (um por discente) e do kit experimental da Phywe[®] (um por bancada).

Neste caso, na turma de Eletrotécnica, os conteúdos de eletrodinâmica abordados no experimento já haviam sido estudados pela sala no segundo semestre de curso, por meio de disciplina específica da área técnica. Entretanto, com o decorrer do experimento, os estudantes da primeira e da segunda bancada demonstraram dificuldades em associar corretamente o multímetro em série (para medida da corrente elétrica) e em paralelo (para

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

aferição da tensão elétrica), como pode ser demonstrado pelo diálogo abaixo, obtido por meio das filmagens realizadas no dia da aula. Para preservar o nome dos estudantes que participaram deste experimento, o nome dos discentes será representado pela letra “S” seguida de um número:

Carlos (integrante do projeto): *“Como se mede a Corrente?”*

S7: *“Em série.”*

Carlos: *“E qual está em série?”*

(S6 indicou que o que estava em série foi utilizado para medir a tensão, ou seja, apresentava-se inadequado.)

S7: *“Ab esse está em paralelo.”*

(Nesta fala S7 apontou para o multímetro que estava sendo utilizado para medir corrente elétrica, observando desse modo o erro cometido na associação.)

Carlos: *“E esse vai medir a corrente ou tensão?”*

S6: *“Tensão.”*

Posteriormente a esse diálogo, o estudante S7, por sua vez, com auxílio dos colegas S5 e S6, refez a associação adequadamente.

É interessante citar que os estudantes **S6** e **S7** da segunda bancada sabiam os conceitos científicos a respeito da forma como se medem essas grandezas. Todavia, em um primeiro momento, não souberam interpretar o circuito e conectar os fios adequadamente. Ao perceber esses erros, o bolsista fez uma abordagem comunicativa da classe Interativo/de autoridade (Mortimer & Scott, 2002), na qual, por meio de uma sequência de perguntas e respostas do estudante, esperava-se obter o máximo de conhecimento possível dos alunos, procurando levá-los a uma evolução dos conceitos espontâneos em direção aos conceitos científicos.

Por se tratar de uma turma de Eletrotécnica, de modo geral os conceitos de eletricidade necessários à realização do experimento estavam ou no Nível de Desenvolvimento Real ou na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos estudantes. As principais transições conceituais na aula foram observadas devido às diferenças entre interpretar um desenho em paralelo ou em série nas aulas teóricas, estudadas anteriormente, e associar corretamente em uma aula prática, onde os circuitos têm suas divergências visuais, ou seja, para alavancar o desenvolvimento dos estudantes foi necessária a mediação de outra pessoa, estabelecendo sequências de interação, em um padrão I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno, Avaliação do professor) e/ou

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

sequências de turnos não triádicos. Desse modo, utilizando o Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP) dos estudantes, tanto os questionamentos práticos quanto os conceituais foram respondidos corretamente.

Além disso, ao montarem o circuito e começarem a medir o que se pedia, encontraram outros obstáculo para manusear o multímetro, devido à fonte de alimentação do circuito operar em corrente contínua. Como se sabe, a chave seletora do multímetro deveria estar obrigatoriamente de acordo com esta configuração, todavia o aparelho estava sendo operado em corrente alternada, logo não demonstrava resultado algum no display. Os integrantes do grupo, ao observarem o posicionamento da chave seletora, colocaram a mesma em corrente contínua e assim resolveram o problema.

Os estudantes tiveram também dificuldades na elaboração dos gráficos, transformação de medidas dos mesmos, e assim dificuldade na aplicação das medidas. O gráfico pedia a análise nas medidas em Ampère, enquanto os multímetros foram utilizados em mA (nesse instante a explicação ficou muito sucinta, sempre apontando medidas e cálculos, o que dificultou a aquisição da transcrição das falas obtidas pelas filmagens).

Continuando com a sequência das medidas, apresentamos abaixo no quadro 1 as interações relacionadas com a segunda parte do experimento, que tratou da medida da tensão e da corrente em uma lâmpada de filamento (ao invés de resistores, como realizado na primeira parte da atividade):

Carlos (integrante do projeto): *“Como a temperatura não é constante, acaba influenciando na resistência”.*

S5: *“Então não é constante”.*

(Carlos acena concordando com o que foi dito pelo S5.)

Carlos (integrante do projeto): *“Nesse caso da lâmpada de filamento, quando dobra a tensão, a mesma coisa não acontece com a corrente. Nesse caso, a Lei de Ohm é válida? O que é a Lei de Ohm?”*

S5: *“Ela é válida quando só tem relação tensão e corrente, não tem variação de temperatura”*

Carlos (integrante do projeto): *“Mas elas são constantes? Nesse caso?”*

S7: *“São.”*

Carlos (integrante do projeto): *“Então nesse caso Lei de Ohm é válida”*

S5: *“Então a condição é que a tensão e a corrente tem que ser constantes, e a temperatura não”*

Vale observar que o termo constante que é utilizado nessa conversa é sobre a razão entre a tensão entre dois pontos do circuito e a corrente elétrica, sendo que e essa relação é conhecida como resistência elétrica.

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

Primeiramente, o bolsista fez afirmações a respeito da influência da lâmpada de filamento no circuito, realizando desse modo uma abordagem comunicativa da classe Não-interativo/de autoridade, apresentando um ponto de vista específico. Esta fala, por sua vez, incentivou a fala do estudante. Diante disto, posteriormente o bolsista iniciou uma sequência de perguntas e respostas do tipo I-R-A (iniciação do bolsista - resposta do estudante – avaliação do bolsista), buscando relacionar as afirmações feitas sobre o circuito com a lâmpada de filamento com os conhecimentos científicos ou espontâneos deles a respeito da “Lei de Ohm”. Por meio dessas interações com os alunos S5 e S7, observamos que eles já possuíam conhecimentos científicos no Nível de Desenvolvimento Real.

S5: *“Olha, esse é menor”*

Carlos (integrante do projeto): *“Por que ele é menor?”*

S6: *“Porque a corrente que passa nele é maior? Ou é menor?”*

Carlos (integrante do projeto): *“Em qual?”*

(Nesse momento S6 indica o módulo do kit de 100 Ohm.)

Carlos (integrante do projeto): *“Não, nesse caso é menor. Por que vocês acham que é menor?”*

S6: *“Porque a capacidade de passar corrente...?”*

Carlos (integrante do projeto): *“É, tem a ver. É que nesse caso a resistência é o dobro dessa.”* (Apontando para o módulo de 100 Ohm e depois para o de 50 Ohm) *“Então se a resistência dele é alta...”*

S6: *“A corrente é menor.”*

Carlos (integrante do projeto): *“É.”*

No diálogo acima, pode-se analisar a realização de um exercício proposto pelo roteiro experimental, em que é necessário observar a parte inferior do módulo do kit, onde existe um resistor. No caso eram dois resistores, um de 50 Ohm e um de 100 Ohm, tendo uma diferença clara de tamanho entre os dois. Tal diferença se deve à aplicação da Segunda Lei de Ohm, que na conversa apenas é citada como relacionada ao tamanho dos resistores.

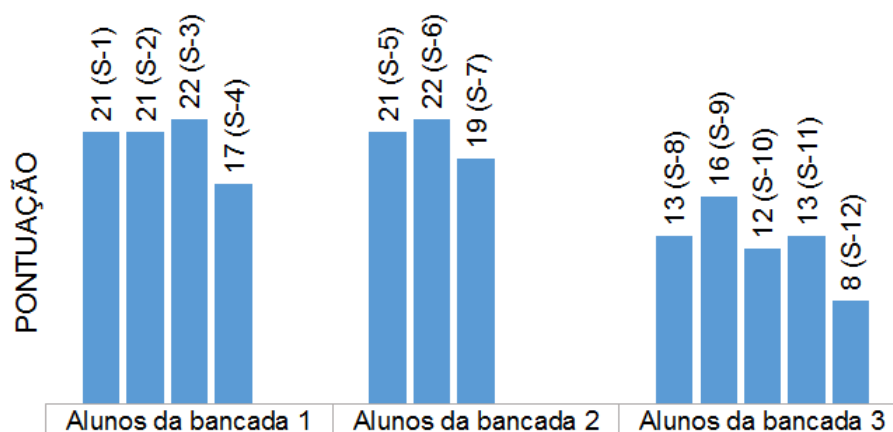


Figura 7. Resumo da pontuação obtida por cada estudante (identificados pela sigla entre parênteses) em cada uma das bancadas na primeira aplicação do experimento "Primeira Lei de Ohm".

Fonte: os autores.

A discrepância dos resultados das duas primeiras bancadas em relação à terceira pode ser explicada pela falta de interesse de parte dos integrantes da bancada três em relação ao experimento que abordava um assunto comum no curso deles. Boa parte dos integrantes da terceira bancada não eram muito comunicativos com os pesquisadores, ignorando, assim, a maioria das dicas e comentários que esses faziam.

4.2.3 Segunda aplicação do experimento da "Lei de Ohm"

Esta aula experimental também foi efetuada dentro do laboratório, porém para uma turma pertencente ao sexto semestre do Curso Técnico Integrado em Informática, do Campus Campo Grande do IFMS, período matutino. Assim como a turma de Eletrotécnica, eles estavam matriculados na disciplina Física 5. A turma também se distribuiu em três bancadas e desenvolveram o experimento por meio do roteiro experimental entregue para cada aluno, tendo em cada bancada um kit para ser manuseado.

Nessa segunda aplicação do experimento da Lei de Ohm, ficou evidente a falta de conhecimentos científicos específicos a respeito deste conteúdo, possivelmente por ser a primeira vez que os estudantes dessa turma de Informática tiveram contato com o tema. Observamos que os estudantes tinham pouca base até mesmo para formular perguntas, conjuntamente pelo medo de errar que alguns demonstravam.

Comparando esta segunda aplicação do experimento da "Lei de Ohm" com a primeira, notamos a falta de diálogo acerca dos assuntos referentes ao experimento no início da aula, o que poderia afetar o desenvolvimento da atividade. Para contornar essa

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

situação os integrantes do projeto aplicaram certos questionamentos condizentes com a Zona Proximal dos estudantes.

A figura 8 apresenta um resumo da pontuação obtida pelos estudantes desta turma.

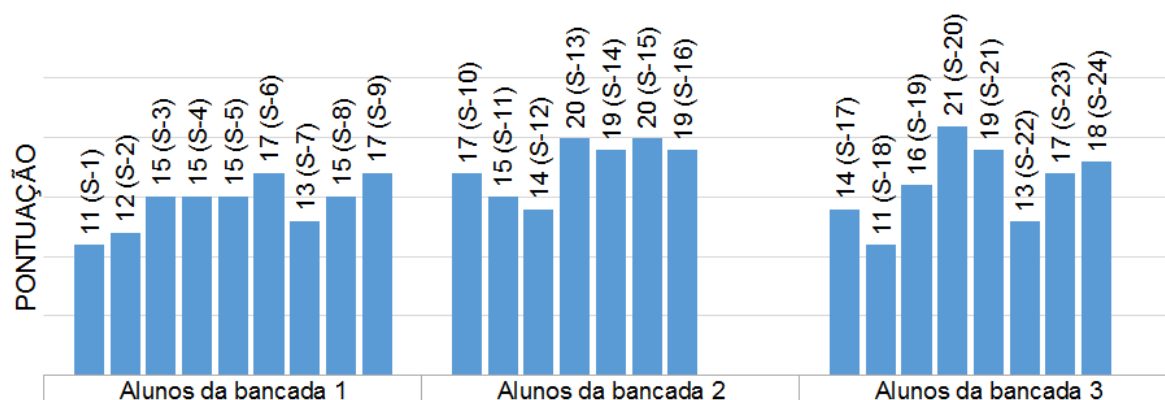


Figura 8. Resumo da pontuação obtida por cada estudante em cada uma das bancadas na **segunda** aplicação do experimento da "Primeira Lei de Ohm", esses estão identificados pela sigla entre parênteses.

Fonte: os autores.

Analisando o gráfico de acertos dos alunos da primeira bancada é explícito o baixo êxito conquistado por eles na resolução das questões. Isso ocorreu no preenchimento dos gráficos e tabelas, porque, ao invés de começarem a medir a partir do 0V e prosseguirem aumentando a tensão gradativamente de 2 em 2 V por meio do valor apresentado pelo multímetro, os estudantes fizeram ampliação de 2 em 2 V diretamente na fonte de alimentação, causando uma diferença entre os valores esperados de 2 V, 4 V, 6 V, 8 V e 10 V. Desse modo, tanto a tensão quanto a corrente foram menores. Caso esse fosse o único problema estaria tudo bem, pois como essas grandezas são proporcionais nesse experimento, teria como calcular corretamente a resistência e montar os gráficos tranquilamente, todavia a tabela já cedia os valores da tensão, sendo necessária apenas a colocação da corrente e da resistência, e como os valores da corrente ficaram menores do que o previsto devido aos erros iniciais, os valores da resistência foram afetados, resultando uma desproporcionalidade. Caso as tensões e correntes medidas pelos alunos fossem divididas entre si, eles encontrariam o valor de resistência esperado, pois os valores utilizados seriam proporcionais, como previsto pela primeira Lei de Ohm.

Nas questões discursivas em que os processos deveriam ser descritos pelos alunos, foi notável uma troca de palavras, muitos alunos confundiram constante com crescente e proporcional. A relação, por exemplo, entre tensão e corrente, que segundo a primeira Lei

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

de Ohm é proporcional, ou seja, se a tensão é dobrada a corrente também irá dobrar, foi confundida com a divisão da tensão pela corrente, que resulta na resistência, que, seguindo a primeira Lei de Ohm, é constante.

No desenvolvimento do experimento foi observável a inexperiência dos alunos, o que causou o uso maior da didática de fala de autoridade, de acordo com Mortimer e Scott (2002), que induzia-nos à explicação do assunto tratado. Comparando essa aula com a primeira, chegou-se à conclusão que, por ser um conteúdo que os participantes não detinham conhecimento, houve uma maior utilização de conceitos espontâneos. Ademais, a quantidade de alunos que estavam presentes no laboratório em comparação com a primeira apresentação foi um diferencial, pois a turma tinha o dobro de estudantes, afetando a gravação da aula ministrada. Desse modo, os diálogos dos estudantes participantes da aula prática não foram identificados, porque os sons emitidos por eles em conjunto com os bolsistas foram abafados devido às conversas simultâneas dos acadêmicos de outras bancadas. Esses problemas levam a recomendar novas estratégias para aquisição dos dados em futuras pesquisas, como, por exemplo, a utilização de uma câmera fixa com microfone por bancada.

5 Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física, em cursos técnicos integrados de nível médio. Inicialmente selecionamos os experimentos que poderiam ser utilizados em aulas práticas de Física. Nessa etapa, os estudantes do projeto executaram seis experimentos com o intuito de identificar a potencialidade do experimento escolhido, avaliando o nível de dificuldade de montagem, conceitos teóricos envolvidos no desenvolvimento da atividade bem como os conhecimentos que poderiam ser explorados após a aplicação da atividade. Essa etapa contribuiu de maneira significativa para os estudantes do projeto se apropriarem da dinâmica de montagem dos kits experimentais disponíveis, bem como se aprofundarem nos conceitos teóricos envolvidos para aplicação da atividade proposta em aula prática.

A primeira aplicação do experimento “Lei de Ohm” foi para a turma do curso de eletrotécnica que possuía um número reduzido de alunos, e ocorreu no laboratório de Biologia/Física. Os estudantes de eletrotécnica apresentavam familiaridade com o assunto da aula, visto que este se relaciona aos conteúdos trabalhados ao longo do curso. Esse foi um ponto relevante para o desenvolvimento da atividade e para atingir o objetivo de

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

aprendizagem proposto pela aula, uma vez que, de modo geral, os conceitos relacionados a este tema se encontravam na ZDP dos estudantes deste curso. Vale ressaltar que, mesmo familiarizados com os instrumentos utilizados para a medição de tensão e corrente elétrica e com os desenhos representativos de circuitos elétricos, os estudantes de eletrotécnica apresentaram dificuldades em identificar, na prática, se os circuitos se encontravam em série ou paralelo.

A segunda aplicação deste experimento foi realizada com uma turma do curso de informática, também no laboratório de Biologia/Física. Os estudantes dessa turma apresentaram maiores dificuldades no desenvolvimento da atividade em comparação à turma anterior, visto que os alunos de informática não estavam tão familiarizados com o tema e com os instrumentos utilizados durante a execução do experimento. Nessa aula, os conceitos teóricos envolvidos na atividade precisaram ser lembrados para que a atividade pudesse ser concluída.

Com a realização deste trabalho, pôde-se observar o valor da experimentação para o ensino de Física, tanto para os estudantes do projeto quanto para os estudantes das turmas participantes das aulas práticas, uma vez que os fenômenos estudados em teoria puderam ser observados, ocasionando um maior no aprendizado dos temas propostos.

As afirmações feitas pelo docente das turmas do Curso Técnico Integrado em Informática, quais sejam: de que “normalmente os alunos são demasiadamente sonolentos nessa aula, nem conversas entre si costumam ocorrer. Nas aulas de laboratórios percebi notável participação de boa parte da turma”, se aliam com o posicionamento dos alunos que comentaram sobre a aula aplicada, trazendo falas como “A aula foi mais produtiva, muito legal”, tanto no decorrer quanto no final da aplicação do experimento. Desse modo, os resultados obtidos reafirmam as proposições de Vygotsky, que determinam um maior aproveitamento e desenvolvimento dos conceitos espontâneos por meio da prática de experimentos.

Em trabalhos futuros, vislumbramos a aplicação em sala de aula dos demais experimentos pré-selecionados pelos estudantes pesquisadores, ampliando também as ofertas de oficinas de laboratório como estas para os demais professores da instituição.

Referências

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

CASTRO, F. de. Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. *Revista Educação*, 2017. Disponível:

<https://www.revistaeducacao.com.br/escassez-de-laboratorios-de-ciencias-nas-escolas-brasileiras-limita-interesse-dos-alunos-pela-fisica>. Acessado em: 14/06/2019.

DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 7, n. 2, p. 399-419, 2008.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigação em Ensino de Ciências*, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

Disponível: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518/315>. Acessado em 07/06/2019.

MATOS, Maria Goreti; VALADARES, Jorge. O Efeito da Actividade Experimental na Aprendizagem da Ciência Pelas Crianças do Primeiro Ciclo do Ensino Básico. *Investigação em Ensino de Ciências*, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 2, p. 227-239, 2001. Disponível:

<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/930/486>. Acessado em 07/06/2019.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível:

<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562/355>. Acessado em 07/06/2019.

PHYWE. Phywe Systeme - your leading Supplier of all products and services needed for teaching natural sciences, physics, biology and chemistry in schools, colleges and universities, 2019. Disponível: <http://www.phywe.com>. Acessado em: 14/06/2019.

VILAÇA, Frederico Nogueira. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: a experimentação no ensino de Física. Disponível em: http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20sobre%20Revisao/Frederico_-_110412_-_Revisao_bibliografica_-_a_experimentacao_no_ensino_de_fisica.pdf. Acessado em 07/06/2019.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

Agradecimentos

Ao CNPq/IFMS, pela concessão das bolsas de iniciação científica e incentivo financeiro. Ao IFMS e à PROPI, pela infraestrutura e apoio necessários à realização do projeto. Ao Professor regente das turmas de informática Jonathan Yuri, pela disponibilidade e interesse em realizar as atividades com as suas turmas. Ao Professor

A influência da experimentação para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física: relatos de experiências em cursos técnicos integrados

Dante Alighieri Alves de Mello, por sempre nos acompanhar nos experimentos e nas idas ao Laboratório. A técnica de Laboratório, Fernanda Timóteo, que nos auxiliava sempre que precisávamos.