

AMBIENTE DE APRENDIZAGEM APRIMORADO POR TECNOLOGIA (TEAL): PERSPECTIVAS ATUAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Technology Enhanced Learning Environment (TEAL): current prospects for physics education

Denis Eduardo Peixoto [denis.peixoto@sesisp.org.br]

Recebido em: 06/01/2020

Aceito em: 07/07/2020

Resumo

Com a intenção de realizarmos um trabalho não tradicional durante as aulas da disciplina de Física para o Ensino Médio, nos utilizamos da TEAL (*Technology Enhanced Learning Environments* – Ambiente de Aprendizagem Aprimorado por Tecnologia) como ferramenta didática ativa com o objetivo de aferir as dificuldades apresentadas pelos estudantes do 3º ano em um trabalho sobre “Geradores elétricos e Lei de Ohm”, principalmente no que diz respeito à matematização do assunto, ou seja, no devido equacionamento e apresentação dos resultados solicitados. Como objetivos específicos aliamos o conteúdo das aulas apresentadas com tecnologias de informação (simulações virtuais), tornando o ambiente de ensino híbrido e de modo a despertar um maior interesse dos estudantes pela temática. Por meio de agrupamentos, da utilização de *notebooks* e do laboratório de Ciências Físicas, realizamos práticas virtuais e experimentais sobre geradores elétricos. Para finalizarmos a atividade foi solicitada a inserção dos dados obtidos em um formulário disponibilizado na plataforma *Forms*, da Microsoft. Concluímos que a prática ativa das TEALs serviu aos propósitos apresentados, assim como nos forneceu informações relevantes para um trabalho que seja voltado para um maior rendimento dos alunos em exames diversos como SARESP e ENEM. Acreditamos ainda que a utilização de simulações, em conjunto com uma prática científica, contribuiu para um maior interesse dos estudantes para um conteúdo considerado demasiadamente abstrato nesse nível de escolaridade.

Palavras-chave: Ensino por investigação, metodologias ativas, Ensino de Física.

Abstract

In this paper, we use Technology Enhanced Learning Environments (TEAL) as an didactic tool to assess the difficulties presented by the students of the High School 3rd year about “Electric Generators and Ohm's Law”. As specific objectives we combine the content of the classes presented with information technologies (virtual simulations), making the teaching environment hybrid and in the expectation of increasing the students' interest in the subject. We conclude that the active practice of the TEALs, served us for the purposes presented, in addition to providing relevant information for improving student performance in exams such as SARESP and ENEM. We also believe that the use of simulations, together with a scientific practice, contributed to a greater interest of students for content considered too abstract at this level of education.

Keywords: Teaching by research, active methodologies, physics teaching.

1 - Introdução

1.1 - Delimitação do problema

Atualmente, e desde algum tempo, metodologias de ensino consideradas tradicionais deixaram de surtir o efeito desejado para a educação básica, apresentando-se mais como mecanismos de transmissão e repetição de conteúdo do que parte significativa na construção da aprendizagem dos estudantes (VALENTE, 2013). No ensino de Ciências, e particularmente para o Ensino de Física, a problemática torna-se ainda mais agravante, uma vez que a maioria das temáticas sugeridas para esse nível de escolaridade faz-se demasiadamente abstrata, seja na apresentação de conceitos como na problematização matemática de fenômenos diversos.

No que diz respeito ao interesse e motivação em Ciências, devemos nos atentar que para as disciplinas de Ciências da Natureza (assim como na Física), as temáticas em sua maioria se apresentam relacionadas a uma visão clássica, ou seja, relacionadas a conceitos que se desenvolveram principalmente entre os séculos 17 e 18, sugerindo pouco ou nenhum interesse dos estudantes para essa área de saberes (PEIXOTO, 2018).

Ao buscar alternativas didáticas/metodológicas para as práticas tradicionais, pautadas por ações conteudistas em sala de aula, deparamo-nos com as chamadas metodologias ativas. As metodologias ativas correspondem a metodologias diversificadas em que o professor, no ambiente escolar, deixa de agir como centro das atenções e passa a desenvolver um papel de mediador/curador da aprendizagem de seus alunos. Em outras palavras, “são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas” (MORÁN, 2015).

Dentre as diversas metodologias ativas destaca-se a abordagem chamada de sala de aula invertida, ou *flipped classroom*, em que

[...] o aluno estuda antes da aula e a aula se torna um lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. O professor trabalha as dificuldades dos alunos, ao invés de apresentações sobre o conteúdo da disciplina. (VALENTE, 2013)

Segundo Morán (2015), a aula invertida basicamente consiste em concentrar o conteúdo básico no ambiente virtual, deixando as atividades mais complexas para a sala de aula. Nesse viés, algumas instituições como o Instituto de Tecnologia de Massachussetts (MIT) e a Universidade de Harvard, estabeleceram métodos ativos próprios para seus estudantes, sendo eles conhecidos como método *Peer Instruction* e TEALs (*Technology Enhanced Learning Environments* – Ambiente de Aprendizagem Aprimorado por Tecnologia), respectivamente (VALENTE, 2013).

As TEALs apresentam uma transformação importante na maneira como o conteúdo de Física é fomentado para os estudantes. Inicialmente apresentada em 2003, no MIT, com o intuito de diminuir a evasão das aulas (~50%), assim como a taxa de reprovação em disciplinas específicas, que chegavam a 15% do total de estudantes (FISHER, 2010), o ambiente de estudos de Física passa a se apresentar como uma sala de aulas de Ciências aliada a tecnologias de informação, ao qual é chamada de estúdio de Física. Dessa forma, abandona-se por completo a sala de aula tradicional e busca-se uma maior interação dos conceitos científicos abordados na disciplina aliados a recursos tecnológicos.

O ambiente de estúdio, ao qual a TEAL se apropria, deve ser planejado de modo a haver uma estação central para o professor mediador assim como bancadas diversas para que os alunos possam desenvolver seus estudos e demais pesquisas, tanto individual quanto coletivamente. Sendo que:

A ideia básica da sala de aula de estúdio é mesclar experiências de leitura, recitação e laboratório em uma única experiência comum. Intervalos curtos de instrução formal são intercalados com os experimentos de desktop (um arranjo experimental por grupo de três

alunos) e trabalho colaborativo em grupos (um laptop em rede por grupo de três alunos). (BELCHER, 2001)

1.2 - Motivação e delimitação da pesquisa

Nos últimos anos como professor da disciplina de Física para o Ensino Médio (EM) o pesquisador responsável pelo referido trabalho, deparou-se com um cenário de extremo desinteresse, assim como de pouco rendimento por parte dos estudantes em relação à conteúdos científicos gerais. Ao trabalhar com as chamadas metodologias tradicionais de ensino, muito pouco ou nenhum aluno se mostrava capaz de atingir a média considerada satisfatória pela instituição nas avaliações sobre o conteúdo disposto no material didático da rede escolar, ocasionando um elevado índice de reprovação na disciplina assim como a insatisfação com sua própria prática docente.

A instituição, por sua vez, ao perceber tais fatores, que se demonstraram comuns em âmbito nacional, vem por meio de reuniões e demais momentos de formação continuada de seus professores, demonstrando a importância da diversificação de ideias e metodologias didáticas diversas, assim como na utilização de demais espaços pedagógicos para a promoção de práticas dialogadas e opostas ao ensino tradicional.

Nesse cenário, e com a intenção de realizarmos um trabalho não tradicional durante as aulas da disciplina de Física para o EM, nos utilizamos da TEAL como ferramenta de didática ativa com o objetivo de aferir as dificuldades apresentadas pelos estudantes em um trabalho sobre *Geradores elétricos e Lei de Ohm*, principalmente no que diz respeito à matematização do assunto, ou seja, no devido equacionamento e apresentação dos resultados solicitados.

Como objetivos específicos esperamos aliar o conteúdo das aulas apresentadas com tecnologias de informação, tornando o ambiente de ensino híbrido e de modo a despertar um maior interesse pela temática, sendo que

O que a tecnologia traz hoje é integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital. Não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada, que se mescla, hibridiza constantemente [...] O professor precisa seguir comunicando-se face a face com os alunos, mas também digitalmente, com as tecnologias móveis, equilibrando a interação com todos e com cada um. (MORÁN, 2015)

Sendo assim, propomos nesse trabalho, momentos de aprendizagem que pudessem propiciar aos alunos o trabalho com simuladores virtuais de experimentos científicos aliados a experimentos reais sobre o tema proposto. Como suporte a esse tipo de dinâmica, Santos e Dickman (2018), ressaltam que há vantagens de uma abordagem experimental com simulações, sendo elas

[...] a simplicidade, a facilidade de utilização e entendimento do programa, que auxilia a abordagem experimental, o momento em que o "aluno entra em contato com a realidade, fazendo medidas e obtendo resultados tão exatos quanto àqueles que aparecem nos exercícios propostos dos livros didáticos. (SANTOS, DICKMAN, 2018)

Para isso, propomos distintas metodologias de trabalho, assim como indicamos momentos específicos de avaliação quali e quantitativa, que nos permitiu averiguar de que modo as aulas se apresentaram na visão dos alunos.

2 - Metodologia

Nossa amostra foi composta por 19 estudantes do terceiro ano do EM, com uma média de idade entre dezessete e dezoito anos, de uma instituição particular localizada na cidade de Brotas, interior do estado de São Paulo.

Como instrumentos de coleta de dados utilizamos dois questionários distintos, sendo um questionário relacionado à prática com o simulador, ao qual chamamos de Questionário1 (Apêndice A) e um questionário relacionado à prática com os materiais presentes no laboratório, ao qual chamamos de Questionário 2 (Apêndice B).

De modo a sequenciar a atividade a ser realizada, assim como no trabalho de Santos e Dickman (2018) sobre a utilização de abordagens experimentais e virtuais para o ensino da Lei de Ohm, o professor da disciplina confeccionou dois roteiros de instruções, um para a atividade a ser realizada no simulador e outro para a atividade a ser realizada no circuito real, e entregou-os em formato pdf para cada grupo, de modo a fornecer as instruções necessárias para a realização das práticas.

O Questionário 1 foi apresentado juntamente às instruções da prática no simulador, cabendo aos alunos responderem aos questionamentos específicos após concluírem cada uma das etapas descritas. Já o Questionário 2, foi apresentado apenas após a prática realizada em sua totalidade, cabendo aos estudantes respondê-lo eletronicamente, utilizando-se de suas anotações.

De modo a iniciarmos nossa coleta de dados solicitamos previamente que os alunos baixassem uma simulação computacional, mediante um link enviado pelo professor aos seus respectivos e-mails institucionais. Nos utilizamos da plataforma PhET *Interactive Simulations*, da Universidade do Colorado, por ser de livre acesso e gratuita. Foi solicitado, ainda, para que os estudantes que possuíssem *notebooks*, os levassem para a aula de modo a podermos dividi-los da melhor maneira possível para a realização do trabalho.

No total, trabalhamos com seis *notebooks*, optando pela realização da tarefa no laboratório de Ciências Físicas da referida instituição, devido principalmente à disposição das bancadas, que poderia facilitar a divisão da turma. Sendo assim, os estudantes foram separados em cinco grupos de 3 alunos e um grupo de 4 alunos, ficando o professor numa bancada central, evidenciando o ambiente de estúdio da TEAL descrito anteriormente.

As práticas foram realizadas em três aulas de 50 minutos, e contou com etapas distintas. A temática central das práticas foi *Geradores Elétricos*, no entanto e em determinados momentos, a *Lei de Ohm* para circuitos elétricos, foi utilizada para a determinação de dados específicos como corrente elétrica e valores nominais de resistências. Na primeira aula, os estudantes tiveram um maior contato com a simulação escolhida para a apresentação do tema, sendo que para a segunda e terceira aulas, os alunos realizaram uma prática com um circuito elétrico real e dispuseram seus dados em uma plataforma online para averiguação do professor, respectivamente.

2.1 - Utilizando o Simulador

Em um primeiro momento, foi solicitado aos alunos que acessassem o simulador e montassem um circuito simples, contendo apenas um gerador com voltagem qualquer e uma lâmpada. Essa etapa foi caracterizada pelo conhecimento do simulador, de modo a deixar os estudantes familiarizados com o *software* (Figura 1). Após, sugerimos que realizassem a medição da voltagem (U) nos terminais do gerador, com o auxílio do voltímetro virtual do próprio simulador.



Figura 1- Estudantes realizando simulação. Fonte: Os autores.

Como sequência, os estudantes variaram a resistência interna do gerador de 0 para 5 e 10 ohms, respectivamente, sendo que para ambos os casos, foi solicitada a aferição dos valores das respectivas tensões elétricas nos terminais do gerador de modo a notarem sua variação. Para a finalização dessa primeira etapa, de reconhecimento do simulador, fizemos os seguintes questionamentos¹:

- a) O que aconteceu com o brilho da lâmpada ao variarmos o valor da resistência interna do gerador? Por quê?
- b) Qual o valor da força eletromotriz (fem) do gerador?

Em continuidade à simulação solicitamos a inclusão de um resistor qualquer no circuito, assim como a diminuição da resistência interna do gerador para 1 ohm. Solicitamos ainda, a inserção de um amperímetro no circuito, de modo a poderem visualizar a corrente elétrica que o percorria naquele momento. Após medirem a tensão do gerador, com o circuito em funcionamento, os estudantes foram direcionados a realizarem alguns cálculos:

- Por meio da Lei de Ohm ($U_{lâmpada} = R_{lâmpada} \cdot i$) determine o valor da resistência da lâmpada;
- Utilizando a equação do gerador determine o valor da resistência do resistor ($R_{resistor}$). Lembre-se que para esse caso, a equação do gerador ficará da forma:

$$U = E - i \cdot (r + R_{lâmpada} + R_{resistor})$$

em que U representa a tensão obtida nos terminais do gerador, E indica a força eletromotriz (fem) da bateria e r sua resistência interna.

Devido ao fato de os alunos já possuírem certa experiência na elaboração de algoritmos para a resolução de problemas relacionados à disciplina de Física, sugerimos que ao final dessa primeira etapa fosse gerado um algoritmo no Microsoft *Excel*, de modo a poderem variar os valores das grandezas físicas obtidas, relacionando-as com os valores da resistência elétrica do resistor.

2.2 - Utilizando o circuito real

A segunda etapa metodológica consistiu em um trabalho direto com um circuito real simples. Confeccionamos um circuito com uma pequena *protoboard*, um LED da cor amarela, um resistor de 12 ohms e uma bateria de 9 volts, como pode ser visto na Figura 2.

¹ Todos os questionamentos relacionados à prática no simulador se encontram no Questionário 1 (Apêndice A).

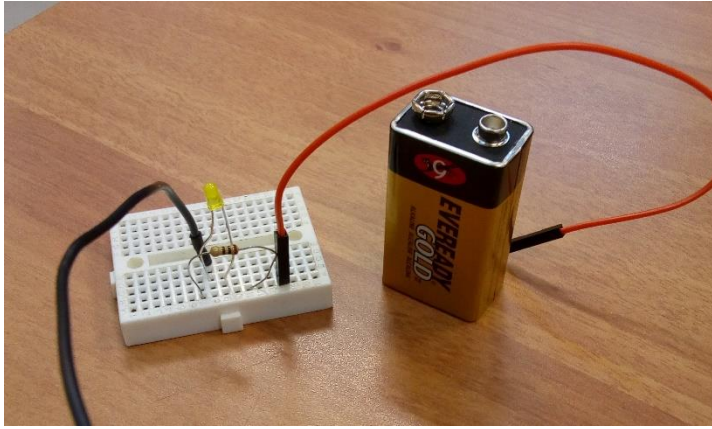


Figura 2 - Montagem do circuito elétrico para a realização da prática. Fonte: Os autores

As instruções para a realização da prática podem ser vistas no Quadro 1.

Quadro 1 - Sequência didática da prática com o circuito elétrico.

1 – Com o circuito desligado, meça o valor da resistência R do resistor;
2 – Meça a tensão U da bateria;
3 – Anote o valor da força eletromotriz, fornecida pelo fabricante do gerador;
4 – Ligue o circuito;
5 – Determine a ddp do circuito fazendo $ddp = fem - U$ (volts);
6 – Determine o valor da corrente elétrica por meio da Lei de Ohm
$i = \frac{ddp}{R}$
7 - Responda:
a) Qual o valor da resistência interna r do gerador? Lembre-se que
$U = \epsilon - i \cdot (R + r)$
b) Por que o circuito necessita de um resistor para funcionar?

Fonte: Os autores

2.3 - Métodos avaliativos

De forma a avaliar os alunos, foi solicitado que os mesmos entregassem os resultados obtidos na prática com o simulador e que preenchessem o Questionário 2 na plataforma *Forms*, da Microsoft, inserindo os dados obtidos na prática com o circuito. Ao final, puderam mencionar o que acharam da dinâmica realizada, assim como avaliar quantitativamente a prática com uma nota entre 0 e 5.

3 - Resultados

3.1 - Resultados da prática realizada no simulador

Os resultados obtidos pelos estudantes, mediante a realização das simulações, foram obtidos por meio do Questionário 1 e podem ser visualizadas nas Tabelas 1, 2 e 3, de modo a tornar mais fácil ao leitor a compreensão dos dados apresentados.

Tabela 1 - Resposta do questionamento sobre a variação do brilho da lâmpada no simulador.

Grupos	O que aconteceu com o brilho da lâmpada ao variarmos o valor da resistência interna do gerador? Por quê?
---------------	---

1	Diminui, porque a resistência da bateria aumentou
2	O brilho diminui à medida que aumentou a resistência da bateria
3	5 ohms: o brilho da lâmpada é mais intenso, pois a resistência é menor; 10 ohms: o brilho da lâmpada é menos intenso, pois a resistência é maior.
4	O brilho da lâmpada diminuiu conforme aumentou a resistência da bateria nos dois casos, pois quanto maior for a resistência encontrada menor a energia que será utilizada.
5	O brilho diminuiu, pois como a resistência interna reduziu, a intensidade da corrente sofreu queda. Portanto, menos elétrons chegam a lâmpada.
6	O brilho da lâmpada diminuiu conforme aumentamos a resistência da bateria nos dois casos (10 ohms diminuiu mais que no 5 ohms), pois quanto maior for a resistência encontrada, menor vai ser a energia que será utilizada.

Fonte: Os autores

Em relação ao questionamento sobre o brilho da lâmpada, com exceção do grupo 5, todos os grupos apresentaram uma reflexão correta sobre a diminuição da intensidade luminosa, relacionando a queda do brilho com o aumento do valor da resistência interna do gerador. O grupo 5 relacionou a queda da intensidade do brilho da lâmpada com a queda da resistência interna do gerador, quando deveria ser o oposto.

O valor da força eletromotriz do gerador foi apresentado corretamente em todos os casos, 9 Volts, não havendo confusão entre o valor nominal da voltagem fornecida pelo “fabricante” com o valor obtido diretamente nos terminais do gerador com o auxílio do voltímetro virtual.

A Tabela 2 aponta que os estudantes efetuaram corretamente os cálculos para a determinação da resistência elétrica do resistor. Porém, os grupos 4, 5 e 6 apresentaram certas dificuldades na realização de suas estimativas. O grupo 4 necessitou de apenas uma intervenção do professor para a resolução da equação de primeiro grau. Já os grupos 5 e 6 levaram certo tempo para compreenderem o problema, não sabendo inicialmente qual das incógnitas presentes na equação do gerador correspondia a resistência interna do gerador, assim como demonstraram muito pouco domínio na resolução de problemas envolvendo equações do primeiro grau.

Tabela 2 - Dados apresentados pelos alunos sobre a prática no simulador.

Grupo	ddp (volts)	r interna (ohms)	R lâmpada (ohms)	I (ampères)	R resistor (ohms)
1	0,53	1	9,97	0,43	9,95
2	0,53	1	9,97	0,43	9,95
3	0,53	1	9,97	0,43	9,95
4	0,53	1	9,97	0,43	9,95
5	0,53	1	9,97	0,43	9,97
6	0,53	1	9,97	0,43	9,95

Fonte: Os autores

Quanto à elaboração do algoritmo para a efetuação de outros possíveis cálculos, e que se apresentou como última tarefa dessa primeira etapa de estudos, apenas um dos grupos conseguiu apresentar uma planilha confiável para a efetivação dos cálculos, sendo que dos três alunos que constituíam o grupo, apenas um integrante demonstrou interesse para a efetivação da tarefa.

3.2 - Resultados da prática realizada no circuito real

Os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 5 evidenciam a prática realizada no circuito real. Os alunos inseriram os valores obtidos pelos seus grupos no questionário *online* enviado para seus respectivos *e-mails* institucionais.

A Tabela 3 mostra os valores da diferença de potencial (ddp), da resistência elétrica do resistor, da corrente elétrica do circuito e da resistência interna do gerador.

Tabela 3 - Dados inseridos pelos estudantes na plataforma *Forms*

Grupo	ddp (volts)	R _{resistor} (ohms)	I (ampères)	r _{interna} (ohms)
1	1	11,6	0,08	1
2	1	11,6	0,08	1
3	1	11,6	0,08	1
4	0,7	11	0,063	2,01
5	11,43	11,4	0,07	0,3
6	4,5	10	0,43	1

Fonte: Os autores

Notamos que os grupos 4, 5 e 6 se equivocaram quanto à disposição de seus dados no questionário. O grupo 4 não conseguiu determinar corretamente o valor da resistência interna do gerador, apresentando a mesma dificuldade com equações do primeiro grau observada na prática com o simulador. O grupo 5 aparentemente inseriu o valor da resistência elétrica do resistor no local onde deveria ser inserido o valor da ddp, ou seja, da *fem* menos o valor da voltagem obtida nos terminais da bateria. O grupo também não determinou corretamente o valor da resistência interna do gerador, que foi o mesmo problema apresentado pelo grupo 6.

Devido aos problemas apresentados na Tabela 4 era de se esperar que os grupos 4, 5 e 6 não obtivessem valores próximos do ideal, que seria algo em torno de 1 ohm para a resistência interna do gerador. Dessa forma, fez-se necessária a análise dos cálculos que cada grupo realizou para a obtenção dos valores apresentados.

A Tabela 4 mostra a avaliação que os estudantes fizeram da prática. Dessa forma foi solicitado, no Questionário 2, que os alunos escrevessem o que acharam da aula quando comparada às aulas tradicionais, assim como lhes fora solicitado a aferição de uma nota entre 0 e 5 de modo a obtermos uma análise qualitativa e quantitativa da prática proposta.

Tabela 4 - Avaliação qualitativa dos estudantes sobre a aula.

Grupo	O que vocês acharam da prática, em comparação com as aulas em sala?	Avaliação quantitativa da prática (0 – 5)
1	Achamos legal e algo descontraído.	5
2	Muito legal.	5
3	Foi uma experiência diferente e legal, pois saiu dos padrões de aula.	5
4	Apesar das dificuldades encontradas pelo grupo, gostamos da atividade, e do modo como ela quebra o padrão em sala de aula, achamos mais dinâmico e descontraído.	5
5	De melhor entendimento pois, requer um conhecimento maior da matéria para poder realizá-lo.	5
6	O grupo achou que foi uma dinâmica diferente, e interessante, foi possível visualizar bem os conceitos teóricos e enriquecer mais os conhecimentos de todos.	4

Fonte: Os autores

Notamos que os estudantes, em sua maioria, demonstraram ter gostado da atividade. Os grupos 1, 2 e 3 afirmaram que as atividades possuíam um viés descontraído e diferente do tradicional, sendo que “uma possível explicação para esse fato é que, na abordagem com simulação computacional a visualização das ligações é mais clara, facilitando a análise do circuito” (SANTOS, DICKMAN, 2018). Já os grupos 5 e 6 relacionaram a importância de um maior desenvolvimento do conhecimento teórico para a realização das práticas como um todo sendo a nota 4, atribuída pelo grupo 6, justificada pela dificuldade que tiveram com o trabalho matemático com a equação do gerador. Esses alunos (grupo 6) provavelmente esperavam ter de resolver um exercício por meio das práticas e não um problema propriamente dito. Peduzzi (1997) descreve a diferença entre exercício e problema destacando que

[...] uma dada situação, quantitativa ou não, caracteriza-se como um problema para um indivíduo quando procurando resolvê-la, ele não é levado à solução (no caso dela ocorrer) de uma forma imediata ou automática [...] Em um exercício, por outro lado, independentemente de sua natureza, o que se observa é o uso de rotinas automatizadas como consequência de uma prática continuada. Ou seja, as situações ou tarefas com que o indivíduo se depara já são dele conhecidas, não exigindo nenhum conhecimento ou habilidade nova, podendo, por isso mesmo, ser superadas por meios ou caminhos habituais. (PEDUZZI, 1997)

Ou seja, parte das dificuldades encontrada pelos estudantes para a determinação do valor da resistência elétrica interna do gerador, pode ser atribuída a intenção dos alunos em resolver um problema da mesma forma como resolveriam um exercício em sala de aula, por meio de sistematizações já conhecidas por eles.

3.3 - Erros encontrados na resolução matemática dos problemas

Tomemos os dados do grupo 1 como exemplo

Quadro 2 - Dados apresentados pelo Grupo 1 na prática com os materiais do laboratório.

Grupo	ddp (volts)	R resistor (ohms)	I (ampères)	r interna (ohms)
1	1	11,6	0,08	1

Fonte: Os autores

Um dos equívocos, diagnosticado na maioria dos grupos que participou da atividade, foi a resolução parcial da equação dos geradores, como pode ser visto na sequência abaixo.

$$U = \mathcal{E} - i \cdot (R + r)$$

$$8 = 9 - 0,08 \cdot (11,6 + r)$$

$$8 = 8,92 + (11,6 + r)$$

$$-0,92 = (11,6 + r)$$

$$\frac{-0,92}{11,6} = r$$

$$r = -0,07 \text{ ohms}$$

Nesse caso os estudantes optaram, na segunda linha da resolução, por uma matematização equivocada ao subtraírem 0,08 de 9 não levando o valor da *fem* do gerador para o outro lado da equação, o que os possibilitariam encontrar um valor devido para a resistência interna da bateria.

Uma outra concepção equivocada foi diagnosticada durante a execução de divisões no equacionamento:

$$U = \mathcal{E} - i \cdot (R + r)$$

$$8 = 9 - 0,08 \cdot (11,6 + r)$$

$$-1 = -0,08 \cdot (11,6 + r)$$

$$\frac{-0,08}{1} = -(11,6 + r)$$

Nota-se certa confusão quando os alunos alteram o numerador pelo denominador da equação, fazendo também com que cheguem a um resultado equivocado para a resistência interna da bateria.

4 – Considerações finais

Acreditamos que a prática ativa das TEALs serviram aos propósitos apresentados como objetivos de pesquisa. Os estudantes, quando avaliados durante o processo, apresentaram dúvidas quanto à realização dos cálculos específicos, tanto com os dados do simulador quanto do circuito real, porém essas dificuldades, foram minimizadas por meio do diálogo e da troca de experiências entre alunos e professor, assim como fomentado por Belcher (2001). Nesse sentido o diálogo parece ter contribuído mais à aprendizagem dos alunos do que a resolução de exercícios na lousa, procedimento comum às metodologias tradicionais de ensino e aprendizagem.

As dificuldades inerentes à resolução de problemas com uma equação matemática relativamente simples ($U = \epsilon - i \cdot (R + r)$), sugere que o ambiente tradicional de ensino deixa a desejar quanto à minimização de concepções equivocadas acerca de conceitos matemáticos. Parte dos estudantes esperava concluir as tarefas solicitadas da mesma forma como no ambiente tradicional de ensino, ou seja, por meio da resolução de um exercício e não de um problema propriamente dito, cuja diferença é explicitada no trabalho de Peduzzi (1997).

A utilização de uma simulação, em conjunto com uma prática científica, contribuiu para um maior interesse dos estudantes para um conteúdo considerado demasiadamente abstrato, assim como para a aprendizagem dos conceitos envolvidos, como pode ser visualizado nas falas dos alunos e uma vez que “pode-se verificar que sempre há um incremento na aprendizagem após a abordagem experimental” (SANTOS, DICKMAN, 2018). Por outro lado, a utilização das tecnologias em ambiente escolar nos parece uma barreira a ser superada no Ensino de Ciências. Os alunos, mesmo cercados por aparelhos tecnologicamente avançados, parecem não compreender como a tecnologia pode auxiliá-los nos estudos. Sendo assim, optam apenas pela utilização cotidiana de recursos tecnológicos de maneira passiva, seja para o lazer ou para comunicação entre colegas e familiares.

Referências

BELCHER, J. W. Studio Physics at MIT. *MIT Physics Annual*, p. 58 – 64, 2001

FISHER, K. Technology-Enabled Active Learning Environments: An Appraisal. *CELE Exchange, Centre for Effective Learning Environments*, No. 2010/07, OECD Publishing, Paris, 2010
<https://doi.org/10.1787/5kmbjxzrmc0p-en>.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Vol. II., 2015

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.14, n3: p.229-253, 1997.

PEIXOTO, D. E. *Astronomia como disciplina integradora para o Ensino de Ciências*. Tese, (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

SANTOS, J. C; DICKMAN, A. G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 41, nº 1, p. e20180161-1-e20180161-12, 2018.

VALENTE, J. A. Aprendizagem Ativa no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida. Depto. de Multimeios, Nied e GGTE - Unicamp & Ced – PucSP. São Paulo. Disponível em:<

http://www.pucsp.br/sites/default/files/img/aci/27-8_aguardar_proec_textopara280814.pdf >Acesso em 12 dezembro 2019.

Apêndice A – Questionário 1

O Questionário 1 foi apresentado em conjunto às instruções para a prática realiza no simulador. Sendo assim, os itens 1, 4, 6, 7 e 9 não contribuiram diretamente para nossa coleta de dados.

Instruções gerais para a prática no simulador de circuitos

- 1 – Acesse o simulador de circuitos;
- 2 – Monte um circuito simples, contendo um gerador elétrico e uma lâmpada;
- 3 – Com o auxílio do voltímetro virtual meça o valor da voltagem do gerador;
- 4 – Varie a resistência interna do gerador, primeiro para o valor de 5 ohms e depois para 10 ohms. Meça, para ambos os casos, a tensão (U) do gerador;
- 5 – Responda:
 - a) O que aconteceu com o brilho da lâmpada nos dois casos? Por quê?
 - b) Qual o valor da fem do gerador?
- 6 – Insira um resistor no circuito;
- 7 – Diminua a resistência interna do circuito para 1ohm;
- 8 – Meça o valor de U do gerador;
- 9 – Insira um amperímetro virtual logo após o resistor;
- 10 – Anote o valor da corrente elétrica apresentada no amperímetro;
- 11 – Meça o valor da tensão U da lâmpada;
- 12 – Por meio da Lei de Ohm ($U = R.i$) determine o valor da resistência da lâmpada;
- 13 – Utilizando a equação do gerador determine o valor da resistência R_{resistor} . Lembre-se que para esse caso, a equação do gerador ficará da forma

$$U = E - i.(r+R_{\text{lâmpada}}+R_{\text{resistor}}),$$
- 14 – Montar um algoritmo no Microsoft *Excel* para o cálculo direto da resistência de um resistor qualquer associado a esse tipo de circuito. Maiores detalhes com o professor.

Apêndice B – Questionário 2

O Questionário 2 foi apresentado mediante a utilização da plataforma *Forms* da Microsoft, cabendo aos estudantes respondê-lo eletronicamente após o término das atividades.

1 – Insira o nome dos integrantes do grupo;

2 – Insira o valor da ddp encontrada pelo seu grupo, em Volts;

3 – Insira o valor da resistência elétrica do resistor, em Ohms;

4 – Qual foi o valor da corrente elétrica encontrada pelo seu grupo, em Ampères?

5 - Qual foi o valor da resistência elétrica interna da bateria que vocês determinaram, em Ohms?

6 – O que vocês acharam da prática, em comparação com as aulas em sala?

7 – Avalie sua prática

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4
- f) 5