
ARTICULAÇÃO ENTRE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E SIMULADORES COMPUTACIONAIS: UMA PROPOSTA DESENVOLVIDA NO PROCESSO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO EM ENSINO DE FÍSICA.

Autores. 1.Dayane Rejane Andrade Maia. 2.Gabriel Roberto Garcia Levinski. Universidade Estadual de Ponta Grossa, dramaia@uepg.br, 2. garciademafra@gmail.com

Tema: Eixo temático 8

Modalidade 2. Nível educativo: médio.

Resumo: O trabalho foi elaborado no contexto das disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Física I e II do curso de licenciatura em física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em que os estagiários são orientados para a produção e desenvolvimento de um projeto de pesquisa, com a intenção de envolver os futuros professores em um processo de problematização da própria prática educacional. Apresentamos um desses projetos de pesquisa, o qual objetivou analisar a articulação entre a resolução de problemas com simuladores computacionais, numa perspectiva dialógico-problematizadora de Ensino de Física. Os dados coletados foram analisados com o auxílio do software IRAMUTEQ. Os resultados apontam para a necessária mudança de concepção sobre o processo de ensinar e aprender em torno da promoção do pensar científico.

Palavras-chave: estágio curricular supervisionado, ensino de Física, resolução de problemas, simulação computacional, IRAMUTEQ.

Introdução

O trabalho foi elaborado no contexto das disciplinas de estágio curricular supervisionado em ensino de física I e II, inseridas no curso de licenciatura em física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em Ponta Grossa/Paraná/Brasil. Durante todo o ano de 2018 e 2019, os alunos foram desafiados e orientados para a produção e desenvolvimento de um projeto de pesquisa a partir da identificação de situações-problema na realidade educacional, com a intenção de envolver os futuros professores em um processo de problematização da própria prática educacional. Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos no desenvolvimento de um desses projetos de pesquisa, o qual foi desenvolvido numa turma de terceiro ano de ensino médio na disciplina de física numa escola da rede estadual de ensino.

Em consonância com as observações da realidade educacional e as pesquisas divulgadas em artigos científicos e portais de notícias de alcance nacional, percebemos que, em geral, o professor ao se confrontar com o sistema de ensino brasileiro, sente-se aprisionado pela escassez de condições para executar aulas significativas. Laboratórios, quando existentes, são sucateados, não possuindo equipamentos básicos. Tais situações impactam na qualidade do ensino básico no Brasil. Somado a isso, as constantes pressões sobre o professor para o cumprimento da grande curricular e para atender às demandas de conteúdos exigidos nos exames vestibulares, contribuem para que tópicos importantes da física sejam trabalhados superficialmente, maximizando a importância dos processos de cálculo sem estabelecer qualquer correlação com a realidade dos alunos.

Diante desse cenário é que buscamos amparo às novidades trazidas no século XXI para o processo de ensino-aprendizagem. A democratização cada vez mais pulsante dos meios de comunicação permite que até mesmo comunidades isoladas possam ter acesso a internet. Assim, nesse trabalho objetivamos apresentar e discutir uma proposta de articulação entre o processo de resolução de problemas e simuladores computacionais, numa perspectiva dialógico-problematizadora, para a contribuição significativa no processo de ensino-aprendizagem da física no ensino médio.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Desenvolvimento Conceitual

De acordo com Gil Pérez, Torregrosa, Ramirez, Carre, Gofard e Pessoa (1992, p.8), “a didática habitual de resolução de problemas costuma estimular um operativismo abstrato, carente de significado, que pouco pode contribuir a uma aprendizagem significativa”. Ainda segundo os autores, o ato de fazer um exercício com base em um enunciado repleto de dados numéricos não colabora em nada com uma reflexão qualitativa do problema. Ou seja, este tipo de abordagem favorece uma concepção indutivista e enfraquece a discussão a respeito da física. Peduzzi (1997), também critica os enunciados fechados. Esse autor entende que o processo de resolução de problemas não pode ocorrer de forma imediata, pois nenhum novo conhecimento ou habilidade é desenvolvida quando passamos por caminhos que já conhecemos.

Segundo Gil Pérez et al (1992), simular um ambiente investigativo em sala de aula é vital para uma boa resolução de problemas. Isso significa ressignificar a etapa de resolução de exercícios propostos nos planejamentos e livros didáticos por meio da transformação de enunciados fechados (exercícios tradicionais) em enunciados abertos (reais situações-problema). De acordo com os autores, o problema com enunciado aberto demanda conhecimento teórico do conteúdo, criatividade e interesse no processo de resolução, em que o aluno “envolve-se num processo de reflexão e de tomada de decisões culminando, usualmente, no estabelecimento de uma determinada sequência de passos ou etapas. (p. 3).

Há vários autores que discutem sobre a temática de Resolução de Problemas (Peduzzi, 1997; Gil Pérez & Torregrosa, 1987; Gil Pérez et al, 1992; Leonard et al, 2002; e outros). No entanto, para este trabalho, optamos pelas etapas propostas por Gil Pérez et al (1992), o qual se baseia em resolução de problemas como investigação. Esses autores estabelecem que, primeiramente, é necessário problematizar situações-problema que agucem o interesse do aluno. Em seguida, estudá-las qualitativamente, usando a imaginação e/ou o desenho da situação proposta. A próxima etapa é a emissão de hipóteses fundadas sobre os fatores dos quais podem depender a grandeza buscada. Somente com esta etapa bem estabelecida que podemos passar para a elaboração das estratégias de resolução para, então, chegar a uma resposta, que deverá ser rigorosamente testada para ver se é coerente com o solicitado pela situação-problema.

Cabe ressaltar que defendemos, neste trabalho, a utilização dessas estratégias didáticas numa perspectiva dialógico-problematizadora de educação (Freire, 1987), em que haja interação dialógica entre professor e alunos no sentido de discussões e orientações. Ou seja, o professor não é um facilitador, mas um orientador que auxilia os alunos a raciocinar e fazer conexões entre as ideias.

Desenvolvimento Metodológico

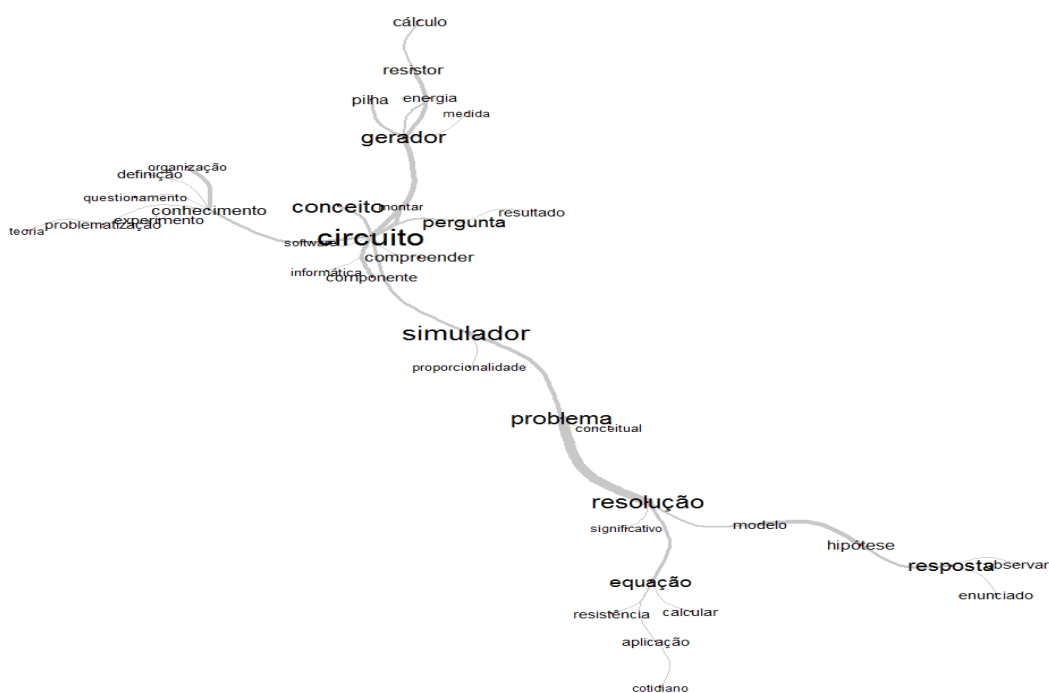
O trabalho que apresentaremos se refere a um dos projetos de pesquisa que foi elaborado no contexto das disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Física I e II, respectivamente os 3º e 4º anos do curso de licenciatura em física, e desenvolvido numa turma de 3º ano do ensino médio de uma escola de educação básica da rede estadual de ensino. O estagiário ao realizar as observações e reflexões da realidade escolar e da turma escolhida, identificou que os alunos resolvem as listas de exercícios solicitadas pelo professor, sem a compreensão de seu significado e de sua relação com os conceitos e fenômenos das Ciências/Física. Sendo assim, o projeto de pesquisa foi guiado pelo seguinte questionamento: Como a articulação entre resolução de problemas e as simulações computacionais, numa perspectiva dialógico-problematizadora, contribui para o desenvolvimento do pensar científico no Ensino de Física?

O processo foi guiado pela vivência dos momentos de planejamento, ação, observação e reflexão, conduzindo a um total de 24 aulas, as quais foram ministradas pelo estagiário e supervisionadas pelo professor de Física titular da turma e pela professora orientadora de estágio. Os conteúdos trabalhados foram: circuitos DC e CA (corrente contínua e corrente alternada); Leis de Ohm; e Geradores. Esses conteúdos foram escolhidos devido a dificuldade que os alunos demonstram

para abstraí-los, por não ser algo concreto e, por esta razão, demanda outras estratégias didáticas para viabilizar a compreensão. Cabe ressaltar que a escola estadual em que foi desenvolvido o projeto de pesquisa, não possui laboratório de ciência, apenas laboratório de informática. O software educacional escolhido para conduzir o processo de ensino-aprendizagem foi o *PhET Simulações Interativas*. O Phet Simulações Interativas foi desenvolvido na Universidade do Colorado Boulder e oferece simulações de matemática e ciências interativas gratuitas. De acordo com os organizadores as simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5 e podem ser executadas on-line ou copiadas para o computador, sendo assim, livres para todos os estudantes e professores.

Os dados foram coletados por meio de registro das observações da própria prática educacional num diário de bordo e das atividades desenvolvidas pelos alunos na escola. As análises do registro das observações foram realizadas com o auxílio do software IRAMUTEQ - Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires em que os registros compuseram o corpus textual. Esse software realiza análises lexicais e multivariadas dos dados textuais (Frequência de palavra, Classificação Hierárquica Descendente - CHD e Similitude). No entanto, os resultados apresentados nas representações gráficas necessitam ser analisados e categorizados. A figura 1 apresenta a rede de similitude gerada pelo software IRAMUTEQ.

Figura 1. Rede de similitude.



Fonte. Registro das observações em diário de bordo (2019).

Na rede de similitude gerada, os conceitos centrais são “problema” e “simulador”. Além disso, um dos ramos que parte do eixo “resolução” e passa por “modelo” e “hipótese”, sintetiza o que foi explanado por Peduzzi (1997) e Gil (1992). Isto é, pelos registros realizados após cada aula, obtivemos sucesso em conectar o uso de simuladores com a resolução de problemas em física, pois a todo momento os alunos se preocuparam em compreender a situação-problema e a elaboração de várias estratégias de resolução, sem ceder às armadilhas da resolução mecânica.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Inicialmente alguns alunos tiveram dificuldade em realizar a resolução dos problemas pela tentativa de identificar uma equação para a detecção de um valor numérico. Entretanto, tal valor numérico não explicava a situação física e foi nesses momentos que a simulação computacional possibilitou a visualização do fenômeno abstrato para a compreensão significativa da situação-problema. A identificação do potencial do simulador computacional foi percebida tanto na análise da rede de similitude quanto nos registros das atividades realizadas pelos alunos, como podemos observar pela posição ocupada pela palavra “simulador” que se articula com os eixos “problema” e “circuitos” o que gerou muitas perguntas. Os alunos tiveram contato direto com o simulador *Kit de Construção de Circuito (AC+DC)*, *Laboratório Virtual*, e foi possível observar a manifestação de várias dúvidas e perguntas. Nesta aula, a atividade objetivava construir um circuito com vários componentes (geradores, resistores, fusível, chave) de valores especificados. Se fosse montado como sugerido, o fusível estouraria.

Perguntas do tipo “Se o fusível estoura, pra que que ele serve no circuito?”, “por que a pilha está pegando fogo?”, “Por que essa lâmpada brilha com mais intensidade?” surgiram aos montes. Registremos o fato de que muitas destas perguntas já poderiam ter sido feitas com o conhecimento visto anteriormente (sobre efeito Joule, componentes elétricos de segurança e potência elétrica). (Diário de Bordo, 28/08/2019).

Segundo Freire (1987), a postura dialógica entre professor e alunos é o que promove a passagem entre a curiosidade ingênua para a curiosidade epistemológica. Ainda de acordo com o autor, “antes de qualquer tentativa de discussão de técnica, de materiais, de métodos para uma aula dinâmica assim, é preciso, indispensável mesmo, que o professor se ache ‘repousado no saber de que a pedra fundamental é a curiosidade do ser humano. É ela que me faz perguntar” (p. 84).

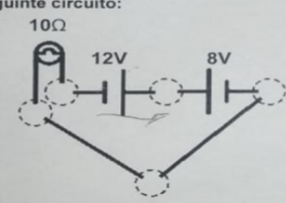
Outro aspecto observado ao uso do simulador computacional apresenta-se na relação entre “simulador” e “proporcionalidade”. Em uma das primeiras aulas, sobre as Leis de Ohm, o software interativo PhET Simuladores Interativos foi essencial para o reconhecimento de relações entre medidas importantes, como corrente, tensão e resistência. Quanto a isto, segue outro registro do diário de bordo:

Para a primeira lei de Ohm, por exemplo, além de se exibir a fórmula, foi feito um trabalho interpretativo acerca dela, tudo isso com o auxílio do software. Perguntava-se aos alunos “o que ocorre com a tensão caso aumentássemos a corrente que passa pelo gerador?” e questionamentos análogos. Em geral, os alunos reconheciam as relações e respondiam corretamente. Alguns poucos argumentavam em favor de respostas erradas. Foi aí onde entrou o simulador, corrigindo os erros dos alunos e mostrando tais relações. (Diário de bordo, 21/08/2019).

Por mais que o relato acima remonte o estudo de duas equações – $U = R \cdot i$ e $R = \rho L/A$ – o uso do software interativo possibilitou que os estudantes reconhecessem, nas fórmulas, o que significava cada uma das grandezas. Mais do que isso, fazia com que se tornasse palpável a relação de proporcionalidade entre os termos.

Outra atividade a ser desenvolvida pelos alunos no laboratório de informática está retratada na figura 2. Mais uma vez, o objetivo era que os estudantes respondessem às perguntas sobre um circuito elétrico específico.

Figura 2. Atividade proposta aos alunos para ser realizada na sala de informática.

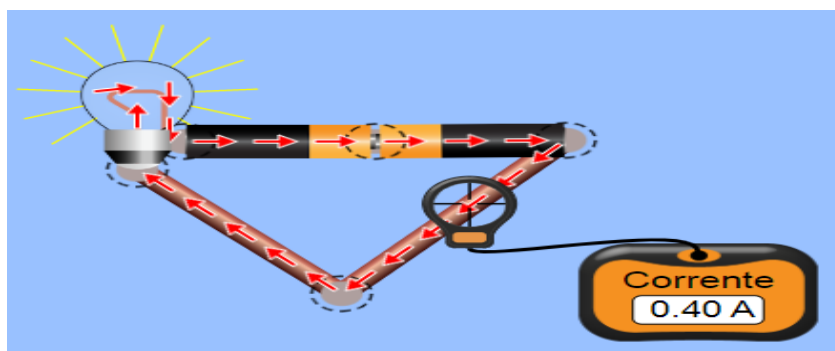
<p>Monte o seguinte circuito:</p> 	<p>Discuta as seguintes questões:</p> <p>a) As baterias têm a mesma função no circuito?</p> <p>b) Qual é a corrente elétrica que flui pelo circuito? (obtenha o valor por meio de cálculos);</p> <p>c) Inverta a polaridade da bateria de 8V. O que ocorre com a potência da lâmpada? Por que isso acontece?</p> <p>d) Qual é a corrente elétrica para a nova configuração?</p>
---	---

Fonte. Estagiário – licenciando em física (2019).

Como podemos observar, a atividade propunha o estudo de um circuito de uma malha que contava com três componentes específicos: um gerador (representado, no simulador, por uma pilha), um receptor (representado, desta vez, por uma pilha com polaridade invertida) e um resistor (representado por uma lâmpada). Mesmo que as questões (b) e (d) tenham resposta exata, os tópicos (a) e (c) são fundamentais para a compreensão da função de um gerador e um receptor elétrico em um circuito.

Quando os estudantes invertiam a polaridade da pilha, que representava o receptor, e observava que a potência da lâmpada aumentava, era natural compreender o receptor como um dispositivo elétrico que consome a energia produzida pelo gerador. Ao inverter sua polaridade, transformando-o em um novo gerador de 8V de força eletromotriz, a corrente elétrica que flui pelo circuito aumenta e, por conta disso, a lâmpada brilha com maior intensidade. Percebemos que o modelo foi compreendido pelos estudantes como mostra um fragmento das respostas de um grupo de alunos: “aumenta, pois aumenta também a corrente pelo fato de não apresentar um receptor no circuito, objeto que acaba consumindo energia, estão aumentando a corrente e a potência da lâmpada.” As questões (b) e (d) foram medidas diretamente no simulador, como demonstra a figura 3. Importante ressaltar que esta possibilidade de verificação imediata da resposta pelos alunos atende a mais uma linha semântica da análise de similitude que envolve as palavras “resposta” e “observar”.

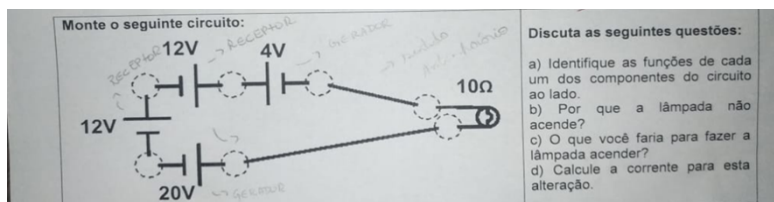
Figura 3. Verificação imediata (via simulador) da questão (b) da atividade proposta.



Fonte. Alunos do 3º ano da rede estadual de ensino de Ponta Grossa, PR (2019).

A seguir, na figura 4, apresentamos outra atividade desenvolvida a partir da articulação entre resolução de problemas e o uso do *Kit de Construção de Circuito (AC+DC)*, *Laboratório Virtual* disponível no PHET Simuladores Interativos.

Figura 4. Atividade proposta aos alunos para ser realizada na sala de informática.



Fonte. Estagiário – licenciando em física (2019).

A maioria dos grupos conseguiram realizar a atividade de forma satisfatória, como mostra um fragmento de registro no diário de bordo:

Várias questões propunham que as duplas fizessem alterações no circuito para, por exemplo, aumentar a potência de uma lâmpada ou apagá-la de uma vez. O que impressionou foi que os alunos não criaram apenas uma hipótese para tanto. Mas várias. Para aumentar a potência da lâmpada, respostas completas do tipo “aumentar voltagem dos geradores, diminuir dos receptores e retirar os resistores” foram frequentes. (Diário de bordo, 09/10/2019).

Mas chamou atenção a resposta aos itens (b) e (c) de uma determinada dupla: “(b) Por que a subtração da força eletromotriz (f.e.m) e a força contraeletromotriz (f.c.e.m) será nula e (c) mudaria os valores do receptor ou do gerador, mudando assim o valor da subtração”. Observamos que, estes estudantes pensaram o problema de maneira bastante matemática, o que revela o quanto a abordagem matematizada de ensino de física está arraigada em suas formas de raciocinar. A análise feita pela dupla é válida, tendo em vista que, em nenhum momento anterior, o enunciado havia proposto que para a lâmpada acender, deveria haver corrente fluindo pelo circuito. A inexistência visual de fluxo de cargas no simulador era um indício disso, fortalecendo nossa insistência em favor da necessidade de concepção de um modelo que permita dar início à resolução de um problema. Além disso, os estudantes identificaram uma equação que comprovava, dadas as medidas dos componentes elétricos, a nulidade da corrente elétrica.

Conclusão

A articulação entre resolução de problemas e os simuladores educacionais, a partir de uma prática educativa dialógica, demonstrou uma visão qualitativa do problema, possibilitando diversas alternativas, repetir diversas vezes o experimento, explorar diversas combinações de parâmetros. Logo, tal estratégia contribui na superação das dificuldades que os alunos demonstram em analisar uma situação-problema e estimulado o pensar científico. Sendo assim, apontamos para a necessidade de mudança de concepção sobre o processo de ensinar e aprender.

Defendemos um ensino de Ciências/Física que promova o pensar científico por meio de problematizações, elaboração de hipóteses e a capacidade de argumentação sobre os achados. Para isso é importante que no processo de formação inicial e continuada de professores haja engajamento na discussão, desenvolvimento e análises de propostas de investigação no sentido de romper com a forma convencional de resolução de exercícios, viabilizando ações que objetivem a promoção da alfabetização científica de todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Referências bibliográficas

Freire, P. (1987). *Pedagogia do Oprimido*. (17a ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gil Pérez, D., & Torregrosa, J. M. (1987). *La resolución de problemas de física: una didáctica alternativa*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Gil Pérez, D., Torregrosa, M. J., Ramirez, L., Carre, A.D., Gofard, M., & Pessoa, A. M. (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, 9(1), 7-19. Acedido em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7501/6882>

Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis: hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*. 20(3), 387-400. doi: [10.5565/rev/ensciencias.3955](https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3955)

Peduzzi, L. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino de física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. 14(3), 229-253. Acedido em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6982/6464>