

Ressignificando problemas de lápis e papel: uma reflexão sobre a prática de resolução de problemas através de simulações computacionais

Dioni Paulo Pastorio¹

Fernanda Mossi Haiduk²

Tainá Almeida Fragoso³

Resumo: A resolução de problemas (RP) se configura como importante estratégia didática no ensino da Física no Brasil e no mundo. Contudo, essa prática tem trazido resultados insatisfatórios do ponto de vista de ensino-aprendizagem em Física, quando está demasiadamente ligada à resolução de exercícios ou problemas descontextualizados da conjuntura na qual o aluno está inserido. Neste trabalho, desenvolvemos atividades didáticas de RP a partir da utilização de simulações computacionais (SC). As atividades foram desenvolvidas e implementadas em uma turma de Física Geral, em uma universidade pública brasileira. Os resultados apontam para uma boa aceitação por parte dos estudantes, que evidenciam a possibilidade de levar a RP para um outro contexto, ampliando as possibilidades de uso. Entre as vantagens apresentadas pelos participantes estão: a ajuda na organização dos estudos e a compreensão e assimilação dos conteúdos. As dificuldades apresentadas estavam ligadas à complexidade das tarefas e o tempo necessário para a resolução delas.

Palavras-chave: Tecnologias de Informação e Comunicação. Resolução de Problemas. Simulação Computacional. Atividades Didáticas.

Resignifying pencil and paper problems: an approach to solving problems through computational simulations

Abstract: Problem solving (PR) is an important didactic strategy in the teaching of Physics in Brazil and worldwide. However, this practice has brought unsatisfactory results from the point of view of teaching-learning in Physics, when it is too linked to the resolution of exercises or problems decontextualized from the context in which the student is inserted. In this work, we develop RP didactic activities using computer simulations (CS). The activities were developed and implemented in a General Physics class at a Brazilian public university. The results point to a good acceptance by the students, which show the possibility of taking PR to another context, expanding the possibilities of use. Among the advantages presented by the participants are: help in organizing studies and understanding and assimilating the contents. The difficulties presented were linked to the complexity of the tasks and the time

¹ Doutor em Educação em Ciências. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ dionipastorio@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-6981-5783>

² Graduada no curso de Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ fernandahaiduk@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-2169-078X>

³ Graduada no curso de Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ taina.afragoso@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-8542-4643>

needed to resolve them.

Keywords: Information and Communication Technologies. Problem Solving. Computer Simulation. Teaching Activities.

Resignificando problemas de lápis y papel: una reflexión sobre la práctica de la resolución de problemas a través de simulaciones por computadora

Resumen: La resolución de problemas (PR) es una estrategia didáctica importante en la enseñanza de la Física en Brasil y en el mundo. Sin embargo, esta práctica ha traído resultados insatisfactorios desde el punto de vista de la enseñanza-aprendizaje en Física, cuando está demasiado vinculada a la resolución de ejercicios o problemas descontextualizados del contexto en el que se inserta el alumno. En este trabajo, desarrollamos actividades didácticas de RP utilizando simulaciones por ordenador (CS). Las actividades se desarrollaron e implementaron en una clase de Física General en una universidad pública brasileña. Los resultados apuntan a una buena aceptación por parte de los estudiantes, que muestran la posibilidad de llevar las relaciones públicas a otro contexto, ampliando las posibilidades de uso. Entre las ventajas que presentan los participantes se encuentran: ayuda en la organización de los estudios y en la comprensión y asimilación de los contenidos. Las dificultades presentadas estaban relacionadas con la complejidad de las tareas y el tiempo necesario para resolverlas.

Palabras clave: Tecnologías de la Información y la Comunicación. Solución de Problemas. Simulación por Ordenador. Actividades Didácticas.

1 Introdução

O avanço das tecnologias no campo das informações e telecomunicações possibilitou o surgimento das Tecnologias da Informação e Comunicação — também chamadas de TIC — as quais referem-se a uma área do conhecimento que utiliza o computador e seus derivados como um meio para disseminação de informação e pode ser entendida como toda ferramenta tecnológica que gere fluxo de informações (MORAN, MASETTO e BEHRENS, 2012).

Conforme as TIC são incorporadas ao sistema de ensino, elas alteram de forma significativa o modo como o processo de ensino e aprendizagem ocorre, promovendo integração e aprimoramento de redes de conhecimento existentes na web, oportunizando, além de uma experiência diferenciada em sala de aula, um acesso democrático à informação (RAMOS e ROSSATO, 2017). Tidos como recursos educacionalmente relevantes, a sua utilização como ferramenta de desenvolvimento não apenas tecnológico, mas também científico, vêm sendo alvo de importantes debates e, crescentemente, eles se tornam significativos assumindo, no cotidiano educativo, um papel crucial.

Em especial no ensino de Física, a utilização destas tecnologias no processo de

ensino-aprendizagem deve proporcionar aos alunos um aprendizado mais significativo que o habitual, com uma maior capacidade de compreensão dos fenômenos físicos apresentados, uma vez que tem potencial para tornar as aulas mais lúdicas e os estudantes, mais participativos.

As instituições de ensino e algumas das disciplinas por elas oferecidas, bem como os professores que delas participam, têm buscado se adequar à utilização destas ferramentas e estratégias para atender à demanda gerada pela sociedade contemporânea: estamos vivendo a chamada “era digital” e é cada vez mais necessário o seu uso para incrementar o instrumento pedagógico (REIS, 2016). Sua utilização, quando cuidadosamente planejada e executada, compõe uma metodologia eficaz na instrução do aluno, gerando novas e diferentes maneiras de ensinar. A partir disso, o papel do professor deixa de ser o de mero transmissor de conteúdo e assume um papel de instrutor, promovendo uma educação para a autonomia e emancipação do aluno.

Notadamente, tanto ao ingressar no curso de Física quanto no ensino básico, os alunos possuem dificuldades na compreensão dos fenômenos físicos (KRAUSE e SCHEID, 2018). Dessa forma, o uso do computador e das tecnologias de informação no processo pedagógico muito tem a acrescentar, uma vez que, com sua correta utilização, além de instigar o aluno, pode permitir uma visualização espacial dos fenômenos.

A aprendizagem de Física, principalmente na graduação, deve proporcionar a intercomunicação entre o conhecimento científico e o cotidiano do discente: as TIC viabilizam esse movimento. Um dos recursos pertencentes ao campo das tecnologias de informação e comunicação são as simulações computacionais. Com elas a visualização dos fenômenos, como anteriormente citado, ganha uma nova dimensão. No que tange à educação em Ciências, as simulações têm sido propostas há pelo menos duas décadas como ferramentas para construir uma experiência pedagógica mais significativa — aumentando o número de fenômenos que, através da modelagem, podem ser eficientemente abordados em sala de aula (GRECA, SEOANE e ARRIASSECQ, 2014).

A teoria da aprendizagem significativa foi desenvolvida pelo psicólogo americano David Ausubel na década de 60 (MOREIRA, 1999) durante um período em que o comportamentalismo de B.F. Skinner estava no seu auge. A teoria ausubeliana, em contraponto, afirma que a aprendizagem significativa ocorre quando uma informação recebida pelo aluno se relaciona de forma não arbitrária com outra informação pré-existente

em sua estrutura cognitiva. Dessa forma, as informações antiga e nova interagem e formam uma terceira informação, modificada e adaptada. Ademais, para que exista a aprendizagem significativa, segundo Ausubel, é preciso que um material potencialmente significativo seja utilizado no processo e que conhecimentos prévios sejam mobilizados para servirem como ponto de ancoragem para novas aprendizagens (AUSUBEL, NOVAK e HENESIAN, 1980; MOREIRA, 1999).

A utilização das simulações computacionais proporciona um ambiente participativo e estabelece uma relação diferente do habitual, tanto entre professor e aluno como entre os próprios estudantes, podendo listar como um material ou atividade potencialmente significativa. Sendo produto desta nova categoria de produção científica, é possível também que estes alunos ingressantes no curso de graduação desenvolvam uma visão mais acurada sobre os eventos naturais e sua interação com o ambiente acadêmico.

A modelagem científica⁴, definida por Brandão, Araujo e Veit (2008, p. 11) como “um processo de criação de modelos com a finalidade de compreender a realidade” e praticada durante a realização das atividades de simulação computacional, constitui parte fundamental da formação acadêmica do aluno, dando a ele a dimensão de que a Física, por exemplo, é verdadeiramente fruto de modelos baseados na realidade (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002).

Diante do exposto até aqui, nossa questão de pesquisa é: qual o impacto da utilização de simulações computacionais como recurso institucional em atividades de resolução de problemas de Física? Sendo assim, nosso objetivo neste estudo é avaliar a utilização de atividades de resolução de problemas em diferentes contextos: a partir da resolução de problemas no livro-texto e em simulações computacionais na disciplina de Física Geral I-A, para alunos de primeiro e segundo semestres da graduação em Física.

Além disso, nosso objetivo abrange a avaliação de uma sequência didática baseada em resolução de problemas utilizando simulações computacionais e identificação dos principais desafios da implementação desta abordagem, desde os práticos até os teóricos e instrumentais. Nesse sentido, buscamos também elaborar tarefas que se diferenciam, em termos de estratégia didática, das atividades de resolução de problemas tradicionais, levando em consideração o contexto em que os estudantes estão inseridos. Para tal, é

⁴ Para Brandão, Araujo e Veit (2008), “a modelagem, mais do que uma ferramenta útil para a resolução de problemas, pode contribuir de forma significativa para uma visão de ciência adequada à prática científica moderna, cuja essência está na criação de modelos.”

realizada a comparação entre os resultados obtidos em ambas as situações para assim, podermos contrapor nossa análise com a literatura vigente, argumentando a favor do seu uso como ferramenta para o aumento de desempenho dos estudantes.

2 Proposta didática apresentada

Com o objetivo de ressignificar a resolução de problemas, com o uso das TIC, as atividades didáticas de simulações computacionais (SC) foram desenvolvidas em duas principais etapas: a escolha da simulação que seria utilizada na tarefa e a criação de problemas que as envolvessem. Para isso, buscamos utilizar simulações que exemplificam importantes fenômenos físicos vistos na disciplina de Física Geral I - A⁵ e, com o auxílio de problemas presentes no livro texto de referência dessa disciplina, propusemos questões a serem solucionadas através do uso das SC. As próximas seções discorrem acerca do processo de desenvolvimento dessas tarefas, bem como as descrevem e caracterizam.

2.1 Resolução de problemas através de simulações computacionais

Para abordarmos a construção das tarefas de resolução de problemas (RP) envolvendo as SC, inicialmente, definiremos o que são problemas e quais as diferenças em relação aos exercícios. Conforme Echeverría e Pozo (1998, p. 16), "Uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que exista um reconhecimento dela como tal, e na medida em que não disponhamos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-la de forma mais ou menos imediata". Ou seja, um problema requer um grau de reflexão para ser analisado e entendido, e as ferramentas para a resolução de um problema não são, em geral, claras, elas serão pensadas e desenvolvidas conforme e com o foco no objetivo estabelecido após o seu entendimento.

Em comparação com os exercícios, que podem ser considerados como "atividades sem reflexão por parte dos alunos, ou ainda, uma sequência de procedimentos que levam a um produto final, analogamente a um algoritmo de programação." (PASTORIO, 2014, p. 42), os problemas têm como objetivo uma aprendizagem mais completa, que envolve o domínio de procedimentos abordados nos exercícios, porém, de forma a exigir uma análise de casos e trazer de maneira mais aprofundada os conceitos aprendidos⁶. O entendimento

⁵ Ementa disponível em

https://docs.google.com/document/d/12h8u8TXHfVJpj5WHCm_M_iBFMmPyPh0ZZlpXWZw2qo/edit?usp=sharing

⁶ Vale ressaltar que o entendimento de exercícios e problemas não é absoluto, pois a forma de enxergar essas atividades didáticas pode variar de uma pessoa para outra, de professor para aluno por exemplo, e está relacionado com experiências e conhecimentos anteriores.

desse contexto deve levar em conta que não estamos condenando o seu uso, mas sim, a prática desse tipo de atividade como única ferramenta de aprendizagem.

A RP tem se mostrado importante para o entendimento dos alunos dos conceitos estudados, visto que para realizá-la é necessário identificar o problema, entender os fatores envolvidos e buscar em seus conhecimentos os conceitos e modelos que podem ser usados na resolução. É uma tarefa de desenvolvimento de habilidades diversas, não somente da repetição de técnicas decoradas. No entanto, a forma como é proposta a atividade de resolução de problemas deve ser cuidadosa, para que não ocorra um desvio dos objetivos de sua aplicação, de acordo com Peduzzi (1997, p. 230):

Particularmente na área do ensino da física, o que se verifica é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, explicando a situação em questão como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas. Ou seja, ele trata os problemas ilustrativos como exercícios de aplicação da teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno.

Portanto, é de suma importância que as atividades de RP sejam pensadas com foco nas habilidades que os alunos precisarão desenvolver para resolvê-las, atuando, assim, como um instrumento de aprendizagem que requer dos alunos estratégias baseadas nos conhecimentos adquiridos por eles no decorrer do processo educacional.

Partindo dessa definição, foram desenvolvidas tarefas de resolução de problemas em sala de aula, para uma turma da disciplina de Física Geral I - A. A turma, em que inicialmente 31 alunos estavam matriculados, contava com aproximadamente 25 estudantes frequentando as aulas no início do semestre. Esse número sofreu uma redução conforme o avanço do semestre, característica comum do curso de Física e outros cursos das Ciências Exatas cujas taxas de evasão, de acordo com Moraes, Heidemann e Espinosa (2020), encontram-se entre as piores no contexto da permanência dos seus estudantes; o que resultou em torno de 20 alunos participando ativamente da disciplina no segundo bimestre. Ao todo, 17 alunos foram aprovados na disciplina. Este projeto foi desenvolvido através do Programa de Apoio à Graduação (PAG) que propôs uma modificação da lógica da sala de aula tradicional, adicionando diferentes estratégias didáticas, como o uso do Just in Time Teaching cuja aplicação e resultados são descritos no texto de Pastorio et al. (2020), atividades de resolução de problemas abertos e tarefas com simulações computacionais. Dentre essas estratégias destacamos, como descrito no trabalho de Ribeiro, Pigosso e Pastorio (2019, p. 36), a “resolução de problemas abertos em equipes

buscando o reforço da importância do trabalho em grupo na construção científica e a aproximação dos alunos com a busca de respostas e a geração de hipóteses”. O presente trabalho busca, então, expandir e explorar de maneira diferente as atividades de RP, adicionando o uso de ferramentas computacionais, mais especificamente as SC, para desenvolver tarefas que unam as vantagens das RP com a visualização de fenômenos e abordagens que envolvam as TIC.

A abordagem para a resolução de problemas que foi utilizada tanto no desenvolvimento das atividades quanto nas instruções propostas aos alunos foi a descrita por Echeverría e Pozo (1998) a qual descreve uma sequência de passos gerais para a solução de problemas, a saber: compreensão da tarefa; concepção de um plano para condução à meta; execução do plano e, por fim, uma análise para verificar se a meta foi ou não alcançada. Um conjunto de passos semelhantes – e claro, mais específicos –, é apresentado em diferentes livros de referência para disciplinas de Física, por conta disso e, levando em consideração que buscamos levar os problemas do livro-texto referência da disciplina de Física Geral I - A para outros contextos, justifica-se que essa foi a abordagem escolhida entre outras existentes, que não serão discorridas neste trabalho.

As simulações computacionais surgem não somente como ferramentas de aprendizagem e elucidação, mas também como alternativas às tarefas de RP de lápis e papel; pensadas para desenvolver habilidades e competências associadas ao desenvolvimento de conteúdos conceituais e procedimentais nos alunos, ou seja, além das vantagens de utilizar simulações computacionais para visualizar fenômenos e analisar situações (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002), elas foram aplicadas como objeto de estudo para a RP.

Com isso, as tarefas elaboradas pretendem abordar as duas categorias de habilidades que envolvem a resolução de problemas e que foram citadas anteriormente: conceituais e procedimentais, discorridas por Zabala (1998). De acordo com o autor, os conteúdos conceituais são aqueles que abordam o conhecimento de conceitos e princípios, envolvendo a compreensão e a habilidade dos alunos em utilizar desses conceitos em diferentes situações, com a possibilidade de expandir e aprofundar esses conhecimentos de forma a tornar a aprendizagem mais significativa. Já os conteúdos procedimentais são as ações ordenadas necessárias para a resolução dos problemas, as regras, técnicas e métodos que serão utilizados para obter respostas e resultados. Na próxima seção há uma relação desses conteúdos para cada tarefa desenvolvida na aplicação.

2.2 Descrição das tarefas

As SC são apoiadas em modelos de situações reais que são processadas pelo computador através de dados matemáticos e que fornecem uma ferramenta de realidade virtual na qual é possível visualizar fenômenos de forma animada, em resumo, “as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos.” (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 79).

As SC foram, então, as ferramentas escolhidas para a aplicação de atividades envolvendo as TIC neste trabalho. Uma das justificativas para tal, está ancorada na disponibilidade delas na rede, visto que existem plataformas de livre acesso em repositórios digitais. Dentre esses portais da rede podemos citar alguns exemplos que disponibilizam simulações computacionais: o projeto Physics Educational Technology (PhET); MERLOT e o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)⁷.

Além disso, as SC possuem uma ampla variedade de possibilidades que proporcionam a criação de questões diversas. Através dos recursos de mudanças de variáveis e diferentes ambientes de experimentação virtual, as SC possibilitam a abordagem de situações problemas com variadas demonstrações de sistemas físicos, o que expande o conjunto de questões que se pode apresentar. Essas atividades possibilitam a observação de fenômenos com o diferencial de poder-se alterar condições do sistema, de forma que o aluno consiga visualizar as grandezas envolvidas e como elas alteram o seu funcionamento. Além disso, existem outros pontos positivos apontados por Medeiros e Medeiros (2002) sobre os benefícios trazidos pelas SC no ensino, dentre eles o aperfeiçoamento e compreensão dos conceitos; permitir que os estudantes gerem e testem hipóteses e estimular uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos.

Foram escolhidos quatro temas, que faziam parte do Plano de Ensino da disciplina de Física Geral I - A, para os quais desenvolveu-se uma série de tarefas baseadas em problemas que envolviam o uso das SC. A escolha desses temas ocorreu por uma análise de sua importância para os conteúdos da referida disciplina, pesquisou-se as simulações que se relacionam com esses conteúdos e envolvem conceitos e fenômenos que podem ser analisadas para diferentes sistemas físicos; as simulações escolhidas foram aquelas que apresentaram mais variáveis que poderiam ser modificadas e que estavam dentro do

⁷ Links das plataformas citadas: https://phet.colorado.edu/pt_BR/ (PhET); <http://www.merlot.org/merlot/index.htm> (MERLOT); <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/> (BIOE).

escopo dos conteúdos estudados, possibilitando o desenvolvimento de tarefas diversificadas, com análises e discussões a respeito do impacto destas variáveis. Ademais, a facilidade de acesso e interatividade das simulações também foram critérios importantes para a escolha.

Após a escolha da simulação (a plataforma utilizada em todas as tarefas propostas foi o Physics Educational Technology (PhET), Simulações Interativas da Universidade de Colorado, referida anteriormente) montava-se um conjunto de tarefas baseadas em problemas, com instruções de uso para a simulação computacional constituído das seguintes partes: orientações iniciais para a correta manipulação das SC, realização das atividades e entrega; e por fim, tarefa proposta.

Ao todo foram aplicadas quatro atividades computacionais ao longo do semestre, que ficavam dispostas no Moodle, plataforma de aprendizagem a distância utilizada na disciplina e que pode ser considerada como um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), nesse sentido, de acordo com Burnham, Pinheiro e Sanches (2012), os AVA podem ser compreendidos como “espaços multirreferenciais de aprendizagem” constituídos em rede, em que são diversas as possibilidades de construção do conhecimento e em que são potencializadas as virtualizações, por conta da diversidade oferecida pela linguagem digital.

Os alunos tinham, em geral, 10 dias⁸ a partir da liberação da atividade para realizá-la. O Quadro 1 mostra um resumo de cada uma delas e os conteúdos conceituais e procedimentais abordados.

⁸ Um dos objetivos das atividades de simulações computacionais era proporcionar uma forma diferente de estudo e que exigia análise de dados e observação, o que requer mais tempo para ser realizado.

Quadro 1: Atividades Computacionais Desenvolvidas⁹

	Descrição das atividades propostas	Conteúdos	
		Conceituais	Procedimentais
Simulação de Lançamento de Projétil	Essa simulação permite analisar os fenômenos do movimento oblíquo, com a possibilidade de modificar o projétil que será lançado, a velocidade inicial do objeto, o ângulo de lançamento, dentre outras condições que podem ser alteradas. Poderá se analisar as velocidades em cada dimensão, como elas se comportam e que modelos físicos seguem.	Posição; Velocidade; Aceleração; Lançamento de projétil; Movimento bidimensional.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem do problema; • Descrição dos fenômenos envolvidos; • Elaboração de hipóteses;
Simulação de Rampas - Forças e Movimento	A simulação possui uma rampa modificável, que pode ser mais ou menos inclinada, ligada a uma parte horizontal reta. Uma figura empurra um caixote (que pode ser alterado) ao longo dessa pista, em que se pode mudar o material de que é feito a pista, o atrito entre a pista e o objeto a ser movido, a intensidade da força aplicada no objeto, entre outros fatores. É possível observar a interação das forças no sistema e entender o efeito do atrito.	Forças; Leis de Newton; Atrito; Aceleração; Movimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulação de equações; • Realização de cálculos e análises geométricas;
Simulação Circuito - Energia e Conservação	Baseada em experimentos clássicos de conservação de energia, essa simulação permite a criação de circuitos com <i>loopings</i> , picos e vales, em que um skatista (com um skate) pode ser colocado em uma região do circuito para percorrê-lo. É possível alterar a massa do skatista e o atrito entre as rodas do skate e a pista. Essa simulação apresenta um gráfico dinâmico, que mostra as transformações da energia enquanto o skatista percorre o circuito.	Energia cinética e potencial gravitacional; Conservação da energia; Movimento; Atrito.	<ul style="list-style-type: none"> • Análise gráfica; • Observação do impacto das condições iniciais e variáveis;
Simulação Laboratório de Colisões	Uma mesa de discos que permite analisar colisões em 1D ou 2D. Essa simulação possibilita modificar a elasticidade e observar os efeitos dessa mudança no momentum total e na energia cinética do sistema. É possível também criar diferentes tipos de colisões e observar o comportamento dos discos, de que forma se movimentam, observar os vetores envolvidos.	Energia cinética; Colisões; Vetores; Momentum linear.	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção e comparação de resultados; • Comparação dos problemas a situações reais.

Fonte: Elaborada pelos Autores

Um dos principais objetivos desta aplicação de atividades didáticas com SC é levar os problemas desenvolvidos pelos alunos através do livro-texto referência da disciplina de Física Geral I - A para outros contextos, em que eles possam utilizar diferentes ferramentas para analisar o problema e a sua possível solução. Partindo desse propósito, foram desenvolvidas tarefas que envolvem essas premissas e cujo exemplo é exposto no Quadro 2.

⁹Todas as atividades computacionais e as figuras citadas no quadro podem ser visualizadas no link: https://docs.google.com/document/d/12h8u8TXHfVJpj5WHCm_M_iBFMmPyPh0ZZlpXWZW2qo/edit?usp=sharing

Quadro 2: Exemplo de Tarefa Proposta

Atividade utilizando a Simulação Laboratório de Colisões

Utilizando as condições sugeridas, o aluno deveria analisar os fenômenos e solucionar os problemas propostos.

Com elasticidade 100%, deixe a bola 1 com velocidade 1 m/s e a bola 2 com velocidade nula.

- Após o choque das bolas, qual a velocidade final de cada uma?
- Qual a energia cinética inicial de cada bola? E a final?
- Qual foi o trabalho realizado pela primeira bola na segunda?

Agora, ative as opções “Kinetic Energy” e “Momenta Diagram”.

a) Existe alguma relação entre o momento linear e a energia cinética com a elasticidade em 100%? Se diminuirmos a elasticidade, qual será a alteração causada? Qual é a proporção entre a alteração da elasticidade e da grandeza que é alterada?

b) Qual a massa de cada bolinha, a velocidade inicial e a elasticidade para que, após a colisão, ambas as bolinhas tenham velocidade nula.

Agora, ative o centro de massa e adicione mais uma bola. Usando as condições iniciais mostradas na figura, responda às questões a seguir:

- Faça um gráfico do módulo da velocidade até 0,5s após o choque para cada bola e para o centro de massa.
- Determine a velocidade do centro de massa.
- Qual o trabalho feito pela bola 1 e pela bola 2? E qual o trabalho recebido pela bola 3?
- Agora coloque a elasticidade em 50%. Qual a principal mudança que ocorre nas velocidades?
- Ainda com a elasticidade em 50%, determine a energia cinética inicial e final do sistema. Essa previsão é corroborada pela simulação?

Fonte: Elaborada pelos Autores

A partir do exposto nos Quadros 1 e 2, nota-se que havia dois principais estilos de questões nessas tarefas: em algumas delas o aluno escolhia as condições iniciais do sistema, deveria criar e analisar uma situação envolvendo os fenômenos; em outras o aluno monta a condição inicial proposta pela atividade, em que deveria utilizar seus conhecimentos para calcular grandezas físicas e analisar os fenômenos, desenvolvendo seus resultados na SC. Através das tarefas propostas, os alunos puderam utilizar os conteúdos conceituais abordando o uso de cada conceito estudado em diferentes situações e praticar os conteúdos procedimentais para buscar estratégias na resolução dos problemas.

3 Instrumento de coleta de dados

Para analisar a aplicação das Atividades de Simulações Computacionais na disciplina em questão, aplicamos um questionário¹⁰ optativo, anônimo e não avaliativo¹¹. A partir desse questionário analisamos as respostas de algumas questões, com as quais

¹⁰ Link para acesso do questionário proposto aos alunos:

<https://docs.google.com/forms/d/1YREGy7srYoW0ymgyJk6qXyUzFqOprcM7skQpiAwWfuQ/edit>

¹¹ O questionário foi formulado com base nos estudos sobre esse tipo de método de pesquisa. Cada questão elaborada possui um objetivo e leva a hipóteses sobre o assunto. A versão utilizada do questionário em questão foi analisada por uma banca externa composta por três doutores com formação em Física e doutorado em educação em ciências.

pudemos estudar a influência da utilização das TIC, em específico das SC, buscando compreender os objetivos iniciais apresentados e responder à questão de pesquisa.

4 Concepção de pesquisa

Tratamos aqui de uma pesquisa do tipo qualitativa. A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização etc. Além disso, convém destacar que utilizaremos como referencial o estudo de caso. Segundo Goode e Hatt (1975), o estudo de caso permite investigar, em profundidade, o desenvolvimento, as características e demais aspectos constitutivos de qualquer unidade social: um indivíduo; um núcleo familiar; um grupo social; uma empresa pública ou particular etc.

As vantagens do estudo de caso, segundo Gil (2010, p. 59) são: a) sua capacidade de estimular novas descobertas, em virtude da flexibilidade do planejamento e da própria técnica; b) a possibilidade de visualização do todo, de suas múltiplas facetas; e c) a simplicidade de aplicação dos procedimentos, desde a coleta até a análise de dados.

5 Resultados

Através do questionário aplicado e das respostas obtidas (7 alunos responderam ao questionário), diferentes hipóteses podem ser colocadas e resultados destacados, que auxiliam na obtenção de dados para responder à questão de pesquisa sobre o impacto da utilização de simulações computacionais como recurso institucional em atividades de resolução de problemas de Física. Além disso, tanto a análise das questões objetivas quanto das descritivas possibilitam uma avaliação dessa sequência didática e, com isso, pode-se identificar os principais desafios da implementação desta abordagem

As questões selecionadas podem ser analisadas de acordo com sua forma e objetivo. As três primeiras questões que serão analisadas a seguir utilizam escala Likert¹², em que os alunos deveriam avaliar suas experiências em relação às atividades de simulação computacional.

- Os alunos foram questionados quanto às dificuldades de utilização dos recursos nas

¹² A escala Likert, criada por Rensis Likert, professor de sociologia e psicologia da Universidade de Michigan, é uma escala de resposta psicométrica, sendo classificada como um modelo quantitativista na Psicologia. Dessa forma, é possível, através de um conjunto de técnicas associadas à Estatística determinar, de forma quantitativa e adequada, construtos (satisfação, atenção, preferências etc.) que não podem ser observados diretamente, permitindo a obtenção de informações sobre determinado sujeito. Neste trabalho foi utilizada a escala Likert de 5 pontos.

atividades computacionais, na escala de 1 a 5, sendo 1 muita dificuldade e 5 nenhuma dificuldade, 57.1% dos alunos responderam que não identificaram dificuldades, 28.6% avaliaram como sem grandes dificuldades e 1 aluno respondeu que teve média dificuldade em relação aos recursos.

Pode-se identificar, aqui, que é provável que os alunos tenham certa facilidade na utilização dos recursos ou que tenham se adaptado, ao longo das atividades, ao seu emprego. A acessibilidade e interatividade das SC escolhidas mostraram-se fatores significativos para essas respostas, visto que eram critérios de seleção e que foram pensadas para facilitar e motivar o uso das SC por parte dos alunos. Esse resultado é corroborado por Macêdo, Dickman e Andrade (2012), quando expressam que as simulações devem ser escolhidas de modo que o envolvimento do aprendiz seja ativo, os aplicativos devem proporcionar diferentes formas de utilização e a interatividade deve ser pensada como uma característica essencial.

- Questionados sobre a relevância das atividades de simulação computacional para a visualização dos fenômenos físicos estudados na disciplina de Física Geral I - A, na escala de 1 a 5 (sendo 1 pouco relevante e 5 muito relevante), a maioria (71.4%) dos alunos avaliou com máxima relevância, o que nos fornece uma evidência importante em relação ao uso dessas ferramentas no ensino de Física Geral I. Apenas 2 alunos responderam com média relevância ou somente relevante (equivalente aos números 3 e 4 da escala). Logo, fica perceptível a consideração apontada pelos estudantes na realização desse tipo de tarefa. Esse resultado converge para outras análises semelhantes que identificam a importância deste tipo de atividade no ensino-aprendizagem, tanto em relação à visualização dos fenômenos - mesmo que de forma simplificada - quanto na participação dos alunos de maneira mais ativa. De acordo com Costa (2017, p. 7543),

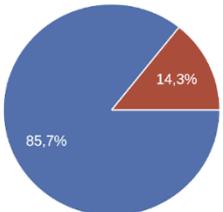
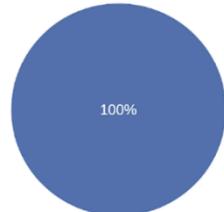
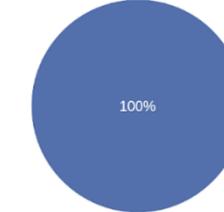
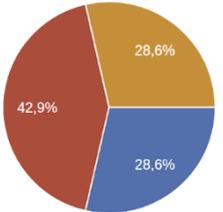
Percebe-se que a simulação computacional se mostra uma estratégia promissora para o Ensino de Física, dadas suas características de interatividade e construtivismo, que podem possibilitar aos alunos a oportunidade de entender melhor os conceitos científicos, bem como a dinâmica científica.

- Nesta questão os alunos deveriam avaliar o quanto as atividades de SC contribuíram para o desempenho deles na disciplina. Novamente com uma escala de 1 a 5, sendo 1 contribuiu pouco e 5 contribuiu muito, obtemos que 57.1% dos alunos consideraram que essas atividades contribuíram muito para seus desempenhos, 28.6% identificaram uma

contribuição relevante e 1 aluno respondeu que a contribuição fora mediana. Mais uma vez, uma significativa maioria dos alunos reconheceu a importância desse tipo de atividade para o seu desempenho na disciplina.

O Quadro 2 mostra os gráficos gerados através das respostas submetidas pelos alunos para cada uma das questões objetivas selecionadas para análise. Procuramos avaliar a proximidade das atividades de SC com os estudos realizados pelo aluno e verificar se estes estudantes conseguem identificar, nesse tipo de atividade, ferramentas de estudo significativas para o desenvolvimento de conhecimentos nesta e nas demais disciplinas.

Quadro 2: Relação gráfica das questões objetivas

<p>04 - Você considera que os problemas apresentados na tarefa se aproximam daqueles expressos no livro texto?</p>	<p>05 - Você considera que as simulações computacionais utilizadas nas atividades foram relevantes para visualizar fenômenos e processos referentes à disciplina?</p>	<p>06 - Você indicaria que simulações computacionais ou ferramentas semelhantes (programas de análise e construção gráfica, modelos, entre outros) fossem utilizadas em outras disciplinas? Se sim, em quais disciplinas?</p>	<p>07 - O contato com as atividades de simulações computacionais na disciplina em questão o ajudaram no desenvolvimento de outras disciplinas?</p>
			
<p>● Sim ● Não</p>	<p>● Sim ● Não</p>	<p>● Sim ● Não</p>	<p>● Sim ● Não ● Talvez</p>

Fonte: Elaborada pelos Autores

Na primeira questão do Quadro 2, 85.7% dos alunos conseguiram fazer a associação entre as questões propostas nas tarefas com simulação computacional e os problemas que eles desenvolvem do livro usado na disciplina. Ou seja, é possível que a realização das atividades computacionais e as tarefas propostas por ela tenham auxiliado os alunos na resolução de problemas e exercícios do livro texto da disciplina, de forma a melhorar a compreensão dos enunciados, a visualização dos fenômenos envolvidos e, conseqüentemente, aprimorar os estudos e melhorar o rendimento dos alunos. Esse é um resultado positivo, pois de acordo com Echeverría e Pozo (1998, p. 41):

A transferência ou generalização dos conhecimentos adquiridos para um novo contexto ou domínio constitui o problema de aprendizagem mais difícil de superar, tanto para as teorias da aprendizagem como para a própria prática didática e educacional. Muitas vezes não é difícil fazer com que os alunos aprendam a aplicar um determinado procedimento ou conceito no contexto de um problema determinado; o que é realmente difícil é que aprendam a usá-lo de forma relativamente autônoma, transferindo-o espontaneamente para novos problemas nos quais poderia ser potencialmente útil.

Este resultado é importante para mostrarmos o quanto a utilização das tarefas de SC auxiliou os alunos nas posteriores atividades com problemas de lápis e papel, mostrando que, mais do que uma ferramenta de visualização de fenômenos, as SC proporcionam o contato com problemas que podem ser abrangidos para outros contextos. Nesse sentido, Gonzales e Rosa (2014) destacam que as tarefas de SC se mostram interessantes para estimular os alunos à aprendizagem de matérias mais complexas, quando necessitam de métodos de ensino diferentes daqueles propostos tradicionalmente em sala de aula.

Em seguida, como uma forma de constatação da questão dois do questionário, foi perguntado se os alunos consideraram importante as tarefas de simulação computacional para visualizar os fenômenos e processos referentes à disciplina, no que 100% dos alunos responderam que sim, o que indica que o resultado desta questão está coerente com as respostas da questão dois e nos mostra que os alunos acreditam no uso da simulação como instrumento de aprendizagem e que conseguiram utilizar dessa ferramenta ao longo da disciplina.

A discussão proposta por Medeiros e Medeiros (2002) aponta que a dificuldade de compreender os fenômenos estudados, que muitas vezes estão fora dos sentidos humanos¹³ ou mesmo são muito complexos, levam os alunos a dificuldades de aprendizagem e, em muitos casos, à desistência do conhecimento. O desafio de tornar os fenômenos concretos, em termos de visualização, propiciou a exploração de diferentes ferramentas, no que, de acordo com os autores citados acima, as simulações computacionais têm sido muito defendidas: “Os defensores da informática no ensino da Física têm apontado o uso de animações por computadores como uma solução para tais problemas.” (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 79). O resultado apresentado nessa questão corrobora alguns dos benefícios apresentados para o uso de simulações

¹³ Que não podem ser visualizados, tocados ou ouvidos, que somente a situação final do sistema pode ser observada por comparação à situação inicial.

computacionais conforme Medeiros e Medeiros (2002), tais como “tornar conceitos abstratos mais concretos” e “acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual”.

Quando questionados sobre a indicação de ferramentas como simulações computacionais ou semelhantes para o uso em outras disciplinas, novamente 100% dos alunos responderam no sentido favorável e citaram disciplinas em que achavam significativas a presença de tais ferramentas, vejamos algumas das respostas dadas abaixo, transcritas das respostas:

“Acho que todas as disciplinas possuem algum aspecto onde simulações seriam úteis.” (Fala retirada do aluno X3)

“Disciplinas de Física Geral e Cálculo.” (Fala retirada do aluno X4)

“Seria interessante em vetores, álgebra e até em disciplinas de astronomia.” (Fala retirada do aluno X5).

Podemos observar que estas respostas também estão coerentes com as de questões anteriores, sobre a relevância da utilização de atividades de simulação computacional, e mostra que deve haver um reconhecimento dos alunos dos objetivos de propor tarefas desse cunho. Esse resultado pode ser visto também nas experiências com atividades didáticas no trabalho de Pastorio (2014, p. 107), em que “o desenvolvimento de competências associadas ao uso de um ambiente de computação numérica, possibilitou a estes alunos o desenvolvimento de um domínio de conteúdos procedimentais fundamentais para o desenvolvimento de atividades profissionais e acadêmicas vinculadas a sua área”.

Por fim, os alunos responderam se o contato com as atividades de simulação computacional ajudou-os no desenvolvimento em outras disciplinas, no que 42.9% dos alunos responderam que não, 28.6% que sim e o restante (28,6%) marcou como talvez. Esse resultado pode indicar que, apesar de os alunos identificarem as simulações como uma boa ferramenta de estudo, não recorrem a ela sozinhos como ferramenta em outras disciplinas; é necessária uma proposta de trabalho sobre esta, o que torna ainda mais importante o debate sobre a inserção das TIC no ensino. Esse resultado remete às conclusões do trabalho de Araujo e Veit (2008, p. 8-9) sobre a interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino de Física, em que afirmam:

se os devidos cuidados no desenvolvimento e/ou seleção de propostas de atividades computacionais com suas correspondentes estratégias de uso não forem levados em consideração, corre-se o sério risco de que também as atividades computacionais conduzam meramente a uma aprendizagem mecânica, desprovida de qualquer valor formativo.

Ou seja, o uso das SC deve vir acompanhado de uma atividade de reflexão e aprendizagem, em que uma proposta seja bem estabelecida e com claros objetivos para que compreendam a finalidade dessa atividade didática. Deve-se considerar que essas ações se tornam necessárias no contexto atual da implementação das TICs no ensino de Física e que, conforme essas ferramentas passem a ser mais abrangentes, provavelmente serão melhor absorvidas pelos estudantes.

Finalizada a análise das questões objetivas, passamos agora para as questões dissertativas propostas e que versam sobre as opiniões dos alunos em relação às tarefas e ao uso das simulações computacionais. Utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD) como ferramenta de análise de dados nas respostas recebidas, que tem como método a escolha de categorias e subcategorias em que as respostas podem ser encaixadas. Essas categorias são, portanto, baseadas diretamente nos discursos encontrados nas respostas e a sua organização se faz através da correspondência de discursos semelhantes dentro de uma mesma questão. Sobre a ATD e o processo de categorização utilizado, Moraes e Galiuzzi (2006, p. 125) afirmam que “Cada categoria representa um conceito dentro de uma rede de conceitos que pretende expressar novas compreensões.”

Partindo dessas definições, iniciamos a análise das questões. Questionamos o aluno sobre a importância que ele atribuiu à utilização das SC no ensino de Física e as respostas dadas podem ser caracterizadas em duas grandes categorias, mostradas abaixo:

- Visualização de fenômenos: 42.9% dos alunos citaram essa característica como umas das principais atribuições das simulações no aprendizado de Física, entendendo como um método diferente de estudo e uma forma de enxergar a Física não somente como conceitos e fórmulas, mas como fenômenos que os cercam e fazem parte do cotidiano de todos. De acordo com Silveira (2012) sobre a importância da relação com o cotidiano nas tarefas, quando os professores propõem atividades que estejam relacionadas com vivências dos alunos, os conceitos são internalizados por eles de maneira mais significativa, permitindo enxergar a utilidade e praticidade dos conceitos estudados.
- Concretização dos conteúdos: 71,4% dos alunos também escreveram sobre as relações que encontraram entre as tarefas com simulação propostas e os assuntos que eram

abordados em aula, de forma a tornar menos abstrata a relação entre os conteúdos estudados e os fenômenos que acontecem no mundo real. Podemos discriminar essa categoria nas subcategorias abaixo:

- Observação das variáveis do sistema: na opinião dos alunos, foi mais fácil compreender, através das simulações computacionais, como as mudanças das diversas condições de um sistema podem influenciar nos fenômenos;
- Visualização dos conteúdos dentro das SC: outro fator identificado pelos alunos e que remete a um dado importante é a comparação do conteúdo estudado em aula e os cálculos desenvolvidos com os resultados das simulações, o que torna a concretização ainda mais evidente.

A seguir, algumas respostas extraídas do material entregue pelos estudantes que justificam as categorias escolhidas:

“Elas me ajudaram a visualizar melhor os fenômenos físicos envolvidos e como a alteração das variáveis envolvidas mudam o resultado da simulação.” (Fala retirada do aluno X4)

“Achei deveras interessante. Não tinha trabalhado com essas simulações na intenção de auxílio ao estudo, é legal comparar os resultados das contas, por ti feitas, com os resultados obtidos na simulação. Além de trocar os valores e ver como se comportaria em uma situação adversa.” (Fala retirada do aluno X5)

Os resultados apresentados para a questão das vantagens em relação ao uso das SC trazem dois importantes fatores que podem ser identificados em diferentes trabalhos: a importância da interatividade das simulações e o quanto elas auxiliam na visualização de fenômenos. De acordo com Yamamoto e Barbeto (2001, p. 222),

Uma das observações mais claras que se faz quando se utiliza demonstrações baseadas em simulações em computador, é que os alunos, de maneira geral, se tornam mais participativos. A possibilidade de rapidamente mudar parâmetros, e verificar a consequência nos movimentos estudados, incita os estudantes a querer conhecer o comportamento dos sistemas físicos nas mais diversas situações.

Assim como indicam Medeiros e Medeiros (2002), a utilização de simulações computacionais no ensino permite que uma série de possibilidades sejam oferecidas, propiciando ao aluno uma visualização dinâmica de fenômenos e conceitos abstratos, possibilitando a interação com modelos científicos, além de espaço para que possa analisar os problemas apresentados e formular hipóteses, fortalecendo o processo de apropriação de conceitos, fatores que puderam ser percebidos nas justificativas dos alunos.

Diante das respostas para essa questão, pode-se notar que a utilização das SC se mostrou importante não somente para a assimilação dos conteúdos, mas também como uma ferramenta de desenvolvimento de habilidades dos alunos que, como mostram suas respostas, conseguiram identificar nas SC um instrumento de estudo e de análise, incorporando uma forma diferente e dinâmica de testar hipóteses e compreender sistemas físicos.

Os alunos foram questionados, então, sobre a relação entre os problemas apresentados nas tarefas e os conceitos discutidos em aula, na qual uma análise das respostas dos alunos fez emergir as categorias abaixo:

- Entendimento dos conceitos: a maioria dos alunos citaram que a SC era como uma extensão da aula expositiva, que possibilita um entendimento mais concreto dos assuntos abordados em aula, além de trazer uma reflexão sobre os fenômenos observados. De acordo com Araujo e Veit (2008) as ferramentas de SC têm a capacidade de tornar o aluno (co)responsável pela sua própria aprendizagem, oferecendo seu “engajamento cognitivo com atividades potencialmente motivadoras.”
- Auxílio em problemas posteriores: os alunos citaram que a realização das tarefas de atividades computacionais auxiliou no desenvolvimento de exercícios posteriores daquele assunto, evidenciando a ferramenta como um objeto de ensino e de estudo.

Vejamos algumas respostas que explicitam as categorias citadas acima:

“Tem relação direta, uma vez que os conceitos abordados aparecem em sua totalidade ao se resolver os exercícios utilizando-se das simulações.” (Fala retirada do aluno X2)

“Diversas vezes fazemos os problemas em aula somente com a representação dos desenhos no quadro e com os valores que nos são propostos. É um tanto quanto trabalhoso alterar os valores e imaginar os resultados. Na simulação isso é obtido de forma mais rápida, portanto, mais interessante.” (Fala retirada do aluno X5).

Por fim, os alunos foram questionados sobre as vantagens e desvantagens que identificaram ao realizarem atividades e terem contato com as SC. Vale ressaltar que algumas respostas consideraram a abordagem da atividade em questão, não somente a ferramenta em si. Iniciamos a análise pela questão que abordava as vantagens. Através das respostas recebidas podemos identificar as categorias abaixo:

- Organização dos estudos: 57,1% dos alunos citaram que o tempo dado para o desenvolvimento das tarefas ajudou no entendimento da proposta. Juntamente com a compreensão do tempo oferecido para as atividades, os alunos conseguiram identificar que

esse tipo de tarefa contribui na organização dos seus próprios estudos, de acordo com Bonadiman e Nonenmacher (2007, p. 198)

Um dos aspectos fundamentais no ensino da Física, que é de cunho teórico-metodológico, capaz de motivar o aluno para o estudo e, deste modo, propiciar a ele condições favoráveis para o gostar e para o aprender, está relacionado com a percepção que o estudante tem da importância, para a sua formação e para a sua vida, dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula.

- Compreensão e assimilação dos conteúdos: 71,4% dos alunos responderam que o contato com as SC os fizeram envolver-se melhor com os exercícios e problemas propostos em seus estudos e em aula. Além disso, o entendimento de conceitos e assimilação dos conteúdos foram citados novamente e em grande parte das respostas, inclusive exemplificando fatores que melhoraram após a utilização das simulações. Essa categoria retoma resultados já apresentados neste texto e aponta para outros benefícios apresentados por Medeiros e Medeiros (2002, p. 80) sobre as possibilidades das simulações computacionais no ensino da Física, tais como “engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade” e “auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta.”

Apresentamos abaixo alguns comentários que evidenciam as escolhas das categorias:

“Melhor assimilação dos conteúdos, aprendi a elaborar e organizar melhor meus trabalhos, consegui explicar melhor para os meus colegas alguns fenômenos físicos, principalmente sobre movimento bidimensional, energia e colisões.” (Fala retirada do aluno X1)

“Entender e me envolver melhor com os exercícios propostos.” (Fala retirada do aluno X2)

“É tranquilo de fazer pois é uma tarefa para casa, então pode ser feita com calma e não na correria e pressão da sala de aula.” (Fala retirada do aluno X6).

Passamos a análise da última questão, a qual aborda as desvantagens apresentadas na sequência das tarefas apresentadas. Da referida análise, emergiram três grandes categorias. Caracterizamos e definimos cada uma delas abaixo, utilizando também, frases dos estudantes contidas nas respostas enviadas:

- Falta de gabarito: alguns alunos citaram a falta de um gabarito concreto como uma dificuldade na realização das tarefas, pois gostariam de verificar os exercícios que fizeram

diretamente, sem o intermédio de um avaliador.

- Problemas de estrutura: foram descritos problemas envolvendo comandos de software, ao abrir as simulações. Juntamente a isso, os alunos escreveram sobre falta de computadores em que pudessem desenvolver a tarefa e em que as simulações funcionassem.
- Atividades muito longas: o tempo de realização das tarefas também foi citado aqui, em geral, os alunos escreveram sobre a extensão da tarefa proposta em cada atividade computacional, dizendo que requisitavam muito tempo para serem realizadas. Esse discurso conflita com as respostas da questão anterior, em que os alunos ressaltaram que umas das vantagens dessas atividades era que poderia ser realizada com mais calma e que isso havia ajudado no entendimento das tarefas.

As respostas abaixo justificam as categorias descritas:

- “As simulações tomam muito tempo para serem feitas.”* (Fala retirada do aluno X3).
“O tempo necessário para as simulações computacionais foi bem grande.” (Fala retirada do aluno X4).
“Meu único problema foi que, depois de receber a nota, apesar de ter ido bem, eu não gabaritei e não fiquei sabendo exatamente o que eu errei nas questões...” (Fala retirada do aluno X6).

De acordo com o exposto acima, podemos analisar as desvantagens citadas pelos alunos buscando um entendimento sobre essas características e criar hipóteses acerca do porquê foram encontradas. Sobre a falta de gabarito, podemos dizer que as tarefas possuem, sim, um gabarito de referência para a avaliação dos trabalhos, porém, o intuito na hora de fazer essa avaliação é levar o aluno à compreensão dos problemas conceituais e procedimentais que envolvem um equívoco em seus resultados, para isso, o retorno que eles recebiam eram comentários sobre as possíveis causas desses equívocos. Além disso, muitos dos problemas propostos são abertos e, evidentemente, não possuem uma única resposta numérica correta, de acordo com Echeverría e Pozo (1998, p. 20) “é possível encontrar várias soluções muito diferentes entre si, todas elas válidas como forma de resolver o problema por meio de métodos também diferentes e igualmente válidos.”, principalmente nas tarefas em que o aluno deveria criar as condições iniciais do sistema a ser simulado.

Quanto às considerações sobre os problemas de estrutura, essa é uma das dificuldades na implementação das TIC, pois apesar de amplamente utilizado, o acesso a bons computadores ou dispositivos e à rede de internet não é uma realidade compartilhada

por todos, para isso é de extrema importância a disponibilização dessas tecnologias no ambiente da universidade e também que seja garantido esse acesso antes da implementação das tarefas, de acordo com Pastorio (2018, p. 36), “É perfeitamente perceptível a mudança na importância conferida ao computador e às tecnologias para o uso de sala de aula, tanto na perspectiva da sociedade, como nas políticas públicas adotadas.” Alguns problemas relacionados aos softwares, nas atividades propostas, foram resolvidos com a incrementação de instruções para uso do recurso no início de cada tarefa.

Por fim, acerca da extensão das atividades e do tempo necessário para a realização, como foi discutido na categoria, é possível que os alunos estejam falando de duas percepções diferentes sobre o tempo envolvido nas atividades computacionais, aquele despendido para cada tarefa (considerado longo por alguns), em contrapartida com o tempo disponibilizado pelo professor para a realização da atividade como um todo. Deve-se considerar que as tarefas possuíam um período que proporcionava o desenvolvimento delas em conjunto com outras atividades que os alunos pudessem estar envolvidos, possibilitando uma organização do tempo que lhes era concedido para a sua realização.

6 Considerações Finais

Diante da implementação realizada, das análises dos resultados e embasados em diferentes estudos anteriores que buscaram uma compreensão sobre a utilização de SC para atividades de ensino-aprendizagem, faremos agora as considerações sobre os resultados obtidos que possuíam como foco responder à questão de pesquisa: qual o impacto da utilização de simulações computacionais como recurso institucional em atividades de resolução de problemas de Física? E, através desses desdobramentos, ressaltar a avaliação de uma sequência didática baseada em resolução de problemas utilizando simulações computacionais e identificar os principais desafios da implementação desta abordagem, desde os práticos até os teóricos e instrumentais.

Para isso avaliamos a utilização de atividades de RP em outro contexto, nesse caso, dentro do desenvolvimento de tarefas com o uso de SC e buscamos na literatura resultados e indicativos que sustentam as apresentações das atividades que foram propostas à turma de Física Geral I - A.

Mostramos, através da aplicação de um questionário e da análise das respostas recebidas, que as SC são importantes aliadas quando falamos de TIC, além de tornar possível muitos fatores consideráveis em termos de ensino de Física, como a visualização

de fenômenos, o entendimento de conceitos abstratos e a transposição de problemas conceituais de lápis e papel para uma outra abordagem mais dinâmica, que tende a uma melhor compreensão por parte dos alunos.

Através do entendimento sobre as diferenças entre problemas e exercícios e tendo como referência a aplicação de atividades de RP da forma convencional e com SC, pudemos fazer uma comparação entre estas duas atividades didáticas. Ao que podemos considerar que a proposta de tarefas de RP utilizando SC expõe-se como ferramenta de estudo para os alunos, que conseguiram levar as estratégias usadas na resolução das atividades computacionais para o contexto do livro texto, auxiliando nos seus estudos em termos de levantamento de hipóteses, compreensão de situações problemas e identificação de modelos físicos para a sua solução. Além disso, conseguimos perceber que as atividades promovidas através das SC foram relevantes para a aprendizagem significativa, visto que os alunos descreveram que essas tarefas ajudaram na visualização de fenômenos e, conseqüentemente, desenvolveram habilidades de observação que são importantes no estudo de disciplinas como a de Física Geral I - A. Ademais, mostrou-se essencial que para esses resultados, as atividades de RP, mesmo dentro do contexto das SC, necessitam ser pensadas dentro do âmbito de questões que os alunos tenham contato frequente, como as do livro texto, e que proporcionem uma integração entre essas tarefas e seus objetos de estudo cotidiano. Ademais, corroborando o estudo de diferentes autores na área, identificou-se que a escolha das SC utilizadas deve ser pensada em termos de interatividade e coerência das representações físicas, o que se mostra essencial para o desenvolvimento dessas atividades.

Dentre os desafios identificados, encontra-se a questão do tempo requerido para o desenvolvimento dessas tarefas pelos alunos, uma vez que participam também de outras atividades de ensino em diferentes disciplinas. Por isso é importante que as disciplinas do currículo dos cursos de Física sejam articuladas entre si, de maneira que em conjunto e organizadas possam oferecer uma aprendizagem mais relevante e que seja utilizada nos diversos momentos de estudo do aluno. Outro desafio é o fator de estrutura para o desenvolvimento de atividades que requerem uso de computadores, softwares e internet, mesmo que grande parte dos alunos possua esse acesso e que a própria universidade proporcione esse recurso, ainda assim, é preciso pensar em SC que sejam acessíveis e, ao mesmo tempo, eficientes para os objetivos de aprendizagem buscados. Destaca-se, novamente, a necessidade da utilização de SC interativas, que possibilitem uma

participação ativa dos alunos e que entreguem representações significativas para o seu aprendizado.

Portanto, tendo em vista os argumentos utilizados e as análises dos resultados, podemos dizer que as SC são, sim, uma importante ferramenta de ensino e estímulo aos estudantes, proporcionando vantagens em diferentes aspectos de aprendizagem, como o engajamento dos alunos com a disciplina, ou seja, auxiliando na compreensão dos conteúdos em diferentes contextos e situações. Vale ressaltar, no entanto, como demonstrado nos resultados, que é essencial que sejam desenvolvidos projetos bem organizados e fundamentados para a aplicação das SC, com o olhar ativo do professor e tutores em todas as etapas, desde a criação dos problemas até a avaliação das tarefas realizadas pelos estudantes, para que estes, então, não se sintam perdidos em meio a novas propostas e métodos e possam assegurar-se de ter o apoio necessário para o desenvolvimento das habilidades que as SC proporcionam.

Referências

- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino-aprendizagem de Física. In: JORNADA NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 14, 2008, Santa Maria. **Anais da 14ª Jornada Nacional de Educação**. Santa Maria: UNIFRA, 2008, p. 1-10.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HENESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio Janeiro: Interamericana, 1980.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.
- BRANDÃO, R. V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Física na Escola**, v. 9, n. 1, p. 10-14, maio 2008.
- BURNHAM, T. F.; PINHEIRO, M. T.; SANCHES, M. O. Ambientes virtuais de aprendizagem como uma entidade complexa. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, v. 5, n. 9. p. 154-172, jan./jun. 2012.
- COSTA, M. Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino. In: EDUCERE, 13, 2017, Curitiba. **Anais do Congresso Nacional da Educação**: Curitiba: PUCPR, 2017, p. 7531-7544.
- ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 13-43.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONZALES, E. G.; ROSA, P. R. S. Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adultos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 477-504, 2014.

GOODE, W.; HATT, P. **Métodos em pesquisa social**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1975.

GRECA, I.; SEOANE, E.; ARRIASSECQ, I. Epistemological Issues Concerning Computer Simulations in Science and Their Implications for Science Education. **Science & Education**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 897–921, 2014.

KRAUSE, J. C.; SCHEID, N. M. J. Concepções alternativas sobre conceitos básicos de física de estudantes ingressantes em curso superior da área tecnológica: um estudo comparativo. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 227-240, 2018.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações Computacionais como Ferramentas para o Ensino de Conceitos Básicos de Eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 562-613, set. 2012.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MORAES, K.; HEIDEMANN, L.; ESPINOSA, T. Métodos ativos de ensino podem ser entendidos como recursos para o combate à evasão em cursos de Ciências Exatas? Uma análise pautada nas ideias de Vincent Tinto. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 37, n. 2, p. 369-405, ago. 2020.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2012.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: UnB, 1999.

PASTORIO, D. P. **Atividades didáticas inovadoras de mecânica de partículas com desenvolvimento de competências em um ambiente de computação numérica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Centro de Ciências Naturais e Exatas. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.

PASTORIO, D. P. **Processos avaliativos reflexivos integrados a tarefas contínuas no âmbito do ensino superior em Física**. 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Centro de Ciências Naturais e Exatas. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.

PASTORIO, D. P.; RIBEIRO, B. S.; SOUZA, L. A. V. D.; PIGOSSO, L. T.; FRAGOSO, T. A. Elaboração e implementação de uma unidade didática baseada no *Just-in-Time Teaching*: um estudo sobre as percepções dos estudantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997.

RAMOS, W. M.; ROSSATO, M. Democratização do acesso ao conhecimento e os desafios da reconfiguração social para estudantes e docentes. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 11, n. 3, p. 1034-1048, 2017.

REIS, A. T. V. **A importância das TICs e da educação como processo comunicacional dialógico no ensino superior: um estudo da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul**. 2016. Tese (Doutorado em Comunicação Social). Universidade Metodista de São Paulo. São Bernardo do Campo.

RIBEIRO, B. S.; PIGOSSO, L. T.; PASTORIO, D. P. Implementação de metodologias ativas de ensino em uma turma de física básica: um estudo de caso. **Revista de Enseñanza de La Física**, Córdoba, v. 31, n. 2, p. 31-45, jul./dez. 2019.

SILVEIRA, D. S. **Professores dos Anos Iniciais: experiências com material concreto para o ensino de Matemática**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 215-225, jun. 2001.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.