

# Percepção dos estudantes sobre o uso coordenado de simulações com outras mediações

## Students' perception on the coordinated use of simulations with other mediations

*Helder de Figueiredo e Paula, Colégio Técnico da UFMG*

*helder100@gmail.com*

*Sérgio Luiz Talim, Colégio Técnico da UFMG*

*sergiotalim@gmail.com*

### Resumo

Este trabalho investiga a visão de estudantes sobre o uso de uma simulação como recurso de ensino aprendizagem. A simulação em questão permite a manipulação virtual de elementos de circuito, amperímetros e voltímetros. Além dela outros sete recursos mediacionais foram concebidos para serem usados de maneira coordenada e complementar. Os estudantes foram convidados a avaliar esse aspecto do planejamento pedagógico ao responder um questionário de avaliação do curso a partir do qual pudemos responder às seguintes questões: (i) como se compara o engajamento dos estudantes no uso da simulação com o engajamento desses sujeitos no uso dos outros recursos mediacionais?; (ii) qual a visão dos estudantes sobre a contribuição da simulação para os processos de aprendizagem mediados pelos outros recursos? Os resultados encontrados mostram um alto engajamento dos alunos nos recursos mediacionais utilizados no curso e a percepção dos alunos da integração do recurso simulação com os outros recursos.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, simulações de fenômenos físicos, recursos educacionais, mediação pedagógica, avaliação da aprendizagem.

### Abstract

This work investigates the vision of students on the use of simulation as a teaching resource learning. The simulation in question allows the manipulation of virtual circuit elements, ammeters and voltmeters. In addition to it seven other mediational resources are designed to be used in a coordinated and complementary way. Students were asked to evaluate this aspect of pedagogical planning when they answer a questionnaire evaluating the course from which we could answer the following questions: (i) how does the engage of students in the use of simulation compare with the involvement of these individuals in the use of other mediational resources? (ii) what is the students' views on the contribution of simulation to the learning processes mediated by the other resources? The results show a high engagement of students in the mediational resources used in the course and students' perception of the integration of simulation with other resources.

**Keywords:** science education, simulations of physical phenomena, educational resources, pedagogical mediation, assessment of learning

## Introdução

Este artigo apresenta uma pesquisa que investiga a visão de estudantes sobre o uso das simulações como recurso de ensino aprendizagem e sua relação com outros recursos utilizados como mediação pedagógica, em sete salas de aula de Física do primeiro ano básico comum de uma escola pública federal dedicada à formação técnica de nível médio. Mais especificamente, abordamos aqui dados sobre a percepção dos estudantes acerca do uso coordenado de uma simulação sobre circuitos elétricos com sete outros recursos: 1- experimentos realizados no laboratório; 2- um caderno dedicado à produção de relatórios dos experimentos realizados em laboratório; 3- uma série de demonstrações e investigações compartilhadas realizadas em sala de aula; 4- um conjunto de aulas expositivas distribuídas ao longo de quase um trimestre letivo e dedicadas à apresentação da matéria e às discussões das atividades feitas em sala de aula ou no laboratório; 5- uma unidade sobre circuitos elétricos que fazia parte de um livro didático de Física para o ensino médio; 6- diversas listas de exercícios; 7- um caderno dedicado à produção de registros das atividades feitas em sala de aula.

A escola onde ocorreu a pesquisa está situada em Belo Horizonte, Minas Gerais, e oferece cursos técnicos de automação, eletrônica, informática, química e análises clínicas. Os estudantes do primeiro ano não têm contato com as disciplinas específicas focadas na formação dos futuros técnicos, que são ministradas a partir do segundo ano. Sendo assim, acreditamos que a pesquisa realizada nesse contexto particular pode ser objeto do interesse de todos aqueles envolvidos com o ensino da física em cursos de ensino médio, tanto regulares, quanto técnicos.

Os experimentos de laboratório são realizados em grupos de até quatro alunos. O roteiro explicita um objeto para a atividade geralmente apresentado na forma de um problema que justifica a realização da atividade e orienta a produção de dados e a análise dos resultados. O nível de estruturação da atividade pelos roteiros varia entre fortemente estruturados e semiestruturados. No primeiro caso, a estruturação ocorre mediante a explicitação de questões relacionadas ao problema-objeto e associadas a sugestões de procedimentos e estratégias. Cada aluno tem uma carga horária de 5 horas-aula semanais: duas de laboratório (realização de experimento ou produção de relatório) e três com a participação de toda a turma em sala de aula.

Os relatórios das atividades de laboratório são redigidos coletivamente pelos mesmos grupos que fizeram os experimentos. Na confecção desses relatórios, os estudantes são orientados a seguir uma estrutura canônica composta pelas seguintes seções obrigatórias: introdução, objetivos, procedimentos e métodos, análise de resultados e considerações finais. No laboratório, as turmas, com cerca de 30 alunos, são divididas em duas subturmas. A elaboração dos relatórios é assistida por um professor que fica com uma subturma durante 2 horas-aula semanais. No mesmo período, a outra subturma inicia uma nova atividade, assistida por outro professor, após ter finalizado o ciclo quinzenal anterior constituído pela realização de um experimento e pela elaboração do relatório desse experimento.

Assim como no caso dos relatórios registrados no caderno de laboratório, os registros produzidos nos cadernos de classe também seguem um conjunto de orientações específicas. Nesse segundo caderno, os alunos são orientados a produzir um sumário constantemente atualizado à medida que novos registros são incorporados. Nas páginas ímpares, os estudantes reservam uma margem vertical de 6 cm de largura para fazer anotações e comentários complementares durante ou após a discussão coletiva de atividades feitas em classe ou realizadas como tarefas para-casa. Os professores orientam os estudantes em relação aos

registros que devem constar “obrigatoriamente” no caderno e, periodicamente, olham os cadernos para avaliar esses registros. Cerca de 20% dos pontos do trimestre são reservados a essa atividade que também é valorizada com a permissão de consulta aos cadernos durante os diversos testes que antecedem a prova trimestral.

As demonstrações e investigações compartilhadas realizadas em sala de aula, tanto resgatam situações pouco exploradas em atividades de laboratório anteriores, quanto servem para introduzir novos temas (servem à problematização). Além disso, essas atividades servem de apoio a aulas expositivas dialogadas podendo ser originadas a partir de dúvidas e questionamentos dos estudantes ou como meio de iniciar atividades de modelagem de fenômenos físicos.

O livro didático utilizado durante o primeiro trimestre letivo de 2011 para o tratamento do tema circuitos elétricos (GONÇALVES FILHO e TOSCANO, 2009) foi enviado à escola pelo PNLD e distribuído entre os estudantes. Em nossa opinião como professores, o tema circuitos elétricos está entre os poucos que esse livro de volume único desenvolve de acordo com nossa proposta pedagógica e o modo como entendemos o ensino da Física. Em nossa escola, no tratamento de outros conteúdos, outros livros são utilizados como apoio aos estudantes. Em todos os casos, entretanto, os livros cumprem papel complementar e são apenas um dentre vários recursos utilizados em nossas estratégias de ensino aprendizagem.

As listas de exercícios seguem o formato usual e contemplam exercícios escolares típicos, normalmente replicados de exames vestibulares, mas também questões já utilizadas no contexto da pesquisa em ensino de Física. Entre esse tipo de questões destacam-se as inspiradas no trabalho de ARONS (1997). Além de oportunidades criadas pelos professores para a discussão de dúvidas geradas na realização dessas listas, nas três aulas semanais que contam com a participação de todos os estudantes, havia, ainda, a possibilidade de que os estudantes venham a marcar plantões com um estudante de sétimo período de um curso de licenciatura em Física que atua como bolsista de graduação em nossa escola.

No primeiro trimestre letivo de 2011, período que delimita o contexto da pesquisa relatada neste artigo, uma novidade foi inserida na lista de recursos mediacionais que já utilizávamos há vários anos. Trata-se da concepção e do uso sistemático de roteiros que propõem explorações e questões a serem enfrentadas pelos estudantes a partir da utilização de simulações. O uso de simulações no ensino de ciências tem sido objeto de vários estudos nos últimos anos (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002; FIOLETTI e TRINDADE, 2003; ARAUJO e VEIT, 2004; LOPES, 2009). Em vários estudos, como no artigo de ZACHARIA e OLYMPIOU (2011), os autores utilizam a estratégia de dividir os alunos em grupos experimentais e de controle para obter os efeitos diferenciados do uso de simulação e de experimento. No artigo citado os alunos foram divididos em quatro grupos experimentais (uso de simulação apenas, uso de experimento apenas, uso de simulação antes do experimento e do experimento antes da simulação) e um grupo de controle com ensino tradicional sem o uso de simulação ou experimento, no estudo de fenômenos térmicos. A aprendizagem foi igualmente eficiente nas quatro condições experimentais, e estas foram superiores à da condição de controle. Para os objetivos deste trabalho acreditamos que a simulação deva ser utilizada, não para substituir o experimento ou outros recursos de aprendizagem, mas como um complemento que irá potencializar a aprendizagem quando utilizado junto a outros recursos. Isso está de acordo com as pesquisas atuais em ensino de ciências relacionado à multimodalidade ou ao uso de múltiplas modalidades de comunicação em sala de aula (LEMKE, 1998; KRESS et al, 2001).

Os roteiros usados para introduzir as simulações cobriam o tema de circuitos elétricos e foram revistos e reorganizados a partir de informações que obtivemos sobre o uso desse recurso

pelos estudantes no período mencionado. Já com esse novo formato, esses roteiros foram reunidos no *Ebook* “Eletricidade Básica em Simulações de Circuitos” (PAULA, 2011), que pode ser acessado no site do Projeto Pontociencia (<http://pontociencia.org.br>).

Seis dos sete roteiros que utilizamos, no primeiro trimestre de 2011, exploram a simulação *Circuit Construction Kit DC* (ou Kit de Circuitos de Corrente Contínua) criada pelo projeto *Physics Education Technology (PHET)*, da Universidade do Colorado. O outro roteiro explora conjuntamente essa mesma simulação com a simulação *Resistance in a wire* (ou resistência em um fio condutor) também concebida pela equipe do PHET. Muitas das simulações desenvolvidas por esse projeto, incluindo as que utilizamos com nossos alunos, estão traduzidas para o português e podem ser acessadas no endereço <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/pt>, quer seja para serem executadas *on line*, quer seja para serem “baixadas” para a memória do computador. Esse segundo modo de utilização foi o que adotamos, tendo em vista que não os computadores do laboratório que utilizamos em nossas aulas não estão conectados à internet.

A simulação que nós utilizamos, na maioria das atividades propostas aos estudantes, permite a realização de experimentos virtuais similares aos que podem ser desenvolvidos com o uso de baterias, lâmpadas, fios metálicos, interruptores e medidores elétricos. Mas, os comportamentos de objetos reais, tais como os que acabamos de mencionar, diferem dos comportamentos exibidos pelas simulações, em algumas situações específicas. Pilhas e baterias reais, por exemplo, têm limitações no que diz respeito à quantidade de energia que são capazes de fornecer a cada segundo. No computador, todavia, esse tipo de limitação pode não aparecer. Lâmpadas reais, por sua vez, apresentam um comportamento razoavelmente complicado, mas, no computador, a maior das simulações apresenta as lâmpadas como objetos que se comportam de maneira simples e absolutamente previsível.

Apesar dessas diferenças, e do alerta que elas emitem em relação às diferenças entre circuitos reais e circuitos simulados, nós acreditamos que os experimentos simulados têm uma contribuição importante, no que diz respeito à aprendizagem das ciências. Isso porque, ao representar um fenômeno natural ou tecnológico, no computador, nós podemos “misturar” aquilo que observamos, ao lidar com fenômenos reais, com aquilo que imaginamos a partir das ideias e teorias que as ciências criaram para compreender esse fenômeno. Isso nos autoriza a dizer que o experimento simulado promove uma fusão entre o mundo vivido (aquele que julgamos vivenciar e observar) e o mundo concebido (as coisas que imaginamos para compreender o que vivenciamos e observamos). Também nos autoriza a concluir que as simulações não substituem os experimentos realizados com materiais concretos, do mesmo modo que esses últimos não substituem as simulações. Assim, em uma situação ideal, tanto simulações quanto experimentos com materiais concretos deveriam ser realizados.

Todos os oito recursos mediacionais acima mencionados (simulações, experimentos de laboratório, produção de relatórios dos experimentos, demonstrações e investigações compartilhadas feitas em sala de aula, aulas expositivas, listas de exercícios, livro didático, registros feitos no caderno de classe) foram concebidos como recursos integrados e complementares. Assim, levando em conta as especificidades, potencialidades e limitações de cada um desses recursos, nós os articulamos em nosso planejamento pedagógico esperando que o uso conjunto dessas mediações permitisse aos estudantes compreender os conceitos, modelos, procedimentos e métodos utilizados pela física para o estudo, a caracterização e a compreensão do funcionamento dos circuitos elétricos.

Todo esse investimento parece ter produzido um resultado satisfatório. Os quatro professores responsáveis pelas sete turmas de Física de primeiro ano em nossa escola desenvolveram a impressão de que tanto o enfrentamento dos desafios apresentados aos estudantes no

laboratório, quanto o desempenho dos mesmos na realização de exercícios propostos em listas, testes e na avaliação trimestral, indicaram uma aprendizagem satisfatória. Contudo, a necessidade de produzir uma avaliação mais consistente da experiência educacional que vivenciamos, bem como a responsabilidade de divulgá-la com a expectativa de contribuir para o avanço do ensino de ciências em nosso país, nos remeteram à realização da pesquisa cujos resultados parciais são aqui apresentados. Esta pesquisa foi estruturada a partir das seguintes questões: (i) como se compara o engajamento dos estudantes no uso da simulação com o engajamento desses sujeitos no uso dos outros recursos mediacionais?; (ii) qual a visão dos estudantes sobre a contribuição da simulação para os processos de aprendizagem mediados pelos outros recursos?

## Metodologia

Exergamos a possibilidade de produzir respostas ao menos parciais às questões de pesquisa acima apresentadas por meio de um questionário que foi aplicado a todos os estudantes que compõem as sete turmas de primeiro ano pelas quais fomos responsáveis. Esse questionário foi concebido a partir dos seguintes objetivos pedagógicos:

1. Fortalecimento de um contrato didático baseado em uma relação de confiança entre professor e estudantes, mediante a criação de uma oportunidade para os estudantes avaliarem o curso, as estratégias de ensino aprendizagem e os recursos mediacionais utilizados.
2. Estímulo à tomada de consciência, por parte dos estudantes, acerca das implicações de suas atitudes e comportamentos para sua própria aprendizagem.
3. Reorientação da prática docente a partir de uma avaliação da adequação dos recursos mediacionais que usamos e da percepção dos estudantes em relação à função desses recursos para sua aprendizagem.

O questionário continha uma breve introdução na qual apresentamos, aos estudantes, uma justificativa de uso do questionário como um instrumento concebido para orientá-los a avaliar: (i) seu comportamento e suas atitudes ao longo do trimestre; (ii) os recursos e as estratégias usados na sala de aula ou no laboratório. Foi dada aos estudantes a opção de não se identificar ao preencher o questionário, de modo a que eles se sentissem à vontade para serem sinceros ao realizar a avaliação.

A avaliação de aspectos atitudinais, comportamentais e motivacionais compôs a parte I do questionário, denominada *Sua atitude diante dos recursos e estratégias utilizados em nosso curso*. A parte I tem como objeto a relação do estudante com cada um dos oito recursos mediacionais já descritos neste artigo. A resposta dos estudantes ao conjunto de itens que compôs essa primeira parte nos permite ter uma ideia acerca do engajamento desses sujeitos com o curso e com os recursos mediacionais nele utilizados. Por isso, essa parte do questionário permitiu que produzíssemos dados para tratar de nossa primeira questão de pesquisa. Reproduzimos a seguir a introdução da parte I e o item destinado à avaliação do recurso *Simulador de Circuitos*, de modo a permitir ao leitor o entendimento da estrutura dessa primeira parte do questionário. Assim como em todos os outros nove itens que compunham a parte I, o item apresentado a seguir mostra uma gradação entre as alternativas (a), (b), (c) e (d) que vai do não engajamento ao engajamento mais intenso do estudante com o recurso considerado. Essa característica do questionário foi concebida para facilitar a tabulação dos dados, haja vista a possibilidade de atribuir níveis de engajamento progressivamente maiores diante da avaliação de cada recurso e de gerar dados sobre tendências e frequências tanto entre turmas tomadas isoladamente, quanto no conjunto dos

estudantes das sete turmas do primeiro ano. Essas alternativas foram concebidas a partir de nossa experiência e noções sobre quais são as atitudes e comportamentos exibidos por alunos mais e menos engajados.

*Parte I – Sua atitude diante dos recursos e estratégias utilizados em nosso curso.*

*I.1- Dentre as alternativas apresentadas a seguir, marque, com um X, aquela que melhor expressa sua atitude diante dos recursos e estratégias utilizados em nosso curso:*

- 1) Em relação ao Simulador de Circuitos:*
- a) Não fiz uso dos tutoriais, nem utilizei o simulador de circuitos.*
  - b) Fiz uso dos tutoriais e do simulador apenas para cumprir uma tarefa e poder registrá-la em meu caderno de aula.*
  - c) Fiz uso dos tutoriais e do simulador com interesse e empenho, mas me limitei a seguir as instruções e a fazer o que era pedido.*
  - d) Fiz uso do simulador, tanto para fazer o que era pedido nos tutoriais, quanto para estudar a matéria, resolver dúvidas e explorar ideias que me ocorreram durante o estudo.*
  - e) Nenhum dos anteriores (especificar): \_\_\_\_\_*

A segunda parte do questionário, denominada *Contribuições de cada recurso utilizado para a aprendizagem proporcionada pelo uso dos outros recursos*, foi concebida, principalmente, para a produção de dados sobre nossa segunda questão de pesquisa que focaliza a visão dos estudantes sobre a contribuição da simulação para os processos de aprendizagem mediados pelos outros recursos. Reproduzimos a seguir, a introdução da parte II, o item relacionado ao recurso *Simulador de Circuitos* e o item relacionado ao recurso *Experimentos de Laboratório*. Desse modo, o leitor pode vislumbrar a estrutura dessa segunda parte do questionário. Assim como em todos os outros seis itens que compunham a parte II, os itens apresentados a seguir dão aos estudantes a oportunidade de diferenciar quatro diferentes níveis de contribuição que um dado recurso apresenta do ponto de vista do uso de outros recursos mediacionais utilizados no processo de ensino aprendizagem.

*Analise cada recurso ou estratégia destacado a seguir, do ponto de vista de suas contribuições para os outros recursos utilizados no 1o trimestre. Marque um X sobre o numeral: 1 (um) quando julgar que não houve nenhuma contribuição efetiva; 2 (dois) quando julgar que houve uma pequena contribuição; 3 (três) quando julgar que houve uma contribuição média; 4 (quatro) quando julgar que houve uma grande contribuição. Se você não achar necessário, você não precisa marcar a opção “Outros (especificar)”.*

<b>2) Contribuições do Simulador de Circuitos para:</b>				
Realização dos Experimentos de laboratório	1	2	3	4
Produção de bons relatórios das atividades práticas	1	2	3	4
Compreensão de Demonstrações e Experimentos feitos em Sala	1	2	3	4
Compreensão do conteúdo do Livro didático	1	2	3	4
Realização ou compreensão dos Exercícios propostos nas listas	1	2	3	4
Compreensão das Aulas expositivas ou participação nas mesmas	1	2	3	4
Outros (especificar):	1	2	3	4

3) Contribuições dos Experimentos feitos em laboratório para:				
Realização de Experimentos no Simulador	1	2	3	4
Compreensão de Demonstrações e Experimentos feitos em Sala	1	2	3	4
Compreensão do conteúdo do livro didático	1	2	3	4
Realização ou compreensão dos Exercícios propostos nas listas	1	2	3	4
Compreensão das Aulas expositivas ou participação nas mesmas	1	2	3	4
Outros (especificar):	1	2	3	4

A lista dos outros recursos e situações em relação aos quais cada recurso avaliado poderia contribuir, foi concebida a partir de nossa expectativa em relação às especificidades e complementaridades desses recursos. Pode-se dizer que essa lista reflete nosso planejamento pedagógico. A opção *Outros – especificar* foi reservada para que os estudantes sinalizassem outras situações e recursos não mencionados no questionário. Assim, por exemplo, a alternativa *Desempenho em testes e provas* foi inserida apenas no item dedicado à avaliação do recurso *Contribuições da produção de registros no Caderno de sala de aula*, que aparecia como o primeiro item da parte II do questionário. A não explicitação dessa alternativa nas seções dedicadas à avaliação dos outros recursos não impedia que ela fosse mencionada pelos estudantes mediante a utilização da alternativa *Outros – especificar*.

O questionário foi aplicado aos alunos e suas respostas tabuladas utilizando o pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 13. O mesmo *software* foi utilizado para o tratamento dos dados. As respostas foram graduadas, na primeira parte do questionário, de “1” a “4” seguindo a ordem crescente de engajamento associada às alternativas de (a) até (d). Na segunda parte do questionário as respostas já estavam graduadas de “1” a “4” de acordo com o nível de contribuição percebido pelo aluno.

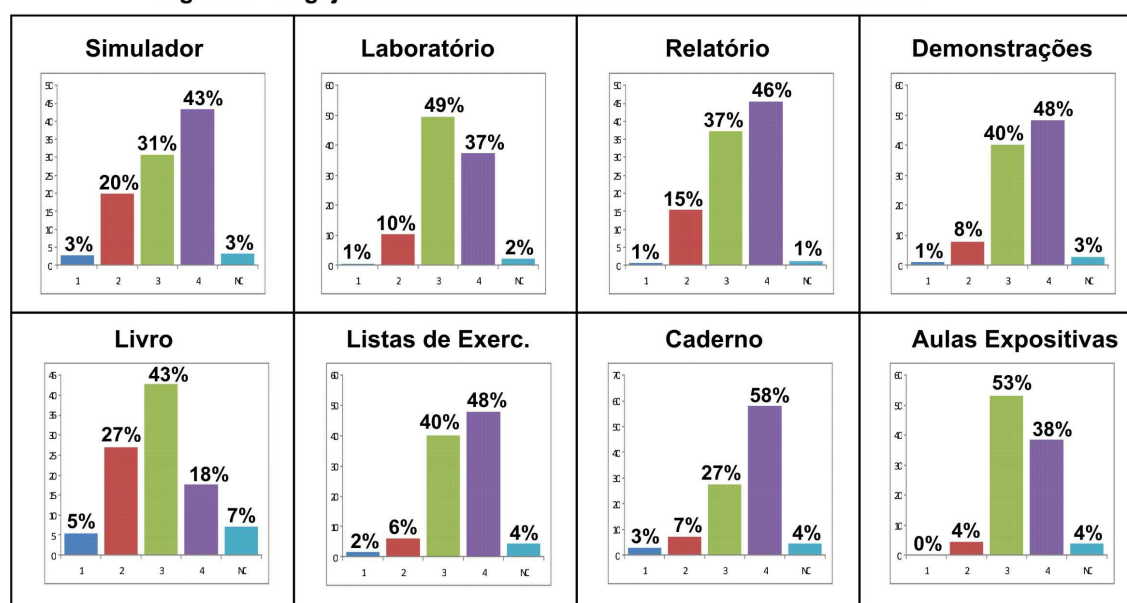
A opinião dos estudantes sobre seu engajamento nos recursos mediacionais utilizados foi verificado pela frequência de escolha de cada alternativa nas questões que compunham a primeira parte do questionário. Como mencionado antes, as alternativas (a) e (b), ou “1” e “2” no banco de dados do SPSS, indicam menor engajamento dos estudantes nos recursos citados, enquanto as alternativas (c) e (d), ou “3” e “4” no banco de dados do SPSS, indicam maior engajamento nesses recursos.

A visão dos estudantes sobre o uso da simulação como recurso de aprendizagem e sobre a contribuição desse recurso para a aprendizagem foi avaliada, tanto por uma análise descritiva da frequência das opções escolhidas pelos alunos, quanto através da correlação entre o engajamento no recurso simulação e a manifestação dos estudantes sobre a contribuição da simulação para os processos de aprendizagem mediados pelos outros recursos. O uso da correlação se justifica pela nossa expectativa de que os recursos mediacionais que concebemos e utilizamos eram integrados e complementares. Assim, se os estudantes valorizassem um dado recurso engajando-se no seu uso, seria de se esperar que eles também percebessem a importância desse recurso para os processos de aprendizagem por eles vivenciados naquele período. Se essa hipótese se confirmasse, deveríamos observar uma correlação significativa. Caso contrário, poderíamos concluir que a articulação entre os recursos, que foi vislumbrada em nosso planejamento pedagógico, não teria sido percebida e, possivelmente, não teria sido vivenciada pelos estudantes.

## Análise dos dados

A opinião dos estudantes sobre o seu engajamento nos recursos mediacionais utilizados durante o curso foi avaliada através da porcentagem de resposta em cada alternativa das questões da parte I do questionário. As alternativas estão em ordem crescente de engajamento e vão da alternativa “1”, que indica o não engajamento, e está situada mais a esquerda do eixo das abscissas de cada gráfico apresentado na figura 1, a seguir, até a alternativa “4” que indica grande engajamento. Nos gráficos da figura 1, a quinta coluna, situada mais a direita do eixo das abscissas, mostra os resultados não categorizados (NC) que correspondem as respostas em branco ou respostas nas quais os estudantes utilizaram a opção *Outros - especificar*. A ocorrência de respostas em branco foi rara e pode ser interpretada como um sinal de que a maior dos estudantes respondeu ao questionário de modo responsável. A escolha pela opção *Outros - especificar* também foi pequena, embora tenha gerado informações interessantes que, no entanto, não serão analisadas neste trabalho.

Figura 1 - Engajamento dos estudantes nos recursos mediacionais



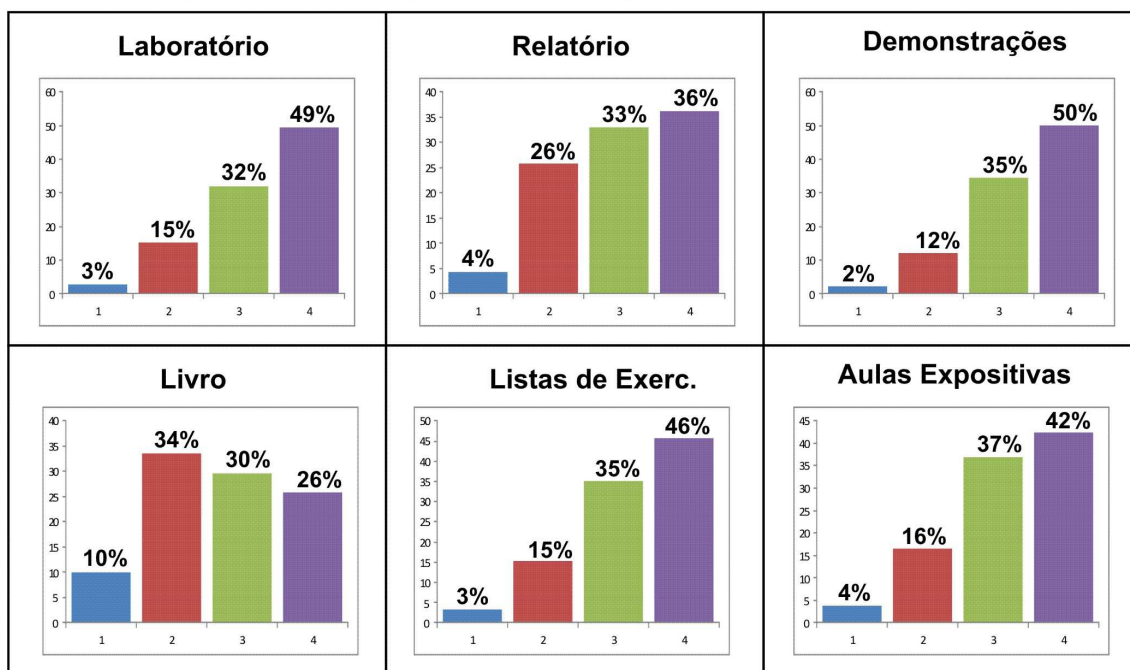
A porcentagem conjunta das alternativas “3” e “4”, que indicam um engajamento maior, é alta para sete dos oito recursos avaliados variando entre 74% para o recurso simulação até 91% para as aulas expositivas. A única exceção é o recurso livro didático que teve 61% dos alunos sinalizando um maior engajamento. O uso menos engajado do livro didático não foi surpresa para os professores das turmas, pois foi grande a quantidade de recursos utilizados. Além disso, o uso do livro não foi muito estimulado pelos professores.

O bom desempenho dos estudantes nos testes e atividades realizados em sala de aula atesta que o pouco uso do livro, em relação aos outros recursos mediacionais, não trouxe prejuízos significativos para sua aprendizagem. Em relação, especificamente, à simulação que é o foco deste trabalho, pode-se inferir que, na visão dos estudantes, a simulação é um recurso tão importante quanto os outros e, em comparação com o uso do livro didático é ainda mais importante.

A visão dos alunos sobre a contribuição da simulação para os processos de aprendizagem mediados pelos outros recursos foi avaliada pela porcentagem de estudantes que escolheram as alternativas de “1” a “4” na questão sobre a simulação, que compunha a parte II do questionário. Essa é a segunda questão da parte II e foi reproduzida, neste artigo, na seção de

metodologia. A figura 2 apresentada a seguir traz seis gráficos com o computo das opções de todos os estudantes para essa questão.

**Figura 2 - Contribuições das simulações para os outros recursos**



Na visão dos alunos a simulação contribui fortemente (porcentagem conjunta das alternativas “3” e “4”) para todos os outros recursos, com exceção do uso do livro didático. De novo, o livro didático destoa dos outros recursos mostrando que, para os alunos, a sua compreensão não foi facilitada pelo uso da simulação. Isso sugere também que, diferentemente do que acontece no caso dos outros recursos, o livro didático não foi percebido como estando bem integrado com os outros recursos. A análise das respostas dos estudantes às outras questões que compõem a parte II, que não foi reproduzida aqui, reforça essa interpretação.

No nosso planejamento pedagógico esperávamos que o uso de vários recursos contribuísse para a aprendizagem dos alunos através das especificidades e da complementaridade de cada recurso. As potencialidades de um dado recurso poderiam compensar as fragilidades de outros e o uso combinado de todos eles poderia levar a um processo de ensino aprendizagem mais satisfatório. Com o foco no uso da simulação, determinado pelas questões de pesquisa explicitadas neste artigo, nós procuramos verificar, dentre as respostas dos estudantes, a presença da percepção da complementaridade dos recursos. Para isso, recorreremos ao cálculo da correlação entre o nível de engajamento na simulação, obtido pela análise da parte I do questionário, e a percepção da contribuição desse recurso para os processos de aprendizagem mediados pelos outros recursos, avaliada a partir de dados gerados pela parte II do questionário.

Assim, estudantes que valorizassem o uso da simulação se engajando na sua utilização, também deveriam atribuir uma contribuição significativa à simulação, ao considerar a aprendizagem mediada pelos outros recursos. Na tabela 1, a seguir, apresentamos o resultado para o cálculo das correlações. Observe o leitor que há correlação significativa entre o nível de engajamento no uso da simulação e a percepção de contribuição para todos os outros recursos mediacionais utilizados.

**Tabela 1- Correlações entre o engajamento dos estudantes no uso da simulação e as contribuições desse recurso para a aprendizagem mediada pelo uso dos outros recursos**

Contribuições do simulador para:	Experimentos de laboratório	Elaboração de relatórios	Compreensão das demonstrações feitas em sala	Compreensão do livro	Realização de exercícios	Compreensão das aulas expositivas
Correlação de Pearson	0,32	0,17	0,41	0,28	0,338	0,32
Significância	< 0,001	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Numero de respondentes	176	176	175	175	176	176

As correlações significativas apresentadas na tabela 1 não indicam qual é a estrutura de causa e efeito entre as variáveis. Assim, não sabemos se os estudantes se engajam de modo significativo no uso da simulação porque percebem a contribuição desse recurso para a aprendizagem mediada pelo uso dos outros recursos, ou se a percepção da contribuição da mediação para os outros processos de aprendizagem por eles vivenciados os leva a se engajar no uso da simulação. Também não é possível descartar outras hipóteses de interpretação, tal como a atribuição de um caráter lúdico ao uso da simulação, que leva ao engajamento, seguido de um reconhecimento a posteriori das contribuições da simulação para a aprendizagem mediada pelos outros recursos.

## Considerações finais

Há seis anos, um dos autores deste artigo, apresentou uma comunicação oral durante o V ENPEC (PAULA, 2005) centrada no seguinte problema: como identificar os objetivos e as características das atividades de ensino aprendizagem, de modo a diversificá-las e a coordená-las para promover uma educação em ciências comprometida com o desenvolvimento da autonomia moral e intelectual dos estudantes? Esse trabalho chama atenção para o fato de que as representações sobre o papel do professor em sala de aula mudaram, desde um foco quase exclusivo na coerência e na relevância do discurso do professor, para um foco no papel desse sujeito como responsável pela organização do ambiente de ensino aprendizagem e pela utilização de recursos mediacionais que dão origem a atividades e ações mediadas por meio das quais os estudantes se apropriam da subcultura das ciências, constroem conhecimentos e desenvolvem capacidades fundamentais à vida na sociedade contemporânea.

Em decorrência dessa mudança de foco, o planejamento pedagógico passou a estar centrado na definição daquilo que os estudantes devem fazer para aprender, o que implica em pensar um currículo estruturado em atividades. Essa orientação delinea o tipo de trabalho que é desenvolvido há vários anos na escola onde se deu a pesquisa relatada neste artigo e também sintetiza o projeto curricular encontrado em alguns livros didáticas de ciências (esse é o caso, por exemplo, de PAULA et al., 2010).

Por isso, pode-se dizer que, no ensino de ciências, a concepção e a integração de recursos mediacionais variados têm sido uma tendência nos últimos anos. Neste trabalho apresentamos a percepção de estudantes do primeiro ano de uma escola técnico federal de nível médio sobre seu próprio engajamento no uso de oito diferentes tipos de recursos mediacionais (experimentos de laboratório, simulações, produção de relatórios dos experimentos, aulas expositivas, demonstrações e investigações compartilhadas feitas em sala de aula, listas de

exercícios, livro didático, registros feitos no caderno de classe) e sobre a integração e complementaridade entre esses mesmos recursos, com foco em um recurso específico: as simulações de computador. A expectativa dos professores do curso, dois deles autores deste artigo, era que o uso conjunto dessas mediações fosse mais efetivo do que o uso de apenas poucas delas, pois cada uma tem suas potencialidades e limitações em diferentes aspectos e características, o que sugere a complementaridade das mesmas. Isso permitiria aos estudantes uma melhor compreensão dos conceitos, modelos, procedimentos e métodos utilizados pela Física para o estudo, a caracterização e a compreensão do funcionamento dos circuitos elétricos. Essa expectativa foi satisfeita pela avaliação dos professores responsáveis pelas sete turmas de Física do primeiro ano, tanto na capacidade exibida pelos estudantes para enfrentar os desafios e demandas a eles apresentados no laboratório, quanto no seu desempenho durante a realização de exercícios propostos em listas, testes e na avaliação trimestral.

A necessidade de fundamentar melhor essa avaliação que poderia estar enviesada e não respaldada pela percepção dos estudantes e o desejo de tornar pública a experiência educacional que vivenciamos nos levaram a avaliar de modo mais consistente o papel desempenhado pelos vários recursos mediacionais que utilizamos. Neste trabalho apresentamos o resultado parcial de uma pesquisa, em andamento, que investiga a percepção dos alunos sobre o uso dos recursos e, mais especificamente, sobre a contribuição da simulação para a aprendizagem. Sintetizando o resultado, podemos dizer que os estudantes se declararam engajados no uso dos recursos. Além disso, em sua maioria, afirmaram perceber a complementaridade e a integração dos vários recursos que usamos como mediação dos processos de aprendizagem que eles vivenciaram e, mais especificamente, reconheceram a contribuição da simulação para a aprendizagem do tema “circuitos elétricos”.

Esse resultado foi obtido a partir de dados gerados por um questionário concebido a partir de, pelo menos, três objetivos pedagógicos que dialogam, mas não se restringem aos nossos objetivos nesta pesquisa. Assim, ao utilizar o questionário, na condição de professores dos estudantes cuja percepção foi aqui explicitada, nós pretendíamos fortalecer nosso contrato didático ao dar continuidade ou aprofundar a relação de confiança que nossos alunos parecem manter conosco. Essa expectativa está baseada na ideia de que esse tipo de relação é exercida entre sujeitos que têm papel ativo no processo de ensino aprendizagem e que, justamente, por isso, devem ter oportunidades de avaliar esse processo, as estratégias e os recursos nele utilizados. Em segundo lugar, nós pretendíamos, com o a atividade de avaliação mediada pelo questionário, estimular a tomada de consciência, por parte dos estudantes, acerca das implicações de suas atitudes e comportamentos para sua própria aprendizagem. Por fim, acreditávamos que os dados do questionário poderiam servir a uma reorientação de nossa prática docente a partir de uma avaliação da adequação dos recursos mediacionais que usamos e da percepção dos estudantes em relação à função desses recursos para sua aprendizagem.

O questionário mostrou-se adequado para as finalidades deste trabalho ao avaliar o acesso às visões dos estudantes sobre o seu engajamento e o uso dos recursos mediacionais, possibilitando a construção de evidências para a resposta às questões de pesquisa aqui apresentadas. No entanto, este é ainda um trabalho em andamento. O próximo passo será o retorno desses resultados aos alunos com o intuito de torná-los mais conscientes de suas atitudes em relação à aprendizagem e também mais ativos e auto regulados. Também planejamos pesquisar as relações recíprocas entre as simulações e experimentos, onde cada recurso potencializa o outro de maneira a permitir uma aprendizagem mais efetiva. A maneira como essas relações acontecem será o foco de nossos interesses. Dessa maneira esperamos contribuir na elucidação de estratégias de uso de simulações no ensino de física.

## Referências

- ARAUJO, Ives Solano, VEIT, Eliane Ângela. Uma Revisão da Literatura Sobre Estudos Relativos a Tecnologias Computacionais no Ensino de Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* V. 4. N. 3, 2004, p.5-18
- ARONS, Arnold B. *Teaching introductory physics*. Editora IE-WILEY, New York, 1997.
- PAULA, Helder de Figueiredo. A diversificação das atividades de ensino aprendizagem. In: *Atas do V Encontro Nacional de Educação em Ciências*, Bauru, 2005.
- PAULA, Helder de Figueiredo et all. *Construindo consciências: Ciências*, volumes 1 a 4. 3ª edição, São Paulo, Ed. Scipione, 2010.
- PAULA, Helder de Figueiredo . *Eletricidade básica em simulações de circuitos* [Recurso eletrônico]. Belo Horizonte: COLTEC/UFMG, 2011.
- FIOLHAIS, Carlos, TRINDADE, Jorge. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, 2003, p.259 - 272
- KRESS. G., JEWITT, C., OGBORN, J., & CHARALAMPOS, T.). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. London: Continuum, 2001.
- LEMKE, J. L. *Multiplying Meaning: Visual and Verbal Semiotics in Scientific Text*. In James R. Martin and Robert Veal, Eds., *Reading Science*. London: Routledge ,. p. 87-113.
- LOPES, R. P., et all. *Experimentação Real e Virtual de Circuitos Elétricos Simples Como Ferramenta Mediadora no Processo de Aprendizagem de Física*. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009
- MEDEIROS, Alexandre. MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v 24 n 2, Junho, 2002.
- ZACHARIA, Zacharias C. , OLYMPIOU, Georgios. Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction* 21 (2011) p. 317 - 331