

Experimentos e Simulações computacionais: Qual a opinião dos alunos?

Experiments and Computer simulations: What are the students' opinions?

José Carlos dos Santos

Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”
Escola Técnica Estadual Prof. José Sant’Ana de Castro, Cruzeiro, SP, Brasil
zekarlos.santos@gmail.com

Adriana Gomes Dickman

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em
Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte, MG, Brasil
adrianadickman@gmail.com

Resumo

Neste trabalho é apresentada uma análise da opinião dos alunos sobre atividades reais ou virtuais. Quatro estratégias diferentes foram testadas com alunos do terceiro ano do ensino médio com o objetivo de identificar qual seria mais efetiva para ensinar circuitos elétricos e a Lei de Ohm. Cada estratégia foi caracterizada por uma sequência específica de abordagem, tais como aulas expositivas, simulações computacionais ou atividades experimentais, para discutir o tópico. Os resultados indicam que a abordagem experimental, seja virtual ou real, apresenta uma vantagem significativa sobre as aulas teóricas, reforçando a importância da utilização de atividades experimentais na sala de aula. Dados obtidos por meio de questionários de opinião indicam que na visão dos alunos atividades experimentais, reais ou virtuais, contribuem para aumentar o interesse e facilitar o aprendizado.

Palavras chave: ensino de física, simulações computacionais, atividades experimentais, eletricidade.

Abstract

In this work we present an analysis of students' opinion about real or virtual laboratories. We tested four different strategies with students in the final year of high school to figure out which would be more effective to teach about electric circuits and Ohm's law. Each strategy was characterized by a specific sequence of approaches, such as lectures, computer simulations or experiments, to present the subject. Our results indicate that the experimental approach, virtual or real, has a significant advantage over lectures, reinforcing the importance of using experimental activities in the classroom. Data obtained through opinion questionnaires indicate that in the students' view real or virtual activities contribute to increase interest and facilitate learning.

Keywords: Physics education. Computer simulations. Real experiments. Electricity.

Introdução

Vários pesquisadores mostram a importância de atividades experimentais em Física para o aprendizado dos alunos do ensino médio, dentre os quais destacam-se Serè, Coelho e Nunes (2003), Ribeiro, Almeida e Carvalho (2012), Monteiro et al (2010), Alves (2006) e Santos e Dickman (2019). Outro recurso que pode contribuir para o aprendizado em Física é o uso de simulações computacionais, destacado nos trabalhos de Cenne (2007), Fiolhais e Trindade (2003), Medeiros e Medeiros (2002), Macêdo, Dickman e Andrade (2012) e Santos e Dickman (2019).

A opinião de alunos do ensino médio sobre atividades experimentais em Química é investigada por Dib, Nunes e Binsfeld (2012) e em Biologia por Lima e Garcia (2011). Ambos concluem que são ferramentas importantes para que contribuam para o aprendizado dos alunos, aumentando o interesse, curiosidade e motivação.

Neste contexto, este trabalho apresenta os resultados obtidos por meio de uma pesquisa de opinião com alunos de quatro turmas do 3º. ano do ensino médio, de uma escola técnica estadual paulista com respeito às aulas experimentais ministradas, utilizando-se experimentos reais e simulações computacionais. Esta pesquisa está inserida em um contexto maior, no qual foi feito um estudo sobre o impacto das atividades experimentais sobre o aprendizado dos alunos.

Metodologia

Nesta seção são apresentados resumidamente os resultados obtidos da aplicação das estratégias teóricas e experimentais real e virtual, e, em seguida, são descritos com mais detalhes a aplicação e os resultados do questionário de opinião dos alunos sobre as atividades experimentais das quais participaram. De acordo com a classificação de Scarpa e Marandino (1999), a pesquisa se enquadra na categoria Testagem de Métodos, Materiais ou Programas, uma vez que o trabalho realiza um teste sobre a eficácia da utilização de recursos didáticos no ensino, com uso de elementos de pesquisas empíricas. Maiores detalhes sobre o trabalho podem ser encontrados em Santos (2015) e Santos e Dickman (2019).

Aplicação das estratégias

Foram aplicadas atividades experimentais em quatro turmas do 3º. ano do ensino médio de uma escola técnica estadual, utilizando-se as quatro estratégias, elencadas no quadro 1. O tópico escolhido foi Lei de Ohm, um assunto trabalhado em Física no Ensino Médio.

Turma	Estratégias
3º. A	Estratégia 1 (E1) - Abordagem teórica (tradicional) seguida do experimento real.
3º. B	Estratégia 2 (E2) - Abordagem teórica (tradicional) seguida da simulação computacional (virtual).
3º. C	Estratégia 4 (E4) - Abordagem experimental com simulação computacional.
3º. D	Estratégia 3 (E3) - Abordagem experimental com equipamentos reais.

Quadro 1: Distribuição das estratégias por turma. Fonte: Dados da pesquisa.

O trabalho consistiu em investigar como diferentes estratégias poderiam impactar o aprendizado dos alunos. As estratégias foram escolhidas de modo que fosse possível fazer a

comparação entre as abordagens experimentais e tradicional, bem como uma comparação entre as abordagens experimentais (real e virtual) entre si, no que diz respeito ao aprendizado e receptividade dos alunos. Os alunos foram submetidos a um pré-teste com questões referentes ao assunto que seria estudado. A aplicação de um pré-teste se faz necessária, para que seja possível verificar o conhecimento prévio dos alunos a respeito do assunto trabalhado e ter um parâmetro para avaliar o incremento no aprendizado dos estudantes. Em seguida, foram ministradas as aulas aos alunos, depois foi aplicado um pós-teste, que foi comparado com o pré-teste para verificar o aprendizado. No caso das estratégias 1 e 2, foram feitos dois pós-testes: um após a aula teórica (PÓS-T) e outro após a aula experimental (PÓS-E), para verificar se houve algum incremento no aprendizado após a aula experimental.

O experimento proposto aos alunos consistiu em verificar se um dispositivo é ôhmico. Para isso, um resistor foi ligado a uma fonte de tensão variável e foram realizadas medidas de tensão e respectivas intensidades de corrente a que ficava submetido. Os alunos utilizaram um roteiro elaborado pelo professor e foram por ele orientados durante a execução do experimento. Posteriormente o experimento foi realizado com uma lâmpada incandescente, com o objetivo de identificar um dispositivo que não segue a Lei de Ohm.

Os resultados sobre o impacto na aprendizagem dos alunos foram animadores. Os gráficos 1 (a) e 1 (b) mostram a evolução da aprendizagem após a aplicação das estratégias.

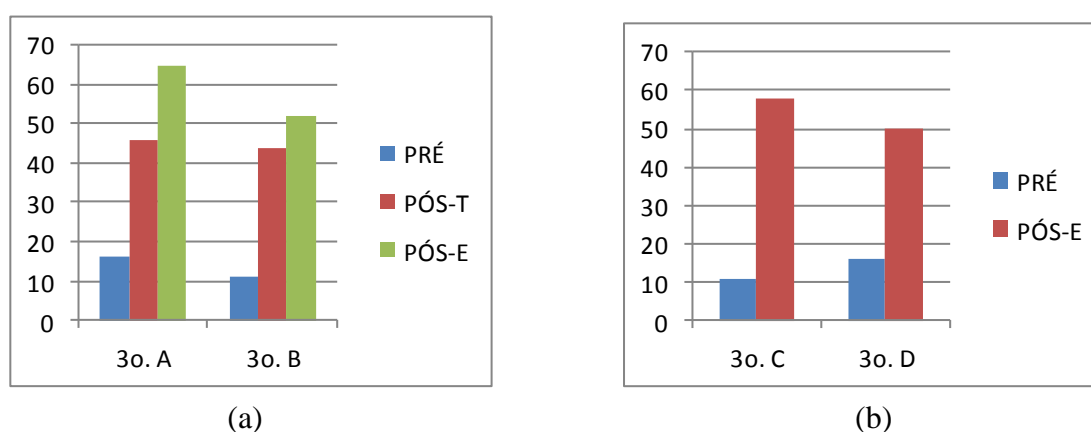


Gráfico 1: Evolução dos alunos das turmas de 3º. Ano. Fonte: Dados da pesquisa.

As pesquisas de opinião

Neste trabalho, a coleta das impressões dos alunos sobre as atividades aplicadas foi feita através de um questionário predominantemente fechado. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 116),

o questionário é um dos instrumentos mais tradicionais de coleta de informações e consiste numa série de perguntas que podem ser: fechadas (quando apresentam alternativas para respostas), abertas (quando não apresentam alternativas para respostas) e mistas.

Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 117) ainda acrescentam que “as questões fechadas são mais fáceis de serem respondidas, compiladas e tratadas estatisticamente”, vantagens estas que pesaram na predominância deste tipo. Optou-se em propor uma questão aberta, para captar as opiniões dos alunos que não foram contempladas nas questões anteriores.

Desta forma, elaborou-se uma avaliação composta de onze afirmativas, seis delas comentando positivamente as características do trabalho experimental desenvolvido e cinco delas

comentando-as negativamente. Os alunos deveriam marcar uma nota a cada afirmativa, em uma escala de 0 a 5, na qual 0 significa discorda totalmente e 5 significa concorda plenamente. Os questionários encontram-se nas tabelas 1 e 2 do Apêndice.

As afirmativas foram elaboradas evitando termos técnicos ou abstratos que poderiam dificultar o entendimento pelos estudantes do ensino médio e de maneira a detectar opiniões conflitantes ou duvidosas. Um exemplo disso são as afirmativas 4 e 8. Um aluno que atribua uma nota 4 ou 5 concordando com o fato de que a atividade experimental permite maior interação dos alunos entre si (afirmativa 4) deveria, por coerência, marcar nota 1 ou 2, discordando com o fato de que o trabalho experimental é uma atividade feita individualmente (afirmativa 8). Da mesma forma se apresentam os pares de afirmativas 2 e 10, 6 e 9, 1 e 11.

A turma que trabalhou com as duas abordagens experimentais (real e virtual) respondeu a uma questão extra, aberta, acerca da opção dos alunos por uma ou outra forma de experimento, justificando a sua escolha.

Análise dos resultados

Nesta seção são apresentados os resultados dos questionários de opinião abertos e comentados alguns depoimentos dos alunos. Na transcrição do depoimento dos alunos foi, na medida do possível, preservada a forma como escreveram – com gírias e pequenos erros de concordância que não prejudicam o entendimento. Para preservar a identidade dos alunos, os mesmos foram referenciados com a palavra “Aluno” seguida de um número e da turma correspondente.

Verifica-se pela resposta do questionário que a grande maioria dos alunos concordou com as afirmações positivas acerca das aulas experimentais, uma vez que a média em todas ficou em 4,0 pontos ou mais (ver tabela 1).

Um fato que se destaca é a pontuação maior no item 1, sobre a facilidade da atividade experimental, nas turmas do 3º. B e 3º.C, composta por alunos que fizeram o experimento utilizando simulação computacional e no item 11 (sobre a dificuldade de executar a atividade experimental) nas turmas do 3º. A e 3º. D, composta por alunos que fizeram o experimento real. Na simulação computacional, o experimento é mais simples, pois o esquema dos circuitos fica muito claro e há recursos para mostrar o seu funcionamento. No experimento real, a conexão dos dispositivos e aparelhos por meio de fios e/ou *jumpers*, acaba complicando o entendimento da montagem do circuito, refletindo nos resultados destes itens.

Pode-se notar pelos dados da tabela 2 que os pontos negativos listados pelos itens 8 a 11 tiveram discordância da maioria dos alunos, ficando abaixo de 2,0 pontos. Somente o item 7 é classificado como neutro para três turmas (um pouco mais de 2,0 pontos). Uma possível explicação para este fato é que o aluno pode gostar das aulas expositivas sem excluir a possibilidade de que também goste de aulas experimentais e vice-versa. Essa consideração é ratificada pelo depoimento de um aluno: “*Prefiro as aulas dos dois modos, mas com o experimento é bem melhor entender*” (Aluno 1, 3º. A).

Outro ponto que merece destaque é a maior pontuação no item 8, nas turmas do 3º. B e 3º. C. Estas turmas realizaram o experimento com a simulação computacional, o que contribuiu para que alguns alunos percebessem que fizeram o trabalho individualmente, pois não é possível que dois alunos manipulem diretamente o programa ao mesmo tempo. Desta forma, é provável que os alunos não tenham considerado o conjunto do trabalho, pois enquanto um deles executava os comandos da simulação, o seu parceiro poderia estar realizando outra atividade.

Em relação às atividades experimentais reais, um depoimento interessante foi feito pelo aluno 1 do 3º D: “*A atividade experimental é mais legal, pois ocupa mais o tempo e faz com que passe mais rápido*”. Alguns alunos chamaram a atenção para a metodologia diferente: “*As atividades experimentais são interessantes porque você foge da rotina escolar (quadro e giz) e também conseguimos visualizar, realizar e entender melhor o que é dado em classe*” (Aluno 1, 3º. D); “*As atividades experimentais foram muito boas, pois foram bem diferentes do que estávamos acostumados*” (Aluno 2, 3º. D).

Há alunos que expuseram o caráter lúdico das aulas experimentais reais, com incremento no aprendizado. “*Trabalhos experimentais são melhores que só ficar na sala de aula, as pessoas ficam mais unidas e é bem mais divertido, além da matéria ser mais bem entendida*” (Aluno 3, 3º D).

Houve também destaque no discurso dos alunos o fato das aulas experimentais reais serem mais interessantes e dinâmicas. “[...] *Atividades [experimentais] [...] são empolgantes e nos estimulam mais que aulas somente expositivas.*” (Aluno 4, 3º. D); “*A aula foi bem dinâmica [...]*” (Aluno 5, 3º. D). Vários alunos expuseram a necessidade de maior número de aulas experimentais reais serem oferecidas: “*Seria interessante uma maior frequência de aulas como essas.*” (Aluno 6, 3º. D)

Chama a atenção o depoimento de um aluno, descrevendo sobre a proximidade dos conceitos físicos ao seu cotidiano, ao participar da aula experimental real. “*A atividade foi muito interessante, pois colocou a física, algo que muitas vezes parece distante de nós, muito mais próxima, tornando-a mais atrativa*” (Aluno 7, 3º. D). Em outro depoimento, o aluno propõe o trabalho experimental real também em outras disciplinas: “[...] *Seria muito bom se todas as disciplinas fossem trabalhadas assim*” (Aluno 8, 3º. D).

Também se verificou comentários favoráveis à metodologia utilizando simulações computacionais, como em “*A partir deste experimento, facilitou o entendimento da matéria dada em sala de aula. Vendo o esquema no computador, ajudou ainda mais, sendo prático montar o esquema, e [verificar] o que cada componente fazia*” (Aluno 1, 3º. B).

A escolha de uma abordagem pelos alunos

Na turma do 3º. A, que trabalhou com experimentos reais, optou-se em trabalhar também com o experimento utilizando simulação computacional, com o objetivo de, ao final do processo, captar a opção dos alunos por uma abordagem. Essa opção dos alunos foi explicitada através da resposta a uma questão, na qual deveriam escolher uma das abordagens e justificar tal escolha.

Um dos alunos destaca a importância de serem trabalhadas as duas abordagens:

As duas abordagens têm suas vantagens e desvantagens; em minha opinião as duas são bastante válidas e importantes. Na [abordagem] real, a experiência é mais interativa e o contato com os aparelhos é fundamental. Já no computador, é mais rápido e fácil, a aprendizagem é relativamente a mesma. Assim, acredito que as duas abordagens fazem uma diferença maior do que uma só. (Aluno 2, 3º. Ano A)

A vantagem da rapidez e facilidade em executar o experimento via computador é encontrada em vários relatos, que justificaram a escolha da abordagem computacional. “*O experimento no computador, pois é mais prático, economiza tempo e acaba sendo mais fácil de ser compreendido*” (Aluno 3, 3º. A).

Outra vantagem do experimento computacional sobre o experimento real, apontada por alguns alunos, é em relação à visualização. Um dos alunos escolhe o experimento computacional e

acrescenta: “[...] o computador proporcionou [...] maior visão da movimentação dos elétrons dentro do condutor [...] mostrando aquilo que o professor tinha falado [...]” (Aluno 4, 3º. A)

No caso dos alunos que escolheram o experimento real, há destaque para a vantagem do contato com a realidade. Um aluno escolheu o experimento real e justificou: “[...] o contato com resistor, voltímetro, multímetro, amperímetro e a lâmpada, proporciona um conhecimento mais concreto” (Aluno 5, 3º. A).

Há ainda outro comentário que merece destaque: “Com experimento real. Porque dá para conhecer os equipamentos e fazer na prática, interagir mais.” Este fato é confirmado por outro aluno: “Eu gostei das duas, mas prefiro com o experimento real, porque tem um contato com o material” (Aluna 6, 3º. A).

Fazendo uma análise quantitativa, pode-se afirmar que a turma do 3º Ano A ficou dividida, quanto à escolha da melhor abordagem, pois 50% elegeu experimentos reais, 47% elegeu os virtuais e 3% afirmou que gosta das duas abordagens.

Considerações Finais

Os testes aplicados mostraram que, além do incremento da aprendizagem dos alunos quando se trabalham atividades experimentais em física, há também uma boa receptividade na execução dessas atividades. Por meio das opiniões coletadas, os alunos explicitaram que a atividade experimental aumenta o interesse pelo assunto estudado, bem como facilita a aprendizagem. Este fato é notado não só no componente curricular de Física, mas também em outros componentes da área de ciências da natureza (Química e Biologia), conforme relatam Dib, Nunes e Binsfeld (2012) e Lima e Garcia (2011).

Referências

- ALVES, V. de F. **A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem.** 2006. 133f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Brasília.
- CENNE, A.H.H. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica.** 2007. 93f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre.
- DIB, S.R.; NUNES, A.C.; BINSFELD, S.C. **Entendimentos de Estudantes do Ensino Médio sobre Atividades Experimentais.** In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVI, 2012 e Encontro de Educação Química da Bahia, X, 2012. Salvador.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Physics in the computer: the computer as a tool in the education and the learning of physical sciences. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, p. 259-272, 2003.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática.** 3ª. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.
- LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância de aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação.** Porto Alegre: 2011.

MACÊDO, J.A. de; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I.S.F de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 573.

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

MONTEIRO, M. A. A. et al. As atividades de demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 371, 372, 373, 2010.

RIBEIRO, D. T.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, P. S. Indução eletromagnética em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p.4317-2, 2012.

SCARPA, D. L.; MARANDINO, M. Pesquisa em Ensino de Ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2.**, 1999.

SANTOS, J.C.; DICKMAN, A.G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade para o nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, p. 20180161 – 20180161/12, 2019.

SANTOS, J.C. **Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade para o nível médio**. 2015. 209p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte.

SÉRÈ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A.D. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1: p. 30-42, 2003.

Apêndice

Características	TURMA	DISCORDO		NEUTRO		CONCORDO		ALUNOS	MÉDIA
		0	1	2	3	4	5		
1. A atividade experimental foi fácil de realizar.	3A	0	0	2	5	10	9	26	4,0
	3B	0	0	0	2	5	24	31	4,7
	3C	0	0	1	5	8	12	26	4,2
	3D	1	0	0	7	13	6	27	4,0
2. Com a atividade experimental fica mais fácil entender o conteúdo.	3A	0	1	0	4	8	13	26	4,2
	3B	0	0	2	6	6	17	31	4,2
	3C	0	0	0	2	6	18	26	4,6
	3D	0	0	0	4	13	9	26	4,2
3. A atividade experimental é interessante.	3A	0	0	0	1	2	23	26	4,8
	3B	0	0	0	2	5	24	31	4,7
	3C	0	0	1	2	5	18	26	4,5
	3D	0	0	1	3	3	20	27	4,6
4. A atividade experimental permite maior interação dos	3A	0	0	0	0	4	21	25	4,8
	3B	0	2	0	3	11	15	31	4,2

alunos entre si.	3C	0	0	1	3	8	14	26	4,3
	3D	0	0	2	1	7	17	27	4,6
5. A atividade experimental permite maior interação dos alunos com o professor e vice-versa.	3A	0	0	0	2	7	17	26	4,6
	3B	0	0	1	3	13	14	31	4,3
	3C	0	0	2	2	6	16	26	4,4
	3D	0	0	0	2	8	17	27	4,7
6. Agrada-me aulas nas quais eu posso mexer com equipamentos e fazer montagens. [ou] Agrada-me aulas nas quais eu posso utilizar <i>softwares</i> e fazer simulações.	3A	1	0	0	0	7	18	26	4,6
	3B	0	0	0	6	2	23	31	4,5
	3C	0	0	1	4	3	18	26	4,5
	3D	0	0	1	2	4	20	27	4,8

Tabela 1: Avaliação dos pontos positivos das atividades experimentais, de acordo com os alunos. Fonte: Dados da pesquisa.

Características	TURMA	DISCORDO		NEUTRO		CONCORDO		ALUNOS	MÉDIA
		0	1	2	3	4	5		
7. Agrada-me aulas exclusivamente expositivas.	3A	6	6	1	6	6	1	26	2,1
	3B	7	6	6	5	5	2	31	2,0
	3C	9	5	3	5	2	2	26	1,7
	3D	5	6	5	2	5	4	27	2,4
8. A atividade experimental é um trabalho que faço individualmente.	3A	14	6	4	1	1	0	26	0,8
	3B	14	4	1	7	2	3	31	1,7
	3C	17	3	2	3	0	1	26	1,0
	3D	15	7	3	0	1	1	27	0,8
9. Prefiro aulas exclusivamente expositivas àquelas com atividades experimentais.	3A	15	3	4	3	1	0	26	0,9
	3B	17	9	2	1	2	0	31	0,8
	3C	16	3	2	3	1	1	26	1,0
	3D	15	4	5	1	2	0	27	1,0
10. A atividade experimental acaba me dispersando e atrapalha o entendimento do conteúdo.	3A	18	3	2	3	0	0	26	0,6
	3B	21	7	3	0	0	0	31	0,4
	3C	18	5	2	1	0	0	26	0,5
	3D	20	5	2	0	0	0	27	0,3
11. Foi difícil entender as orientações feitas durante a atividade experimental.	3A	13	1	6	1	5	0	26	1,4
	3B	22	6	0	1	0	2	31	0,6
	3C	15	5	3	2	1	0	26	0,8
	3D	7	4	4	10	1	0	26	1,8

Tabela 2: Avaliação dos pontos negativos da atividade experimental, de acordo com os alunos. Fonte: Dados da pesquisa.