

Resolução de problemas parametrizados: uma estratégia para estimular a aprendizagem colaborativa

Parameterized problem solving: a strategy to stimulate collaborative learning

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Josemar Alves¹, Ricardo Andreas Sauerwein² e Dioni Paulo Pastorio¹

¹Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

²Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: josemarfis@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, temos por objetivo explorar como o uso de problemas fechados e parametrizados, no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I, é recebido e percebido por estudantes universitários de cursos de Engenharia participantes dessa disciplina. Assim como investigar se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos procedimentos de resolução usados) entre esses estudantes. Este trabalho foi desenvolvido segundo a concepção de pesquisa denominada de pesquisa-ação, a qual visa uma ação concreta para resolver um problema real. O instrumento de coleta de dados empregado foi um questionário composto por quatro questões de resposta direta. A análise dos dados indica que a grande maioria dos participantes prefere o uso de problemas parametrizados, uma vez que reconhecem que eles estimulam a aprendizagem colaborativa por meio da discussão e comparação de procedimentos de resolução. Indica ainda que este tipo de tarefa didática pode estimular a prática de aprendizagem colaborativa e que esta estratégia tem potencial para ser generalizada para outros contextos de sala de aula.

Palavras-chave: Resolução de problemas; Problemas parametrizados; Ensino de física; Aprendizagem colaborativa.

Abstract

In this paper, we aim to explore how the use of closed and parameterized problems, in the context of General and Experimental Physics I, is received and realized by university students of Engineering participating in this discipline. As well as to investigate if the use of this type of problem has the potential to foster the practice of collaborative learning among these students. This work was developed according to the research perspective called Action-Research which aims at a concrete action to solve a real problem. The data collection instrument employed was a questionnaire composed of four closed questions. Data analysis indicates that the vast majority of participants prefer to use parameterized problems because they recognize that type of problem may stimulate collaborative learning by discussing and comparing procedures of solving problem. It also indicates that this type of didactic task can stimulate the practice of collaborative learning and that this didactic strategy has the potential to be generalized to other classroom contexts.

Keywords: Problem solving; Parameterized problems; Physics teaching; Collaborative learning.

I. INTRODUÇÃO

A aprendizagem colaborativa – isto é: a troca de vivências e ideias entre estudantes (Abegg e outros, 2010) – têm sido reconhecidas com uma importante estratégia didática e, portanto, um tema de grande interesse para a pesquisa educacional (Onrubia e outros, 2010). Assim como as tarefas colaborativas, em que conhecimentos são compartilhados, vêm se tornando cada vez mais pertinentes no âmbito das atividades escolares (Abegg e outros, 2010). Paralelamente, a resolução de problemas já está consolidada como uma importante estratégia didática para o Ensino de Ciências e de Física (Pozo, 1998; Clement e

Terrazzan, 2012), e, em particular, o emprego de problemas abertos (aqueles que contêm múltiplas soluções válidas) é considerado uma das possíveis maneiras de estimular prática de aprendizagem colaborativa (Abegg e outros, 2010).

Porém – no contexto atual em que a quantidade de estudantes engajados nas disciplinas universitárias de Física básica vem aumentando consideravelmente (Mello, 2015) – o emprego de problemas abertos torna-se pouco viável, uma vez que o processo de correção e *feedback* é bastante complexo e demorado para o docente. Além disso, o uso didático de problemas fechados (aqueles que contêm apenas uma solução válida), como os presentes no final dos capítulos de livros didáticos, é uma prática amplamente disseminada – sendo inclusive corriqueiramente empregados nas avaliações – no referido contexto de ensino de Física.

No entanto, embora os problemas fechados sejam didaticamente importantes, o seu emprego pode não estimular a prática de aprendizagem colaborativa (ou da discussão entre pares). Ou seja, uma vez que eles contêm só uma solução válida, é provável que os alunos fiquem satisfeitos em apenas comparar as suas respostas numéricas finais. E essa prática pode acarretar numa discussão mais superficial acerca do processo de resolução usado. Logo, uma importante questão didática no âmbito do ensino de Física é: como utilizar problemas fechados e, ao mesmo tempo, estimular a prática de aprendizagem colaborativa no contexto do ensino universitário?

A dificuldade referida acima era um problema prático de sala de aula de um dos autores deste artigo. Para tentar resolvê-lo, desenvolvemos um conjunto de tarefas, denominadas de testes EAD, compostas de problemas fechados e parametrizados, nos quais uma mesma situação-problema tem diferentes conjuntos de dados numéricos (ou versões). Ou, em outras palavras, problemas em que os procedimentos de resolução são os mesmos, mas os dados numéricos do enunciado e da resposta numérica final podem variar de um aluno para outro. Todos os testes EAD realizados continham quatro conjuntos de parâmetros (versões) e foram implementados *on-line* como atividades avaliativas extraclasse. Cabe destacar que os estudantes tinham a possibilidade de discutir as suas resoluções com os colegas de turma antes de submetê-las à correção, isto é, trabalhar colaborativamente.

Por fim, o uso de problemas fechados e parametrizados – com o intuito de estimular a prática de aprendizagem colaborativa entre alunos universitários novatos – vem sendo pouco abordado na literatura da área. Por isso, neste trabalho, temos por objetivo explorar como o emprego desse tipo problema, no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I, é recebido e percebido por estudantes universitários de cursos de Engenharia participantes dessa disciplina. Também objetivamos investigar se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos procedimentos de resolução usados) entre esses estudantes.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido segundo a concepção de pesquisa denominada pesquisa-ação, que é uma modalidade de investigação que pressupõe uma ação planejada e sistematizada (Thiollent, 1986). Segundo Tripp (2005), ela pode ser entendida como um processo contínuo e sistemático de aprimorar a prática. Em outras palavras, é uma estratégia de pesquisa e desenvolvimento que tem por finalidade resolver um problema concreto num contexto real, transformando as práticas desenvolvidas nesse contexto. Assim, justificamos a nossa escolha pela pesquisa-ação, já que neste trabalho buscamos resolver – por meio de uma ação planejada, implementada e avaliada – um problema concreto de sala de aula de um dos autores deste artigo, qual seja: como utilizar problemas fechados e, ao mesmo tempo, estimular a prática de aprendizagem colaborativa no contexto do ensino universitário?

O presente trabalho foi desenvolvido no contexto do ensino universitário na disciplina de Física Geral e Experimental I dos cursos de Engenharia da Computação, Mecânica e Química de uma universidade federal brasileira. Cabe destacar que essa é uma das disciplinas em que os estudantes têm os primeiros contatos com o ensino universitário; que nela são abordados os conteúdos de Mecânica, tais como: Cinemática, Dinâmica, Leis de Conservação, etc.; que sua bibliografia básica é um livro-texto de nível universitário, por exemplo: Halliday e outros (2008), Tipler e Mosca (2009) ou Serway e Jewett (2008); e que os problemas presentes nos finais dos capítulos do livro-texto adotado são utilizados como recurso didático – sendo empregados inclusive nas avaliações finais. Ou seja, no contexto da referida disciplina, a resolução desse tipo de problema é uma prática didática corrente tanto dos docentes – que os resolvem em sala de aula como forma de abordar os conteúdos da disciplina, como pelos estudantes – que os resolvem em casa como estratégia de estudo e preparação para as avaliações.

Nesse contexto, com a finalidade de investigar: (i) como o uso de problemas fechados e parametrizados é recebido e percebido pelos estudantes participantes dessa disciplina; e (ii) se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos pro-

cedimentos de resolução usados) entre esses estudantes, elaboramos um questionário composto por quatro questões de resposta fechada – nas quais as três primeiras estão subdivididas em dois itens (a e b) e, cada um deles, graduados em uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos que, segundo Dalmoro e Vieira (2013), é uma das escalas mais adequadas, uma vez que ela é bastante precisa e, ao mesmo tempo, dinâmica.

Esse questionário inicia-se com a seguinte breve introdução: “nas atividades EAD uma mesma questão possui mais de uma versão. As **várias versões da mesma questão** diferem entre si apenas pelos valores das grandezas numéricas do enunciado. Entendemos que o estudo em grupo, inclusive a resolução de alguns problemas, é parte importante da vida acadêmica. Por favor, responda o questionário abaixo para que possamos avaliar o uso deste tipo de recurso”.

Após essa introdução, tem-se as seguintes questões:

Considere a situação em que dois estudantes, cada um em sua casa, resolvem independentemente **a mesma versão** de uma questão EAD, chegam à **mesma resposta** e desejam conferir seus resultados. Assinale o seu grau de concordância com as afirmações que se seguem.

a. É pouco provável que ambos tenham cometido erros numéricos ou algébricos.
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

b. A solução à qual chegaram não está necessariamente correta, pois ambos podem ter cometido o(s) mesmo(s) erro(s) conceitual(is).
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

FIGURA 1. Questão 1 do questionário *on-line*. Objetivo: investigar a concepção dos estudantes acerca da comparação direta da resposta final (numérica) de uma mesma versão de um problema parametrizado no que diz respeito: (a) possibilidade de terem cometido erros numéricos e/ou algébricos; e (b) de terem cometido os mesmos erros conceituais.

Considere a situação em que dois estudantes, cada um em sua casa, resolvem independentemente **versões distintas** de uma questão EAD e portanto chegam a **respostas numericamente diferentes**. Assinale o seu grau de concordância com as afirmações que se seguem.

a. Estes estudantes não conseguem conferir suas respostas.
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

b. Ao comparar os procedimentos de resolução, ao invés de simplesmente suas respostas, os estudantes têm a oportunidade de aprender conjuntamente.
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

FIGURA 2. Questão 2 do questionário *on-line*. Objetivo: (a) investigar o que os estudantes pensam acerca da viabilidade de conferir, com os colegas, a resposta final de versões diferentes de um problema parametrizado; e (b) se a comparação (discussão), entre colegas, dos procedimentos de resolução de um problema desse tipo pode oportunizar a aprendizagem colaborativa.

a. Você costuma conferir os resultados das questões EAD com algum colega que faz a mesma versão que a sua?
 1 (nunca) 2 3 4 5 (sempre que possível)

b. Você costuma discutir o procedimento de resolução das questões EAD com colegas que fazem versões diferentes da sua?
 1 (nunca) 2 3 4 5 (sempre que possível)

FIGURA 3. Questão 3 do questionário *on-line*. Objetivo: (a) investigar se os estudantes costumam conferir, com colegas que resolveram a mesma versão de um problema, a resposta final; e (b) se costumam discutir, com colegas que resolveram versões diferentes de um problema, os procedimentos de resolução empregados.

Em sua opinião, para uma turma de 40 estudantes qual o esquema de versões para as questões EAD que deve ser utilizado?

- Esquema de **uma única** versão. Todos os estudantes podem comparar seus resultados diretamente. Este esquema não busca introduzir estímulos adicionais para que se discutam procedimentos de resolução.
- Esquema de **quatro** versões. Há poucas versões, logo é provável que em um mesmo grupo de estudo haja colegas com versões iguais e versões diferentes. Desta forma, este esquema estimula a discussão de procedimentos sem eliminar a possibilidade de comparações diretas que continuam fáceis.
- Esquema com **vinte** versões. O número de versões é grande. Este esquema enfatiza a discussão de procedimentos e dificulta comparações diretas que, no entanto, continuam possíveis.
- Esquema com **quarenta** versões. Cada estudante faz sua própria versão. Este esquema elimina a possibilidade de comparações diretas, pois considera que, didaticamente, o estudo e compartilhamento dos procedimentos de resolução é muito mais importante.
- Um esquema com um número diferente de versões que as especificadas anteriormente.

FIGURA 4. Questão 4 do questionário *on-line*. Objetivo: investigar qual seria, na concepção desses estudantes, o número ideal de versões (conjunto de parâmetros) para um problema fechado, no sentido de possibilitar ou não a comparação direta das respostas finais.

Portanto, o material de análise utilizado neste trabalho foram as respostas dos estudantes para questionário apresentado acima. E o processo de investigação seguiu as seguintes etapas: (i) desenvolvimento e implementação *on-line* – como atividades extraclasse avaliativas da disciplina de Física Geral e Experimental I – de um conjunto de tarefas compostas de um ou dois problemas fechados e parametrizados (com quatro versões cada), denominados de testes EAD, relativos aos conteúdos que já haviam sido abordados em classe; (ii) aplicação *on-line* – após a implementação de cinco testes EAD de um total de dez, isto é, no meio de seu processo de implementação¹ – de um questionário acerca desses testes, o qual não era de preenchimento obrigatório; e (iii) a última etapa se constituiu da compilação e análise dos dados, os quais estão descritos e analisados na próxima seção.

III. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Neste trabalho, temos por objetivo explorar como o uso de problemas fechados e parametrizados, no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I, é recebido e percebido por estudantes universitários de cursos de Engenharia participantes dessa disciplina. Também objetivamos investigar se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos procedimentos de resolução usados) entre esses estudantes.

Para tanto, durante o processo de implementação dos testes EAD, disponibilizamos para os participantes da referida disciplina um questionário *on-line* relativo aos problemas empregados nesses testes. Esse questionário era constituído de quatro questões de resposta direta (vide seção materiais e métodos), e o seu preenchimento não era obrigatório. De um total de 97 participantes efetivos dessa disciplina, 63 responderam dentro do prazo estabelecido. Consideramos esse número de respostas razoável, já que representa mais de cinquenta por cento dos estudantes envolvidos. Por fim, essas respostas foram compiladas e analisadas conforme segue abaixo.

Os dados da figura 5, questão 1 (a), mostram que: (i) 11/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final podem ter cometido erros numéricos e/ou algébricos em suas resoluções; (ii) 12/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 40/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que é pouco provável que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final tenham cometido erros numéricos e/ou algébricos em suas resoluções. Ou seja, desses resultados, temos indícios de que uma parcela significativa (40/63) dos participantes acredita que a comparação direta de respostas finais de um problema é suficiente para se ter sólidas garantias de que não se tenha cometido erros numéricos e/ou algébricos no processo de resolução.

¹ A aplicação do referido questionário ocorreu no meio do processo de implementação, porque consideramos que nesse estágio os estudantes já tinham tido bastante experiência em resolver os testes EAD e, ainda, não estavam envolvidos com as avaliações finais das demais disciplinas; logo, o preenchimento do questionário *on-line* não os prejudicaria em termos de tempo de estudo.

Os dados representados na figura 5, questão 1 (b), mostram que: (i) 10/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final possivelmente não tenham cometido os mesmos erros conceituais em suas resoluções; (ii) 9/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 44/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final podem ter cometido os mesmos erros conceituais em suas resoluções. Ou seja, esses resultados indicam que uma parcela significativa (44/63) de participantes reconhece que conferir diretamente as respostas finais não fornece sólidas garantias de que não se tenha cometido erros conceituais. Em outras palavras, essa prática não seria suficiente para se ter boas garantias de que o problema foi resolvido corretamente.

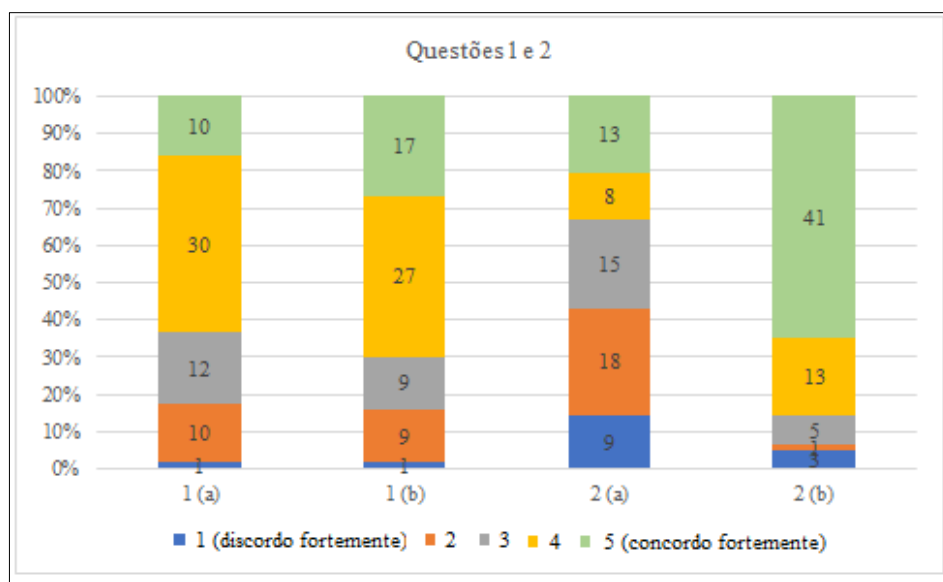


FIGURA 5. Respostas dos participantes para as questões 1 e 2 (itens (a) e (b)) do questionário *on-line*.

Os dados da figura 5, para a questão 2 (a), mostram que: (i) 27/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que mesmo resolvendo problemas parametrizados seria possível conferir as respostas com os colegas; (ii) 15/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 21/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que resolvendo problemas parametrizados não seria possível conferir as respostas com os colegas. Ou seja, esses resultados indicam que, embora haja um equilíbrio entre as respostas, uma parcela significativa dos participantes (27/63) reconhece que seria possível conferir as respostas finais com os colegas mesmo tendo resolvido um problema parametrizado.

Os dados da figura 5, questão 2 (b), mostram que: (i) 4/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que não é possível aprender colaborativamente com os colegas comparando e discutindo os procedimentos realizados na resolução de um problema; (ii) 5/63 responderam de forma neutra; e (iii) 54/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que é possível aprender colaborativamente com os colegas comparando e discutindo os procedimentos realizados na resolução de um problema. Ou seja, esses resultados indicam que a grande maioria de participantes investigados (54/63) reconhece que a prática de discutir e comparar procedimentos de resolução pode permitir (ou fomentar) a aprendizagem colaborativa.

Os dados da figura 6, questão 3 (a), mostram que: (i) 17/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que não costumam conferir com os colegas as respostas finais dos problemas resolvidos *on-line* (teste EAD); (ii) 11/63 responderam de forma neutra; e (iii) 35/63 participantes responderam que costumam conferir com os colegas, sempre que possível, as suas respostas finais dos problemas dos testes EAD. Ou seja, esses resultados indicam que uma parcela significativa de participantes (35/63) costuma conferir com os colegas as respostas finais dos problemas dos testes EAD. Disso, podemos inferir que a comparação de respostas finais das atividades *on-line* avaliativas é uma prática comum entre os participantes investigados.

Os dados da figura 6, questão 3 (b), mostram que: (i) 5/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que não costumam discutir com os colegas os procedimentos que usaram para resolver um problema *on-line* (teste EAD); (ii) 7/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 51/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que costumam discutir com os colegas, sempre que possível, os procedimentos que usaram para resolver um problema dos testes EAD. Ou seja, esses resultados indicam que discutir com os colegas os procedimentos usados para resolver um problema *on-line* é uma prática bastante disseminada entre os participantes investigados.

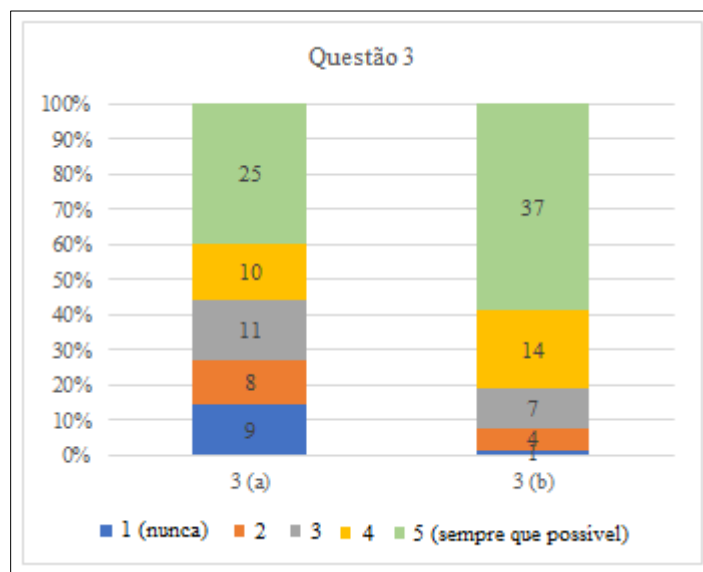


FIGURA 6. Respostas dos participantes para a questão 3 (itens (a) e (b)) do questionário *on-line*.

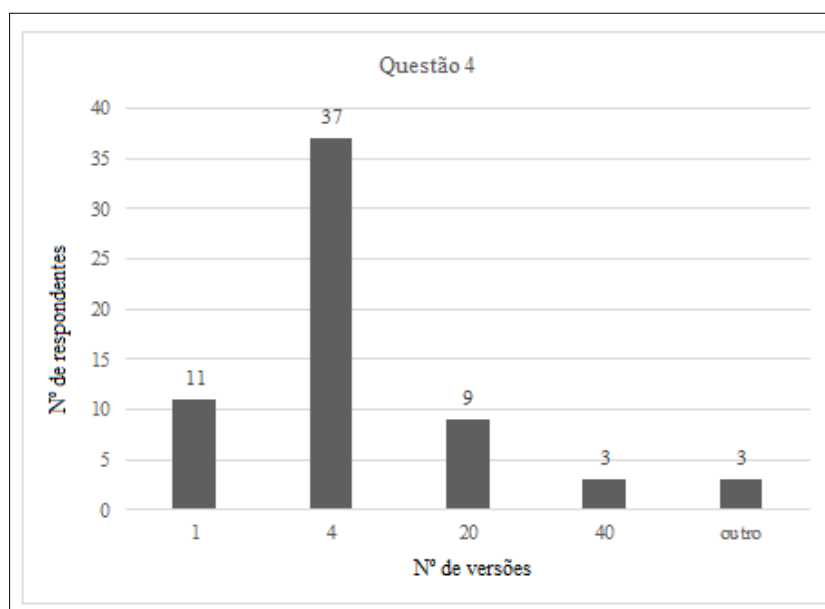


FIGURA 7. Respostas dos participantes para a questão 4 do questionário *on-line*.

Os dados da figura 7, questão 4, mostram que: (i) 11/63 participantes responderam que seria adequado que um problema *on-line* (teste EAD) tivesse apenas um conjunto de parâmetros (conjunto de dados ou versão) para todos os estudantes, uma vez que seria mais fácil comparar diretamente a resposta final sem ter que discutir os procedimentos realizados; (ii) 37/63 participantes responderam que seria adequado que um problema *on-line* tivesse um conjunto de parâmetros para cada dez estudantes, uma vez que estimularia a discussão acerca dos procedimentos de resolução empregados, mas também possibilitaria, com relativa facilidade, a comparação direta das respostas finais; (iii) 12/63 (categorias 20 e 40) responderam que seria adequado que um problema *on-line* tivesse um conjunto de parâmetro cada dois (ou apenas um) estudantes, uma vez que seria dado ênfase apenas na discussão dos procedimentos de resolução empregados; e (iv) 3/63 participantes responderam que seria adequado que um problema *on-line* tivesse um conjunto de parâmetros diferente dos mencionados acima. Ou seja, esses dados indicam que a grande maioria dos participantes prefere problemas parametrizados (52/63). Entretanto, uma parcela significativa (37/63) destes que preferem problemas parametrizados quer que estes problemas tenham um conjunto pequeno de parâmetros, já que isso ainda possibilitaria a comparação direta da resposta final (numérica) com relativa facilidade.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, tínhamos por objetivo explorar como o uso de problemas fechados e parametrizados, no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I, foi recebido e percebido por estudantes universitários de cursos de Engenharia participantes dessa disciplina. Também objetivávamos investigar se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos procedimentos de resolução usados) entre esses estudantes. Para tanto, – após a implementação de cinco tarefas desse tipo de um conjunto de dez, ou seja, no meio do processo de implementação – aplicamos um questionário *on-line* acerca dessas tarefas (testes EAD).

Os resultados obtidos com a análise das respostas para o referido questionário estão descritos na seção anterior. Esses resultados indicam que uma parcela significativa dos participantes investigados prefere resolver problemas parametrizados, uma vez que reconhecem que esse tipo de problema é didaticamente importante, no sentido de estimular entre os estudantes a discussão dos procedimentos de resolução empregados. Salientamos, porém, que a grande maioria dos participantes investigados prefere também que esses problemas não excluam totalmente a possibilidade de comparação direta das respostas numéricas finais. Acreditamos que isso se deva ao fato de que os estudantes reconhecem que a prática de comparar diretamente essas respostas finais pode lhes dar alguma garantia de que tenham resolvido o problema corretamente, ao menos no que diz respeito a erros numéricos e algébricos.

Finalmente, ainda que estudos mais aprofundados sejam necessários, os resultados discutidos anteriormente indicam também que o uso de problemas parametrizados pode estimular os estudantes a discutirem os procedimentos empregados na resolução de um problema fechado. Isto é, há indicativos que esse tipo de tarefa didática pode fomentar nos estudantes a prática de aprendizagem colaborativa, uma vez que ela enfatizaria uma troca de vivências mais significativa do que a mera comparação de respostas numéricas finais. Por esse motivo, acreditamos que essa prática didática tem potencial para ser generalizada para outras disciplinas de Física, assim como para outros níveis de ensino, tais como o Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

- Abegg, I., de Bastos, F. P. e Müller, F. M. (2010). Ensino–aprendizagem colaborativo mediado pelo wiki do Moodle. *Educar em Revista*, 1(38), 205–218.
- Clement, L. e Terrazzan, E. (2012). Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, 7(2), 98–116.
- Dalmero, M. e Vieira, K. M. (2013). Dilemas na construção de escalas do tipo likert: o número de itens e a disposição influência nos resultados? *Revista Gestão Organizacional*, 6(3), 161–174.
- Halliday, D., Resnick, R. e Walker, J. (2008). *Fundamentos de Física: Mecânica*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora.
- Mello, B. A. (2015). Aumento na quantidade de alunos em disciplinas básicas: Como obter vantagens dessa realidade universitária. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(3), 1–9.
- Onrubia, J., Colomina, R. e Engel, A. (2010). Os ambientes virtuais de aprendizagem baseados no trabalho em grupo e na aprendizagem colaborativa. En Coll, C. y Monero, C. (Eds), *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e Comunicação*. Porto Alegre: Artmed.
- Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver problemas, para aprender*. Porto Alegre: Artmed.
- Serway, R. A. e Jewett, J. W. (2008). *Princípios de Física*. São Paulo: Thomson.
- Tipler, P. A. e Mosca, G. (2009). *Física para cientistas e engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa–ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443–466.
- Thiollent, M. (1986). *Metodologia da Pesquisa–Ação*. São Paulo: Cortez.