

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE FÍSICA

APRENDIZAGEM DE FÍSICA, TRABALHO COLABORATIVO E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA:  
UM ESTUDO DE CASO COM O MÉTODO *TEAM-BASED LEARNING* EM UMA DISCIPLINA  
INTRODUTÓRIA DE ELETROMAGNETISMO\*

TOBIAS ESPINOSA DE OLIVEIRA

Porto Alegre  
2016

---

\*Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE FÍSICA**

**APRENDIZAGEM DE FÍSICA, TRABALHO COLABORATIVO E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA:  
UM ESTUDO DE CASO COM O MÉTODO *TEAM-BASED LEARNING* EM UMA DISCIPLINA  
INTRODUTÓRIA DE ELETROMAGNETISMO**

**TOBIAS ESPINOSA DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada ao instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob orientação dos professores Dr. Ives Solano Araujo e Dra. Eliane Angela Veit.

**Porto Alegre  
2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus orientadores, professores Eliane e Ives, pela atenção, auxílio e, principalmente, pelo conhecimento inestimável que me proporcionaram.

Aos professores Lang e Neusa pelas valiosas contribuições que deram ao meu trabalho e à minha formação.

Aos professores Alexsandro, Fernanda e Moreira, pela contribuição que tiveram para a minha formação como pesquisador em ensino de Física.

Aos meus colegas e amigos Alexandre, Andre, Claudio, Djonathan, Felipe Carvalho, Felipe Selau, Josiane, Leonardo, Lucas, Maykon, Mara, Matheus, Nelson, Paulo, Renato, Ricieri, Terrimar e Vagner, pelos bons momentos de descontração e valiosas discussões que auxiliaram na construção deste trabalho.

Aos meus pais, Luzia e Renato, por sempre me proporcionarem acesso à educação de qualidade e incentivo aos estudos. Em especial, à minha mãe, pelas inúmeras leituras e sugestões ao texto dessa dissertação.

Ao meu irmão, Tiago, pelo companheirismo e amizade e pelas constantes críticas e conversas que me inspiram a trilhar o caminho de pesquisador.

Ao meu primo, que considero irmão, Ariel, pelas conversas, discussões e bons momentos de descontração que tivemos durante todo esse tempo.

A todos os meus amigos que sempre acreditaram no meu potencial e estiveram presentes nos momentos de dificuldades.

A todos os professores que tive e me inspiraram pelas suas qualidades como professores e pessoas que são.

Aos estudantes que participaram como sujeitos de pesquisa, pela dedicação e colaboração.

## RESUMO

O ensino de Física Geral nas universidades brasileiras é frequentemente relacionado a dois problemas correlacionados: dificuldade de aprendizagem e desmotivação. Ambos são agravados pela adoção estrita do método de ensino tradicional, com aulas essencialmente expositivas e praticamente sem o incentivo para a interação e colaboração entre os alunos para a aprendizagem dos conteúdos. O objetivo geral desta pesquisa é investigar a melhora na aprendizagem de Física e o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente por meio de uma adaptação do método de ensino ativo *Team-Based Learning* (TBL). Essas crenças estão diretamente ligadas à motivação, pois tratam-se de julgamentos que o sujeito tem sobre as próprias capacidades de organizar e executar cursos de ações específicos, os quais afetam seu desempenho, quantidade de esforço e persistência para alcançar seus objetivos. O TBL tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo, por meio de uma estrutura que envolve: o gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, *feedback* constante e avaliação entre os colegas. Procuramos responder às seguintes questões: (i) Em relação ao desempenho dos alunos em testes padronizados sobre conceitos básicos de eletromagnetismo, quais os principais resultados alcançados com a implementação do TBL em uma disciplina de Física Geral (Eletromagnetismo) em um curso de Física numa universidade pública brasileira (UFRGS)? (ii) Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para o TBL? (iii) Como o TBL influencia os estudantes em relação às suas crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente? Para responder a tais questões, adotamos as orientações metodológicas para estudo de caso de Yin e, a fim de responder a terceira questão de pesquisa, utilizamos a Teoria Social Cognitiva, em específico, o conceito de autoeficácia, de Bandura. Para a investigação, realizamos um estudo exploratório que teve duas unidades de análise, uma ampla (a turma, com 27 alunos concluintes) e outra específica, João, um sujeito cujo senso de autoeficácia inicial era baixo e que possuía um histórico de reprovações no curso de licenciatura em Física. Os resultados mostraram que os ganhos normalizados médios da turma nos três testes padronizados que foram aplicados foram semelhantes àqueles atingidos por outros métodos ativos de ensino e superiores a resultados obtidos nos mesmos testes em turmas com o método de ensino tradicional. João obteve resultados similares à média da turma em dois dos três testes. As atitudes dos alunos frente ao método de ensino foram positivas tendo sido destacadas principalmente, as tarefas de estudo prévio e as discussões em equipe. Como fatores negativos foram mencionados: o fato da disciplina ser muito trabalhosa e de não ter tempo suficiente em aula para a realização das atividades previstas. Sobre as crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, constatamos que as crenças dos alunos foram influenciadas positivamente pelas atividades desenvolvidas com o método de ensino, por meio das principais fontes destacadas por Bandura: experiências positivas e vicárias, persuasão social e redução de estresse. Concluímos que o TBL tem potencial para auxiliar na aprendizagem conceitual de Física e em desenvolver crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Novas pesquisas são necessárias para dar continuidade a este estudo exploratório, investigando mais profundamente a aprendizagem, por meio de um referencial teórico específico, e relacioná-la com a mudança nas percepções de eficácia pessoal proporcionadas pelo TBL.

**Palavras-chave:** Aprendizagem de Física; Crenças de autoeficácia; *Team-Based Learning*; Trabalho colaborativo.

## ABSTRACT

The introductory physics education in the Brazilian universities is frequently related to two correlated problems: students' difficulties of learning and lack of motivation. In both cases, the strict adoption of traditional teaching method (lecturing), with a timid or non-existent incentive for interaction and collaboration among students, plays a major role. The main goal of this research is to investigate the improvement in the physics learning, the development of self-efficacy beliefs in learn physics and in work collaboratively through an adaptation of the active teaching method Team-Based Learning (TBL). These beliefs are directly linked to motivation, because they are based on judgments made by the individuals about their own capabilities to organize and execute specific courses, which affect their performance, amount of effort and persistence to achieve their goals. The TBL focuses on improving learning and develop collaborative work skills, through a structure which involves: management of learning teams, reading assignments and tests of concepts application, constant feedback and evaluation by peers. We tried to answer the following questions: (i) In relation to student performance on standardized tests about basic concepts of electromagnetism, what are the main results achieved with the implementation of the TBL in an introductory physics class (electromagnetism) in one physics course in a Brazilian public university (UFRGS)? (ii) What are the attitudes of the students regarding the change of the traditional teaching method for TBL? (iii) How TBL affects the students regarding their self-efficacy beliefs in learning physics and in work collaboratively? Therefore, to answer the questions, we have adopted the methodological guidelines for case study of Yin and in order to answer the third research question, we use the Social Cognitive Theory, in particular, the concept of self-efficacy, of Bandura. For the investigation, we conducted an exploratory study which had two units of analysis, a wide (the class, with 27 college students) and other specific, João, an individual whose sense of initial self-efficacy was short and had a history of failures in the course degree in physics. The results showed that the mean normalized gains of the three class standardized tests that were applied were similar to those achieved by other active teaching methods and superior to results obtained in the same tests in classes with the traditional teaching method. João achieved the class average in two of the three tests. The attitudes of the students about the method were positive having been highlighted mainly the reading assignments and team discussions. As negative factors were mentioned: the amount of work and not having enough time in class to carry out all the planned activities. About the self-efficacy beliefs in learn physics and in work collaboratively, we found that the beliefs of the students were positively influenced by the activities developed with the teaching method, through the main sources highlighted by Bandura: positive experiences, vicarious experiences, social persuasion and stress reduction. We conclude that TBL has the potential to assist in the conceptual learning of physics and developing self-efficacy beliefs in learn physics and in work collaboratively. Further research is necessary to continue this exploratory study, by investigating deeper into learning through a specific a theoretical reference and relate it to the change in perceptions of personal efficacy provided by the TBL.

**Keywords:** Physics education; Self-efficacy beliefs; Team-Based Learning; Collaborative work.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de um módulo do TBL. Cada módulo é dividido em duas fases, preparação e aplicação. Cada uma das fases envolve um conjunto de atividades extraclasse e em classe, divididas nas etapas representadas nos quadros de 1 a 4. (Fonte: o autor) .....	17
Figura 2 - Representação de um módulo do TBL modificado com componentes do JiTT. A principal diferença em relação à Figura 1 é a exposição do professor, que aqui ocorre na abertura, e não apenas no fechamento da Preparação em aula. (Fonte: o autor).....	18
Figura 3 - Ilustração de questão conceitual adequada à TL (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).....	22
Figura 4 - Cartão de Correção Instantânea. A resposta correta é sinalizada por uma estrela. (Fonte: o autor).....	22
Figura 5 - (a) Discussão entre os colegas de equipe sobre qual a resposta correta para uma questão. (b) Um aluno raspando o item escolhido pela equipe. (Fonte: o autor) .....	23
Figura 6 - Alunos expondo as soluções de suas respectivas equipes durante a fase de aplicação. (Fonte: o autor).....	25
Figura 7 - Distribuição por ano de publicação dos artigos da busca geral (preliminar) em periódicos especializados em ensino de Ciências e Física (total = 93). (Fonte: o autor).....	32
Figura 8 - Distribuição dos 23 artigos por países onde as pesquisas foram conduzidas. (Fonte: o autor) .....	33
Figura 9 - Distribuição dos 23 artigos por nível de ensino em que as pesquisas foram conduzidas. (Fonte: o autor).....	34
Figura 10 - Distribuição dos 23 artigos por tipo de metodologia de pesquisa utilizada. (Fonte: o autor) .....	35
Figura 11 - Distribuição dos 23 artigos por temas centrais de pesquisa. (Fonte: o autor).....	35
Figura 12 - Determinismo recíproco. Inter-relação triádica do funcionamento humano (adaptada de PAJARES; OLAZ, 2008). (Fonte: o autor).....	46
Figura 13 - Efeito de diferentes padrões de crenças de autoeficácia e expectativas de resultado no estado afetivo e no comportamento do sujeito. Os sinais de mais e menos representam, respectivamente, baixos e altos senso de autoeficácia e expectativas de resultado (BANDURA, 1997). .....	51
Figura 14 - Os tipos de estudos de caso propostos por Yin (HEIDEMANN, 2015). .....	56
Figura 15 - Caracterização dos estudos de caso (YIN, 2010). .....	57
Figura 16 - As cinco fases da análise de dados e suas interações (adaptado de YIN, 2011). .....	69
Figura 17 - Frequência de acertos para cada uma das questões do BEMA (pré-teste e pós-teste). (Fonte: o autor).....	72
Figura 18 - Frequência de acertos para cada uma das questões do Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples (pré-teste e pós-teste). (Fonte: o autor) .....	73
Figura 19 - Frequência de acertos para cada uma das questões do Teste sobre Lei de Faraday-Lenz (pré-teste e pós-teste). (Fonte: o autor) .....	74

Figura 20 - Frequência dos aspectos positivos mencionados pelos alunos no questionário sobre o TBL. (Fonte: o autor) .....	77
Figura 21 - Frequência dos aspectos negativos mencionados pelos alunos no questionário sobre o TBL. (Fonte: o autor) .....	80
Figura 22 - Autoeficácia média em aprender física para cada um dos alunos. (Fonte: o autor).....	88
Figura 23 - Autoeficácia média em trabalhar colaborativamente para cada um dos alunos antes e depois da disciplina aqui estudada. (Fonte: o autor).....	96
Figura 24 - Porcentagem de acertos de João nos testes padronizados. (Fonte: o autor) .....	118
Figura 25 - Nível de autoeficácia nas afirmativas que formam o eixo de autoeficácia em aprender física. (Fonte: o autor) .....	122
Figura 26 - Nível de autoeficácia nas afirmativas que formam o eixo de autoeficácia em trabalho colaborativo. (Fonte: o autor) .....	123
Figura 27 - Questão 1 (Q1) presente em todas as Tarefas de Leitura. ....	154
Figura 28 - Questão 2 (Q2) da Tarefa de Leitura do módulo sobre: Resistência e Resistividade; Lei de Ohm; Uma visão Microscópica da Lei de Ohm; Potência em Circuitos Elétricos; Semicondutores; Supercondutores. ....	155
Figura 29 - Questão 3 (Q3) da Tarefa de Leitura do módulo sobre: Resistência e Resistividade; Lei de Ohm; Uma visão Microscópica da Lei de Ohm; Potência em Circuitos Elétricos; Semicondutores; Supercondutores. ....	156
Figura 30 - Exemplo de <i>slide</i> utilizado em aula para auxiliar na exposição dialogada do professor. Nesse <i>slide</i> estão algumas dúvidas dos alunos expostas na Questão 1 da TL. ....	157
Figura 31 - Exemplo de <i>slide</i> utilizado em aula para auxiliar na exposição dialogada do professor. Nesse <i>slide</i> são apresentados alguns recursos visuais utilizados pelo professor em sua exposição. ....	157

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos artigos que usam TBL no ensino de Física.....	27
Quadro 2 - Síntese dos artigos que usam TBL no ensino de Biologia e Química. ....	29
Quadro 3 - Síntese dos 23 artigos selecionados para a revisão divididos em cinco categorias (Formação de estudantes, Formação de professores, Gênero, Métodos ativos e Questões raciais, culturais e/ou étnicas). Para cada artigo, são destacados: a referência, o nível de ensino, a metodologia de pesquisa, o país e o foco principal dos artigos. ( <i>Continua</i> ) .....	36
Quadro 4 - Descrição dos grupos de aprendizagem.....	60
Quadro 5 - Guia para identificar o surgimento de crenças de autoeficácia (baseado no guia desenvolvido por Brand e Wilkins, 2007). .....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de artigos por revista selecionados para a revisão da literatura (total = 23).....	33
Tabela 2 - Média da distribuição de pontos (100 no total) por item que os alunos julgaram ter contribuído para a aprendizagem de Física durante a disciplina. ....	83
Tabela 3 - Número de respondentes do Grupo 1 para cada um dos níveis de concordância (Discordo Fortemente (DF), Discordo (D), Indeciso (I), Concordo (C), e Concordo Fortemente (CF)) para cada uma das afirmativas do questionário de confiança. ....	110

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1	TEAM-BASED LEARNING.....	16
2.1.1	<b>Formação das equipes</b> .....	<b>19</b>
2.1.2	<b>Fase de Preparação</b> .....	<b>21</b>
2.1.3	<b>Fase de Aplicação</b> .....	<b>23</b>
2.1.4	<b>Avaliações</b> .....	<b>25</b>
2.2	ESTUDO ANTERIORES COM O TBL.....	26
2.3	PESQUISAS EM ENSINO DE FÍSICA ENVOLVENDO CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA.....	30
2.3.1	<b>O ensino de Física e as crenças de autoeficácia: definição do escopo e principais resultados</b> .....	<b>31</b>
2.4	IMPLICAÇÕES PARA O ESTUDO REALIZADO.....	42
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>45</b>
3.1	TEORIA SOCIAL COGNITIVA.....	45
3.2	CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA.....	49
3.2.1	<b>Fontes de crenças de autoeficácia</b> .....	<b>51</b>
3.2.2	<b>As influências das crenças de autoeficácia</b> .....	<b>53</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>56</b>
4.1	ESTUDO DE CASO NA PERSPECTIVA DE ROBERT YIN.....	56
4.2	CONTEXTO E PARTICIPANTES DO ESTUDO.....	58
4.3	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	61
4.4	ANÁLISE DE DADOS QUANTITATIVOS.....	67
4.5	ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVOS.....	68
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>70</b>
5.1	SOBRE O DESEMPENHO DOS ALUNOS EM TESTES PADRONIZADOS.....	70
5.2	SOBRE AS ATITUDES DOS ALUNOS QUANTO AO MÉTODO DE ENSINO.....	75
5.3	SOBRE AS CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA EM APRENDER FÍSICA E EM TRABALHAR COLABORATIVAMENTE.....	85
5.3.1	<b>Crenças de autoeficácia em aprender física</b> .....	<b>87</b>
5.3.2	<b>Crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente</b> .....	<b>95</b>
5.4	SOBRE DESEMPENHO, ATITUDES E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA EM APRENDER FÍSICA E EM TRABALHAR COLABORATIVAMENTE: O ALUNO JOÃO.....	103
5.4.1	<b>A escolha da unidade de análise</b> .....	<b>104</b>
5.4.1.1	A equipe de aprendizagem.....	104
5.4.1.1.1	<b>Comprometimento individual para o bem do grupo</b> .....	<b>105</b>
5.4.1.1.2	<b>Confiança entre os membros de equipe</b> .....	<b>109</b>
5.4.1.2	O perfil de João.....	116
5.4.2	<b>Desempenho</b> .....	<b>117</b>

5.4.3	Atitudes .....	118
5.4.4	Crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente ...	121
5.4.4.1	Crenças de autoeficácia em aprender física .....	123
5.4.4.2	Crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente .....	127
5.5	SÍNTESE DOS RESULTADOS: NOVAS PERSPECTIVAS.....	130
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
	REFERÊNCIAS.....	138
	APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PELOS COLEGAS.....	146
	APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO SOBRE TBL E AUTOEFICÁCIA EM APRENDER FÍSICA E EM TRABALHAR COLABORATIVAMENTE .....	149
	APÊNDICE C: ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	152
	APÊNDICE D: EXEMPLO DE UM MÓDULO COMPLETO DO TBL .....	153
	APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO PARA DEFINIÇÃO INICIAL DE EQUIPE .....	161
	APÊNDICE F: TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO .....	163
	APÊNDICE G: QUESTIONÁRIO DE CONFIANÇA ENTRE OS MEMBROS DE EQUIPE.....	164
	APÊNDICE H: PROCEDIMENTO EMPREGADO NA ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS .....	166
	ANEXO A: TESTE BEMA – BRIEF ELECTRICITY AND MAGNETISM ASSESSMENT .....	170
	ANEXO B: TESTE SOBRE CORRENTE ELÉTRICA EM CIRCUITO SIMPLES.....	189
	ANEXO C: TESTE SOBRE LEI DE FARADAY-LENZ.....	195
	ANEXO D: PLANO DE ENSINO DA DISCIPLINA DE FÍSICA GERAL III – A (2015/1).....	203

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física Geral nas universidades brasileiras é conhecido pelos seus altos índices de reprovação e abandono (LIMA JUNIOR, 2013; PASSOS et al., 2007; BARROSO et al., 2003), que são, em parte, resultantes de uma cultura de ensino essencialmente tradicional, no que diz respeito à dinâmica de trabalho em sala de aula. Nessa abordagem tradicional, as aulas são prioritariamente expositivas e centradas no professor; a passividade dos alunos costuma ser regra, e as atividades realizadas concentram-se na resolução de longas listas de problemas do livro-texto adotado. Ao final da disciplina ao serem aplicados testes padronizados envolvendo conceitos de Física aos alunos remanescentes, os resultados são muitas vezes alarmantes.

Arelada a essa concepção de ensino está a desmotivação discente, caracterizada por alunos cada vez menos engajados no processo de aprendizagem e que desistem diante de desafios menores, por não acreditarem em suas próprias capacidades. O julgamento da própria capacidade de organizar ou realizar uma ação específica, como por exemplo resolver um problema de Física Geral, é denominada, por Albert Bandura (1997), de *crença de autoeficácia*, fator importante para a motivação<sup>1</sup>. No contexto escolar, Bzuneck (2004) diz que a autoeficácia trata de uma avaliação ou percepção pessoal sobre a própria inteligência, habilidades, conhecimentos, entre outros. O que implica que o indivíduo pode ter todas as habilidades para realizar uma determinada tarefa, porém não se sentir capaz para realizá-la, o que afeta diretamente sua ação. A autoeficácia está intimamente ligada à motivação, pois influencia no estabelecimento de metas, na quantidade de esforço empregado nas tarefas e na persistência para alcançar seus objetivos. As pessoas confiantes, ou seja, com alto nível de autoeficácia, encaram tarefas mais difíceis como desafios a serem superados, não como ameaças, e tendem a persistir muito mais na realização dessas tarefas (PAJARES; OLAZ, 2008; SAWTELLE et al., 2012).

Os argumentos expostos acima apontam para a necessidade de atenção a dois problemas correlatos: dificuldades de aprendizagem e baixo senso de autoeficácia em ações específicas atreladas à aprendizagem de Física. Afinal, como afirma Bandura (1986), a autoeficácia atua como mediadora entre a real capacidade do sujeito, ou seja, as habilidades e os conhecimentos que ele de fato possui, e a própria performance. Essas habilidades e conhecimentos não acarretarão em bons resultados se não forem mediadas por crenças de autoeficácia positivas.

Pesquisas, como as que são mostradas na revisão de Pajares (1996) e nos estudos destacados por Zimmerman (2000), denotam a relevância das crenças de autoeficácia para o desempenho escolar. Os alunos com senso mais alto de sua própria eficácia se comprometem com tarefas mais difíceis e desafiadoras do que alunos com senso mais baixo (BANDURA; SCHUNK, 1981). Ferreira e Custódio (2013) demonstram, em um estudo qualitativo, que as crenças autoeficácia do sujeito contribuem para definir o grau de envolvimento e as emoções apresentadas por ele durante a resolução de problemas de Física. Há evidências (BANDURA, 1997) de que crenças desta natureza influenciam no desempenho acadêmico, afinal, aqueles alunos que acreditam em suas capacidades

---

<sup>1</sup>Para Bzuneck (2004), motivação é um processo que indica fatores que levam a pessoa a agir em certa direção. No contexto de aprendizagem, Stipek (1998 apud GOYA; BZUNECK; GUIMARÃES, 2008) diz que a motivação é detectável através de alguns comportamentos dos alunos, tais como: iniciar prontamente uma tarefa, empenhar-se nela com esforço e persistir mesmo que tenha dificuldade.

participam prontamente das atividades, trabalham mais, persistem por mais tempo e têm menos reações emocionais adversas quando encontram dificuldades em atividades acadêmicas.

Os métodos de ensino tradicionais, normalmente, pouco colaboram para o aumento no senso de autoeficácia dos estudantes em aprender física, por exemplo. Bandura (1994) apresenta como principais fontes de autoeficácia: experiências positivas<sup>2</sup>, experiências vicárias, persuasão social<sup>3</sup> e redução de estresse<sup>4</sup>. Segundo ele, a primeira fonte, que se destaca como a principal colaboradora na mudança das crenças de autoeficácia são as experiências de sucesso vivenciadas pelo próprio estudante na sua participação ativa na realização de ações que, como sabemos, não é valorizada no ensino tradicional, que conta com alunos, geralmente, passivos no processo de ensino e aprendizagem. As experiências vicárias caracterizam-se como experiências nas quais o indivíduo se inspira pelo sucesso de outra pessoa, que ele considera como semelhante, um colega, por exemplo. No ensino tradicional, raros são os momentos de interação entre os colegas, os quais têm o potencial de modificar as crenças de autoeficácia. A persuasão social pode ocorrer através de expressões verbais ou não verbais, como o discurso e o comportamento do professor, mas também ocorre devido ao ambiente em sala de aula, à estrutura do método de ensino empregado e ao “clima” em sala de aula, por exemplo. Por fim, a redução de estresse se caracteriza pela eliminação de obstáculos emocionais que, por ventura, possam ser percebidos pelo indivíduo como uma falta de capacidade de realizar uma ação. Uma avaliação calcada toda, ou quase toda, na nota em provas, como é característico das aulas tradicionais, pode deixar os estudantes ansiosos e com medo, reduzindo seu senso de autoeficácia.

Esses problemas, característicos de uma abordagem tradicional de ensino, não são exclusivos do ensino brasileiro. No cenário internacional, uma alternativa a ela tem despertado a atenção de professores de todo o mundo ao produzir uma inversão na sala de aula (*flipped classroom*) no que diz respeito: (i) a atenção, que passa a ser voltada para o aluno e para a aprendizagem, ao invés de ser centrada no professor e (ii) ao primeiro contato do aluno com o conteúdo a ser estudado, que ocorre previamente, em casa, priorizando o tempo em sala de aula para dirimir dúvidas e resolver problemas com os colegas, em contraposição ao tradicional, em que é em sala de aula que o aluno se depara com o conhecimento a ser estudado e depois, sozinho em casa, se dedica à solução de exercícios e problemas (BERGMANN; SAMS, 2012).

No contexto do ensino de Física, existem vários trabalhos que corroboram a ideia de que o ensino ativo promove, entre outros benefícios, uma melhor aprendizagem conceitual (e.g. BEICHNER et al., 2007; HAKE, 1998; CROUCH; MAZUR, 2001; BARROS et al., 2004; RUDOLPH et al., 2014), bem como exercem influência sobre as crenças de autoeficácia (e.g. SAWTELLE et al., 2012; GOK, 2012). Existem diversas estratégias e métodos que focam na aprendizagem ativa, como: *One-Minute Paper* (STEAD, 2005), *Think-Pair-Share* (LYMAN, 1981, 1987), *Problem-Based Learning* (BARROWS; TAMBLYN, 1980; DUCH, 1996), Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013), *Team-*

<sup>2</sup> Na literatura, essa fonte de autoeficácia é denominada de formas distintas, inclusive pelo próprio Bandura. Entre os nomes que são utilizados, estão: experiências pessoais, experiências de domínio e experiências positivas. Neste trabalho, optamos pela última.

<sup>3</sup> Encontramos nos trabalhos sobre crenças de autoeficácia essa fonte denominada de duas maneiras diferentes: persuasão verbal e persuasão social. Optamos por utilizar o termo “persuasão social”.

<sup>4</sup> Além da denominação “redução de estresse”, a qual utilizamos nesse trabalho, encontramos, para essa fonte de autoeficácia, a nomenclatura “fatores fisiológicos”.

*Based Learning* (MICHAELSEN; KNIGHT; FINK, 2004). Dentre diferentes métodos, o *Peer Instruction* (MAZUR, 1997) e o *Just-in-Time Teaching* (NOVAK et al., 1999) têm sido abordados em trabalhos nacionais recentemente (ARAUJO; MAZUR, 2013; MÜLLER et al., 2012; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).

Os métodos *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching* visam, especialmente, a aprendizagem conceitual. No entanto, espera-se que os alunos também resolvam problemas, e o domínio conceitual é uma condição necessária, mas não suficiente, para a resolução de problemas (SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1992). O trabalho em pequenos grupos em sala de aula pode conduzir a um melhor entendimento do problema ao propiciar um processo de argumentação e de contato com diferentes percepções. Heller (1992; 1999) destaca que em atividades em grupo os alunos são capazes de resolver problemas mais complexos e que, além disso, as soluções dos problemas são significativamente melhores do que aquelas produzidas individualmente pelo melhor membro do grupo, principalmente no que diz respeito à análise qualitativa do problema. Adicionalmente, o trabalho em grupo favorece a aprendizagem do conteúdo, a comunicação entre os estudantes e entre o professor e estudante, bem como alguns aspectos subjetivos que são necessários para o convívio em sociedade. Nessa perspectiva, um método que favoreça a resolução de problemas por meio de trabalho em grupo é bem-vindo, tanto para promover a aprendizagem de física, como para criar condições para o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente.

Focados na aprendizagem de Física Geral e no aumento do senso de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, optamos por investigar a utilização do método *Team-Based Learning* (TBL), ou Aprendizagem Baseada em Equipes, em disciplinas de graduação. O TBL, por estar calcado no trabalho em equipes (ou times), enfatiza o trabalho colaborativo, tão essencial na sociedade contemporânea.

O TBL (MICHAELSEN, 2004) tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo através de uma estrutura que envolve, dentre outras atividades, resolução de problemas. No início da aplicação do método, os estudantes são divididos em equipes de aprendizagem, as quais se mantêm fixas durante toda a disciplina. Para auxiliar no desenvolvimento das equipes, elas são estrategicamente montadas e os colegas avaliam uns aos outros esporadicamente. Após a separação em equipes, os alunos envolvem-se em atividades de preparação individual e em equipe, que consistem na execução de uma tarefa de leitura, em casa; e na visualização de uma aula expositiva presencial do professor, na qual são enfatizadas as dúvidas dos alunos provenientes da tarefa de leitura e na resolução de questões conceituais, em sala de aula. Em seguida, considerando que os estudantes estejam, em parte, preparados, eles se envolvem (em equipe) em tarefas de aplicação dos conceitos, as quais consistem em resolução de problemas contextualizados. O ciclo de atividades de preparação e aplicação se repete a cada novo tópico abordado.

Uma das qualidades específicas do método TBL é que ele busca potencializar o trabalho em grupos transformando-os em equipes de aprendizagem. Equipes diferem de grupos devido a duas características: um alto grau de comprometimento individual para o bem do grupo e confiança entre

os membros de grupo (FINK, 2004). Essa transformação ocorre com o tempo de interação, por isso que os grupos se mantêm fixos durante todo o semestre.

O método está presente em pelo menos 24 países e em todos os continentes (MICHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008). Metoyer et al. (2009) relatam que, no ensino de Ciências em nível universitário, o uso do método traz uma série de benefícios, tais como: melhoria na compreensão dos conceitos, aumento na participação em aula, maior nível de reflexão, maior interesse na disciplina e aumento da frequência dos estudantes. No entanto, o ensino de Ciências, mais especificamente o ensino de Física, carece de pesquisas sobre o uso do TBL, principalmente no contexto de ensino brasileiro.

Decidimos, então, investigar como o uso do *Team-Based Learning* em uma disciplina introdutória de Eletromagnetismo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) influencia na aprendizagem de física e no aumento de crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Nesta investigação introduzimos duas adaptações no método que não afetam as características centrais do TBL e que têm a ver com o estudo prévio e a inserção de uma etapa na fase de preparação. Tais adaptações são detalhadas no Capítulo 2.

Atingir o objetivo a que nos propomos é uma tarefa complexa. Além disso, como constatamos na revisão da literatura (Capítulo 2), existem poucos trabalhos sobre a aplicação do TBL no ensino de Física e nenhum em contexto de ensino brasileiro, o que nos indicou a necessidade de explorar o fenômeno, no caso, a turma em que a intervenção didática foi aplicada. Por isso, limitamos o escopo do presente trabalho em uma investigação, do tipo estudo de caso, exploratória, que na acepção de Robert Yin (2010) tem como meta desenvolver hipóteses e proposições teóricas, bem como criar ou refinar questões de pesquisa pertinentes para serem conduzidas em estudos posteriores. Ao final deste estudo, lançamos perspectivas para novos estudos, os quais nos conduzirão ao objetivo maior aqui estabelecido.

Para iniciar nosso estudo exploratório, partimos das seguintes três questões norteadoras:

- (i) Em relação ao desempenho dos alunos em testes padronizados sobre conceitos básicos de eletromagnetismo, quais os principais resultados alcançados com a implementação do TBL em uma disciplina de Física Geral (Eletromagnetismo) em um curso de Física numa universidade pública brasileira (UFRGS)?
- (ii) Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para o TBL?
- (iii) Como o TBL influencia os estudantes em relação às crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente?

Buscando responder a essas questões, utilizamos, além das notas de campo feitas na observação participante, os seguintes instrumentos de coleta de dados: três testes padronizados sobre conceitos básicos do eletromagnetismo (disponíveis nos anexos A, B e C); um questionário de avaliação entre os colegas de equipe (Questionário 1 do Apêndice A), aplicado em quatro momentos distintos durante o semestre; um questionário, aplicado ao final do estudo, sobre as atitudes dos estudantes quanto ao TBL e sobre a mudança nas crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente (Apêndice B); e uma entrevista semiestruturada (Apêndice C), conduzida

ao final do estudo, onde os alunos eram indagados sobre as experiências vivenciadas durante o semestre e possíveis fatores que os levaram a variar suas percepções de eficácia pessoal. Esses e outros instrumentos utilizados durante o estudo são discutidos no Capítulo 4.

Na sequência, apresentamos, no Capítulo 2, o método TBL, acompanhado de uma revisão da literatura a respeito dele. Também expomos uma revisão da literatura sobre aplicações da Teoria Social Cognitiva de Bandura no ensino de Física, mais especificamente sobre as crenças de autoeficácia, nos últimos cinco anos. Na última seção apontamos quais foram as implicações das revisões para o estudo realizado.

No Capítulo 3 descrevemos o referencial teórico utilizado, a Teoria Social Cognitiva (TSC) de Albert Bandura, em especial, o conceito de autoeficácia. A TSC parte da visão de agência humana, na qual o ser humano é um agente que influencia e é influenciado pelo meio social e, ao mesmo tempo, cria e desenvolve percepções pessoais sobre si mesmo (autocrenças) que influenciam de forma direta as suas ações em seu próprio ambiente e seu desenvolvimento cognitivo (BANDURA, 2005; BANDURA, 1997; PAJARES; OLAZ, 2008).

No Capítulo 4 discutimos a metodologia de pesquisa adotada neste trabalho. Para isso, descrevemos sucintamente a aceção de estudo de caso de Yin (2010), seguida da apresentação do contexto e participantes do estudo. Além disso, apresentamos e discutimos os instrumentos de pesquisa utilizados. Para finalizar o capítulo, apresentamos como foram analisados os dados quantitativos e os qualitativos.

No Capítulo 5 focamos em responder às questões de pesquisa preliminares que nos propomos e, através da análise desenvolvida, na última seção, mostramos novas perspectivas de pesquisa, questões de pesquisa e proposições teóricas a serem conduzidas em estudos posteriores.

Nas considerações finais (Capítulo 6), discorremos sobre as principais evidências levantadas por este estudo exploratório, destacando suas asserções de valores e sua influência enquanto parte de uma pesquisa cujo objetivo mais amplo é a investigação sobre melhorias na aprendizagem de física e nas crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentamos: (i) uma descrição do método *Team-Based Learning* (TBL), destacando a sua origem e elementos que o compõe, e os estudos sobre a implementação do TBL no ensino de Física encontrados na literatura; (ii) uma revisão da literatura sobre o conceito de autoeficácia no campo da pesquisa em ensino de Física nos últimos cinco anos; e (iii) as implicações que ambas as revisões apresentadas têm para o presente estudo.

### 2.1 TEAM-BASED LEARNING

O *Team-Based Learning* foi criado pelo professor de gestão e negócios Larry Michaelsen, no final dos anos 70, na Universidade de Oklahoma (EUA). O método tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo, através de uma estrutura que envolve: o gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, *feedback* constante e avaliação entre os colegas. A ideia central é que os alunos se sintam responsáveis pela própria aprendizagem e pela dos colegas (MICHAELSEN, KNIGHT; FINK, 2004), desenvolvendo trabalhos em equipes, com um alto grau de comprometimento individual para o bem do grupo e confiança entre os membros de grupo (FINK, 2004).

Na implementação do TBL, uma disciplina é estruturada em módulos, cujas principais fases são apresentadas na Figura 1, que passamos a expor. Cada módulo é dividido em duas fases, envolvendo atividades, tanto extraclasse quanto em sala de aula, de Preparação e Aplicação (MICHAELSEN, 2004)

Iniciando a fase de preparação (quadro 1 da Figura 1), antes da aula, os estudantes realizam um estudo prévio, de caráter preparatório ao que o professor abordará em aula. Os materiais para estudo, constituídos por textos, vídeos, simulações computacionais dentre outros, são usualmente entregues a eles com antecedência mínima de dois dias. Em sala de aula (quadro 2 da Figura 1), dando sequência à preparação, os alunos respondem um teste conceitual individual (Teste de Preparação individual – TPi) relacionado com a leitura realizada na fase de preparação em casa, e suas respostas são recolhidas pelo docente. Logo após, o mesmo teste é realizado em equipe (Teste de Preparação em equipe – TPe). Nessa fase, os alunos dialogam com os colegas de equipe e recebem uma cartela contendo uma grade para marcar as respostas da equipe, definidas consensualmente. O processo de marcação de respostas é similar ao usado em bilhetes de premiação instantânea, conhecidos como “raspadinhas”. A resposta considerada certa pela equipe é marcada na grade raspando o material que cobre a alternativa escolhida. Se a resposta estiver correta, aparecerá o símbolo de uma estrela.

Em caso de erro, os alunos voltam a discutir para tentar encontrar a resposta correta, escolhendo, então, outra alternativa para raspar. Em seguida, caso tenham alguma objeção à questão ou à sua correção, eles podem apresentar um recurso (ou apelação), que o professor pode julgar imediatamente após sua formulação ou em um momento posterior. A fase de preparação

termina com o professor fazendo uma exposição oral sobre pontos referentes às maiores dificuldades apresentadas pelos alunos.

Depois que os principais conceitos do módulo são discutidos, as equipes envolvem-se em tarefas de aplicação (não necessariamente na mesma aula) que vão gradualmente se tornando mais complexas, e são intercaladas com tarefas individuais a serem feitas fora da sala de aula (fase de aplicação). As tarefas realizadas em sala de aula geralmente são do tipo “resolução de problemas”. Todas as equipes resolvem o mesmo problema, um por vez e, ao final de cada solução, expõem suas respostas para todos os estudantes (em pequenos quadros brancos, por exemplo), discutindo entre eles e com o professor. Ao final de cada discussão, o professor entrega um novo problema. As duas fases (preparação e aplicação) serão explicadas detalhadamente em seções posteriores.

Alguns trabalhos na literatura (MICHAELSEN; SWEET, 2011; FINK, 2004) sugerem repetições de cinco a sete módulos, porém o número de repetições varia dependendo da quantidade de horas e de encontros semanais oferecidos pela disciplina, além de certa diferenciação de conteúdo e complexidade.

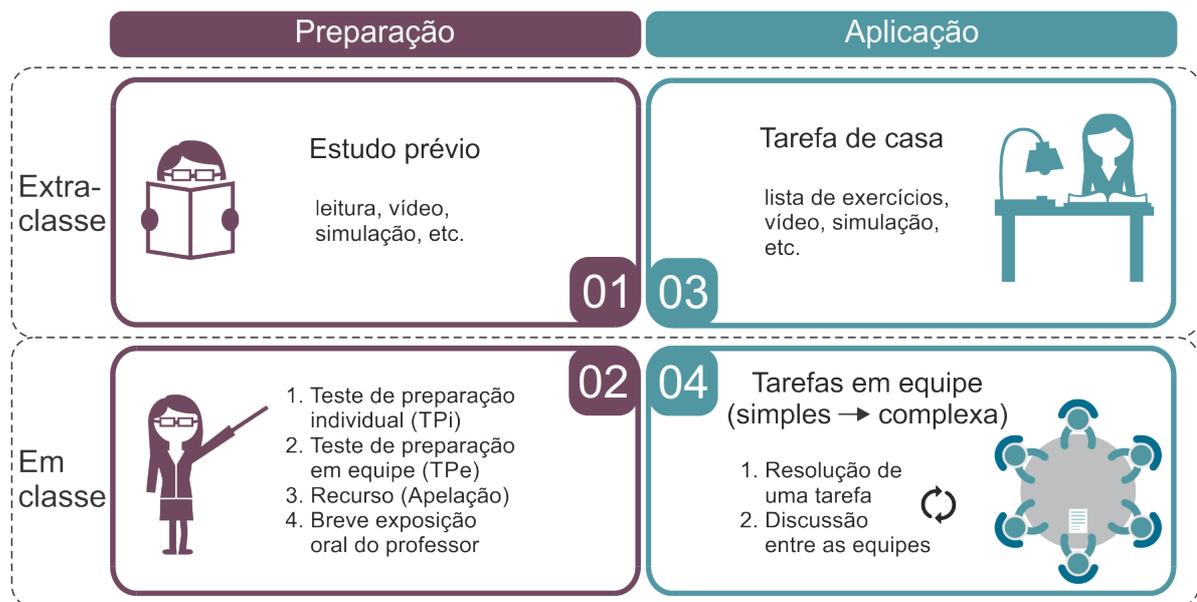


Figura 1 - Representação de um módulo do TBL. Cada módulo é dividido em duas fases, preparação e aplicação. Cada uma das fases envolve um conjunto de atividades extraclasse e em classe, divididas nas etapas representadas nos quadros de 1 a 4. (Fonte: o autor)

Durante a aplicação do método nas aulas de Física Geral III da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), realizamos duas modificações que, sem descaracterizar o método, julgamos serem capazes de produzir melhores resultados tendo em vista resultados anteriores envolvendo o *Just-in-Time Teaching* e o *Peer Instruction* (ARAUJO; MAZUR, 2013; MÜLLER et al., 2012; VIEIRA, 2014; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). Uma das modificações foi a utilização conjunta de um componente do método *Just-in-Time Teaching* (JiTT) (NOVAK et al., 1999), isto é, além de os alunos realizarem leituras antes da aula, previstas no TBL, eles respondiam cerca de três questões relacionadas à leitura cujas respostas eram enviadas, previamente às aulas através do

Google Forms<sup>5</sup>, ao professor. Chamaremos de Tarefa de Leitura o material que solicitamos que os alunos lessem, geralmente duas ou três seções do livro-texto, e as questões que eles respondiam.

Assim, o professor conta com um subsídio para a criação de uma exposição oral mais específica para as dúvidas dos estudantes, o que é inerente ao JiTT. O TBL original destaca a necessidade da exposição oral ser direcionada para as dúvidas dos alunos, no entanto, não se pronuncia sobre como proceder para ter acesso a tais dúvidas. Nesse sentido, essa modificação foi realizada para que pudéssemos captar as dúvidas dos alunos e atender de maneira mais eficiente a recomendação do TBL.

A outra variação consistiu em começar a Fase de Preparação pela exposição oral do professor, enquanto no TBL essa exposição ocorre somente depois do TPi, TPe e eventual recurso ou apelação. Com isso, as principais dúvidas dos estudantes, provenientes da Tarefa de Leitura, eram sanadas antes dele ter que responder qualquer questão conceitual, fosse individualmente ou em equipe. As dúvidas remanescentes às questões da TPi e TPe, assim como eventuais apelações, eram discutidas em uma nova exposição oral do professor na medida em que os alunos iam terminando de discutir e marcar as questões do TPe com seus colegas.

A Figura 2 apresenta o TBL com as modificações inseridas no presente estudo.

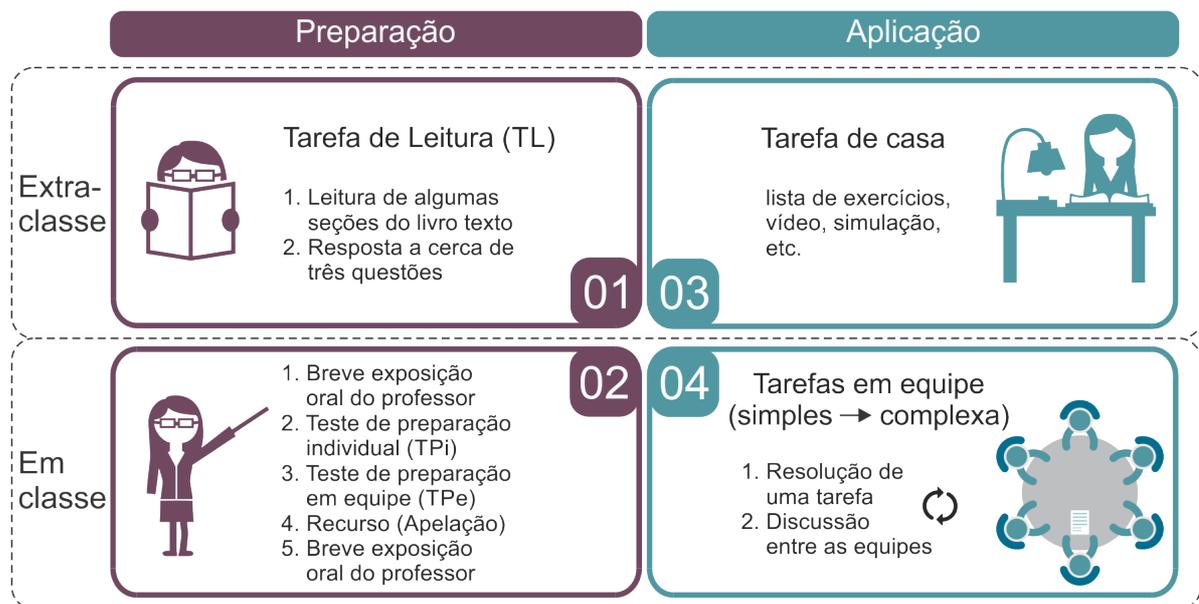


Figura 2 - Representação de um módulo do TBL modificado com componentes do JiTT. A principal diferença em relação à Figura 1 é a exposição do professor, que aqui ocorre na abertura, e não apenas no fechamento da Preparação em aula. (Fonte: o autor)

Apesar dessas duas modificações, pode ser observado que foram mantidos em nossa adaptação os quatro elementos essenciais propostos por Michaelsen e Sweet (2011): (i) o professor deve ser responsável por formar e gerenciar as equipes; (ii) os estudantes se tornam responsáveis pela própria aprendizagem e pela aprendizagem da equipe; (iii) os alunos recebem constante

<sup>5</sup> O Google Forms é uma ferramenta gratuita que permite criar formulários e disponibilizá-los online para que possam ser respondidos. As respostas são organizadas em tabelas, às quais o autor do formulário tem acesso. Disponível em: <<http://docs.google.com>>

*feedback*; e (iv) as tarefas são desenvolvidas de forma que promovam tanto o aprendizado como o desenvolvimento da equipe. De acordo com Preast (2012), esses princípios são atendidos pela incorporação das nove seguintes características à disciplina: (i) o professor forma equipes, de 5 a 7 alunos, heterogêneas em relação ao conhecimento, cultura, competências, experiências pessoais, entre outros fatores; (ii) as equipes se mantêm as mesmas durante toda a disciplina; (iii) as tarefas em equipe são realizadas em sala de aula; (iv) o professor não atribui papéis, ou funções, aos membros da equipe; (v) uma parte significativa da nota é atribuída às tarefas em equipe; (vi) os estudantes recebem *feedback* imediato; (vii) os alunos avaliam seus colegas de equipe; (viii) as equipes reportam simultaneamente suas respostas a um mesmo problema; (ix) são desenvolvidas atividades que incentivam a tomada de decisão. Como mantivemos em nossa adaptação do TBL os elementos essenciais, continuaremos nos referindo ao método, ao longo deste trabalho, como TBL.

Para uma melhor compreensão de toda a dinâmica que fomenta as nove características expostas anteriormente, dividimos a discussão das próximas subseções em quatro partes: (i) formação das equipes; (ii) atividades da fase de preparação; (iii) atividades da fase de aplicação; e (iv) avaliações. Além disso, no Apêndice D, apresentamos o desenvolvimento completo de um módulo de aplicação no nosso estudo.

### 2.1.1 Formação das equipes

Como dito anteriormente, grupos e equipes são conceitos distintos no contexto do TBL. Equipes se diferenciam de grupos, principalmente, por duas características: (i) alto nível de comprometimento individual para o bom rendimento do grupo e (ii) confiança entre os membros. O aparecimento dessas características demanda tempo de interação, uma tarefa desafiadora que se torna um objetivo comum e *feedback* tanto do trabalho individual quanto da equipe (FINK, 2004). Oakley, Felder e Brent (2004) e Birmingham e McCord (2004) também argumentam a favor das equipes de aprendizagem, dizendo que se diferenciam dos grupos porque os membros sempre trabalham juntos, assumem diferentes papéis e responsabilidades, ajudam uns aos outros sempre que possível e resolvem conflitos amigavelmente, entre outros fatores. O *desenvolvimento das equipes* ocorre pela ascensão (ou pelo surgimento) dessas características. Segundo Watson, Michaelsen e Sharp (1991) em 98% dos casos, o desempenho da equipe supera o desempenho individual do melhor membro da equipe.

As equipes são compostas por cinco a sete alunos, e são organizadas pelo professor<sup>6</sup>, que procura formar equipes heterogêneas em relação ao conhecimento, experiências pessoais e/ou profissionais, interesses, entre outros fatores, favorecendo o surgimento de equipes com níveis semelhantes de interatividade. Por exemplo, se alguma equipe é formada apenas com alunos tímidos ou o contrário, apenas com alunos extrovertidos, a tendência é que, no primeiro caso, o diálogo entre os membros seja prejudicado e, no segundo, a conversa pode ser tanta que acabe se tornando dispersiva. Oakley, Felder e Brent (2004) destacam que equipes formadas apenas por alunos com mais facilidade de aprendizagem, ou compostas tão somente por aqueles que têm mais dificuldade,

<sup>6</sup> As equipes podem ser organizadas por meio das respostas dos alunos a um questionário com algumas perguntas pessoais, como o ilustrado no Apêndice E.

não funcionam. No caso de equipes com maior facilidade, os estudantes simplesmente resolvem as atividades quase que individualmente e não as discutem. As equipes formadas apenas com estudantes com dificuldades acabam por reforçar o uso de conceitos aprendidos erroneamente. Ou seja, a diversidade beneficia os alunos avançados que podem potencializar a sua aprendizagem ensinando, e também auxilia àqueles com dificuldade, que aprendem com seus colegas e agregam à discussão entre os membros da equipe.

Oakley, Felder e Brent (ibid.) também argumentam que grupos definidos pelos próprios estudantes são mais propensos a não seguir (ou sabotar) a proposta de trabalho, apesar de que esses autores também chamam atenção para problemas que o professor pode enfrentar por não deixar que os alunos formem suas próprias equipes de trabalho. Alguns estudantes podem ficar insatisfeitos com isto e, por consequência, gerar uma barreira entre os estudantes e o professor antes mesmo do início da disciplina. Para diminuir esse problema, o professor tenta conquistar os alunos, explicando-lhes os benefícios de tal escolha, mostrando os aspectos positivos que a constituição heterogênea das equipes trará para a aprendizagem; também pode argumentar sobre a futura (ou atual) vida profissional dos estudantes, na qual independentemente da profissão e local de trabalho (pesquisa, escola, empresa), eles não terão a opção de escolher seus colegas e, mesmo assim, terão que aprender a trabalhar de forma cooperativa. Nanes (2014) afirma que a ideia inicial de muitos estudantes, de que trabalham melhor individualmente, se modifica após algumas semanas de uso do TBL.

As equipes devem ser permanentes. Diferentemente de outros métodos que utilizam pequenos grupos apenas esporadicamente, no TBL os grupos são pensados para trabalharem a longo prazo, com isso, os estudantes tornam-se capazes de ampliar suas capacidades sociais e intelectuais (MICHAELSEN; SWEET, 2011; MICHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008).

Para separar as equipes é recomendado que o professor aplique, no primeiro dia de aula, um questionário com perguntas pessoais e sobre a sua formação para poder torná-las as mais heterogêneas possíveis. Por exemplo: “*por que você está fazendo este curso?*”; “*quais suas impressões sobre o trabalho em grupo?*”; “*tem algo sobre você que é, provavelmente, um diferencial perante os demais colegas? (pode ser algo como um hobby, alguma habilidade ou interesse)*”. Dependendo do contexto, diferentes perguntas podem ser feitas. Outro ponto interessante é que alguns alunos se sentem valorizados ao responderem o questionário, pois notam que o professor está interessado na individualidade de cada um (OAKLEY; FELDER; BRENT, 2004).

No caso de uma disciplina de Física, são adequadas algumas questões que investiguem as crenças, atitudes e dificuldades na área, como por exemplo: “*você possui alguma dificuldade para aprender física?*”; “*você tem mais afinidade em que área da Física? (Física teórica, Física experimental, ensino de Física etc.)*”. O questionário pode ser feito *online* (usando o *Google Forms*, por exemplo) para que os alunos possam responder em casa. O questionário que aplicamos na turma onde o estudo foi conduzido, o qual foi baseado no questionário de Oakley, Felder e Brent (ibid.), e é apresentado no Apêndice E.

### 2.1.2 Fase de Preparação

Na Fase de Preparação<sup>7</sup>, os alunos realizam inicialmente um estudo prévio, em casa, de algum material recomendado pelo professor. Essa atividade preparatória pode ser a leitura de um texto, capítulo de livro, artigo científico, página da internet, além de recomendações para assistir vídeos ou explorar simulações interativas. Em nosso estudo, adotamos as Tarefas de Leitura, onde recomendamos, inicialmente, uma leitura de algumas seções do livro-texto. Em seguida, os alunos respondiam cerca de três questões, sendo que duas delas abordam as ideias principais dos conceitos que estão sendo estudados e a outra avalia o entendimento e o engajamento do aluno perante a atividade. A questão de entendimento pode ter o seguinte formato:

*Em sua leitura do material indicado, você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo, explicita, entrando em detalhes, aquilo que você achou mais confuso. Caso você não tenha achado nada confuso em relação ao conteúdo estudado, diga o que mais lhe despertou interesse na leitura. Nesse espaço, você também pode fazer perguntas (adaptado de DOWD; ARAUJO; MAZUR, 2015).*

Assim que os alunos concluem a TL, eles a enviam ao professor através de um formulário do *Google Forms*, por exemplo. O docente analisa as respostas e prepara sua aula a partir das dúvidas provenientes das TLs. No início da aula, o professor faz uma Breve Exposição Oral com as principais ideias estudadas, esclarecendo aspectos relacionados às maiores dificuldades dos alunos identificadas durante as TLs. Recomenda-se que as Tarefas de Leitura sejam avaliadas em termos de raciocínio demonstrado e de engajamento com a atividade, assim os alunos não ficam inibidos em errar e se sentem incentivados a tentar responder.

Após a realização dessa atividade, eles respondem um Teste de Preparação individual<sup>8</sup> (TPi) em sala de aula. O teste é composto por algumas questões de múltipla escolha sobre conceitos fundamentais do módulo de estudo. Recomenda-se solicitar que os alunos escrevam uma breve justificativa para cada questão do teste, a qual pode ser avaliada em termos do raciocínio demonstrado pelo aluno para realizá-la. Assim, como nas TLs, o fundamental não é que o aluno dê a resposta cientificamente correta, mas que ele demonstre ter se engajado para resolver a questão. Um exemplo de questão conceitual é mostrado na Figura 3.

Em seguida, é aplicado o Teste de Preparação em equipe<sup>9</sup> (TPe), que é idêntico ao teste individual, porém a ser respondido pela equipe. Os estudantes recebem um *feedback* imediato das respostas a cada uma das questões, só passando para a questão seguinte depois de terem entrado em consenso com a equipe sobre a questão em pauta. A ideia é que como os estudantes já pensaram sobre as questões no TPi, as discussões são mais produtivas no TPe e que, assim, os próprios colegas colaboram entre si para sanar as dúvidas remanescentes do TPi.

---

<sup>7</sup> Originalmente, a fase de preparação é conhecida pela sigla RAP (*Readiness Assurance Process* – processo de garantia de preparação). Optamos, para simplificar, por utilizar apenas a nomenclatura preparação.

<sup>8</sup> O termo é conhecido como iRAT (*individual Readiness Assurance Test* – teste individual de garantia de preparação).

<sup>9</sup> Comumente chamado de tRAT (*team Readiness Assurance Test* – teste em equipe de garantia de preparação).

O processo de *feedback* é feito por meio de Cartões de Correção Instantânea (CCI), chamados pelos alunos de “raspadinhas”<sup>10</sup> (Figura 4). Nos cartões, a alternativa correta é indicada pelo símbolo “estrela”. Se os alunos rasparem e não encontrarem a estrela, voltam a discutir a questão. A avaliação pode ser feita pelo acerto das respostas. No caso de cinco alternativas, por exemplo, se os alunos acertarem na primeira tentativa, a equipe recebe quatro pontos na questão (pontuação correspondente ao número de retângulos não raspados), se acertarem na segunda tentativa, recebem três pontos e assim sucessivamente. Se todas as alternativas de resposta para uma determinada questão forem raspadas, a equipe não pontua.

Duas partículas 1 e 2, eletrizadas com cargas de mesmo módulo, penetram com velocidade  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$ , também de mesmo módulo, numa região de campo magnético uniforme, de acordo com a ilustração abaixo.

Para descreverem as trajetórias mostradas acima, podemos considerar corretamente que:

- a partícula 1 está carregada negativamente e a partícula 2 está carregada positivamente.
- as partículas podem estar eletrizadas com carga de mesmo sinal.
- as trajetórias mostradas na figura independem das massas das partículas.
- a massa de 1 é menor que a massa de 2.

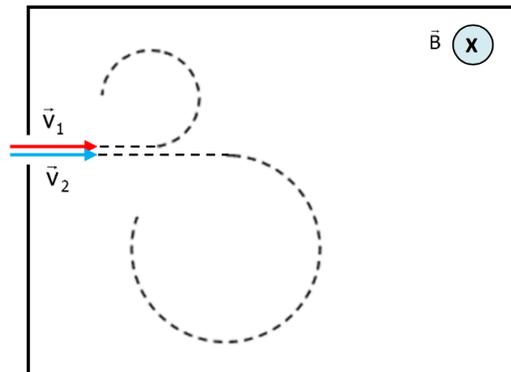


Figura 3 - Ilustração de questão conceitual adequada à TL (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015)<sup>11</sup>.

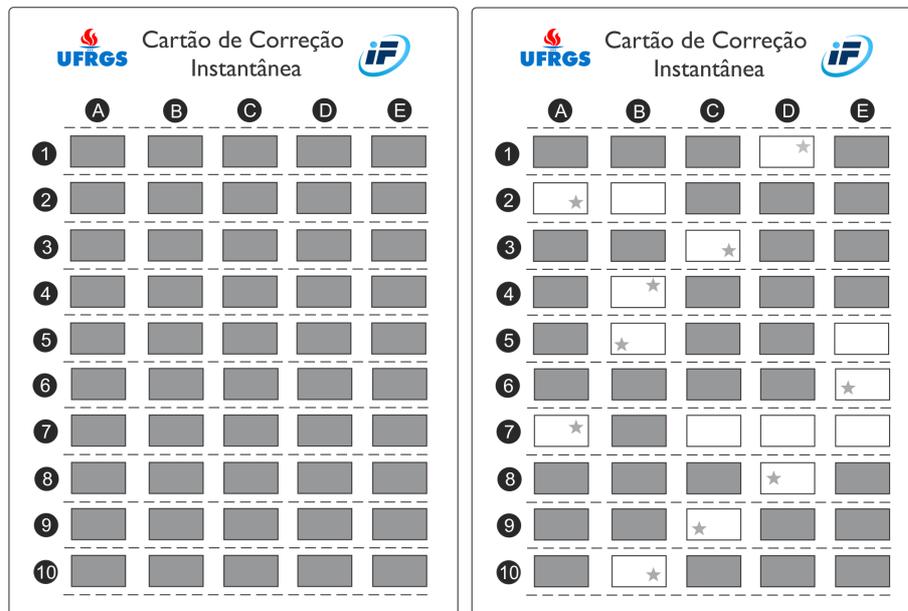


Figura 4 - Cartão de Correção Instantânea. A resposta correta é sinalizada por uma estrela. (Fonte: o autor)

<sup>10</sup> A versão original é chamada de IF-AT (*Immediate Feedback Assessment Technique* – Técnica de Avaliação com *Feedback* Imediato – <http://www.epsteineducation.com>).

<sup>11</sup> Outras questões conceituais de Oliveira, Veit e Araujo (2015) estão disponíveis em: [http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n27\\_Oliveira/testes\\_conceituais.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n27_Oliveira/testes_conceituais.pdf)

A Figura 5a mostra uma equipe<sup>12</sup> discutindo qual a resposta correta para uma questão. Na Figura 5b pode-se observar um aluno raspando o item escolhido pela equipe. É possível notar a expectativa dos alunos em ver se a resposta escolhida foi a correta.



Figura 5 - (a) Discussão entre os colegas de equipe sobre qual a resposta correta para uma questão. (b) Um aluno raspando o item escolhido pela equipe. (Fonte: o autor)

Cotner, Baepler e Kellerman (2008) fizeram um estudo sobre o uso dos CCIs com atividades em grupo e avaliaram as atitudes dos alunos perante sua utilização. Constataram que essa técnica encoraja a participação, dinamiza as discussões e ajuda os alunos a identificarem as suas dificuldades, entre outros fatores positivos. Em sua maioria, os alunos estudados aprovaram as atividades em grupo com a utilização dos CCIs e afirmaram que a técnica os auxilia a revelar aspectos não compreendidos e a alcançar melhor desempenho em testes.

Após as atividades com os cartões, os alunos têm a oportunidade de interpor um Recurso verbal ou escrito justificando porque acreditam que a correção ou formulação da questão está incorreta. O professor pode julgá-lo no instante em que o recurso é apresentado, ou em momento posterior.

Resumidamente, a Fase de Preparação envolve as seguintes atividades por parte dos alunos: (i) estudar previamente o conteúdo e realizar a Tarefa de Leitura, de forma individual (fora da sala de aula); (ii) assistir uma breve exposição do professor, na qual são esclarecidas as dúvidas que surgiram na TL; (iii) responder, em sala de aula, a um teste individual; (iii) responder o mesmo teste, agora em equipe, obtendo *feedback* imediato sobre a correção de suas escolhas; (iv) apresentar recursos ao professor, em caso de discordância sobre a correção das respostas. Durante as atividades (iii) e (iv) o professor realiza intervenções.

### 2.1.3 Fase de Aplicação

A segunda fase, Aplicação, apresenta uma sequência de Tarefas em Equipe que vão gradualmente se tornando mais complexas. Fora da sala de aula, os alunos trabalham individualmente em atividades de aplicação mais simples que as tarefas que farão em equipe em sala de aula. As tarefas realizadas em sala de aula buscam promover interações entre os alunos e espírito

<sup>12</sup>Os alunos assinaram um termo de consentimento para usos com fins acadêmicos de suas imagens. Esse termo se encontra no Apêndice F.

de equipe. Para isso, não podem ser muito simples, pois não promoveriam a troca de opiniões entre os membros da equipe, nem complexas demais, de maneira que os estudantes não consigam se envolver na atividade. Essas tarefas, a critério do professor, podem envolver, além de resolução de problemas convencionais, desenvolvimento de projetos, atividades computacionais (de simulação ou modelagem) e experimentais, bem como problemas de tomada de decisão. Nesse tipo de problema, os alunos são solicitados a usarem o conhecimento adquirido para se posicionarem a respeito de uma questão. Um exemplo desse tipo de atividade é o júri simulado, que vem sendo utilizado no ensino de Física (SILVA; MARTINS, 2009; VIEIRA; MELO; BERNARDO, 2014).

Para guiar as atividades da Fase de Aplicação, recomenda-se seguir quatro princípios<sup>13</sup> (MICHAELSEN; SWEET, 2011; MICHAELSEN, 2004):

(i) *problema significativo*: a tarefa proposta precisa ser significativa no sentido de instigar o engajamento cognitivo dos estudantes. Para isso, é importante que a solução seja uma aplicação de conceitos anteriormente aprendidos. Problemas contextualizados também podem contribuir para o engajamento dos alunos.

(ii) *mesmo problema*: todas as equipes trabalham no mesmo problema, um por vez, possibilitando, ao final de cada problema, a discussão e a análise de diferentes soluções.

(iii) *escolha específica*: as tarefas precisam conter uma escolha (ou resposta) específica. É extremamente importante, na aplicação do TBL, a discussão entre as equipes e para isso os problemas devem levar a uma escolha específica. Isso não significa dizer que as tarefas precisam ser de múltipla escolha.

(iv) *relato simultâneo*: o relato das respostas entre as equipes acontece de forma simultânea. A solução dos problemas deve ser acompanhada de discussão entre as equipes, propiciando um *feedback* por parte do professor e dos colegas ao término de cada tarefa.

Sweet, Michaelsen e Wright (2008) sugerem que os alunos, antes de reportarem suas respostas, escrevam uma justificativa. Isso facilita a argumentação no momento do debate. Os autores destacam algumas maneiras para a declaração simultânea de respostas: as mais comuns são a utilização de *flashcards* (cartões de respostas) ou *clickers* (dispositivos eletrônicos que computam as respostas para o professor). No caso de respostas mais complexas pode-se utilizar um sistema de exposição das respostas (*The Gallery Walk*). Nesse caso, as equipes expõem seus resultados e soluções em quadros (Figura 6), papéis ou apresentações no computador, enquanto fazem pequenas explanações, ou simplesmente expõem os trabalhos, enquanto os colegas e o professor fazem sugestões e críticas. Esse método é útil no caso do uso de mapas conceituais, deduções de equações e resolução de problemas, demonstrações experimentais e simulações computacionais.

Em nosso estudo, utilizamos prioritariamente a Resolução de Problemas (RP). No entanto, em sua maioria, não se tratavam de exercícios comuns, eram problemas de aplicação contextualizados. A seguir mostramos um exemplo de problema contextualizado utilizado na fase de aplicação.

---

<sup>13</sup> Em inglês, os quatro princípios são conhecidos como “4Ss: *Significant Problems, Same Problem, Specific Choice e Simultaneous Report*”. Infelizmente, em português não contamos com tal harmonia.

*Você foi convidado para trabalhar, durante um intercâmbio de férias, em uma companhia telefônica, na Califórnia. Durante um recente terremoto, uma longa linha telefônica subterrânea de 1,0 km foi esmagada em algum ponto. Essa linha é constituída por dois fios de cobre paralelos de mesmo diâmetro e comprimento, que normalmente não estão conectados. No local onde a linha foi esmagada, os dois fios fazem contato. **Seu chefe quer que você encontre esse lugar, assim o fio pode ser desenterrado e consertado.** Então, você desliga a linha telefônica desconectando ambos os fios nas duas extremidades. Em seguida, você vai até uma das extremidades e conecta um terminal da bateria a um fio e o outro terminal a um amperímetro (que podemos considerar com resistência nula). Quando o outro terminal do amperímetro é ligado ao outro fio, o amperímetro mostra uma corrente de 1 A. Você então desliga tudo e viaja para a outra extremidade, repetindo o processo a corrente encontrada é de 1/3 A. (Traduzido e adaptado do arquivo online de problemas contextualmente ricos da Universidade do Minnesota <http://groups.physics.umn.edu/physed/>).*



Figura 6 - Alunos expõem as soluções de suas respectivas equipes durante a fase de aplicação.  
(Fonte: o autor)

#### 2.1.4 Avaliações

Em uma aula tradicional, os estudantes possuem, quase exclusivamente, responsabilidades com o professor, ou seja, os alunos estudam para atender as expectativas do professor e, assim, são avaliados especialmente por provas. O TBL instiga que eles sejam responsáveis por se prepararem individualmente para a aula e em contribuir com seus colegas de equipe.

Se os alunos não se preparam, deixando de realizar as atividades propostas pelo professor na Fase de Preparação, eles prejudicam tanto sua própria aprendizagem, quanto o desenvolvimento de sua equipe. Por isso, é preciso que parte da avaliação seja destinada aos testes individual e em equipe (TPi e TPe), às Tarefas de Leitura (TLs), bem como aos problemas da Fase de Aplicação. Essas avaliações não precisam, necessariamente, estarem vinculadas a acertos e erros. Pelo contrário, recomenda-se que levem em conta o esforço (e.g. ARAUJO; MAZUR, 2013). Além disso, os estudantes são periodicamente avaliados pelos seus colegas, tornando-os responsáveis pelo trabalho em equipe.

Na avaliação entre os colegas, indispensável para o bom andamento do método, o professor pode pedir que os estudantes, através de um questionário, atribuam pontuações aos colegas justificando-as com argumentos que demonstrem as contribuições deles à equipe. Outra alternativa é utilizar um questionário com afirmativas e opções que podem variar desde “discordo fortemente” a “concordo fortemente” (escala Likert). Michaelsen e Sweet (2011) e Michaelsen e Fink

(2004) sugerem que os alunos, em suas avaliações, levem em consideração: a preparação do colega para a aula; a contribuição dele para as discussões e tarefas; o respeito por ele demonstrado frente às ideias dos outros membros da equipe; e também a flexibilidade de seu colega para lidar com discordâncias e conflitos. Além disso, os alunos podem destacar pontos positivos dos membros de sua equipe e aquilo que gostariam que eles melhorassem. Dois exemplos de questionários para avaliação entre os colegas que foram usados neste estudo podem ser vistos no Apêndice A.

## 2.2 ESTUDO ANTERIORES COM O TBL

O *Team-Based Learning* vem sendo aplicado em pelo menos 24 países e em todos os continentes, sendo que, desde a década de 80, muitos trabalhos apontam diversos benefícios do uso do TBL em várias áreas do conhecimento (MICHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008). Dentre elas, destacamos o ensino de Medicina, sobre o qual, desde 2001, há um número crescente de publicações (e.g. BURGESS; MCGREGOR; MELLIS, 2014; KOLES et al., 2010; THOMAS; BOWEN, 2011). O TBL também é tema de investigação em áreas como ensino de Enfermagem (e.g. CHENG et al., 2014), Fisiologia (e.g. SIMONSON, 2014), Direito (e.g. DANA, 2007), História da moda (e.g. BANNING; GAM, 2013) e Matemática (e.g. PATERSON; SNEDDON, 2011; NANES, 2014).

No ensino de Física, localizamos quatro artigos em uma busca pelas palavras-chave “*Team-Based Learning*” *Physics*, *TBL Physics* e “Aprendizagem Baseada em Equipes”, nos seguintes mecanismos de busca: Portal de Periódicos da Capes, *Web of Science* e ERIC. A procura foi feita a partir da data mais antiga disponível pelas plataformas até setembro de 2015<sup>14</sup>. Tais artigos são sintetizados no Quadro 1.

Em busca sistemática, revisando os títulos, palavras-chave e resumos, artigo a artigo, não localizamos a ocorrência de trabalhos sobre o TBL nos seguintes conceituados periódicos na área de Ensino de Física: *Investigações em Ensino de Ciências* (1996-2015), *Experiências em Ensino de Ciências* (2006-2015), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (1984-2015), *Ensaio* (1999-2015), *Revista Brasileira de Ensino de Física* (1979-2015), *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (2001-2015), *Revista de Ensino de Ciências e Engenharia* (2010-2015), *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia* (2008-2015), *American Journal of Physics* (1970-2015), *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* (2005-2015), *International Journal of Science Education* (1979-2015), *Journal of Research in Science Teaching* (1970-2015), *Research in Science Education* (1971-2015), *Science Education* (1970-2015), *Science & Education* (1992-2015), *Enseñanza de las Ciencias* (2010-2015), *Latin American Journal of Physics Education* (2007-2015), *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (2004-2015), *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* (2006-2015) e *Revista de Enseñanza de la Física* (1985-2015).

Os três primeiros artigos no Quadro 1 podem ser caracterizados como relatos de aplicação de uma proposta com avaliação empírica, enquanto o último é um artigo de pesquisa, apesar de não apresentar referenciais teórico e metodológico consistentes, em nossa avaliação.

<sup>14</sup> A pesquisa foi realizada no dia 21 de setembro de 2015.

Quadro 1 - Síntese dos artigos que usam TBL no ensino de Física.

Referência	Disciplina / Conteúdo	Nível de ensino	Foco do artigo
DEANTONIO et al. (2007)	Laboratório de Física	Graduação	Descrição de uma aplicação do TBL em uma disciplina de laboratório de Física e comparação com o método baseado em investigação.
METOYER et al. (2009)	Física e Biologia	Graduação	Descrição da estrutura de implementação do TBL mostrando exemplos de suas diversas fases; Avaliação do desempenho dos alunos e suas impressões quanto ao uso do método em um curso de Física conceitual.
PARDAMEAN et al. (2014)	Indução Magnética	Ensino Médio	Descrição de uma implementação de vídeos e do TBL no conteúdo de Indução Magnética.
PARAPPILLY; SCHMIDT; RITTER (2015)	Física para o mundo moderno	Graduação	Descrição da aplicação de uma versão modificada do TBL (utilizando o JiTT); Avaliação do desempenho dos alunos em testes conceituais, das suas atitudes frente ao método e da capacidade do TBL de estabelecer interações.

DeAntonio et al. (2007) descrevem a aplicação do *Team-Based Learning* em disciplinas de Física experimental da Universidade do Novo México (EUA) e comparam-na com aplicações do método de aprendizagem por investigação, anteriormente utilizado nas aulas de laboratório da universidade. Não são especificados detalhes sobre as turmas e conteúdos abordados. Os resultados são provenientes de observações e discussões com o professor assistente e tutores da disciplina. A partir da implementação do TBL, destacam três resultados: (i) os alunos se mostraram mais propensos a implementar e criar seus próprios experimentos; (ii) os estudantes de cursos de engenharia pareceram menos engajados com as atividades experimentais do que os alunos de Física, Biologia, Química, entre outros (os motivos não foram investigados no referido estudo); (iii) e um aumento na compreensão do processo experimental por parte dos alunos. As notas nos exames não tiveram variações com a mudança de método, porém os estudantes que tiveram aulas com o TBL recorreram muito menos à monitoria e tiveram maior frequência às aulas.

Pardamean et al. (2014) narram a implementação de vídeos e do TBL para o ensino de indução magnética em uma escola pública de Ensino Médio em Jacarta, Indonésia. Não são especificadas informações sobre as turmas em que o método foi aplicado e nem sobre a metodologia de pesquisa. Os autores afirmam que o TBL ajuda os estudantes a desenvolverem habilidades para aprender de forma independente e para expressar suas ideias de forma coerente. No entanto, não é informado como os autores chegaram a tal inferência.

Um relato mais detalhado do uso do TBL no ensino de Física é feito por Metoyer et al. (2009), que apresentam a estrutura de implementação do TBL e mostram exemplos em contextos de cursos de Física, Química e Biologia em nível universitário em turmas que variam entre 30 a 100 alunos. Também mostram avaliações de desempenho e impressões de alunos de um curso de Física conceitual. Não são apresentados detalhes sobre os locais de aplicação. Segundo os autores, o

emprego do TBL levou a uma série de mudanças positivas: aumento no sucesso acadêmico, melhor compreensão dos conceitos, aumento na participação em aula, maior nível de reflexão, maior interesse na disciplina e acréscimo da frequência dos estudantes. Em uma turma de Física conceitual, a pontuação em cada exame foi maior em média comparada aos exames aplicados em uma turma com aulas tradicionais. Também a taxa de evasão foi mais favorável à turma do TBL, pois houve cerca de 5% (5 de 95 estudantes) de evasão no curso com TBL em comparação com 15% (13 de 87 estudantes) em um curso com a abordagem tradicional.

Um estudo de Parappilly, Schmidt e Ritter (2015) descreve a aplicação do TBL, em conjunto com alguns elementos do JiTT, em uma turma de Física conceitual introdutória (Física para o mundo moderno) na Universidade de Flinders, Austrália. Os autores buscaram responder às seguintes questões: Quais são as atitudes dos estudantes em relação ao TBL? As interações entre os colegas realmente ocorrem no TBL? O TBL promove o aprendizado de conceitos de física? Concluíram, através de dados coletados com um questionário, que os estudantes tiveram uma atitude positiva em relação ao TBL; análises das gravações das aulas em vídeo levaram os autores a verificar que os alunos realmente se engajaram nas interações; e, por meio de pré e pós testes, constataram ganhos de aprendizagem estatisticamente significativos.

Em síntese, existem poucos artigos sobre o uso do TBL no ensino de Física, que se constituem, essencialmente, em relatos de aplicações do método em determinados contextos, com resultados considerados positivos pelos autores, em termos de aprendizagem e/ou de atitudes dos alunos. Tais estudos carecem de fundamentação teórica e metodológica.

Para complementar nosso relato, o Quadro 2 apresenta uma sucinta ideia do escopo dos artigos encontrados com aplicações do método em disciplinas que envolvem Biologia, Química ou atividades interdisciplinares envolvendo ciências. A pesquisa dos estudos de Biologia e Química foi realizada nos seguintes mecanismos de busca: Portal de Periódicos da Capes, *Web of Science* e ERIC. Foram pesquisados os seguintes termos: “*Team-Based Learning*” *Biology*, “*Team-Based Learning*” *Chemistry* e “Aprendizagem Baseada em Equipes”. A procura foi feita a partir da data mais antiga disponível pelas plataformas até novembro de 2014. Encontramos um total de oito artigos, sendo que dois deles são escritos em língua japonesa, por isso não fazem parte da nossa revisão.

Como já comentamos anteriormente, a área da saúde possui larga publicação na utilização do TBL e isso se estende a disciplinas de Biologia e Química ministradas nos cursos de Medicina, como Walters (2013), que descreve sua experiência positiva com a utilização do método.

Fora do escopo de nossa investigação principal (o TBL no ensino de Física), encontramos alguns trabalhos com importantes contribuições para as pesquisas com o TBL. Em relação ao desenvolvimento dos alunos, Shankar e Roopa (2009) avaliam o engajamento dos estudantes de oito turmas que utilizaram o método na disciplina de Embriologia. Os pesquisadores constataram que a maioria dos estudantes acredita que a utilização do TBL é melhor para o cumprimento dos objetivos de aprendizagem e o entendimento do conteúdo, tornam as aulas mais interessantes, incentivam grande participação dos estudantes e envolvem grandes esforços dos alunos, comparado ao ensino tradicional. Também comparando o TBL com o ensino tradicional, Carmichael (2009) destaca, em

pesquisa realizada com alunos de um curso de Biologia introdutória, que o TBL proporciona melhores desempenhos em testes, com resultados cuja diferença é estatisticamente significativa.

Quadro 2 - Síntese dos artigos que usam TBL no ensino de Biologia e Química.

Referência	Área	Disciplina	Foco do artigo
DINAN; FRYDRYCHOWSKI (1995)	Química	Química Orgânica	Descrever os detalhes de uma modificação do <i>Team-Based Learning</i> e mostrar resultados da aplicação.
CARMICHAEL (2009)	Biologia	Biologia	Avaliar a implementação do TBL em turmas grandes de Biologia introdutória. Eles investigaram a aprendizagem do conteúdo, as atitudes dos estudantes frente ao estilo de aula proporcionado pelo TBL e o uso de <i>clickers</i> .
MCINERNEY; FINK (2003)	Micro- biologia e Biologia	Fisiologia Microbial	Utilizar o TBL para promover pensamento crítico e retenção de conhecimento. Avaliaram que a utilização de projetos nas equipes aumenta a retenção.
CUTRIGHT; EVANS; BRANTNER (2013)	Engenharia	Interdiscipli- naridade: Biologia, Matemática e Química	Descrever a variedade de atividades que foram feitas durante dois anos para manter as equipes unidas e desenvolverem habilidades de equipe.
LOO (2013)	Química	Instrução à informação na Química	Descrever o formato da disciplina, a condução e a avaliação utilizando aprendizagem ativa, guiada e alguns poucos elementos do TBL.
WALTERS (2013)	Medicina	Química medicinal	Descrever a experiência do autor utilizando o TBL.

Destacando a importância do TBL para desenvolver habilidades relacionadas ao trabalho colaborativo, Beatty et al. (2009) constataram que o uso do TBL em sessões de *workshop* fornecidas para estudantes de Farmácia reforçou a compreensão deles sobre o processo de resolução de problemas, bem como exigiu-lhes profissionalismo e habilidades de comunicação necessárias para as suas futuras vidas profissionais

Procurando destacar a importância das equipes de aprendizagem frente ao estudo individualizado, Watson, Michaelsen e Sharp (1991) relacionam o desempenho dos membros com o da equipe e chegam à conclusão de que raramente o melhor membro se iguala ao maior desempenho da equipe.

Comparando o TBL com outros métodos de ensino, Michaelsen, Davidson e Major (2014) compararam-no com outras duas estratégias: a Aprendizagem Cooperativa e a Aprendizagem Baseada em Problemas. A comparação é feita em termos de tamanho dos grupos e estratégias para a sua formação, de estratégias para garantir que os estudantes se familiarizem com o conteúdo da disciplina, da essência das atividades que são realizadas nas aulas, do papel da avaliação entre os colegas e do papel do professor. Yang et al. (2014) fazem uma comparação entre o TBL e a utilização de um método híbrido. Os autores mostraram que a utilização do TBL juntamente com o

emprego de aulas tradicionais podem ser uma boa alternativa quando se tem uma disciplina com uma quantidade muito grande de conceitos a serem aprendidos pelos estudantes.

A tecnologia não foi deixada de lado pelos admiradores do TBL. A utilização de *softwares* colaborativos (KAM; KATERATTANAKUL, 2014) e o uso da estratégia com a mediação do computador, o chamado *Computer-Supported Team-Based Learning* (CS-TBL) são algumas atualizações para que, mesmo em atividade total ou parcialmente a distância, os benefícios oriundos do TBL possam ser usufruídos. Afinal, a aprendizagem a distância e o uso da tecnologia fazem parte da vida dos estudantes. Palsolé e Awalt (2008) utilizaram o método, com algumas alterações, em um curso totalmente a distância e assíncrono e obtiveram sucesso em termos de performance, retenção de estudantes e atitudes dos estudantes em relação ao TBL. É comum em cursos à distância tradicionais que os alunos se desgastem e acabem desistindo. Os autores (ibid.) observaram que a desistência nos cursos com o TBL era reduzida, sendo que um dos fatores que contribuiu para isso foram as equipes, as quais os motivavam a se manter presentes nos estudos.

Concluimos que o TBL é bastante investigado em diversas áreas do conhecimento, mas ainda carece de pesquisa na área de Física. Esta dissertação pretende contribuir para a disseminação do método no ensino de Física e, principalmente, no contexto de ensino brasileiro, mostrando a sua potencialidade em termos de melhora de aprendizagem e de desenvolvimento de crenças de autoeficácia. A seguir apresentamos uma revisão da literatura sobre tais crenças.

### 2.3 PESQUISAS EM ENSINO DE FÍSICA ENVOLVENDO CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA

As crenças de autoeficácia, conceito adotado por Albert Bandura (1977) no desenvolvimento da Teoria Social Cognitiva (TSC), tratam-se de julgamentos do sujeito sobre a própria capacidade de organizar e realizar um curso de ação específica. Essas crenças são fatores importantes para a motivação do aluno. A percepção de autoeficácia está intimamente ligada à motivação, pois ela influencia no estabelecimento de metas, na quantidade de esforço empregado nas tarefas e na persistência para alcançar seus objetivos. As pessoas confiantes, ou seja, com alto nível de autoeficácia encaram tarefas mais difíceis como desafios a serem superados, não como ameaças, e tendem a persistir muito mais nessas tarefas (PAJARES; OLAZ, 2008; SAWTELLE et al., 2012).

As crenças de autoeficácia têm origem, de acordo com Bandura (1977), em quatro fontes principais: (i) experiências positivas: experiências de sucesso vivenciadas pelo sujeito, através de participação ativa; (ii) experiências vicárias: experiências nas quais o indivíduo se inspira pelo sucesso de outra pessoa, a qual possui características semelhantes as dele; (iii) persuasão social: caracterizada pelo incentivo e apoio, que pode ocorrer através de expressões verbais e não verbais e apoio do ambiente; e (iv) redução de estresse: dado pela redução ou eliminação de obstáculos emocionais.

Em nossa revisão, que será apresentada nas próximas subseções, constatamos uma vasta literatura no ensino de Ciências sobre crenças de autoeficácia. Também notamos uma ascensão no número de publicações na área nos últimos cinco anos (de 2011 a junho de 2015).

Para entender como a área de ensino de Física está trabalhando com o conceito de autoeficácia, nos concentramos na produção nos últimos cinco anos (2011 a 2015) e procuramos responder às seguintes questões de pesquisas:

- (i) em que medida a pesquisa no Brasil envolveu-se com as crenças de autoeficácia?
- (ii) qual o nível de ensino pesquisado?
- (iii) quais as metodologias de pesquisa adotadas?
- (iv) quais os principais temas que versam os artigos e, com isso, os principais resultados destacados pela literatura?

Nas subseções seguintes serão apresentadas: a metodologia, onde é detalhada a definição do escopo; os principais resultados, respondendo às questões de pesquisa propostas; e algumas considerações sobre as implicações dos resultados para o ensino de Física e possíveis perspectivas de pesquisa.

### **2.3.1 O ensino de Física e as crenças de autoeficácia: definição do escopo e principais resultados**

Realizamos uma revisão da literatura nos principais periódicos relacionados ao ensino de Física, nacionais e internacionais. Nesta seção, apresentamos o processo para a definição do escopo da revisão e os principais resultados.

Apresentaremos o processo que levou à definição do escopo em quatro partes: (i) busca geral, (ii) foco inicial, (iii) complemento e (iv) foco final.

(i) *Busca geral*: inicialmente, fizemos uma busca pelos termos “autoeficácia”, “auto-eficácia”, “autoeficacia”, “crenças de eficácia” e “self-efficacy” nos mecanismos de busca dos principais periódicos relacionados ao ensino de Ciências e Física: *American Journal of Physics* (1970-2015), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (1984-2015), *Ensaio* (1999-2015), *Enseñanza de las Ciencias* (2010-2015), *Experiências em Ensino de Ciências* (2006-2015), *International Journal of Science Education* (1979-2015), *Investigações em Ensino de Ciências* (1996-2015), *Journal of Research in Science Teaching* (1970-2015), *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* (2005-2015), *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (2001-2015), *Research in Science Education* (1971-2015), *Revista Brasileira de Ensino de Física* (1979-2015), *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (2004-2015), *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* (2006-2015), *Science Education* (1970-2015), *Science & Education* (1992-2015), *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia* (2008-2015) e *Latin American Journal of Physics Education* (2007-2015). Com isso, obtivemos um panorama das publicações sobre autoeficácia no ensino de Ciências a partir de 1993 (ano da primeira publicação constatada na busca).

Foram encontrados 93 artigos que apresentam os termos listados anteriormente, no título, no resumo e/ou nas palavras-chave. A Figura 7 mostra a quantidade de artigos publicados a cada ano. Podemos observar que o uso da autoeficácia em pesquisas relacionadas ao ensino de Ciências está em ascensão nos últimos cinco anos. Cinquenta e cinco dos 93 artigos foram publicados entre 2011 e junho de 2015.

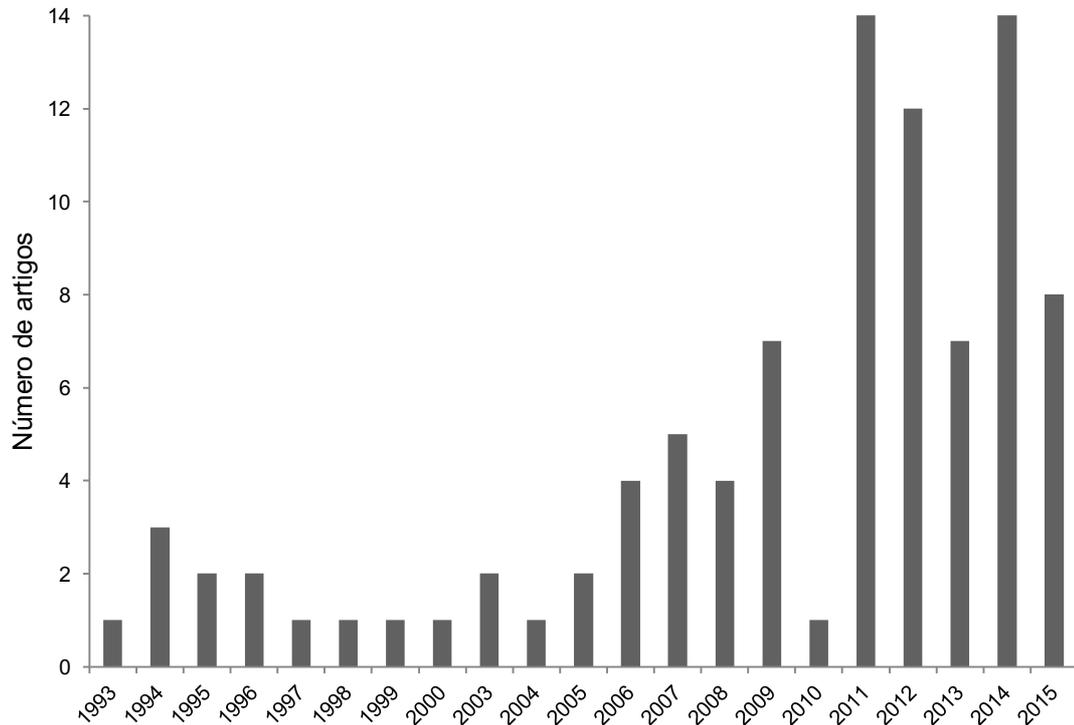


Figura 7 - Distribuição por ano de publicação dos artigos da busca geral (preliminar) em periódicos especializados em ensino de Ciências e Física (total = 93). (Fonte: o autor)

(ii) *Foco inicial*: ciente de que o ensino de Ciências já possui elevada quantidade de pesquisas e que vêm crescendo nos últimos cinco anos, optamos por investigar as publicações voltadas especificamente para o ensino de Física de 2011 a junho de 2015. Dos 55 artigos, dez são específicos de Física.

(iii) *Complemento*: sabendo que as revistas listadas anteriormente não esgotam as pesquisas da área, optamos por complementar a nossa revisão com uma busca<sup>15</sup> no banco de dados *Education Resources Information Center* (ERIC) com as seguintes palavras-chave: “*self-efficacy*” AND *physics*, com o descritor “*Physics*” e limitado apenas a artigos publicados em periódicos, ou seja, não foram consideradas publicações em anais de eventos. Foram encontrados 26 artigos, sendo que 18 foram selecionados para a revisão, seguindo os mesmos critérios citados nas etapas (i) e (ii), ou seja, foram selecionados artigos voltados especificamente para o ensino de Física de 2011 a 2015, os quais apresentavam os termos “autoeficácia”, “crenças de eficácia” e “*self-efficacy*” no título, no resumo e/ou nas palavras-chave.

(iv) *Foco final*: considerando que dos dez artigos encontrados nas buscas às revistas, cinco constavam entre os dezoito selecionados na busca pelo banco de dados ERIC, ficamos com 23 artigos, listados por revista na Tabela 1.

<sup>15</sup> A pesquisa foi realizada no dia 20 de junho de 2015.

Tabela 1 - Número de artigos por revista selecionados para a revisão da literatura (total = 23).

Periódico	Número de artigos
<i>Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching</i>	3
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2
<i>Educational Research and Review</i>	1
<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science &amp; Education</i>	2
<i>European Journal of Psychology of Education</i>	1
<i>Journal of Educational Research</i>	1
<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	1
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	2
<i>Journal of Student Affairs Research and Practice</i>	1
<i>Latin American Journal of Physics Education</i>	2
<i>Physical Review Special Topics – Physics Education Research</i>	4
<i>Research in Science &amp; Technological Education</i>	1
<i>Research in Science Education</i>	1
<i>Teachers College Record</i>	1
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>

*Em que medida a pesquisa no Brasil envolveu-se com as crenças de autoeficácia?*

Os 23 artigos selecionados para a revisão expõem pesquisas em sete países diferentes. A Figura 8 mostra a distribuição das publicações por país onde a pesquisa foi conduzida. No Brasil são quatro artigos (18%), sendo dois deles publicados em revista mexicana (*Latin American Journal of Physics Education*) e dois em periódico nacional (Caderno Brasileiro de Ensino de Física). O país que lidera as pesquisas em crenças de autoeficácia no âmbito de pesquisa em ensino de Física é os Estados Unidos da América com oito artigos (35%), seguido da Turquia com seis artigos (26%). Mesmo sabendo que esta revisão possui diversas limitações e não esgota a literatura sobre autoeficácia na área, podemos notar que o conceito de autoeficácia é estudado mundialmente, não ficando concentrado em apenas um ou dois países.

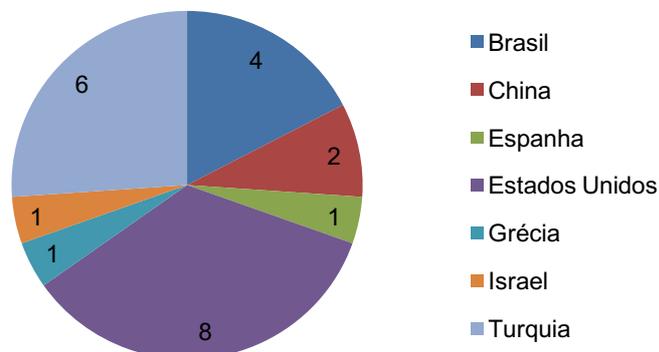


Figura 8 - Distribuição dos 23 artigos por países onde as pesquisas foram conduzidas. (Fonte: o autor)

*Em que nível de ensino vem sendo feitas investigações?*

A Figura 9 mostra um gráfico da distribuição dos artigos por nível de ensino em que as pesquisas são regidas. A maioria dos estudos (70%) se refere ao nível de ensino superior, variando entre trabalhos com professores em formação (graduação e pós-graduação) e alunos de cursos diversos em disciplinas introdutórias de Física. Apenas um artigo trata de investigar a percepção de autoeficácia de estudantes de ensino fundamental e seis artigos (26%) preocupam-se em explorar o construto em professores ou alunos de nível médio.

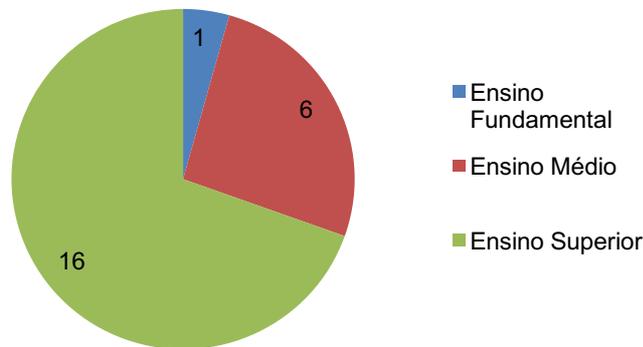


Figura 9 - Distribuição dos 23 artigos por nível de ensino em que as pesquisas foram conduzidas. (Fonte: o autor)

*Quais as metodologias de pesquisa adotadas?*

Quanto à metodologia de pesquisa adotada nos artigos, observamos que a grande maioria, 18 dos 23 (78%), possui um enfoque quantitativo (Figura 10), o que é coerente com a tradição norte americana, onde o próprio conceito de autoeficácia foi cunhado por Albert Bandura. A propósito, observando as referências dos artigos, inclusive daqueles cujas pesquisas não são desenvolvidas nos EUA, facilmente notamos a influência dos trabalhos norte-americanos. Apenas quatro artigos (18%) utilizam a metodologia de pesquisa qualitativa e um (4%) faz uso de metodologia mista (quantitativa e qualitativa). Rocha (2011) já havia destacado a falta e a importância de trabalhos de natureza qualitativa sobre crenças de autoeficácia. Segundo Sawtelle et al. (2012), a pesquisa qualitativa em autoeficácia tem apresentado ideias interessantes sobre a dependência entre cada uma das variáveis de origem de crenças de autoeficácia (experiências positivas, experiências vicárias, persuasão verbal e fatores fisiológicos) e como elas variam de acordo com o sujeito, particularmente em diferenças de gênero.

Outro fator que reflete a predominância da pesquisa quantitativa é que a maior parte dos estudos (87%) utilizam questionários como principal, se não único, instrumento de coleta de dados.

Os questionários são, geralmente, compostos por afirmativas<sup>16</sup> em uma escala do tipo Likert de pontos que podem variar, por exemplo, desde “concordo plenamente” até “discordo plenamente” ou de escalas numeradas que expressam o nível de confiança do sujeito investigado.

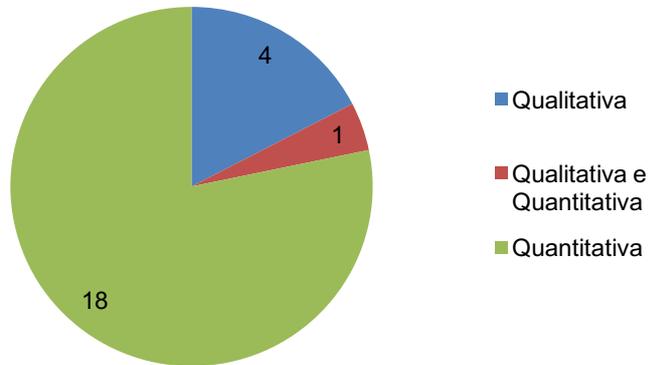


Figura 10 - Distribuição dos 23 artigos por tipo de metodologia de pesquisa utilizada. (Fonte: o autor)

*Quais os principais temas que versam os artigos e, com isso, os principais resultados destacados pela literatura?*

Realizamos uma categorização dos artigos a partir dos seus temas centrais. Foram identificados cinco temas (Figura 11): Formação de estudantes – cinco artigos (22%); Formação de professores – 6 artigos (26%); Gênero – 4 artigos (17%); Métodos ativos – 6 artigos (26%); e questões raciais, culturais e/ou étnicas – 2 artigos (9%). O Quadro 3 apresenta uma síntese do foco de cada um dos 23 artigos separados nas cinco categorias.

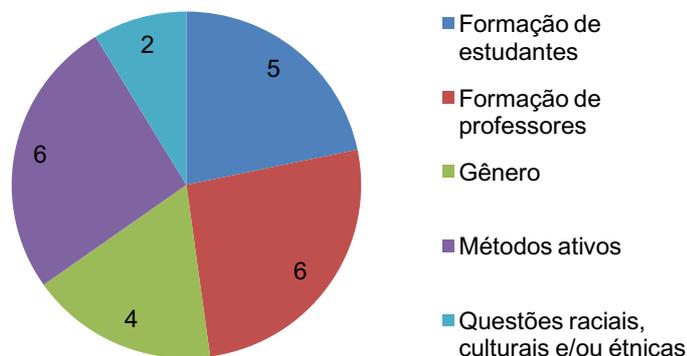


Figura 11 - Distribuição dos 23 artigos por temas centrais de pesquisa. (Fonte: o autor)

<sup>16</sup> Exemplos de afirmativas para a aferição da autoeficácia de professores do Ensino Médio em levar Física Moderna e Contemporânea para a sala de aula: Item 14 – Eu me considero capaz de implementar inovações curriculares em meu ensino; item 19 – Eu me considero capaz de transpor para o Ensino Médio os tópicos de Física Moderna e Contemporânea aprendidos na graduação (ROCHA; RICARDO, 2014).

Quadro 3 - Síntese dos 23 artigos selecionados para a revisão divididos em cinco categorias (Formação de estudantes, Formação de professores, Gênero, Métodos ativos e Questões raciais, culturais e/ou étnicas). Para cada artigo, são destacados: a referência, o nível de ensino, a metodologia de pesquisa, o país e o foco principal dos artigos. (Continua)

Ref.	Nível	Metod. Pesq.	País	Foco
Categoria: Formação de estudantes				
FERREIRA; CUSTÓDIO, 2013	Ensino Médio	Quali	Brasil	Investigação das crenças, interesses e emoções de estudantes envolvidos em atividades de resolução de problemas.
KAPUCU; BAHÇIVAN, 2015	Ensino Médio	Quanti	Turquia	Exploração das relações entre crenças epistemológicas (crenças nucleares), autoeficácia e atitudes (crenças periféricas) de estudantes em relação à Física com base em um modelo desenvolvido a partir de uma revisão da literatura.
LIN; LIANG; TSAI, 2014	Ensino Superior	Quanti	China	Identificação dos perfis de aprendizagem de Física de estudantes universitários de Taiwan e estabelecimento de relações entre esses perfis e a percepção de autoeficácia em aprendizagem de física.
GÜRÇAY, 2013	Ensino Superior	Quanti	Turquia	Identificação dos efeitos das crenças motivacionais como preditores significativos da metacognição e autorregulação em Física de estudantes
ÇAPRI, 2013	Ensino Superior	Quanti	Turquia	Constatação de que as atitudes sobre as aulas de Física, a crença de autoeficácia e os níveis de esgotamento são preditores do sucesso acadêmico dos estudantes.
Categoria: Formação de professores				
ROCHA; RICARDO, 2014	Ensino Médio	Quanti	Brasil	Validação de um questionário para aferição de crenças de autoeficácia geral de ensino e autoeficácia pessoal de professores de sobre Física Moderna e Contemporânea (FMC).
SILVA et al., 2011	Ensino Médio	Quanti	Brasil	Averiguação das relações entre as crenças de autoeficácia pessoal e geral e fatores que compõem a formação acadêmica dos professores de Física.
SIMÕES et al., 2014	Ensino Superior	Quali	Brasil	Identificação da importância das crenças de autoeficácia em atividades realizadas durante o Ensino Médio e durante a docência dos professores de Física para a motivação da escolha da carreira de professor.
BORRACHERO et al., 2013	Ensino Superior	Quanti	Espanha	Constatação de uma relação entre as crenças de autoeficácia de futuros professores de Física e as emoções que eles experienciam no ensino de conteúdos de Física.
SCHECHTER; MICHALSKY, 2014	Ensino Superior	Quanti	Estados Unidos da América	Demonstração de que a avaliação de futuros professores em processo de estágio de docência através da explicitação de pontos positivos (aprendizagem a partir do sucesso) de suas aulas, juntamente com críticas aos problemas, aumenta o nível de autoeficácia dos futuros professores muito mais do que uma avaliação voltada apenas à explicitação de pontos negativos.

Quadro 3 - Síntese dos 23 artigos selecionados para a revisão divididos em cinco categorias (Formação de estudantes, Formação de professores, Gênero, Métodos ativos e Questões raciais, culturais e/ou étnicas). Para cada artigo, são destacados: a referência, o nível de ensino, a metodologia de pesquisa, o país e o foco principal dos artigos. (Continuação)

Ref.	Nível	Metod. Pesq.	País	Foco
Formação de professores				
OGAN-BEKIROGLU; AYDENIZ, 2013	Ensino Superior	Quanti e Quali	Turquia	Investigação do impacto de um ensino baseado em argumentação <sup>17</sup> no senso de autoeficácia de alunos de licenciatura em ensinar usando essa mesma abordagem.
Categoria: Gênero				
SHI et al., 2015	Ensino Superior	Quanti	China	Investigação sobre a relação entre a composição de gênero em grupos de laboratório de Física e a autoeficácia percebida e a performance em testes conceituais. Mulheres em grupos de sem homens têm um maior senso de autoeficácia e melhores desempenhos nos testes do que aquelas que participam de grupos mistos. Para homens, nenhuma diferença foi encontrada.
SAWTELLE; BREWE; KRAMER, 2012	Ensino Superior	Quanti	Estados Unidos da América	Constatação da percepção de autoeficácia como fator preditivo do sucesso dos estudantes em aulas de Física Geral. Identificação dos fatores de origem de crenças de autoeficácia (experiências vicárias) que contribuem para a retenção de mulheres em disciplinas introdutórias de Física.
SASSON; COHEN, 2013	Ensino Fund.	Quanti	Israel	Investigação da implementação e avaliação do <i>Enrichment Science Academic Program</i> para estudantes com pouco acesso à ciência. Dados de vários alunos sobre as crenças e atitudes em relação às ciências (Física, Química e Biologia) mostraram haver diferenças nas atitudes e crenças de autoeficácia de meninos e meninas em relação à Física. Nas demais áreas não foram encontradas diferenças entre os gêneros.
YERDELEN-DAMAR. PEŞMAN, 2013	Ensino Médio	Quanti	Turquia	Constatação de que a metacognição e o senso de autoeficácia em Física podem explicar as diferenças entre gênero e a situação socioeconômica no sucesso acadêmico de Física.
Categoria: Métodos ativos				
SHELL; SNOW; CLAES, 2011	Ensino Médio	Quanti	Estados Unidos da América	Avaliação do <i>Cosmic Ray Observatory Project</i> (CROP), projeto que promove uma ligação entre universidade e escola e prepara equipes de professores e alunos de Ensino Médio para se engajarem ativamente em pesquisas de Física de alta energia. Os resultados demonstraram que tanto os professores quanto os alunos adquirem conhecimento e percepção de autoeficácia suficientes para conduzirem as pesquisas.
GOK, 2012	Ensino Superior	Quanti	Turquia	Reconhecimento dos efeitos positivos do método de ensino <i>Peer Instruction</i> na aprendizagem conceitual, motivação e percepção de autoeficácia de estudantes de Física Geral.

<sup>17</sup> O ensino por argumentação, para Ogan-Bekiroglu e Aydeniz (2013) se refere ao processo de propor, dar suporte, criticar, avaliar e competir ideias baseando-se em evidências, pensamento crítico e racionalidade.

Quadro 3 - Síntese dos 23 artigos selecionados para a revisão divididos em cinco categorias (Formação de estudantes, Formação de professores, Gênero, Métodos ativos e Questões raciais, culturais e/ou étnicas). Para cada artigo, são destacados: a referência, o nível de ensino, a metodologia de pesquisa, o país e o foco principal dos artigos. (Continuação)

Ref.	Nível	Metod. Pesq.	País	Foco
<b>Métodos ativos</b>				
SAWTELLE et al., 2012	Ensino Superior	Quali	Estados Unidos da América	Apresentação de um método de análise do desenvolvimento de crenças de autoeficácia em tempo real. O método foi usado para analisar como o <i>Modeling Instruction</i> <sup>18</sup> (MI) impacta na autoeficácia de estudantes de Física Geral ao longo do tempo.
MILLER et al., 2015	Ensino Superior	Quanti	Estados Unidos da América	Constatação de que a mudança de respostas a testes conceituais que ocorre durante a aplicação do método <i>Peer Instruction</i> <sup>19</sup> está relacionada com a crença de autoeficácia dos estudantes.
DOWD; ARAUJO; MAZUR, 2015	Ensino Superior	Quanti	Estados Unidos da América	Determinação de relações entre o índice de confusão do aluno durante as atividades prévias do método <i>Just-in-Time Teaching</i> <sup>20</sup> com o seu nível de confiança em respostas a questões conceituais pós-leitura, senso de autoeficácia em Física e notas nos exames finais.
MILLER et al., 2014	Ensino Superior	Quanti	Estados Unidos da América	Investigação sobre a relação entre o tempo de resposta aos testes conceituais ( <i>Conceptests</i> ) do método <i>Peer Instruction</i> antes e depois das discussões e a dificuldade das questões, crenças de autoeficácia, conhecimento de Física e gênero.
<b>Categoria: Questões raciais, culturais e/ou étnicas</b>				
FRIES-BRITT; MWANGI; PERALTA, 2014	Ensino Superior	Quali	Estados Unidos da América	Investigação das experiências de enculturação de estudantes estrangeiros e determinação do papel das crenças de autoeficácia nesse processo.
DERMITZAKI et al., 2013	Ensino Superior	Quanti	Grécia	Adaptação do questionário <i>Students' Motivation Towards Science Learning</i> (SMTSL) para mudanças no contexto, na idade dos pesquisados e no foco de aprendizagem (de Ciências para Física).

Passamos a descrever os principais resultados encontrados em cada uma das cinco categorias.

As crenças de autoeficácia influenciam diretamente em atividades relacionadas à formação dos estudantes. Há pesquisadores que focam seus estudos no fator preditivo da autoeficácia percebida dos alunos: sobre o sucesso acadêmico em Física (ÇAPRI, 2013) e sobre a autorregulação

<sup>18</sup> O *Modeling instruction* (i) foca na descrição de fenômenos físicos e (ii) na aprendizagem colaborativa centrada no aluno (SAWTELLE et al., 2012).

<sup>19</sup> No *Peer Instruction*, o professor apresenta uma questão conceitual aos alunos, os quais a respondem individualmente utilizando algum sistema de votação (cartelas de respostas ou *Clickers*). Dependendo da quantidade de respostas corretas (de 30 a 70%), os alunos são orientados a discutirem e convencerem seus colegas de suas respostas. Por fim, uma nova votação é feita e, a partir da nova distribuição de respostas, o professor decide se parte para o próximo tópico ou retoma o conteúdo com uma nova questão conceitual (ARAUJO; MAZUR, 2013; MÜLLER et al., 2012; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).

<sup>20</sup> O método *Just-in-Time Teaching* consiste em: (i) estudo prévio (leitura de algum capítulo de livro, por exemplo), (ii) questões conceituais pós-leitura para verificar o entendimento do assunto lido e uma pergunta onde indaga-se o aluno sobre o entendimento daquilo que foi lido, seguido de (iii) uma aula onde o professor foca nas principais dúvidas que os estudantes tiveram durante a leitura do texto (ARAUJO; MAZUR, 2013; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).

metacognitiva em Física (GÜRÇAY, 2013). Através de análises estatísticas, Çapri (2013) verificou que as crenças de autoeficácia dos estudantes em resolver problemas de física e de aprender física, juntamente com atitudes positivas em relação à Física, são fatores que influenciam o sucesso dos alunos universitários em aulas de Física. Sobre o papel preditivo das crenças de autoeficácia sobre autorregulação metacognitiva em Física, Gurçay (2013) mostrou que a principal variável que a explica é a orientação dos objetivos de aprendizagem, mas, quando as crenças de autoeficácia são adicionadas ao modelo estatístico, é verificado que ambas as variáveis são significativas para prever a autorregulação metacognitiva em Física dos estudantes.

Ainda sobre a influência das crenças de autoeficácia para a formação dos estudantes, Lin, Liang e Tsai (2014) traçam o perfil de aprendizagem de Física de estudantes universitários de Taiwan (reprodutivo, de transição e construtivo<sup>21</sup>) e relacionam esses perfis com a percepção de autoeficácia em aprendizagem de física. Os autores constataram que o perfil construtivo é o que tem maior senso de autoeficácia nos aspectos investigados pelos pesquisadores, que são: entendimento conceitual, habilidades cognitivas sofisticadas, habilidades experimentais, aplicações no dia a dia e comunicação científica. Além disso, Kapucu e Bahçivan (2015) relacionam a percepção de autoeficácia dos estudantes com as suas crenças epistemológicas e atitudes frente à Física. As crenças epistemológicas relacionadas à origem (e.g. o conhecimento vem de uma autoridade?) e justificação (e.g. o conhecimento requer justificação e verificação?) estão positivamente relacionadas com as crenças de autoeficácia e atitudes em relação à Física. Por fim, Ferreira e Custódio (2013) argumentam que as crenças de autoeficácia contribuem para definir o grau de envolvimento e as emoções apresentadas pelos alunos em resolução de problemas de física. É importante ressaltar que, diferentemente dos outros trabalhos citados, Ferreira e Custódio conduziram uma pesquisa qualitativa, utilizando como coleta de dados, não somente questionários, mas também resoluções de problemas e entrevistas semiestruturadas. Os cinco trabalhos citados demonstram o forte papel preditivo das crenças de autoeficácia na formação dos estudantes em disciplinas de Física.

Alguns trabalhos corroboram a ideia de que as crenças de autoeficácia desempenham um importante papel para a formação do professor de Física, tanto durante a sua graduação, quanto na prática de sala de aula (e.g. BORRACHERO et al., 2013; SILVA et al., 2011; SIMÕES et al., 2014; SCHECHTER; MICHALSKY, 2014; OGAN-BEKIROGLU; AYDENIZ, 2013). Borrachero et al. (2013) dizem que docentes de nível médio com alto senso de autoeficácia experimentam emoções positivas ao ensinar física. Esse alto nível de autoeficácia, segundo Silva et al. (2011), tem uma relação significativa com o fato do professor ser ou não formado em Física, o que é um problema para um país como o Brasil, onde faltam professores para ministrar tal disciplina e a mesma acaba sendo, muitas vezes, conduzida por professores formados em Química, Biologia ou Matemática. No entanto, a escolha por uma carreira de professor de Física está ligada às crenças de autoeficácia dos sujeitos em atividades relacionadas com o Ensino Médio e à docência (SIMÕES et al., 2014). Outro fator que influencia as crenças de autoeficácia docente é a estratégia de ensino que os professores vivenciaram durante a graduação. Para Schechter e Michalsky (2014) em uma disciplina de estágio

---

<sup>21</sup> O perfil reprodutivo está voltado para um entendimento de aprendizagem ligado à memorização; o construtivo tem uma perspectiva de aprendizagem como uma busca de compreensão mais abrangente; o perfil de transição está entre o reprodutivo e o construtivo (LIN; LIANG; TSAI, 2014).

de docência, a avaliação das aulas ministradas pelos futuros professores deve enfatizar os pontos positivos da experiência, para assim, aumentar o nível de autoeficácia dos futuros professores. O fato de um professor em formação participar de atividades de aprendizagem por argumentação<sup>22</sup> durante a graduação, deixa-o mais confiante sobre suas capacidades de utilizar essa abordagem enquanto professor, possibilitando uma aprendizagem ativa para seus alunos (OGAN-BEKIROGLU; AYDENIZ, 2013).

Considerando os trabalhos anteriormente citados, podemos notar a importância de investigar as crenças de autoeficácia na formação de professores, o que justifica a necessidade de criar instrumentos para a aferição de tais crenças. Nesse sentido, Rocha e Ricardo (2014) desenvolveram e validaram um instrumento para averiguar a percepção de autoeficácia dos professores de Física de Ensino Médio para tratar temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) em sala de aula.

Algumas pesquisas apontam que os métodos de ensino que propiciam uma aprendizagem ativa dos estudantes podem influenciar em suas crenças de autoeficácia. Sawtelle et al. (2012) apresentam um método de análise de percepção de autoeficácia em tempo real através de vídeos. O método consiste em gravar um grupo de alunos envolvidos em resolução de problemas e, em um momento posterior, conduzir uma entrevista individual na qual o aluno é questionado sobre suas percepções e sentimentos a cada momento do vídeo. Através desse procedimento de análise, constataram que o método de instrução por modelagem (*Modeling Instruction*) propicia situações que originam níveis positivos de autoeficácia percebida nos estudantes.

Parte das pesquisas sobre crenças de autoeficácia e métodos ativos de ensino está voltada para investigações com os métodos *Peer Instruction* (PI) e *Just-in-Time Teaching* (JiTT). Gok (2012) foi o primeiro a avaliar os impactos do PI no senso de autoeficácia dos estudantes, verificando que os alunos não obtiveram um aumento significativo no nível de motivação, mas aumentaram suas crenças de autoeficácia, o que é coerente com a ideia de que as crenças de autoeficácia são fatores que influenciam nos aspectos cognitivos que permeiam a motivação, mas não são os únicos (BANDURA, 1993). Gok (2012) argumenta que o sucesso do método ativo de ensino para melhorar o senso de eficácia pessoal do indivíduo se deve, possivelmente, aos estudantes receberem constante *feedback* sobre o resultado de seus esforços nas atividades, estando em um ambiente que os deixavam tranquilos para expressar suas opiniões. Além disso, o fato de os estudantes serem ativos no processo de aprendizagem, segundo o autor, contribuí para o aumento na percepção de eficácia pessoal se comparada aos alunos que apresentavam um comportamento passivo em aulas tradicionais.

Quando engajados cognitivamente no processo de aprendizagem, os estudantes experimentam, muitas vezes, um sentimento de confusão, pois percebem que não sabiam aquilo que acreditavam saber (DOWD; ARAUJO; MAZUR, 2015). Os autores (ibid.) associaram a percepção de autoeficácia às notas em testes e ao índice de confusão dos alunos ao realizarem a leitura prévia proposta pelo JiTT. O índice de confusão foi estabelecido através de respostas à seguinte questão:

---

<sup>22</sup> A aprendizagem baseada em argumentação proposta por Ogan-bekiroglu e Aydeniz (2013) consiste em apresentar um vídeo e, a partir dele, engajar os estudantes em um processo de argumentação através de quatro problemas relacionados ao tópico do vídeo. Inicialmente os estudantes criam argumentos para a solução dos problemas e depois o professor guia uma discussão entre os argumentos, com toda a turma.

“No material que você acabou de ler, você achou algo difícil ou confuso?”, caso a resposta do aluno fosse “sim”, ele deveria comentar sobre os tópicos da leitura que o deixaram confuso. A partir disso, os autores estabeleceram valores quantitativos às respostas, sendo: 0 (nenhuma confusão), 1 (pouca confusão) e 2 (muita confusão). Com os valores estabelecidos, foi calculada a média desses valores em todos os tópicos de uma leitura. Essa média representa o índice de confusão. Eles demonstraram que a confusão experimentada pelos alunos é, possivelmente, uma indicação de engajamento metacognitivo dos estudantes, pois apesar do índice estar negativamente relacionado à autoeficácia percebida, ou seja, quanto maior o senso de eficácia pessoal do sujeito, menor é o seu índice de confusão, as notas nos testes estão positivamente relacionadas com o índice de confusão, ou seja, quanto maior a confusão nas leituras, maior as notas dos estudantes em exames.

Além disso, Miller et al. (2014) constataram que os estudantes com maior senso de autoeficácia respondem às questões conceituais propostas pelo PI 10% mais rápido, tanto antes quanto depois das discussões com os colegas, do que estudantes com baixa percepção de autoeficácia. Miller et al. (2015) relacionaram as mudanças de respostas, depois das discussões, com o senso de autoeficácia dos estudantes e mostraram que alunos com baixa percepção de eficácia pessoal trocaram suas respostas mais do que aqueles com alta percepção autoeficácia.

Como constatado nos trabalhos citados a seguir, diferenças de gênero refletem em diferenças de percepções de autoeficácia dos estudantes de Física. Sasson e Cohen (2013) ao investigarem a implementação do *Enrichment Science Academic Program*, programa israelense que tem por objetivo encorajar estudantes de ensino fundamental e médio a entrarem para a universidade, especialmente em cursos de ciências e tecnologias, evidenciaram que a forma como as atividades foram conduzidas com alunos de ensino fundamental aumentaram o interesse e a percepção de autoeficácia dos meninos, mas diminuíram o interesse e o senso de autoeficácia das meninas.

Em uma análise qualitativa, Sawtelle, Brewe e Kramer (2012) averiguaram que, diferentemente dos meninos, que sofrem maior influência na autoeficácia percebida por experiências positivas, as meninas têm as experiências vicárias (e.g. observação de outra pessoa realizando determinada tarefa) como fator preditivo principal da retenção em disciplinas de Física introdutória. Yerdelen-Damar e Peşman (2013) mostraram que as meninas possuem pontuações nos testes melhores que os meninos, mas que os meninos têm uma maior percepção de autoeficácia, além disso, os autores classificam a metacognição como um processo dependente do senso de autoeficácia.

Questões raciais, étnicas e culturais também estão presentes nas investigações sobre as crenças de autoeficácia no âmbito de pesquisas em ensino de Física. Fries-Britt et al. (2014) investigaram o processo de enculturação de estudantes de diversas etnias em uma universidade americana, sendo o conceito de autoeficácia usado para analisar esse processo. Os autores asseveram que o contato com outros estudantes estrangeiros (experiências vicárias e persuasão verbal) pode aumentar a autoeficácia percebida dos estudantes, assim como expandir as conexões de grupo com outros estudantes.

Através dessa breve revisão da literatura sobre o conceito de autoeficácia presente nas pesquisas em ensino de Física nos últimos cinco anos, buscamos responder às seguintes questões: (i) quais os países em que o conceito vem sendo estudado? (ii) em que nível de ensino ele é mais investigado? (iii) quais as metodologias de pesquisa utilizadas? (iv) quais os principais temas que versam os artigos e, com isso, os principais resultados destacados pela literatura?

Constatamos que a autoeficácia é estudada em nível mundial, inclusive no Brasil, mantendo uma tradição de pesquisa norte americana, com caráter prioritariamente pragmático e quantitativo. A maioria das pesquisas são conduzidas em nível superior de ensino.

Dentro do escopo que definimos para a revisão, identificamos cinco temas principais que são discutidos nos artigos sobre autoeficácia, são eles: formação de estudantes, formação de professores, gênero, métodos ativos e questões raciais, culturais e/ou étnicas.

Em aspectos formativos dos professores e dos estudantes, as crenças de autoeficácia possuem um importante papel preditivo. As crenças do aluno em sua própria capacidade de aprender física influenciam diretamente no seu desenvolvimento acadêmico. Essas crenças, por sua vez, podem ser influenciadas pelo perfil do estudante e pelas suas concepções epistemológicas. No caso dos professores, a formação acadêmica e as experiências vivenciadas na prática docente são determinantes para o desenvolvimento de crenças de autoeficácia.

Notamos que homens e mulheres, assim como diferentes etnias, raças e culturas, possuem diferentes crenças de autoeficácia e elas são diferentemente modificadas cognitivamente através de eventos externos semelhantes. Ou seja, certas atividades em uma aula de Física, por exemplo, podem motivar ou desmotivar diferentes sujeitos.

Observamos que a aprendizagem ativa proporciona eventos para experiências positivas, vicárias e persuasão, fatores que contribuem para mudanças na percepção de autoeficácia. Se bem conduzidos, os métodos de ensino que utilizam trabalhos colaborativos e engajamento ativo do aluno podem melhorar o senso de eficácia pessoal dos estudantes em vários aspectos e, até mesmo, servir como base para a escolha de uma carreira científica.

Podemos observar que a formação acadêmica do aluno e do professor de Física, questões de diversidade cultural, étnica, racial e de gênero, e métodos de ensino ativos são alvos de investigação sobre as crenças de autoeficácia no ensino de Física. Na maioria dessas pesquisas com as crenças de autoeficácia, os autores preocupam-se em estabelecer relações entre a percepção de autoeficácia e outros diferentes construtos. Poucos trabalham como essas crenças se desenvolvem ou fazem uma análise profunda dos fatores que as modificam. Logo, para um maior desenvolvimento da área, faz-se necessário que os pesquisadores realizem mais pesquisas com delineamento qualitativo, em nossa opinião.

## 2.4 IMPLICAÇÕES PARA O ESTUDO REALIZADO

Condizendo com o tipo de estudo de caso a que nos propomos, um estudo exploratório, conduzimos revisões da literatura que nos levaram a conhecer, mesmo que de maneira limitada, o que se faz atualmente em pesquisas com o TBL e com crenças de autoeficácia no ensino de Física.

Quanto ao TBL, notamos uma carência de trabalhos no ensino de Física, os quais se caracterizam, essencialmente, por relatos de aplicações do método, todos em contextos distintos do brasileiro. Mesmo que dos quatro artigos encontrados três se constituam em aplicações do método no ensino de Física em nível superior, nenhum deles é aplicado em uma disciplina tradicional de Física Geral, onde se espera que os alunos aprendam os conceitos e também resolvam problemas. Dois deles relatam a aplicação do TBL em turmas de Física introdutória conceitual e o outro aborda o método em uma disciplina de Física Experimental. Tendo isso em conta, entendemos adequado adaptar o método ao nosso contexto de estudo, tentando não descaracterizar os elementos essenciais do TBL.

Como já mencionamos na introdução e na primeira seção deste capítulo, fizemos duas modificações no TBL original, as quais são provenientes do método JiTT: além dos estudantes lerem um material antes da aula, o que já era previsto no TBL, eles respondem cerca de três questões relacionadas à leitura cujas respostas são enviadas para o professor; e a Fase de Preparação começa com a exposição oral do professor, enquanto no TBL essa exposição ocorre depois dos testes individual e em equipe (TPi e TPe) e de uma eventual apelação. Um dos fatores que influenciou na modificação que fizemos no TBL foi o trabalho de Dowd, Araujo e Mazur (2015), os quais relacionam o nível de confusão apresentado pelos alunos nas Tarefas de Leitura (elemento característico do método JiTT) com a percepção de autoeficácia dos sujeitos e com o desempenho em testes. Os autores constataram que a confusão está negativamente relacionada com a crença de autoeficácia do sujeito, ou seja, quanto maior o senso de autoeficácia do sujeito, menor é o seu índice de confusão. O que não quer dizer que a confusão experimentada nas tarefas baixa o senso de eficácia pessoal do sujeito. No entanto, as notas nos testes estão positivamente relacionadas à confusão, ou seja, quanto maior a confusão, melhor eram os resultados dos testes. Esse resultado indica que essa atividade do JiTT que causa confusão nos alunos é possivelmente indicação de um engajamento metacognitivo. Outro fator que influenciou a escolha pelo JiTT é o seu sucesso, quando colocado em conjunto com o método ativo de ensino *Peer Instruction*, inclusive em pesquisas desenvolvidas na mesma universidade em que conduzimos este trabalho (VIEIRA, 2014; ARAUJO; MAZUR, 2013; MÜLLER et al., 2012; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). Em nosso estudo, os alunos destacaram as TLs, dentre todas as atividades desenvolvidas no semestre, como um dos fatores mais importantes para a aprendizagem.

É importante salientar que a pesquisa de Parappilly, Schmidt e Ritter (2015), cuja descrição do método utiliza elementos do JiTT, foi publicada depois da nossa intervenção na turma de Física da UFRGS, ou seja, não influenciou a nossa escolha pela inserção de elementos do método em nossa abordagem. Mesmo assim, o trabalho traz elementos que demonstram atitudes positivas e bons resultados em testes conceituais, similares a resultados da aplicação do método puro, realizada por Metoyer et al. (2009). Essa convergência de resultados corrobora positivamente a nossa adaptação do método.

Os trabalhos sobre crenças de autoeficácia no ensino de Física mostraram que muitas pesquisas são desenvolvidas com delineamento quantitativo, o que pode limitar o desenvolvimento da área nesse tema, afinal, outras perguntas podem ser feitas e diferentes respostas podem ser

encontradas em uma pesquisa de caráter qualitativo. Esse fator nos mostrou um caminho promissor para pesquisar a autoeficácia.

A maioria das pesquisas com crenças de autoeficácia se concentra em analisar o seu poder preditivo, correlacionando-a com diferentes aspectos, como gênero e desempenho em testes e atividades. Apenas uma tem como objetivo analisar como as crenças de autoeficácia se desenvolvem (SAWTELLE et al., 2012). Segundo os autores (ibid.), pesquisas qualitativas têm apresentado ideias interessantes sobre as fontes de autoeficácia e como elas variam de um sujeito para o outro. Com isso, delineamos nosso estudo sobre crenças de autoeficácia de maneira prioritariamente qualitativa, envolvendo o desenvolvimento da autoeficácia em atividades com o TBL, tópico ainda não abordado nos artigos que fazem parte do nosso escopo de revisão.

Identificamos em nossa revisão que homens e mulheres, como já foi dito, assim como diferentes etnias, raças e culturas, possuem diferentes crenças de autoeficácia e essas crenças são diferentemente alteradas cognitivamente no sujeito através de eventos externos semelhantes. Além disso, como destacamos no Capítulo 3, a forma como o indivíduo interpreta os fatores ambientais molda a sua percepção de autoeficácia, assim como o senso de eficácia pessoal já existente interfere na interpretação dos eventos externos. Partimos para o desenvolvimento do nosso estudo cientes de que as atividades que a nossa adaptação do TBL proporciona pode afetar diferentemente a percepção de autoeficácia dos sujeitos. No entanto, partimos também com a hipótese de que mesmo afetando as crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente de maneiras distintas, as atividades favorecem o desenvolvimento de tais crenças.

Assim como no estudo de caso exploratório, concluímos as revisões da literatura com a perspectiva de continuação. Buscaremos ampliar o número de artigos revisados sobre autoeficácia no campo de pesquisa em ensino de Física e de expandir a revisão sobre o TBL para artigos que compõem as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM – *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

No próximo capítulo, aprofundamos a discussão sobre crenças de autoeficácia e as situamos dentro da Teoria Social Cognitiva de Albert Bandura.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresentamos o suporte teórico para o presente trabalho. Contamos com a Teoria Social Cognitiva (TSC) de Albert Bandura, em específico o conceito de autoeficácia, a qual se preocupa com o ser humano como agente que desenvolve crenças pessoais sobre suas próprias capacidades e é por elas é influenciado em suas ações (BANDURA, 1997; BANDURA, 2005).

#### 3.1 TEORIA SOCIAL COGNITIVA

A Teoria Social Cognitiva foi desenvolvida pelo psicólogo canadense Albert Bandura na década de 50 do século XX. Desde sua criação, essa teoria vem contribuindo para diversos campos do conhecimento, inclusive a Educação (e.g. PAJARES, 1997). Bandura iniciou sua teoria em um ambiente altamente behaviorista onde a aprendizagem ocupava um espaço simplista de estímulo do ambiente e respostas dos sujeitos. Nesse contexto, a teoria de Bandura começou com a denominação de Teoria da Aprendizagem Social, a qual discordava da corrente da época e preocupava-se em demonstrar que a influência social era o fator principal para a aprendizagem. Em seguida, Bandura voltou o seu foco para o funcionamento humano através de processos cognitivos, vicários, autorreguladores e autorreflexivos e renomeou sua teoria para Teoria Social Cognitiva (PAJARES; OLAZ, 2008).

A TSC opõe-se às teorias que supervalorizam o papel dos fatores ambientais no desenvolvimento, aprendizagem e comportamento humano. Para a corrente behaviorista, por exemplo, o funcionamento humano é causado por estímulos externos, e os processos internos transmitem o comportamento, mas não têm capacidade de causá-lo. Bandura acreditava que uma psicologia sem introspecção não tem capacidade de explicar comportamentos humanos complexos. Afinal, para entender o comportamento humano, e como ele é influenciado por fatores ambientais, é importante entender como o indivíduo interpreta e processa em sua cognição esses fatores (ibid.).

A TSC fundamenta-se na ideia de agência humana (*human agency*), o que significa que o indivíduo influencia o próprio desenvolvimento e as circunstâncias da vida de maneira intencional. As pessoas contribuem para as circunstâncias da própria vida, não são apenas produtos dessas condições, elas são auto-organizadas, proativas, autorreguladas e autorreflexivas (BANDURA, 2005).

*Os agentes não são apenas planejadores e prognosticadores, mas também são autorreguladores, pois adotam padrões pessoais, monitorando e regulando seus atos por meio de influências auto-reativas. Fazem coisas que lhe trazem satisfação e um sentido de amor-próprio, abstendo-se de atos que levem à autocensura. As pessoas não são apenas agentes da ação. Elas são auto-investigadoras do próprio funcionamento. Por intermédio da autoconsciência funcional, refletem sobre sua eficácia pessoal, a integridade de seus pensamentos e atos, o significado de suas buscas, fazendo ajustes quando necessários. O pensamento antecipatório e a auto-influência fazem parte dessa estrutura causal (BANDURA, 2005, p. 10)*

Tanto o pensamento humano quanto à ação humana são considerados produtos de uma inter-relação triádica entre fatores pessoais, comportamento humano e fatores ambientais (Figura 12) (PAJARES; OLAZ, 2008).

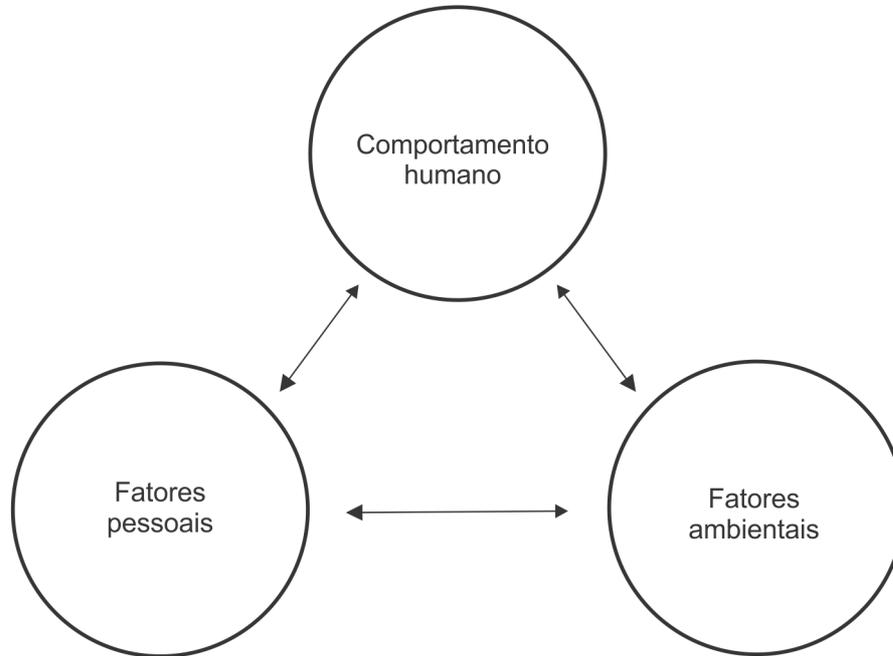


Figura 12 - Determinismo recíproco. Inter-relação triádica do funcionamento humano (adaptada de PAJARES; OLAZ, 2008). (Fonte: o autor)

Essa inter-relação entre fatores pessoais, comportamentais e ambientais foi chamada de determinismo recíproco<sup>23</sup>. Nessa perspectiva, a maneira como o indivíduo interpreta os resultados do próprio comportamento informa ou altera o seu ambiente e seus fatores pessoais, bem como altera o seu comportamento futuro (ibid.). Pajares e Olaz (ibid.) destacam que a natureza de reciprocidade dos determinantes do funcionamento humano possibilita que intervenções terapêuticas, bem como intervenções didáticas a fim de promover a aprendizagem e a confiança acadêmica, sejam direcionadas para fatores pessoais, ambientais ou comportamentais. A fim de esclarecimento, os autores (ibid) dão um exemplo:

*Na escola, por exemplo, os professores trabalham para promover a aprendizagem e a confiança acadêmica dos alunos sob seus cuidados. Usando a teoria social cognitiva como referência, os professores podem trabalhar para melhorar os estados emocionais de seus alunos e para corrigir suas autocranças e hábitos negativos de pensamento (fatores pessoais), melhorar suas habilidades acadêmicas e práticas autorregulatórias (comportamento) e alterar as estruturas da escola e da sala de aula que possam atuar de maneira a minar o sucesso dos estudantes (fatores ambientais). (p.98)*

<sup>23</sup> Segundo Bandura (1978, p. 345), o termo determinismo é usado “significando a produção de efeitos por eventos, em vez do sentido doutrinário de que as ações são completamente determinadas por uma sequência prévia de causas independentes do indivíduo. Em decorrência da complexidade dos fatores que interagem, os eventos produzem efeitos probabilisticamente, e não inevitavelmente.”

Bandura (1978) destaca que a maioria das influências externas afeta o comportamento através de processos cognitivos intermediários. Esses processos determinam quais os eventos que o sujeito irá observar, como ele irá percebê-los e quais serão os seus efeitos em curto, médio ou longo prazo. “É verdade que o ambiente influencia o comportamento, mas o ambiente, em parte, é criado pela própria pessoa” (ibid., 1978, p. 345). Nesse sentido, Pajares e Olaz (2008) argumentam que:

*a teoria social cognitiva postula que fatores como condições econômicas, status socioeconômico e estruturas educacionais e familiares não afetam o comportamento humano diretamente. Esses fatores afetam o comportamento na medida em que influenciam as aspirações, autopercepções, padrões pessoais, estados emocionais, atitudes e outras influências auto-regulatórias das pessoas (p. 100).*

É nesse ponto que a TSC destaca a agência humana:

*A agência incorpora as características, sistema de crenças, capacidades de auto-regulação e estruturas, além de funções pelas quais o indivíduo exerce influência pessoal, em vez de consistir em uma entidade discreta que ocupa um determinado lugar. As características básicas da agência propiciam às pessoas desempenhar um papel em um desenvolvimento, adaptação e renovação com o passar do tempo (BANDURA, 2001, p. 2).*

Como destacamos anteriormente, pela TSC, os indivíduos não são meros expectadores influenciados pelo ambiente externo, são agentes das experiências.

Segundo Bandura (2001, 2005) a agência humana é composta por quatro características fundamentais, as quais o autor diz envolver aquilo que significa ser humano:

(i) *Intencionalidade*: Quando se fala em agência, fala-se de ações realizadas de maneira intencional. Bandura (2001) expõe um exemplo de uma pessoa que quebra um vaso em um antiquário ao ser empurrada por outra, nesse caso, o indivíduo não é considerado um agente do evento. O indivíduo projeta objetivos, ou seja, intencionalidades nas quais incluem planos e estratégias de execução. A intencionalidade não é uma simples expectativa das próximas ações, mas uma convicção proativa com a sua efetivação.

Os atos da agência humana nem sempre produzem resultados esperados, mas sim consequências, ou seja, ações que servem a um propósito específico podem ter consequências inesperadas. Não é incomum que as pessoas piorem problemas já existentes através de atos intencionais, devido a uma previsão errônea sobre as consequências de seus atos. Até mesmo certas práticas sociais e políticas criadas com boas intenções acabam gerando consequências negativas, devido a falhas nas previsões de algumas de suas consequências. A intencionalidade é fundamental para a agência humana, no entanto não garante que as consequências geradas sejam as desejadas. A execução de objetivos requer mais do que uma intenção, outros aspectos da autorregulação são necessários ao implementarem as intenções.

(ii) *Antecipação*: As pessoas, através de seus objetivos, criam previsões de ações e de seus resultados que guiam e motivam seus esforços antes mesmo de começar a agir. As ações são representadas cognitivamente no presente e as previsões são transformadas em motivadores do

comportamento atual do indivíduo. Então, a pessoa age, muitas vezes, pela motivação de resultados previstos.

No entanto, a antecipação sozinha não explica a agência humana. Caso o indivíduo guiasse suas ações apenas pela antecipação de resultados, ele mudaria o seu foco constantemente, dependendo da influência externa que estivesse sobre ele. Assim, a pessoa apresenta um autodirecionamento, proveniente de autoavaliações, que a faz optar por diferentes ações em ambientes distintos, podendo aumentar ou reduzir as influências externas.

(iii) *Autorreatividade*: Como agente, não basta o indivíduo planejar e antecipar, mas cabe a ele se autorregular e motivar. A agência não diz respeito apenas à capacidade que o ser humano tem de fazer escolhas e projetar ações, mas sim de manter-se motivado para continuar no curso da execução de um plano, e é exatamente esse fator que liga o pensamento à ação.

Através da observação do comportamento, da cognição e dos fatores ambientais que o afetam, o sujeito molda a suas ações. As influências autorreativas são acionadas pela comparação do desempenho com os padrões e objetivos pessoais. Objetivos baseados em valores pessoais, por exemplo, dão propósito às atividades. Isso quer dizer que as pessoas preferem fazer coisas que lhes tragam satisfação pessoal e sentido de autovalor e evitam agir de maneira que lhes traga insatisfação.

(iv) *Autorreflexão*: Não se pode dizer que as pessoas são simplesmente agentes da ação, elas refletem o próprio ser. O ser humano reflete sobre a sua própria prática e motivação por meio de sua capacidade cognitiva. Nesse processo de autorreflexão é que a pessoa lida com conflitos de satisfação pessoal e decide agir a favor ou em detrimento de um ou outro indivíduo.

Sabendo que a agência humana é composta pelas quatro características expostas anteriormente, podemos dizer que o exercício da agência varia por meio de suas capacidades de autorregulação. Essa agência pessoal depende da natureza e da flexibilidade do ambiente. Segundo Bandura (2005), os ambientes operativos podem assumir três formas distintas: as impostas, as selecionadas e as criadas.

O ambiente físico e social imposto é aquele sobre o qual os indivíduos não têm controle, apenas liberdade quanto à maneira como reagem a ele e o interpretam. Outro tipo de ambiente, o selecionado, não pode ser experimentado verdadeiramente até ser escolhido pelo sujeito. Dado um mesmo ambiente potencial, um indivíduo pode se concentrar nas oportunidades que ele proporciona, enquanto outro pode enfatizar os problemas e riscos do ambiente. Já o ambiente que é criado não existe como uma possibilidade esperando para ser selecionada, ele é criado para atender determinadas condições necessárias ao propósito do indivíduo. “Diferentes graus de flexibilidade ambiental exigem níveis crescentes de agência pessoal, variando da agência cognitiva interpretada à agência de seleção e ativação e à agência criadora” (ibid., p. 18).

Bandura (ibid.) destaca que o acaso tem um importante papel para a vida das pessoas, mas isso não implica falta de controle de seus efeitos. Para ele, através do autodesenvolvimento e de atividades proativas, características da agência humana, o sujeito pode ter controle sobre a causalidade. Bandura (ibid.) destaca esse ponto no seguinte trecho:

*As pessoas podem fazer as coisas acontecerem, buscando uma vida ativa que aumente o número e o tipo de encontros fortuitos que terão. O acaso favorece os inquisitivos e os aventureiros, que frequentam lugares, fazem coisas e exploram novas atividades. As pessoas também fazem o acaso trabalhar para elas, cultivando seus interesses, possibilitando crenças e competências. Esses recursos pessoais possibilitam que tirem o máximo das oportunidades que surgem de forma inesperada. Pasteur colocou isso muito bem quando disse que: “o acaso somente favorece as mentes preparadas”. O autodesenvolvimento ajuda as pessoas a moldarem as circunstâncias de suas vidas. Essas diversas atividades proativas ilustram o controle da casualidade por meio da agência (p. 20).*

### 3.2 CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA

Em meados da década de 50 do século passado, Bandura investigou os mecanismos autorreguladores que fazem com que as pessoas consigam exercer controle sobre a sua motivação, estilos de pensamento e vida emocional. Nessa linha de pesquisa sobre a agência pessoal, ele e seus colaboradores desenvolveram modos de tratamento que utilizavam experiências de domínio, pois ele acreditava que somente a fala não era capaz de curar problemas mais difíceis, como fobias (ibid.).

Inicialmente, Bandura e seus colaboradores testaram a abordagem da experiência de domínio em pacientes que tinham fobia de cobras. Colocando-os em experiências que os convenciam que aquilo que temiam era seguro, os pacientes eram curados de suas fobias. Bandura verificou o poder de seu tratamento para promover mudanças psicossociais, a generalidade ou alcance das mudanças que eram efetuadas e sua durabilidade ou manutenção. Depois de obter sucesso em cada uma dessas dimensões avaliativas, Bandura investigou como o tratamento influenciava a resiliência dos pacientes (ibid.).

Quando Bandura e seus colaboradores acompanhavam o desenvolvimento de seus pacientes, muitos destacavam que o tratamento teve um impacto muito mais profundo. Em novas situações, os indivíduos agiam de acordo com a nova crença que tinham sobre sua eficácia de lidar com os problemas e obtinham sucesso (ibid.). “Superar em algumas horas um temor fóbico que havia limitado e atormentado suas vidas era uma experiência transformadora, que alterava radicalmente suas crenças em sua eficácia para exercer o controle sobre suas vidas” (ibid., p. 25). A partir disso, Bandura preparou um programa de pesquisa para entender melhor essas crenças.

Dentre os mecanismos que envolvem a agência humana, as crenças de autoeficácia são, segundo Bandura (1997, 2001), o mais importante deles. A percepção de autoeficácia é um julgamento do indivíduo sobre a própria capacidade de realizar e organizar cursos de ações específicas. “A autoeficácia, como julgamento da capacidade pessoal, não significa autoestima, que é o julgamento do amor-próprio, e nem lócus de controle, que é a crença se os resultados são causados pelo comportamento ou por forças externas” (BANDURA, 2005, p. 26).

Essa crença afeta a maneira como o sujeito age no mundo e pensa sobre o mundo. No contexto educacional Bzuneck (2004) destaca que a autoeficácia percebida trata de uma avaliação ou percepção pessoal sobre a própria inteligência, habilidades, conhecimentos, entre outros. Não se trata de ter capacidade; não basta que a pessoa saiba realizar certa tarefa. Trata-se de ela acreditar

ou não de ser capaz de realizá-la. Não se trata do número de habilidades que ela tem, mas sim o que a pessoa acredita ser capaz de fazer com as habilidades que tem em uma variedade de circunstâncias (BANDURA, 1997). Essas crenças, segundo Pajares e Olaz (2008), são a base para a motivação humana.

Em relação às crenças de autoeficácia, Bandura (1997) destaca que o “nível de motivação, os estados afetivos e as ações das pessoas baseiam-se mais no que elas acreditam do que no que é objetivamente verdadeiro” (p.2).

Bandura (ibid.) diz que não se deve confundir as crenças de autoeficácia do sujeito com o seu julgamento sobre as consequências que serão produzidas pelo seu comportamento. No entanto, as crenças de autoeficácia ajudam a determinar qual a expectativa de resultado do indivíduo. Geralmente, aqueles cujo senso de autoeficácia é elevado têm perspectivas de que seus atos levem a resultados positivos. Pajares e Olaz (2008) ilustram isso com um exemplo:

*Estudantes confiantes em suas habilidades sociais prevêm encontros sociais bem-sucedidos. Aqueles que têm confiança em suas habilidades acadêmicas esperam tirar notas altas em exames e que a qualidade de seu trabalho lhes traga benefícios pessoais e profissionais. O oposto é verdadeiro para aqueles que não têm confiança. Estudantes que duvidam de suas habilidades sociais prevêm que serão rejeitados ou ridicularizados, mesmo antes de estabelecerem contato social. Aqueles que não têm confiança em suas habilidades acadêmicas já prevêm notas baixas antes de começarem o exame ou de se matricularem na disciplina. Os resultados esperados desses comportamentos imaginários serão previstos de maneira diferente: sucesso social ou mais opções de carreira para os primeiros, isolamento social ou poucas possibilidades acadêmicas para os últimos (p. 103).*

Porém, as expectativas de resultado não contribuem muito para prever o comportamento humano. Em alguns casos, um alto senso de autoeficácia pode não acarretar em um comportamento condizente com tal crença, caso o indivíduo não acredite que esse comportamento lhe trará efeitos desejáveis (ibid.). Muitas vezes, o ambiente pode não gerar boas expectativas, como Pajares e Olaz mostram no seguinte exemplo:

*Uma estudante com alta auto-eficácia com relação às suas capacidades acadêmicas talvez prefira nem tentar entrar para uma determinada universidade cujos requisitos de admissão desestimulam até os mais corajosos. Também é possível a coexistência de baixa auto-eficácia e expectativas de resultados positivos. Por exemplo, estudantes podem compreender que é essencial ter habilidade em matemática para se obter um bom score em um teste para entrar para a pós-graduação, e isso, por sua vez, pode garantir um estilo de vida confortável, mas é provável que a pouca confiança na habilidade em matemática os afaste de certos cursos e carreiras (p. 103).*

Diferentes padrões de crenças de autoeficácia e expectativas de resultados têm diferentes efeitos afetivos e comportamentais no sujeito (1997).

(i) *Alta crença de autoeficácia e alta expectativa de resultado:* um alto senso de autoeficácia em um ambiente receptivo e que valoriza o sujeito promove aspirações, engajamento nas atividades

e um sentimento de satisfação. Nessas condições, Bandura afirma que o sujeito consegue exercer um controle substancial sobre a sua vida através do autodesenvolvimento.

(ii) *Alta crença de autoeficácia e baixa expectativa de resultado*: aqueles sujeitos que não são favorecidos pelas condições ambientais não irão, necessariamente, desistir. Sujeitos autoeficazes podem intensificar seus esforços frente às adversidades e, se necessário, tentam modificar o meio.

(iii) *Baixa crença de autoeficácia e baixa expectativa de resultado*: indivíduos com um senso de autoeficácia baixo em um ambiente que não favoreça altas expectativas de resultado desistem rapidamente assim que seus esforços não geram bons resultados, conseqüentemente, ficam sem motivação, ou até mesmo indiferente perante à situação.

(iv) *Baixa crença de autoeficácia e alta expectativa de resultado*: caso o indivíduo não se julgue capaz de exercer um determinado curso de ação onde tem expectativa de resultado positiva, ele adquire um sentimento de autodesvalorização e desânimo.

Essas ideias estão sintetizadas na Figura 13.

		Expectativas de resultado	
		-	+
Crenças de autoeficácia	+	Protesto Reclamação Ativismo social Mudança do meio	Engajamento produtivo Aspiração Satisfação pessoal
	-	Renúncia Apatia	Autodesvalorização Desânimo

Figura 13 - Efeito de diferentes padrões de crenças de autoeficácia e expectativas de resultado no estado afetivo e no comportamento do sujeito. Os sinais de mais e menos representam, respectivamente, baixos e altos senso de autoeficácia e expectativas de resultado (BANDURA, 1997).

### 3.2.1 Fontes de crenças de autoeficácia

O desenvolvimento de crenças de autoeficácia nascem, de acordo com Bandura (1977, 1994, 1997), de quatro fontes principais: (i) experiências positivas; (ii) experiências vicárias; (iii) persuasão social; e (iv) redução de estresse. Qualquer influência, dependendo de sua forma, pode atuar por meio de uma ou mais dessas fontes de crenças de autoeficácia.

(i) *Experiências positivas*: são experiências nas quais o indivíduo se viu em uma situação difícil e conseguiu enfrentá-la com sucesso. No decorrer da realização de tarefas, as pessoas interpretam os resultados que obtêm e usam essas interpretações para desenvolverem crenças de autoeficácia sobre sua capacidade de enfrentar situações semelhantes que venham a ocorrer e agem de acordo com elas. As experiências positivas aumentam a percepção de eficácia pessoal e as experiências negativas a reduzem. Essas experiências são, segundo Bandura (1997), a fonte de autoeficácia mais importante porque dão ao sujeito as evidências mais autênticas sobre a capacidade dele para enfrentar uma situação.

Se o sujeito obtém sucesso apenas em situações fáceis ele é facilmente abatido pelo fracasso. Um senso de autoeficácia que seja resiliente requer experiências de sucesso na superação de obstáculos que exijam esforço e perseverança. As dificuldades são oportunidades que o indivíduo tem para aperfeiçoar as suas capacidades de controlar certos eventos e, com isso, transformar o fracasso em sucesso (Ibid.).

(ii) *Experiências vicárias*: esse tipo de experiência se refere à observação. O fato do indivíduo observar outra pessoa, obtendo êxito em certa atividade, influencia em suas crenças sobre a sua capacidade de realizar uma ação semelhante. Essa fonte é mais fraca do que a experiência de domínio, mas quando as pessoas não têm certeza de suas habilidades, ao verem outra pessoa que as possui, principalmente se essa pessoa tiver semelhanças com o observador, poderá aumentar seu nível de autoeficácia. Por exemplo, ver seu colega aprendendo e conseguindo resolver os problemas de física tem maior influência em seu nível de autoeficácia do que se o professor resolver o problema para o aluno, pois os alunos se veem como semelhantes.

Apesar de ser uma fonte de crenças de autoeficácia mais fraca, as pessoas se tornam mais sensíveis a ela em tarefas com as quais não estão familiarizados. Em uma sala de aula, por exemplo, a maioria dos alunos não estão acostumados a trabalhar de forma colaborativa, pois tradicionalmente não o fazem. Nesse ponto, as experiências vicárias podem se apresentar como importantes fontes de crenças de autoeficácia.

(iii) *Persuasão social*: o incentivo e apoio, seja ele verbal ou não verbal, e/ou ambiental, influenciam na criação e no desenvolvimento de crenças de autoeficácia. A inspiração advinda do comportamento ou da fala do professor pode resultar em um aumento na autoeficácia do aluno. O ambiente a que o sujeito está exposto também pode modificar a sua crença na capacidade de realizar uma ação específica.

A persuasão social não pode ser confundida com elogios vazios. Os persuasores precisam cultivar as crenças e garantir que o sucesso imaginado seja alcançável. Geralmente, é mais fácil enfraquecer a percepção de eficácia pessoal através de avaliações negativas do que o contrário.

(iv) *Redução de estresse*: estresse, dores abdominais, ansiedade são reações do organismo do sujeito frente às situações ameaçadoras. A forma como o indivíduo lida com esses fatores influencia no seu senso de autoeficácia. O sujeito pode interpretar como uma falta de capacidade o fato de ficar ansioso diante de determinada situação, como uma prova, por exemplo. O estudante pode ter as habilidades e conhecimentos necessários para resolver o teste, porém, o medo

e a ansiedade causados pelo teste, o fazem pensar que não é capaz de resolvê-lo. Até mesmo mudanças de humor podem afetar o julgamento da própria eficácia.

A promoção de um bem-estar emocional pode ajudar no desenvolvimento de crenças de autoeficácia. Ou seja, a redução do estresse pode fazer com que as pessoas se sintam mais capazes de seguir um certo curso de ação.

A questão é que não são tão importantes as reações emocionais e físicas que o sujeito tem, mas sim como ele as interpreta. Algumas pessoas com um senso elevado de autoeficácia são suscetíveis a ver um estado de excitação como um potencializador, já pessoas pouco autoeficazes o enxergam como algo debilitante.

Nesse sentido, é importante salientar que as fontes de informação para autoeficácia não são diretamente avaliações de competência. As pessoas interpretam o que acontece com elas, e são essas interpretações que moldam os seus julgamentos pessoais. A seleção das informações em que prestam atenção e utilizam para fazer os julgamentos de eficácia, assim como as regras que empregam para avaliá-los, são a base dessa interpretação. Os julgamentos de autoeficácia são influenciados pelas seleções, integrações, interpretações e recordações de informações (PAJARES; OLAZ, 2008).

O TBL, se bem conduzido e bem sucedido, pode ser um método que cria oportunidades para que as quatro principais fontes de autoeficácia contribuam para o desenvolvimento das percepções de eficácia pessoal dos indivíduos; particularmente no presente estudo, autoeficácia em aprender física e em trabalhar de forma colaborativa. Isso porque o TBL proporciona atividades em sala de aula nas quais o aluno adquire experiências de forma ativa (e espera-se que experiências positivas); o aluno aprende, interage e observa o desenvolvimento de seus colegas de grupo (experiência vicária); cria um ambiente de colaboração e de auxílio (persuasão social); e diminui a pressão psicológica proveniente das provas como sendo responsável por praticamente toda a avaliação do aluno (redução do estresse). Este trabalho visa justamente avaliar o efeito do TBL sobre as crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente.

### **3.2.2 As influências das crenças de autoeficácia**

Atualmente, diversas pesquisas corroboram a afirmação de Bandura de que as crenças de autoeficácia influenciam em praticamente todos os aspectos da vida do ser humano (e.g. PAJARES, 1997). Os indivíduos confiantes, ou seja, com um alto senso de autoeficácia encaram tarefas mais difíceis como desafios a serem superados e não como ameaças; mantêm o esforço e são resilientes frente ao fracasso. Conseqüentemente, as crenças de autoeficácia influenciam as decisões que o indivíduo toma. Eles tendem a selecionar os caminhos nos quais se sentem competentes e confiantes e evitam aqueles que os deixam desconfortáveis. Se as pessoas acreditam que suas ações as levarão às conseqüências desejadas, terão incentivos para seguir tal curso de ações. Por exemplo, até que ponto o interesse em Física fará com que um estudante que não se sinta capaz de aprender cálculo persista em um curso de graduação em Física? Apesar de existirem diversos fatores que

influenciam no comportamento humano, vários desses fatores estão atrelados à crença na própria capacidade de desempenhar esse comportamento (PAJARES; OLAZ, 2008).

Devido à discrepância que muitas vezes os sujeitos têm entre a real capacidade e suas crenças de autoeficácia, em muitas situações, as pessoas têm todas as habilidades necessárias para realizar uma ação, mas não a realizam por não se sentirem suficientemente capazes. De maneira análoga, muitas pessoas assumem tarefas que não têm competência suficiente para cumprir devido ao alto senso de autoeficácia que possuem. O sucesso em determinada ação é proveniente de ambas, das habilidades e crenças que as pessoas têm.

Os padrões emocionais e as reações das pessoas também são influenciadas por suas crenças de autoeficácia. Ou seja, os julgamentos que os indivíduos fazem sobre a própria capacidade interferem no nível de estresse e ansiedade que experimentam em uma certa atividade. Uma alta percepção de eficácia cria um sentimento de tranquilidade frente a abordagens difíceis. Em contraponto, uma baixa percepção de autoeficácia pode fazer com que acreditem que uma tarefa é mais complicada do que realmente é, causando desconforto, ansiedade, estresse.

As crenças de autoeficácia, além de orientarem o comportamento humano, atuam como lentes que fazem com que os sujeitos internalizem de maneiras distintas uma mesma experiência (ROCHA, 2011). Estudantes acostumados em obter notas altas interpretam e internalizam uma nota 7, em uma escala de 0 a 10, por exemplo, diferentemente de estudantes habituados a notas baixas. No primeiro caso, o aluno provavelmente se sentiria triste e poderia, inclusive, reduzir o seu senso de autoeficácia. Enquanto que o outro aluno interpretaria a experiência como algo positivo, se sentiria feliz, e, possivelmente, aumentaria a sua percepção de eficácia. Nesse sentido, as crenças de autoeficácia afetam a maneira como as pessoas veem o mundo.

Na conjuntura em que estamos neste trabalho, que envolve aprendizagem ativa e trabalho colaborativo, é importante ressaltar a importância das crenças de autoeficácia. Os alunos podem estar cientes da importância que o trabalho colaborativo tem para a aprendizagem e o desenvolvimento de competências essenciais para a vida em sociedade, tais como a capacidade de explicação, argumentação e o próprio ato de trabalhar em equipe e, mesmo assim, podem não acreditar estarem aptos para tal ação, e isso afeta diretamente seu comportamento. Assim, ressaltamos que as crenças que os alunos possuem sobre suas capacidades de ação afetam o ato de aprendizagem por meio de métodos ativos, o que nos levou a acreditar que, por consequência, esses métodos de ensino-aprendizagem devem influenciar no nível de autoeficácia dos estudantes.

É importante ressaltar que as crenças de autoeficácia não são o único fator que influenciam na agência humana, seja em ambiente escolar ou em qualquer outro contexto. Mas partimos da premissa de que as crenças sobre suas capacidades influenciam a construção do ser em um meio social e a própria construção do conhecimento e por isso merecem uma atenção especial para o ensino de Física, em especial, que é abordado nesta pesquisa.

Neste trabalho focamos exclusivamente nas crenças de autoeficácia pessoal. No entanto, Bandura, em seus trabalhos, destaca a importância de um outro construto, a crença de autoeficácia coletiva, a qual se apresenta como um julgamento da capacidade de um grupo de organizar e agir em sentido a determinados cursos de ação. Além disso, a partir dos trabalhos desenvolvidos no âmbito

das crenças de autoeficácia de professores (e.g. ASHTON, 1984; BZUNECK, 1996; SILVA et al., 2011; ROCHA; RICARDO, 2014), a eficácia no ensino, em geral, apresenta-se como um construto complementar às crenças de autoeficácia, sendo equivalente, dentro da TSC, ao que tratamos como expectativa de resultado.

A partir do que tratamos até aqui, podemos constatar que as crenças de autoeficácia desempenham um grande papel na vida das pessoas, inclusive na vida acadêmica, sendo tão importante quanto à aquisição de conhecimentos e habilidades. Consideramos que um alto senso de autoeficácia leva o sujeito a persistir diante de desafios e obter melhores desempenhos, o que pode levar a um aumento da percepção de autoeficácia. Por outro lado, indivíduos com baixa autoeficácia desistem facilmente diante de desafios e, por consequência, adquirem experiências de fracasso que contribuem para que a sua autoeficácia percebida diminua ainda mais. Nesse ponto, destacamos a importância de levar em consideração as crenças de autoeficácia na sala de aula e desenvolver maneiras que possibilitem o seu desenvolvimento. Caso contrário, uma baixa percepção de eficácia pode se agravar e tomar proporções que comprometam a sua vida acadêmica e profissional, bem como o curso de vida dos estudantes.

Por isso, esta pesquisa tem como ênfase investigar a aprendizagem e as crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente através de um método de ensino ativo, o *Team-Based Learning*. Neste trabalho, a Teoria Social Cognitiva, em especial o conceito de autoeficácia, deu-nos suporte para conduzir um estudo exploratório sobre o desenvolvimento de tais crenças em atividades com o TBL.

As ideias apresentadas aqui deram suporte para construir alguns dos instrumentos de coleta de dados que são expostos no próximo capítulo, referente à metodologia de pesquisa. No Capítulo 4, além de apresentar os instrumentos de coleta de dados, também apresentamos a perspectiva metodológica de estudo de caso de Yin, na qual nos baseamos para conduzir esta pesquisa, bem como as formas de análise de dados.

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para responder às nossas questões de pesquisa por meio de uma investigação qualitativa e quantitativa, adotamos a metodologia de estudo de caso de Robert Yin (2010). Na seção 4.1 sintetizamos suas concepções sobre estudo de caso; na 4.2, apresentamos o contexto e participantes do estudo; na 4.3, descrevemos os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa pesquisa; e nas seções 4.4 e 4.5 expomos a forma de análise de dados qualitativos e quantitativos, respectivamente.

### 4.1 ESTUDO DE CASO NA PERSPECTIVA DE ROBERT YIN

Na acepção de Yin (ibid.), estudos de caso têm por objetivo investigar fenômenos sociais em grande profundidade e inseridos em seu contexto, principalmente, quando o limite entre esses fenômenos e o contexto não estão nitidamente definidos. Isso leva a uma definição técnica para o estudo de caso, segundo a qual a investigação:

- *enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que **existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados**, e, como resultado*
- *conta com **múltiplas fontes de evidência**, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado*
- *beneficia-se do desenvolvimento anterior das **proposições teóricas** para orientar a coleta e análise de dados. Yin (ibid., p. 40, grifo nosso)*

Yin (2010) define que podem existir basicamente três tipos de estudos de casos: *exploratórios*, *descritivos* e *explanatórios* (Figura 14). Estudos de caso exploratórios têm o propósito de inferir proposições e hipóteses que guiarão estudos posteriores, podendo ser utilizado em resposta a questões de pesquisa do tipo “o quê”. Estudos de caso descritivos têm por objetivo descrever certo fenômeno social. Por fim, os estudos explanatórios procuram articular proposições teóricas com teorias já existentes, buscando responder, geralmente, questões do tipo “como” e “por que”.

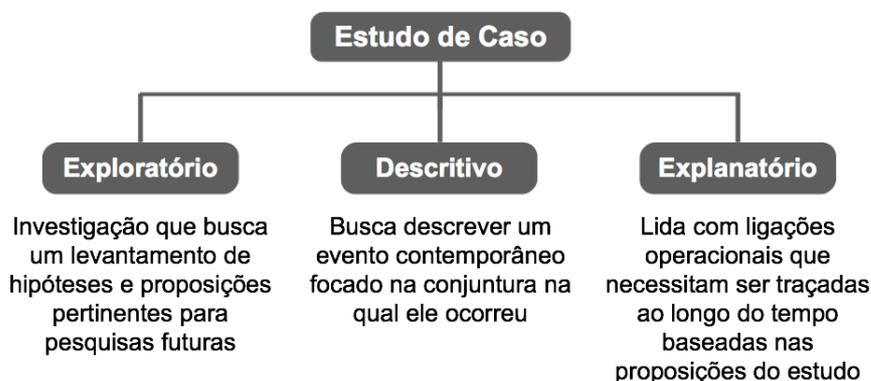


Figura 14 - Os tipos de estudos de caso propostos por Yin (HEIDEMANN, 2015).

Os projetos de estudo de caso são diferenciados por dois tipos: os de *caso único* e os de *casos múltiplos*.

Yin (ibid.) defende que o uso de caso único é justificável nas seguintes circunstâncias:

(i) *caso crítico*: quando um caso é crítico para determinar se as proposições ou algum conjunto de explicações estão corretas ou possuem relevância;

(ii) *caso extremo ou peculiar*: utilizado quando se tem algo diferente do comum, muitas vezes raros;

(iii) *caso representativo ou crítico*: abordado com o objetivo de investigar situações corriqueiras ou de um lugar comum no qual os resultados possam ser, de certa forma generalizados, para contextos semelhantes;

(iv) *caso revelador*: empregado em situação na qual o investigador tem acesso a um fenômeno anteriormente inacessível;

(v) *caso longitudinal*: quando se estuda o mesmo caso único em diferentes pontos temporais.

No entanto, um mesmo estudo pode conter vários casos, o qual leva ao estudo de casos múltiplos. “[...] a justificativa para os projetos de casos múltiplos deriva, diretamente, de seu entendimento das *replicações literais e teóricas*” (ibid., p.83). Estudos de casos múltiplos apresentam vantagens e desvantagens em comparação com estudos de casos únicos. Eles são considerados pesquisas mais arraigadas, porém podem exigir recursos e tempos mais extensos, além de não atender em certas condições do estudo de caso único, tais como os casos críticos, revelador ou peculiar (ibid.).

Os casos únicos, assim como os casos múltiplos, podem conter mais de uma unidade de análise, consistindo em um *estudo de caso incorporado*. No caso de apenas uma unidade de análise, se tem um *estudo de caso holístico* (ibid.). A Figura 15 apresenta uma caracterização detalhada dos estudos de caso na concepção de Yin.

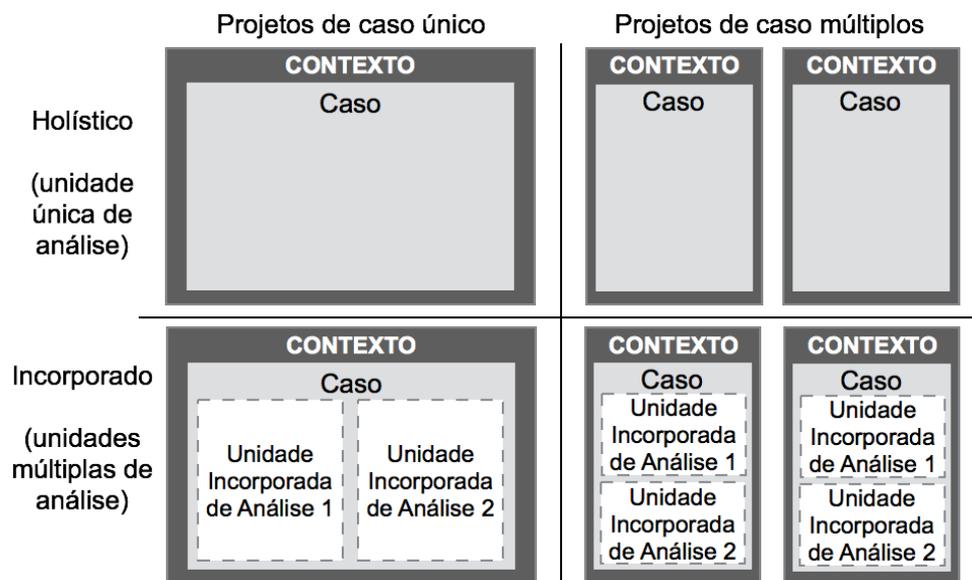


Figura 15 - Caracterização dos estudos de caso (YIN, 2010).

Yin (ibid.) menciona que a coleta de dados do estudo de caso segue os seguintes princípios:

(i) uso de *múltiplas fontes de evidências*;

(ii) criação de um *banco de dados*;

(iii) formulação de vínculos que constituem um *encadeamento de evidências* entre as questões de pesquisa, os dados adquiridos e as conclusões do estudo.

Esses princípios servem para qualquer fonte de evidência que o pesquisador procure utilizar. Yin (ibid.) relaciona como fontes de evidências comumente utilizadas: as documentações, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. É importante ressaltar que o estudo de caso permite a utilização de outras ferramentas que possam complementá-lo, tal como questionário de levantamento, além de permitir como forma de análise, o uso de dados quantitativos associados aos dados qualitativos.

Nesta dissertação de mestrado, foi realizado um estudo de caso do tipo exploratório, único e incorporado com múltiplas unidades de análise, o qual foi conduzido no primeiro semestre de 2015 em uma turma de Física Geral. Nosso caso é a turma e as nossas unidades de análise são, em um primeiro momento, todos os alunos da turma com uma abordagem mais geral e, em um segundo momento, um aluno específico. Com essas unidades de análise buscamos conduzir a pesquisa que, assim como destacamos na introdução, tem como objetivo geral investigar as implicações do *Team-Based Learning* em termos de aprendizagem de física e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Esse estudo, de caráter exploratório, fez com que tomássemos conhecimento sobre o método que, segundo a nossa revisão da literatura, ainda é pouco investigado no ensino de Física. Além disso, conduziu-nos a dar um primeiro passo ao encontro do nosso objetivo geral de pesquisa. Com isso, como resultado de uma pesquisa exploratória, levantamos novas questões de pesquisa e proposições teóricas que guiarão pesquisas futuras para um maior aprofundamento dentro dos eixos que nos propomos a pesquisar.

## 4.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES DO ESTUDO

O estudo de caso foi desenvolvido com uma turma diurna da disciplina de “Física Geral III - A” do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A disciplina é de caráter teórico e aborda tópicos de Eletromagnetismo, constando na grade curricular no terceiro semestre de todas as ênfases do curso de Física (Astrofísica, Física Computacional, Materiais e Nanotecnologia, Pesquisa Básica e Licenciatura).

A disciplina tem uma carga horária total de 90 horas, toda destinada a aspectos teóricos do eletromagnetismo. Ou seja, as aulas práticas são realizadas em uma disciplina separada (2h-aula semanais). Os assuntos abordados na disciplina foram divididos em quatro áreas (Anexo D), e, ao final de cada uma delas, os alunos respondiam a um teste teórico e a um questionário de autoavaliação e avaliação entre os colegas (Apêndice A). São programados três encontros semanais que, no semestre em que realizamos o estudo, foram nas segundas, quartas e sextas-feiras das 10h30min às 12h10min (2h-aula).

Na UFRGS, há um curso de licenciatura diurno e outro noturno, mas não há bacharelado à noite. Normalmente, as disciplinas de Física Geral da UFRGS são essencialmente tradicionais, salvo exceções de professores que aderiram ao uso do *Peer Instruction*. Em nosso estudo, utilizamos o método TBL durante todo o semestre. O pesquisador, autor desta dissertação, atuou como tutor e observador participante na disciplina, ao longo de todo o semestre.

A escolha da disciplina e da turma deu-se por três motivos principais: (i) já haviam sido conduzidas pesquisas com outros métodos ativos nessa disciplina (com outra turma de perfil similar), o que facilitava a comparação; (ii) a turma diurna dava-nos a possibilidade de trabalhar tanto com alunos da licenciatura como do bacharelado, já que a turma noturna é apenas da licenciatura; e a turma contava com um número razoável de estudantes (~30), o que contribuía para a aplicação do método que prevê grupos de cinco a sete alunos, os quais, em certo momento, devem discutir os resultados uns com os outros. Nesse caso, turmas muito pequenas comprometeriam a aplicação do TBL.

As aulas começaram com 29 alunos, os quais assinaram um termo de consentimento informado e esclarecido (Apêndice F). Dos 29, 27 concluíram a disciplina, 19 (70%) eram do sexo masculino e oito (30%) do sexo feminino, o que é comum em turmas do curso de Física. A média de idade dos alunos era de 20,9 anos. Dos 27 alunos, 4 alunos (15%) eram do curso de licenciatura e 23 (85%) eram do bacharelado (distribuídos entre as quatro ênfases).

Os alunos foram divididos pelo professor, depois da aplicação de um questionário (Apêndice E), em seis grupos heterogêneos permanentes, cinco deles com cinco integrantes e um com quatro. Ao final do semestre, três deles tinham quatro membros e os outros três se mantiveram com cinco. O Quadro 5 apresenta uma breve descrição de cada um dos grupos. Além dos aspectos mencionados no Quadro 5, outros elementos foram considerados para que os grupos fossem os mais heterogêneos possíveis, como recomenda o método. Entre eles, buscamos evitar grupos com muitos alunos que se julgavam com dificuldade, com amizades já estabelecidas fora da disciplina e com áreas de interesse semelhantes. Quando possível, buscamos atender pedidos particulares dos alunos.

Como já foi dito em capítulos anteriores, equipes diferem de grupos, pois equipes necessariamente apresentam membros que são comprometidos com o grupo e apresentam confiança mútua entre os colegas. No entanto, usamos a nomenclatura grupo, afinal, não temos evidências suficientes de que todos os grupos se constituíram em equipes. No Capítulo 5 identificamos o Grupo 1 como sendo uma equipe de aprendizagem.

A avaliação dos alunos na disciplina foi diversificada, composta por sete instrumentos avaliativos: Tarefas de Leitura e Tarefa de Preparação individual (15% da nota), cujos critérios de avaliação eram a participação (esforço) e o raciocínio demonstrado; Tarefa de Preparação em equipe (10%), Tarefa de Resolução de Problemas individual (10%), Resolução de Problemas em equipe (10%) e provas individuais (40%), para as quais os critérios de avaliação foram as correções das respostas, o raciocínio demonstrado e a clareza das respostas; avaliação pelos colegas (10%), cujos critérios avaliativos foram a preparação do colega para as aulas, a contribuição dele para as discussões e tarefas, o respeito, por ele demonstrado, frente às ideias dos outros colegas e a

flexibilidade dele para lidar com discordâncias e conflitos; Tarefas bônus (5%), as quais se constituíram em avaliações da participação nos testes conceituais e testes padronizados sobre conceitos básicos do eletromagnetismos (pré e pós-testes).

No Anexo D apresentamos o plano de ensino da disciplina, no qual pode-se encontrar maiores detalhes sobre os objetivos da disciplina, o conteúdo programático e os critérios de avaliação.

Quadro 4 - Descrição dos grupos de aprendizagem.

<b>Grupo</b>	<b>Integrantes</b>	<b>Descrição do grupo</b>
1	Alunos 1, 12, 14, 21 e 27.	O Grupo 1 era composto por dois alunos do curso de licenciatura em Física (Alunos 12 e 21) e três do bacharelado, sendo que um dos alunos estava cursando a disciplina pela terceira vez (Aluno 21). Dois alunos tinham 18 anos de idade (Alunos 1 e 27) e os demais tinham 22. O grupo era composto por quatro integrantes do sexo masculino e um do sexo feminino (Aluno 21).
2	Aluno 2, 4, 7, 9 e 16.	O Grupo 2 tinha dois alunos do curso de licenciatura (Alunos 2 e 7) e três do bacharelado. Pelo menos dois alunos eram muito introvertidos (Alunos 2 e 4). Quatro alunos estavam na faixa etária de 17 a 19 anos e o Aluno 9 tinha 25 anos de idade. O Aluno 4 era o único do sexo feminino.
3	Alunos 10, 13, 18 e 20.	O Grupo 3 era composto, inicialmente, por cinco alunos do curso de bacharelado. Um dos integrantes saiu do curso de Física da UFRGS por motivos pessoais, não relacionados à disciplina, deixando o grupo com apenas quatro membros. Dos quatro restantes, apenas um era do sexo feminino (Aluno 10). Um dos alunos tinha 24 anos de idade (Aluno 18), os demais estavam entre 18 e 19 anos.
4	Alunos 8, 17, 24 e 26.	O Grupo 4 foi o único que começou o semestre com quatro membros, sendo os quatro do curso de bacharelado em Física. Um dos alunos, o Aluno 24, tinha idade (30 anos) maior que a média da turma (20,9 anos) e certa dificuldade de aprendizagem. Além disso, era o único membro do grupo do sexo feminino. Os demais integrantes estavam na faixa etária de 18 a 24 anos de idade.
5	Alunos 6, 15, 19 e 22.	A Grupo 5 iniciou com cinco integrantes e terminou com apenas três. Um dos alunos, que saiu logo no primeiro mês de aula, cursava o mestrado em Química concomitantemente com o curso de Física e, por falta de tempo, abandonou a disciplina. O outro aluno saiu no último mês de aula devido a um estágio que o impedia de estar presente no horário da aula, no entanto, consideramo-lo em nossas análises por ter participado em boa parte das atividades. Três eram do sexo feminino e um do sexo masculino e todos estavam na faixa etária de 19 a 23 anos de idade.
6	Alunos 3, 5, 11, 23 e 25	O Grupo 6 era composto por cinco alunos do curso de bacharelado, todos do sexo masculino. O Aluno 23, com 32 anos de idade, era mais velho que a média da turma e que seus colegas de grupo, os quais estavam entre 18 e 20 anos.

### 4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Nesta seção, apresentamos os instrumentos utilizados para a coleta de dados pertinentes a cada questão de pesquisa proposta. Para a análise de dados levamos em consideração os dados provenientes da observação participante, bem como dos seguintes instrumentos:

- (i) três testes padronizados: BEMA – *Brief Electricity and Magnetism Assessment* (DING et al., 2006) (Anexo A), Teste sobre Corrente Elétrica em Circuito Simples (SILVEIRA, MOREIRA e AXT, 1989) (Anexo B) e Teste sobre Lei de Faraday-Lenz (VIEIRA, 2014) (Anexo C);
- (ii) questionário sobre o TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente (Apêndice B);
- (iii) entrevista semiestruturada sobre o TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente (Apêndice C).

Para avaliar o surgimento de uma equipe de aprendizagem, o que possibilitou uma análise mais profunda de um sujeito em particular, foram utilizados, além da entrevista anteriormente citada, os seguintes instrumentos:

- (iv) questionário de avaliação dos colegas de equipe (Questionário 1 do Apêndice A);
- (v) questionário sobre confiança entre os membros de equipe (Apêndice G);
- (vi) gravações de áudio e vídeo de um episódio de resolução de problemas.

#### *Os três testes padronizados*

O BEMA (Anexo A) consiste em um teste de 31 questões conceituais (contendo até dez alternativas por questão) que abarcam praticamente todos os conceitos que são ensinados em uma disciplina introdutória de eletromagnetismo. Já o Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples (Anexo B), constituído por 14 questões conceituais (com três alternativas por questão), foca em análises de corrente elétrica em diferentes configurações de circuitos resistivos (com ligações em série, paralelo e ambas). Por fim, o Teste sobre Lei de Faraday-Lenz (Anexo C) é composto por 11 questões conceituais (contendo entre três e cinco alternativas por questão), que relacionam o conceito de fluxo com a corrente induzida, abordando as diferentes maneiras de variar o fluxo magnético, bem como a determinação do sentido da corrente induzida.

Em relação à validação de conteúdo e avaliação da consistência interna, os três testes foram avaliados por especialistas (DING et al., 2006; SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1989; VIEIRA, 2014). Ao realizarmos o teste de consistência interna, alfa de Cronbach<sup>24</sup>, para o nosso estudo, obtivemos para o BEMA, o Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples e o Teste sobre Lei de Faraday-Lenz, 0,457, 0,833 e 0,576, respectivamente. Os alfas menores que 0,7 (valor mínimo recomendável para se constatar a consistência interna) não caracterizam, necessariamente, o

<sup>24</sup> O teste foi realizado no *software* de análise estatística SPSS.

instrumento como não fidedigno. Os valores podem ter sido baixos porque o número de acertos dos alunos no pós-teste foi semelhante e também pelo baixo número de respondentes em comparação à quantidade de alternativas presentes nos testes. Além disso, segundo Silveira (1981), a constatação de uma diferença estatisticamente significativa entre as médias de pré e pós-teste é suficiente para garantir a fidedignidade das medidas. Afinal, sem fidedignidade não é possível constatar tal diferença. Como é exposto no Capítulo 5, encontramos diferenças estatisticamente significativas entre as médias de pré e pós-teste para os três testes padronizados aplicados.

#### *Questionário sobre o TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente*

O questionário (Apêndice B) possui duas partes, uma com perguntas referentes às atitudes dos alunos em relação à experiência da mudança de método, tradicional para o TBL, e outra com afirmativas em que os alunos expressam o seu nível de confiança sobre as crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. A seguir explicamos ambas as partes, as quais foram validadas por dois especialistas.

A parte relacionada ao TBL contém sete questões, cuja elaboração foi baseada em outros instrumentos desenvolvidos para mensurar as atitudes dos alunos em relação a outro método ativo, o *Peer Instruction* (MÜLLER et al., 2012; VIEIRA, 2014; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).

Quatro questões do questionário (1, 2, 3 e 5) visavam mapear as principais atitudes dos alunos relacionadas à mudança de método, e pontos positivos e negativos apontados por eles. Na Questão 4 foram apresentadas dez características da disciplina que ministramos com a nossa adaptação do TBL (e.g. Tarefas de Leitura, livro didático, discussões em equipe) e solicitado para que os estudantes distribuíssem 100 pontos entre os dez itens para aferir a contribuição de cada um deles para a aprendizagem de física. A partir da média de pontos para cada item se obteria um valor da turma. A última questão pedia para que os alunos comentassem algo que considerassem relevante e que não tivesse sido abordado nos outros itens.

O restante do questionário consistia em afirmativas (de 8 a 22) que buscavam mensurar dois grandes eixos de crenças de autoeficácia, a autoeficácia em aprender física (afirmativas 8, 10-16) e a autoeficácia em trabalhar colaborativamente (afirmativas 9, 17-22). As afirmativas foram validadas por dois especialistas e a consistência interna foi aferida calculando o coeficiente alfa de Cronbach. Para o primeiro conjunto de afirmativas do eixo de autoeficácia em aprender física obtivemos um coeficiente alfa de 0,79, e para a autoeficácia em trabalhar colaborativamente, o alfa foi de 0,72.

Para construir o questionário levamos em consideração as orientações de Bandura (2006) e Pajares e Olaz (2008). Bandura (2006) recomenda que seja utilizada uma escala de confiança, na qual os respondentes expressam a sua crença na capacidade de realizar certa ação. Os alunos avaliam o seu grau de confiança registrando um número de 0 a 100, utilizando a seguinte escala:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Não me considero capaz de					Considero-me parcialmente capaz de	Considero-me totalmente capaz de				

Pajares e Olaz (2008) destacam que é importante compreender que as crenças de autoeficácia variam em nível de generalidade e que, para uma boa avaliação, a afirmativa deve ser específica o suficiente para que corresponda à tarefa e ao domínio de funcionamento, mas não tão específica que sua avaliação perca todo o sentido de utilidade prática. Por exemplo, se perguntássemos aos alunos se eles se sentiam capazes de aprender física, provavelmente, teríamos um senso geral de autoeficácia desse sujeito com pouca precisão. Por isso, dividimos esse eixo em oito afirmativas que envolviam o julgamento da própria capacidade do sujeito de aprender conceitos de física, aplicar um conceito de física em diferentes situações, resolver, interpretar e desenvolver os procedimentos matemáticos necessários para resolver um problema de física, entre outros. A seguir, apresentamos algumas das afirmativas que compõem o eixo da autoeficácia em aprender física. Cada uma delas começa com a afirmação apresentada na escala: “Não me considero capaz de”, “Considero-me parcialmente capaz de” ou “Considero-me totalmente capaz de”, complementada por:

- 11) aplicar um conceito de física em diferentes situações.*
- 14) interpretar problemas de física.*
- 15) desenvolver os procedimentos matemáticos necessários para resolver problemas de Física Geral.*

Analogamente, construímos o eixo de autoeficácia em trabalhar colaborativamente através de ações específicas, como: explicar conceitos e procedimentos de resolução de problemas, ouvir a opinião dos colegas, contribuir positivamente para as discussões, entre outros. As afirmativas foram construídas com base em elementos que remetem ao trabalho colaborativo que foram encontrados na literatura do TBL (e.g. MICHAELSEN; KNIGHT; FINK, 2004). Cada uma das afirmativas sobre autoeficácia em trabalhar colaborativamente começa com a afirmação apresentada na escala: “Não me considero capaz de”, “Considero-me parcialmente capaz de” ou “Considero-me totalmente capaz de”. Complementadas por (alguns exemplos):

- 19) em uma discussão, ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando considero que estou certo.*
- 20) em trabalhos/tarefas em grupo, contribuir positivamente para as discussões.*
- 21) em atividades em grupo, encorajar meus colegas a participarem das discussões.*

### *Entrevista semiestruturada sobre o TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente*

A entrevista semiestruturada (Apêndice C) pede para que os alunos descrevam as suas experiências em seu grupo de aprendizagem (Questão 1) e na disciplina em geral (Questão 2). Em ambas as questões podemos verificar se as opiniões que os alunos apresentam são condizentes com aquelas expostas no questionário e explorar mais a fundo alguns elementos destacados por eles. Além disso, as questões 1 e 2 permitem que os estudantes contem suas experiências, mostrando como as interpretaram, possibilitando a identificação de fontes de crenças de autoeficácia nas atividades com o TBL. Como bem destacam Pajares e Olaz (2008) as fontes de informação de autoeficácia não são simplesmente avaliações de competências. As pessoas interpretam os acontecimentos, e são essas interpretações que fundamentam os julgamentos de eficácia. Como argumentamos no Capítulo 3, as informações que os indivíduos selecionam do ambiente externo, assim como as regras que usam para avaliá-los e integrá-los baseiam essas interpretações. Por isso, na entrevista perguntamos aos alunos sobre as suas experiências e deixamos que contassem alguns acontecimentos que os marcaram e o que sentiram, e como interpretavam esses eventos.

Na terceira questão da entrevista, mostramos aos estudantes as respostas dadas por eles para cada afirmativa do questionário de autoeficácia, considerando como se sentiam antes e depois da disciplina, e pedimos para que identificassem os fatores, ou situações, que fizeram mudar suas percepções de autoeficácia pessoal.

### *Questionário de avaliação dos colegas de equipe*

Para avaliar o comprometimento individual dos membros do grupo, um dos requisitos apontados por Fink (2004) para distinguir equipes de grupos, construímos o questionário de avaliação dos colegas (Questionário 1 do Apêndice A), a ser aplicado em quatro momentos da disciplina (um a cada um mês de aula).

No questionário de avaliação dos colegas os alunos dão uma nota a si mesmo e a cada um dos membros do seu grupo. Para cada nota atribuída, é pedido que os alunos justifiquem a nota, considerando a contribuição dada para o grupo. Assim, pode-se identificar o comprometimento dos alunos para o andamento das atividades em grupo.

### *Questionário sobre confiança entre os membros de equipe*

O questionário de confiança (Apêndice G) foi construído baseado no trabalho de Preast (2012) o qual fez uma extensiva pesquisa sobre o desenvolvimento de confiança nos grupos de aprendizagem em atividades com o TBL. Afinal, a confiança entre os membros de um grupo é uma evidência de que esse se constitui em uma equipe de aprendizagem. Nessa perspectiva, buscamos aferir a confiança através de elementos que levassem em conta o quanto o indivíduo se sentia confiável, o quanto confiava em seus colegas e como percebia a confiança como grupo. Ele é

composto por 13 afirmativas sobre as quais o respondente deve expressar seu nível de concordância em uma escala Likert com os seguintes níveis: Discordo Fortemente (DF), Discordo (D), Indeciso (I), Concordo (C) e Concordo Fortemente (CF). Além disso, para cada afirmativa o aluno pode justificar sua resposta caso julgue necessário.

Preast (ibid.) destaca que a literatura do TBL tende a associar o aumento da confiança com o aumento da disponibilidade dos sujeitos em participar das discussões e expressar opiniões adversas. Por isso, as afirmativas de 1 a 3 verificam se os alunos se sentem e deixam seus colegas à vontade para expressar suas opiniões, mesmo quando divergentes entre si. Também verifica se, como equipe, eles sentem que os membros deixam uns aos outros confortáveis nos debates.

Através das afirmativas 4, 5 e 6, é averiguado se os alunos consideram que podem contar uns com os outros dentro de uma perspectiva pessoal e de equipe, pois, segundo Mayer, Davis e Schorman (1995), a confiança é definida como a disponibilidade de contar com o outro, ou seja, ser vulnerável às ações de outra pessoa em função da expectativa de que essa pessoa executará uma ação específica.

Já as afirmativas de 7 a 9 aferem se os respondentes se julgam confiáveis e confiam em seus colegas, além de como avaliar como percebem a equipe em termos de confiança mútua.

As asserções 10, 11 e 12 avaliam se os alunos consideram que há respeito dos sentimentos uns dos outros durante as atividades em grupo. O respeito é essencial para que os alunos se sintam confortáveis em expressar a sua opinião para os colegas de grupo. Além disso, Preast (ibid.) diz que algumas equipes podem atingir um nível de confiança tão profundo que envolve um sentimento de carinho e benevolência entre os integrantes.

A última afirmativa estabelece o quanto os alunos acham o trabalho em equipe amigável, outro aspecto que indica que havia confiança entre os integrantes de um grupo, afinal, esse fator também sugere que os membros se sentiam à vontade uns com outros.

#### *Gravações de áudio e vídeo de um episódio de resolução de problemas*

As gravações de áudio e vídeo de um episódio de resolução de problemas possibilitam evidências sobre o comportamento do grupo em ação durante uma atividade específica do TBL. Assim, é possível identificar elementos que indiquem confiança entre os colegas.

Alguns dos instrumentos de coleta de dados expostos anteriormente servem para coletar mais de um tipo de evidência. Para fim de esclarecimentos, expomos a seguir as questões de pesquisa que nos propomos a responder seguidas dos instrumentos, e suas respectivas partes, que foram usados na análise de dados do presente trabalho.

**Questão de pesquisa (i):** *Em relação ao desempenho dos alunos em testes padronizados sobre conceitos básicos do eletromagnetismo, quais os principais resultados alcançados com a implementação do TBL em uma disciplina de Física Geral (Eletromagnetismo) em um curso de Física numa universidade pública brasileira (UFRGS)?*

**Instrumentos de coleta de dados:**

*Três testes padronizados:*

*(i) BEMA – Brief Electricity and Magnetism Assessment (Anexo A) (DING et al., 2006) – trata dos principais conceitos de uma disciplina introdutória de Eletromagnetismo;*

*(ii) Teste sobre Corrente Elétrica em Circuito Simples (Anexo B) (SILVEIRA, MOREIRA e AXT, 1989) – versa sobre corrente elétrica em diferentes configurações de circuitos resistivos;*

*(iii) Teste sobre Lei de Faraday-Lenz (Anexo C) (VIEIRA, 2014) – aborda as principais ideias da Lei de Faraday-Lenz, como a relação entre fluxo magnético e corrente elétrica induzida, as diferentes maneiras de variação do fluxo magnético e a determinação do sentido da corrente induzida.*

**Questão de pesquisa (ii):** *Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para o TBL?*

**Instrumentos de coleta de dados:**

*(i) Questionário sobre o TBL (Apêndice B) – questões de 1 a 7.*

*(ii) Entrevista semiestruturada (Apêndice C) – questões 1 e 2.*

*Com as sete questões do questionário e as duas da entrevista semiestruturada, inferimos as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de forma a destacar os principais elementos positivos e negativos da experiência, bem como os elementos do método que despertaram atitudes mais favoráveis aos alunos.*

**Questão de pesquisa (iii):** *Como o TBL influencia os estudantes em relação às crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente?*

**Instrumentos de coleta de dados:**

*(i) Questionário sobre autoeficácia (Apêndice B) – autoeficácia em aprender física (afirmativas 8 e 10 a 16); autoeficácia em trabalhar colaborativamente (afirmativas 9 e 17 a 22);*

*(ii) Entrevista semiestruturada (Apêndice C) – questões 1, 2 e 3.*

*Para obtermos uma resposta parcial à questão de pesquisa sobre como o TBL influencia na autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, dos estudantes, utilizamos o questionário para aferir o impacto da disciplina na autoeficácia dos alunos e, com a entrevista, identificamos algumas possíveis fontes de autoeficácia acionadas pelas atividades que desenvolvemos em nosso estudo.*

A análise da formação de uma equipe de aprendizagem não fez parte de uma questão de pesquisa específica, pois serviu para legitimar a aplicação do TBL, nos possibilitando escolher uma unidade de análise confiável para um aprofundamento da investigação que nos propomos. A seguir expomos os instrumentos usados na análise.

#### **Instrumentos de coleta de dados:**

(i) Questionário de avaliação dos colegas (Questionário 1 do Apêndice A) – com esse questionário avaliamos o comprometimento individual para o bem do grupo.

(ii) Questionário sobre confiança entre os membros de equipe (Apêndice G).

(iii) Gravações em áudio e vídeo de um episódio de resolução de problemas – com a análise desse episódio, analisamos a confiança entre os membros do grupo.

(iv) Entrevista semiestruturada (Apêndice C) – a entrevista auxiliou na análise de dados de comprometimento e confiança.

*A fim de determinar o surgimento de uma equipe de aprendizagem, mensuramos, através dos instrumentos de coleta de dados expostos anteriormente, o comprometimento individual dos alunos para o bem do grupo e a confiança entre os integrantes.*

#### 4.4 ANÁLISE DE DADOS QUANTITATIVOS

Através de testes padronizados, para análise de desempenho, e de questionário, para análise da variação da autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, obtivemos os dados quantitativos do presente trabalho. A maneira pela qual os dados foram tratados é descrita nesta seção.

Com os valores de pré e pós-teste verificamos, para cada teste, a frequência de respostas corretas por questão. Em seguida, calculamos o ganho normalizado médio, ou ganho de Hake (1998), de modo a analisar a influência do TBL no desempenho dos alunos.

Para medida de comparação, o ganho médio absoluto é dado pela subtração entre a pontuação média no pós-teste e a pontuação média no pré-teste. O ganho médio normalizado indica a melhora do score da turma, levando em consideração os seus escores médios no pré e pós-teste. Dado pela Eq. 1:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle M_{pós-teste} \rangle - \langle M_{pré-teste} \rangle}{n - \langle M_{pré-teste} \rangle} \quad \text{Eq. 1}$$

onde  $\langle g \rangle$  representa o ganho médio normalizado,  $\langle M_{pré-teste} \rangle$ , a pontuação média obtida no pré-teste,  $\langle M_{pós-teste} \rangle$ , a pontuação média do pós-teste e  $n$  o número de questões do teste.

Ou seja, o ganho médio normalizado indica a evolução da turma, considerando o que era possível evoluir. Os valores são dados entre 0 e 1 (ou entre 0% e 100%), sendo que valores mais

elevados indicam um melhor desempenho e valores negativos (por se tratarem de perdas) são desconsiderados nas análises.

A partir do cálculo do ganho médio normalizado, estabelecemos comparações com outros métodos ativos que aplicaram os mesmos testes que os do presente trabalho.

Além do ganho normalizado, fizemos, através do *software* de análise estatística SPSS, o teste t pareado, cuja finalidade é verificar a significância estatística da diferença entre as médias nos pré e pós-testes.

Em relação à variação da autoeficácia dos estudantes, comparamos as respostas dos alunos, para antes e depois da disciplina, às afirmativas correspondentes a cada eixo de autoeficácia investigado (aprender física e em trabalhar colaborativamente). Com isso, pudemos verificar a variação na autoeficácia de cada aluno para que pudéssemos guiar a investigação qualitativa de autoeficácia descrita na próxima subseção.

#### 4.5 ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVOS

Por meio de respostas a questionários, transcrições de entrevistas e gravação de um episódio de resolução de problemas, obtivemos os dados qualitativos do presente trabalho. A forma pela qual os dados foram tratados é descrita nesta seção.

Para a análise dos dados, Yin (2011) propõe a utilização de cinco fases (Figura 16): *compilação*, *desagrupamento*, *reagrupamento*, *interpretação* e *conclusão*. Na fase de compilação, os dados provenientes das múltiplas fontes de evidência são colocados em alguma ordem, passando a se constituir no banco de dados do pesquisador. Durante o desagrupamento, os dados compilados são quebrados em alguns pequenos fragmentos. Esses fragmentos podem estar acompanhados de uma codificação inicial ou não. Esse processo pode ser repetido várias vezes, conforme indica os dois sentidos da seta na Figura 16. Durante a etapa de reagrupamento os dados são codificados com vistas a responder às questões de pesquisa. Esse reagrupamento pode ser facilitado com o uso de gráficos e tabelas. Além disso, a partir de novas interpretações, os dados podem ser rearranjados. Na interpretação, usa-se o reagrupamento para criar uma nova narrativa, que pode, por exemplo, ser em forma de diálogo com a literatura. A conclusão é a fase na qual se dá um significado maior para a interpretação, podendo ser destacadas as asserções de conhecimento alcançadas e as implicações, práticas ou não, da pesquisa. É, também nesta fase que são apresentadas as perspectivas de continuação da pesquisa. Cabe destacar que as cinco fases não seguem uma ordem linear, mas sim interações recursivas e interativas.

No Apêndice H ilustramos as etapas de análise 2, 3, 4 e 5 de um conjunto de dados compilados. Os resultados obtidos e analisados da maneira aqui exposta são apresentados no próximo capítulo.

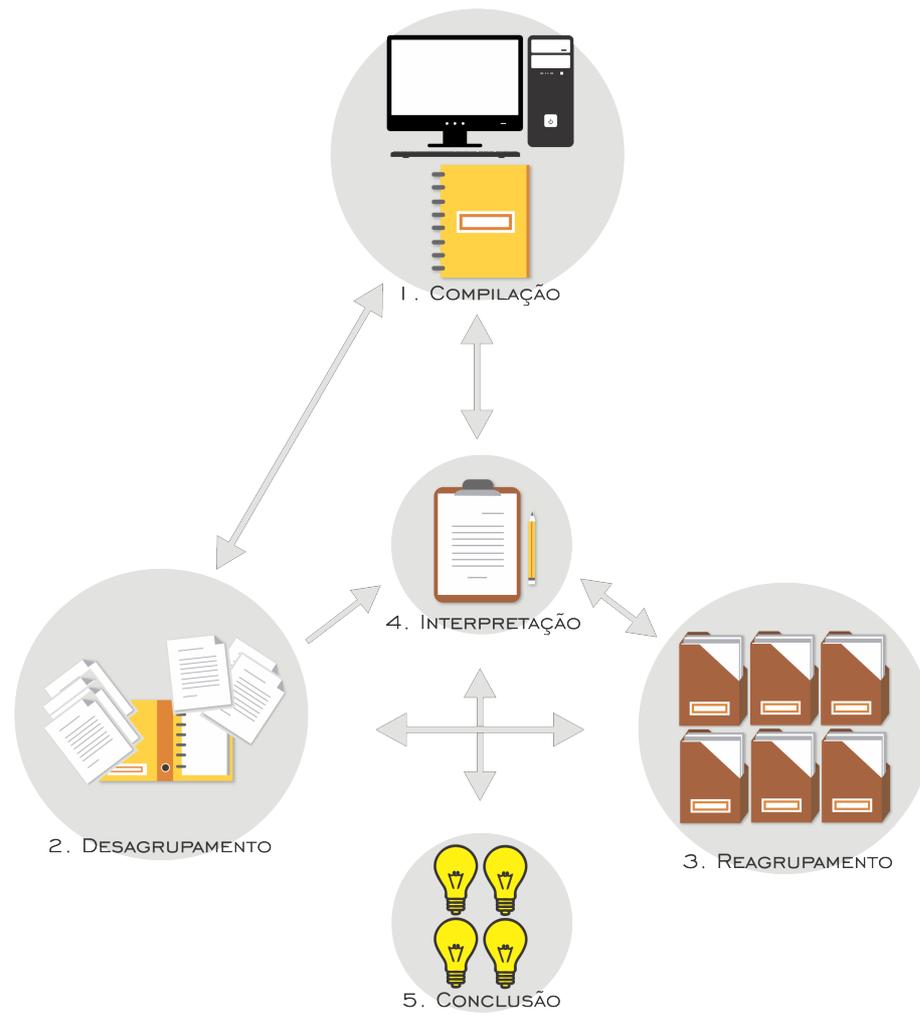


Figura 16 - As cinco fases da análise de dados e suas interações (adaptado de YIN, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentamos os resultados provenientes do estudo exploratório que conduzimos neste trabalho. Como a pesquisa tem caráter exploratório, os resultados e interpretações aqui discutidos têm como objetivo guiar estudos posteriores, refinando ou criando novas questões de pesquisa e levantando proposições teóricas. Sendo assim, após apresentarmos nossa interpretação para os resultados, indicamos novas perspectivas que podem ser seguidas em estudos de natureza explanatória.

### 5.1 SOBRE O DESEMPENHO DOS ALUNOS EM TESTES PADRONIZADOS

**Questão de pesquisa (i):** *Em relação ao desempenho dos alunos em testes padronizados sobre conceitos básicos do eletromagnetismo, quais os principais resultados alcançados com a implementação do TBL em uma disciplina de Física Geral (Eletromagnetismo) em um curso de Física numa universidade pública brasileira (UFRGS)?*

A presente questão de pesquisa nos incitou a avaliar, de maneira exploratória, o alcance do método de ensino TBL em termos de desempenho em testes, o que é um indício de aprendizagem conceitual.

Durante o semestre em que ocorreu o estudo, foram aplicados três testes padronizados para auxiliar na avaliação da aprendizagem conceitual dos alunos ao longo do semestre em que o TBL foi aplicado: (i) BEMA – *Brief Electricity and Magnetism Assessment* (DING et al., 2006); (ii) Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples (SILVEIRA, MOREIRA e AXT, 1989); e (iii) Teste sobre a Lei de Faraday-Lenz (VIEIRA, 2014). Cada teste foi aplicado duas vezes no semestre, como pré e pós-teste, os quais foram respondidos de forma individual e sem consulta. Cabe ressaltar que os estudantes não foram avisados de antemão que os testes seriam aplicados duas vezes, bem como as questões dos testes não foram trabalhadas em aula e não foram passados os gabaritos dos testes aos alunos. Para a avaliação, foram considerados os escores 1 e 0 para as respostas corretas e incorretas, respectivamente.

Para o BEMA, os estudantes tiveram cerca de uma hora para realizar cada um dos testes (pré e pós-teste). O pós-teste foi aplicado quatro meses após o pré-teste. Para a aplicação do Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples foi destinado cerca de 40 minutos, tanto antes quanto depois. Os alunos realizaram o pós-teste cerca de dois meses após o pré-teste. Por fim, nos dois momentos de aplicação do Teste sobre a Lei de Faraday-Lenz também foram designados cerca de 40 minutos. O pós-teste foi conduzido cerca de dois meses depois do pré-teste.

Para verificar se houve uma diferença estatisticamente significativa entre os resultados dos pré e pós-testes utilizamos o teste t pareado. Para isso foi testada para cada teste a seguinte hipótese nula ( $H_0$ ):

*Hipótese  $H_0$ :* as atividades com o TBL na turma do presente estudo não promoveram um ganho estatisticamente significativo de desempenho no teste.

A hipótese alternativa indica que a diferença entre as médias do pré e do pós-teste não podem ser atribuídas ao acaso, logo, atribuiremos ao método de ensino empregado na disciplina.

Utilizamos um nível de significância de 0,005 como ponto de corte para rejeitar a hipótese nula  $H_0$ , ou seja, havendo uma diferença entre as médias e sendo o valor de  $p < 0,005$ , podemos rejeitar a hipótese nula e corroborar a hipótese alternativa, atribuindo a diferença nas médias ao método de ensino.

Além disso, calculamos, através da Eq. 1, o ganho médio normalizado da turma para cada um dos testes padronizados. A seguir destacamos os principais resultados obtidos para cada um dos testes.

A Figura 17 mostra a frequência de acertos em cada uma das questões do BEMA, considerando os 25 alunos do estudo exploratório que responderam ao pré e ao pós-teste. Para a correção do teste foram levadas em consideração as seguintes sugestões expostas pelos próprios autores do teste:

- a questão 3 é considerada correta caso a resposta seja 1/9 da resposta da questão 2, estando a questão 2 correta ou não;
- a questão 16 é considerada correta se a resposta para a questão 15 for zero e se a resposta da questão 16 for igual à resposta da questão 14;
- as questões 28 e 29 juntas equivalem a uma única questão, sendo computado um único acerto se ambas as questões estiverem corretas. Então, o resultado do teste, composto por 31 itens, é avaliado em termos da frequência em 30 itens.

Na Figura 17, a frequência de acertos em ambas, questões 28 e 29, foi computada para a questão 28. Vê-se ainda, nessa figura que, com exceção das questões 7 e 9<sup>25</sup>, houve um aumento na frequência de acertos. Na questão 20, por exemplo, apenas sete alunos (28%) marcaram a resposta certa no pré-teste, enquanto que no pós-teste, 24 alunos (96%) acertaram a questão.

A turma obteve uma média de 30% de acertos (com desvio padrão de 12%) no pré-teste e de 70% (com desvio padrão de cerca de 10%) no pós-teste.

Ao realizarmos o teste t pareado, obtivemos o valor de t igual a 13,806 e a significância  $p < 0,000$ , ou seja,  $p < 0,005$ . Nesse caso, podemos rejeitar a hipótese nula e dizer que há uma diferença estatisticamente significativa entre a média de desempenho dos estudantes no pré e no pós-teste.

Além do teste t, analisamos o ganho médio normalizado  $\langle g \rangle$  e obtivemos um ganho médio normalizado de cerca de 55% (com desvio padrão de aproximadamente 15%).

Vieira (2014) aplicou o mesmo teste em duas turmas de Física Geral III (Eletromagnetismo) do curso de Física da UFRGS (no primeiro e no segundo semestre de 2011), ou seja, turmas com contexto equivalente ao do nosso estudo, porém, sujeitas a outro método ativo de ensino, o *Peer Instruction*. O autor obteve ganhos médios normalizados de 54% e 40% (com desvios padrão de aproximadamente 20% e 24%, respectivamente), semelhantes ao obtido no nosso estudo.

<sup>25</sup> A questão 7 versa sobre a polarização em uma folha de borracha devida a um campo elétrico externo. A maioria dos alunos (15) marcou erroneamente a letra a que diz que a borracha não é afetada pelo campo por ser um material isolante. A questão 9, por sua vez, trata da magnitude da corrente elétrica em função da magnitude da velocidade de deriva de íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e íons de cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) em água salgada, em que uma bateria é conectada a hastes metálicas que são mergulhadas em um tubo onde está a solução. Grande parte dos alunos (17) marcou a letra a que constitui na subtração de uma corrente pela outra, enquanto que a resposta correta é a soma delas (letra b).

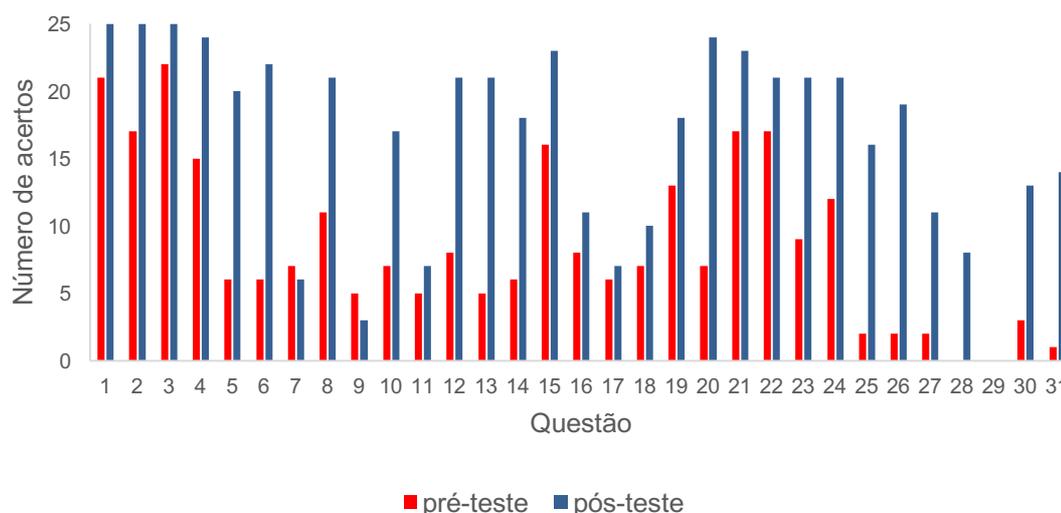


Figura 17 - Frequência de acertos para cada uma das questões do BEMA (pré-teste e pós-teste).  
(Fonte: o autor)

Pollock e Finkelstein (2008), assim como Pollock (2009), usaram tutoriais<sup>26</sup> em turmas de Física Geral, como forma de promover o engajamento ativo. Pollock e Finkelstein (2008) calcularam o ganho médio normalizado no BEMA de mais de 1800 alunos (em sete turmas em semestres distintos) que participaram de disciplinas com o uso de tutoriais, e obtiveram valores que variaram entre 33% e 47%<sup>27</sup>. No estudo de Pollock (2009), o escore médio dos alunos no BEMA, aplicado como pós-teste, nas turmas que usaram os tutoriais foi de aproximadamente 71% (com desvio padrão de 15%), resultado estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ) se comparado aos 53% (com desvio padrão de 19%) obtidos em turmas de controle, com método tradicional de ensino.

O resultado que encontramos torna-se expressivo se comparado ao estudo de Kohlmyer et al. (2009), em que mais de 1000 alunos de quatro instituições diferentes sujeitos ao ensino tradicional responderam ao BEMA, no início e no final da disciplina, e alcançaram ganhos normalizados médios menores que 30%.

Em síntese, o ganho normalizado de 55%, com desvio padrão de 15%, obtido no presente estudo é comparável aos obtidos por Vieira (2014), de 54% e 40%, com desvios padrão de 20% e 24%, respectivamente, e aos de Pollock e Finkelstein (2008), que obtiveram ganhos entre 33% e 47%. Ambos os trabalhos analisam dados provenientes de métodos ativos de ensino, como nos propomos no presente estudo. Nosso resultado também foi superior às aplicações com o método tradicional de Kohlmyer et al. (2009), que teve ganhos médios normalizados menores do que 30%.

A Figura 18 mostra a frequência de acertos do pré e pós-teste dos 22 alunos que responderam ao Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples (composto por 14 itens) e tiveram ganhos normalizados maiores ou iguais a zero. Dois alunos apresentaram “perdas”. Um deles obteve três acertos no pré-teste e dois no pós-teste, o outro acertou dez questões no teste inicial e

<sup>26</sup> Originalmente conhecido como *Tutorials in Introductory Physics*, os tutoriais foram baseados em 20 anos de pesquisas desenvolvidos pelo grupo de ensino de Física da Universidade de Washington (MCDERMOTT; SHAFFER, 2002). Eles são compostos por problemas e perguntas que fazem com que os alunos se engajem ativamente na compreensão dos conceitos físicos. Além disso, é incentivado o uso de pequenos grupos para executá-los. Esse material é complementar ao livro-texto e às aulas expositivas em cursos de Física Geral.

<sup>27</sup> Nem sempre os artigos informam o desvio padrão. Todos os que o informam foram colocados no presente trabalho.

oito no teste final. Esses resultados podem ter ocorrido porque, possivelmente, os sujeitos acertaram ao acaso algumas questões do pré-teste e não aprenderam o suficiente para responder o teste final e alcançar um escore maior.

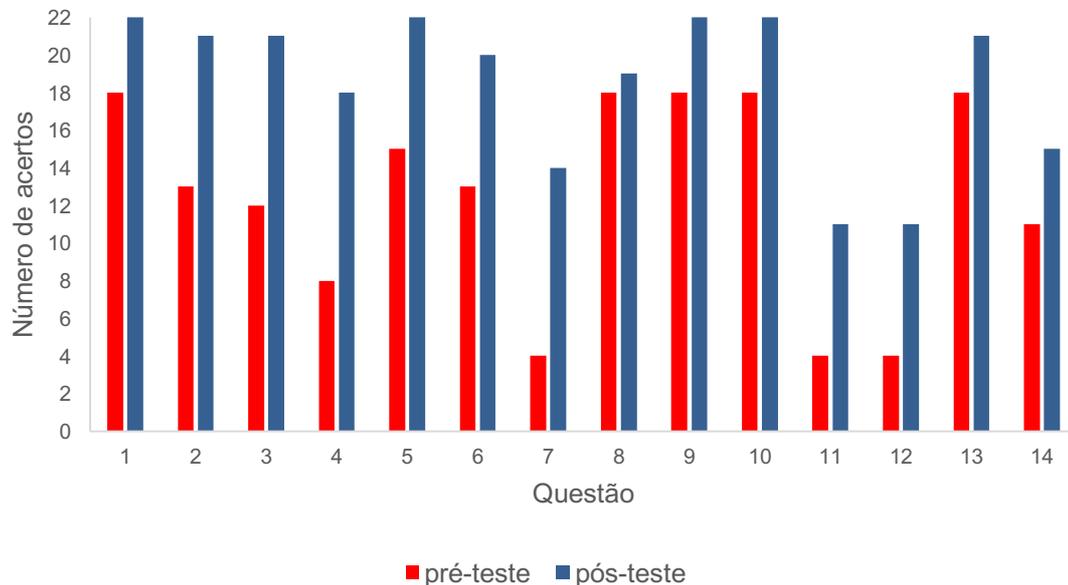


Figura 18 - Frequência de acertos para cada uma das questões do Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples (pré-teste e pós-teste). (Fonte: o autor)

Em todas as 14 questões do teste houve um aumento no número de acertos, sendo que as questões 4 e 7 foram as que apresentaram uma maior variação na frequência de acertos do pré para o pós-teste. Os escores médios dos alunos no pré e no pós-teste foram de cerca de 61% (com desvio padrão de aproximadamente 23%) e 82% (com desvio padrão de aproximadamente 14%), respectivamente.

O teste t pareado foi aplicado para verificar se a diferença entre as médias dos escores do pré e pós-teste é estatisticamente significativa. Obtivemos um valor de t de 6,180 com significância  $p < 0,000$ , ou seja, podemos rejeitar a hipótese nula  $H_0$  e atribuir a diferença ao método de ensino empregado nas aulas. Em outras palavras, podemos dizer que há uma diferença estatisticamente significativa entre a média dos desempenhos dos estudantes no pré e pós-teste.

O ganho médio normalizado ( $g$ ), obtido para a turma em estudo foi de aproximadamente 55% (com desvio padrão de aproximadamente 34%). Vieira (2014), em seu estudo com o método PI, encontrou ganhos médios normalizados de aproximadamente 65% (com desvio padrão de aproximadamente 27%) e 50% (com desvio padrão de aproximadamente 35%) em turmas contextualmente semelhantes a do presente estudo. O ganho de 55% que obtivemos se torna mais expressivo quando comparado ao resultado de menos de 9% obtido em uma pesquisa feita por Dorneles (2005) com 165 alunos de um curso de Engenharia da UFRGS (mesma universidade em que o nosso estudo foi realizado) submetidos ao ensino tradicional.

Na Figura 19, apresentamos a frequência de acertos no pré e pós-teste do teste sobre Lei de Faraday-Lenz dos 25 alunos que os responderam e tiveram ganhos normalizados maiores ou

iguais a zero (apenas um aluno apresentou uma perda de nove para oito acertos). Para fins de comparação, a questão dez do teste foi desconsiderada, como feito por Vieira (2014), que é um dos autores do teste. O autor desconsiderou a questão, pois em um teste de fidedignidade, ela apresentou correlação negativa com os outros itens do teste. Podemos verificar na Figura 19 que, com exceção da questão 2, que nenhum aluno acertou tanto no pré quanto no pós-teste, todas as outras tiveram um aumento no número de acertos no pós-teste. A maior mudança ocorreu na questão 11, onde constatamos seis acertos (24%) no pré-teste e 21 (84%) no pós-teste.

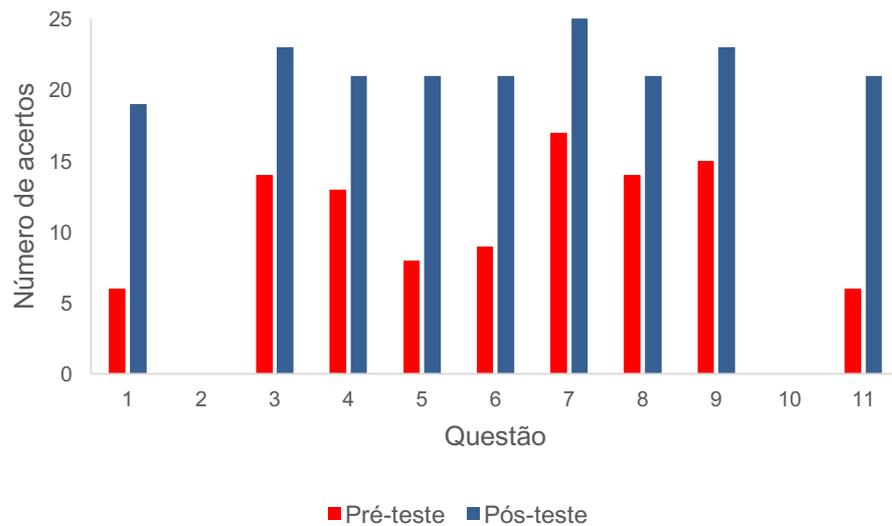


Figura 19 - Frequência de acertos para cada uma das questões do Teste sobre Lei de Faraday-Lenz (pré-teste e pós-teste). (Fonte: o autor)

A média dos escores no pré e pós-teste foram de 40% (com desvio padrão de aproximadamente 24%) e 80% (com desvio padrão de cerca de 15%).

O valor de  $t$  encontrado para o teste sobre Lei de Faraday-Lenz foi de 7,580, com significância de  $p < 0,000$ , o que também nos leva a rejeitar a hipótese nula. Ou seja, há diferença estatisticamente significativa entre as médias dos escores do pré e do pós-teste. O ganho médio normalizado foi de aproximadamente 67% (com desvio padrão de cerca de 20%). Esse valor é maior do que 50% (com desvio padrão de 20%), resultado obtido por Vieira (2014) em uma aplicação do *Peer Instruction* em uma turma similar à do nosso estudo.

#### Síntese dos resultados:

*Como resposta à primeira questão de pesquisa, podemos afirmar que houve uma melhora estatisticamente significativa no desempenho dos estudantes nos testes conceituais aplicados em função da inserção do TBL. Foram aplicados os seguintes testes: BEMA, Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples e Teste sobre a Lei de Faraday-Lenz, nos quais obtivemos ganhos médios normalizados de  $55\% \pm 15\%$ ,  $55\% \pm 34\%$  e  $67\% \pm 20\%$ , respectivamente. Esses valores são comparáveis com os obtidos nos mesmos testes em turmas sujeitas a outros métodos*

*ativos de ensino, como o Peer Instruction e, no caso do BEMA, ao uso de tutoriais, e superiores a turmas sujeitas a métodos de ensino tradicional. Com isso, podemos afirmar que a nossa adaptação do TBL, foi capaz de melhorar o desempenho dos estudantes em testes padronizados sobre conceitos básicos de Eletromagnetismo, assim como outros métodos ativos de ensino. Consideramos que a medida de desempenho em tais tipos de teste seja apenas um indício de aprendizagem conceitual, pois essa se trata de um construto mais complexo. Por isso, novas investigações são propostas na seção 5.5.*

## 5.2 SOBRE AS ATITUDES DOS ALUNOS QUANTO AO MÉTODO DE ENSINO

**Questão de pesquisa (ii):** *Quais as atitudes<sup>28</sup> dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para o TBL?*

A análise das respostas ao *questionário sobre o TBL* e das entrevistas, levou-nos a perceber que, de maneira geral, todos os 27 alunos que concluíram a disciplina apresentaram, em certo grau, uma atitude positiva quanto ao método de ensino empregado nas aulas de Física. Como ilustração, são transcritos alguns extratos das respostas dos alunos ao questionário.

*Foi interessante o método de ensino “não tradicional” utilizado para ministrar as aulas. As tarefas de leitura e a avaliação além das provas auxiliam e estimulam o aprendizado, que ocorre não apenas na sala de aula. Acho que o ponto mais interessante da experiência foi a interação com os colegas da aula. Muitas dúvidas e diferentes perspectivas de entendimento foram abordadas fazendo com que a aula ocorresse de maneira dinâmica. (Aluno 6)*

*Foi uma experiência bem diferente do que eu esperava dentro da faculdade. Um choque com o novo método de ensino. Porém a adaptação foi rápida e logo peguei uma rotina. As exigências da cadeira foram um pouco mais “rígidas” que nas outras e, com isso, vi que estava realmente me esforçando mais para compreender o conteúdo. Mas mesmo assim, esse modo de distribuição fez com que eu conseguisse levar de forma leve todo o conteúdo denso das aulas, o que foi bom, principalmente quando precisava estudar para as provas, que eu via que quase não precisava estudar. As atividades em grupo criaram um laço bem interessante entre os meus colegas que me estimulava a contribuir. (Aluno 5)*

*Na minha opinião, entre as disciplinas de Física Geral que fiz (Física Geral I, II e III) a cadeira de Física III é a que mais estou aprendendo. Acho que, devido ao método do Team-Based Learning, todos estamos conseguindo aprender muito mais facilmente. Além disso, nas cadeiras anteriores, a gente estudava mais para a prova, então no momento que terminavam as provas a gente nem lembrava mais do conteúdo direito. Acho que graças ao método usado, além de aprender o conteúdo, aprendi a estudar e me organizar melhor. (Aluno 22)*

*O estudo teórico e a realização de exercícios obviamente são essenciais como em todas as disciplinas, porém nesse caso, a metodologia utilizada*

<sup>28</sup> Bandura (2005) refere-se a atitude como um sentimento favorável ou desfavorável que o sujeito tem sobre algo.

*em aula mantinha o interesse no curso, fazendo com que a presença à aula realmente trouxesse alguma vantagem, não sendo importante apenas para ter a presença. (Aluno 14)*

*Acho que a dinâmica deu certo em geral. O desempenho da nossa turma foi muito superior ao desempenho das outras turmas de que ouço falar (a média da turma do meu namorado foi em torno de 6 e pouco). A ideia é muito boa, pois a aula se torna menos maçante. Porém ainda há pontos a melhorar. (Aluno 10)*

Mesmo diante de uma maioria de argumentos exclusivamente positivos, alguns alunos afirmaram haver alguns pontos a serem melhorados, como podemos ver no depoimento do Aluno 10. Os aspectos negativos, bem como os positivos, são discutidos em seguida.

Identificamos os principais aspectos positivos e negativos a partir da análise das respostas dos alunos às questões 1, 2 e 3 do questionário sobre o TBL (Apêndice B), as quais versam sobre a experiência na disciplina, aspectos positivos e negativos e fatores que mais contribuíram para o aprendizado de Física (caso o estudante julgasse ter aprendido).

As respostas dos alunos foram compiladas, desagrupadas e reagrupadas de modo a permitir nossa interpretação. Nesta etapa mostramos, na Figura 20 a frequência em que cada aspecto positivo foi mencionado pelos alunos. Dentre os principais aspectos estão: as Tarefas de Leitura (20), as exposições dialogadas com base nas dúvidas (17) e as interações com a equipe (14). Todos os outros aspectos constantes nessa figura foram mencionados por oito ou menos alunos, entre eles: o foco na aprendizagem conceitual (8), a dedicação e empatia do professor e do tutor (8) e as resoluções de problemas em equipe (6) e individual (6).

As Tarefas de Leitura (atividade oriunda do método JiTT, que foi empregado como suporte ao TBL, o qual prevê estudo prévio, porém sem as questões prévias) constaram nos pontos mais destacados pelos alunos como contribuintes ao sucesso na aprendizagem de Física. Mazur (1997) argumenta um dos principais motivos que levam os alunos a valorizarem as tarefas de leitura é ver suas respostas projetadas e discutidas. Isso é evidente no argumento do Aluno 9, que diz que se sentia encorajado a fazer perguntas sabendo que o professor a responderia. Outros trabalhos destacam as atitudes positivas dos alunos frente às TLs (e.g. VIEIRA, 2014; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). A seguir são transcritas algumas das opiniões dos alunos em que é marcante a importância que atribuíram às Tarefas de Leitura.

*Acho que um dos aspectos positivos foi a forma como este método mantém o aluno frequentemente trabalhando, de forma que sempre esteja atualizado no conteúdo. Também as questões que fazíamos nas tarefas de leitura foram muito úteis, pois me senti encorajado a fazer perguntas sabendo que o professor as responderia em aula. (Aluno 9)*

*Ler antes a matéria facilita bastante, pois as dúvidas importantes normalmente aparecem depois que se tenta aprender a ideia conceitual. (Aluno 8)*

Mas sem dúvida os dois pontos que eu achei mais importante do método utilizado foram: 1) o CCCC (constante contato com o conteúdo) que diminuiu a carga de estudo e aumentou a facilidade de fixação da matéria, ou seja, aumentou o rendimento do estudo e 2) o esclarecimento das dúvidas em aula. Por mais que o aluno saiba que deve perguntar todas as dúvidas que possui ele geralmente prefere não fazê-las diretamente para o professor ao lado dos colegas, entretanto, as TLs se mostram um facilitador desse processo sem falar que, tendo as dúvidas com antecedência o professor pode vir mais preparado para resolvê-las. (Aluno 25)

O que mais ajudou na aprendizagem, na minha opinião, foram as tarefas de leitura antes de cada aula, pois elas instigam algumas dúvidas, fazem refletir sobre o assunto e logo após o professor esclarece elas [as dúvidas], desse modo o conceito aprendido fica muito mais profundo e difícil de esquecer. (Aluno 18)

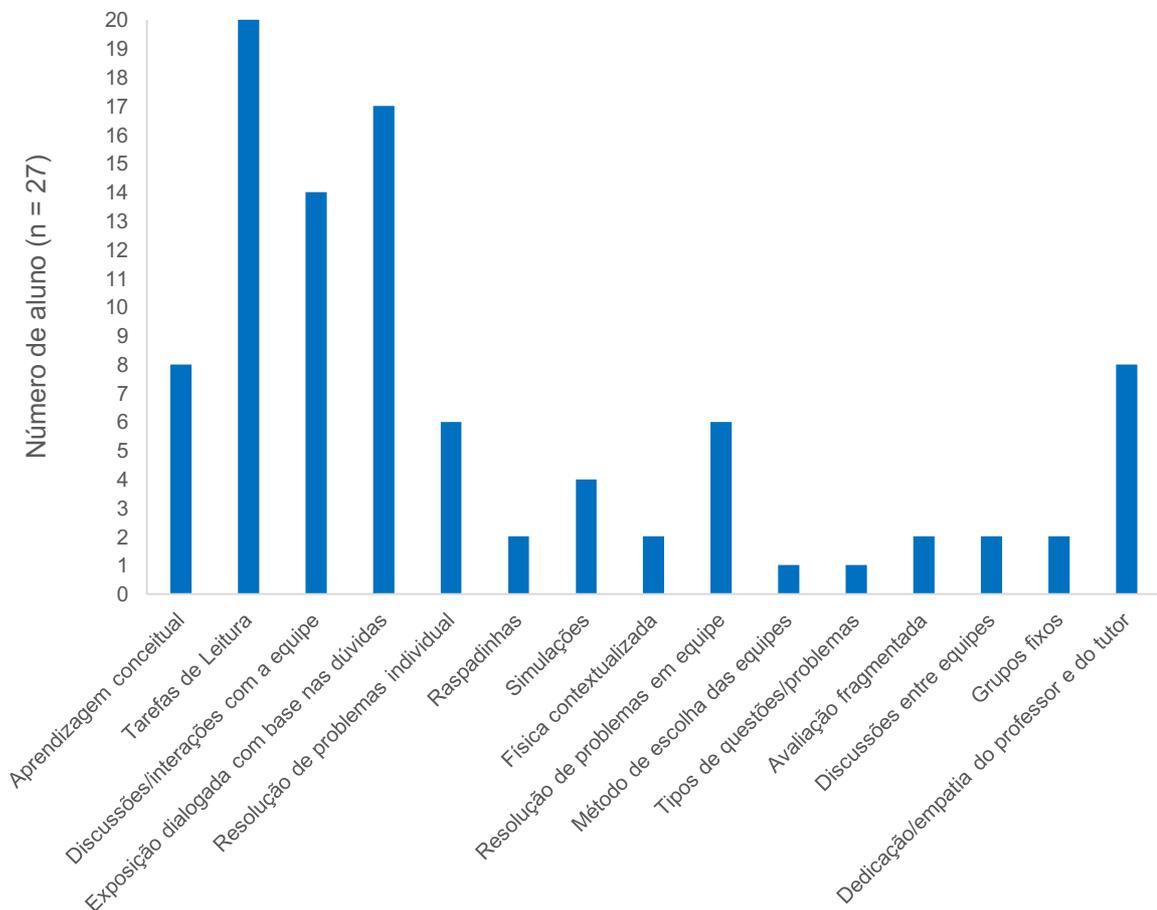


Figura 20 - Frequência dos aspectos positivos mencionados pelos alunos no questionário sobre o TBL. (Fonte: o autor)

Os estudantes atribuíram grande valor às exposições dialogadas do professor, porém, como vemos nos depoimentos expostos na sequência, esse valor é dado pela forma que as exposições eram conduzidas, guiadas pelas dúvidas dos alunos. Tanto aqueles alunos que viam suas dúvidas sendo esclarecidas, quanto aqueles que, quando olhavam as dúvidas dos colegas, percebiam algo novo sobre o conteúdo, aprovaram as apresentações do professor.

*Gostei das formas como as aulas eram dadas, baseando-se nas dúvidas dos alunos, algo que eu acho válido já que o tempo disponível para as aulas é limitado. (Aluno 20)*

*Para mim, o principal aspecto positivo foi a estrutura das aulas. Contato com a matéria antes da aula e aula para tirar dúvidas. (Aluno 26)*

*O melhor aspecto, que acho que contribuiu muito para a aprendizagem da turma, foi poder ter acesso às dúvidas dos outros, pois muitas vezes nós fazemos a TL e não temos dúvidas, as dúvidas só surgem quando vamos fazer os exercícios... que nem sempre são dúvidas sobre os conceitos da física, que é o mais importante. Acabam sendo só dúvidas de resolução de problemas. Quando nós vemos as dúvidas conceituais dos outros nós conseguimos ver coisas que não pensamos antes e muitas vezes aquela dúvida é nossa dúvida também e a gente nem sabe. (Aluno 10)*

Por outro lado, o Aluno 14 acredita que, em alguns casos, perdeu-se muito tempo no esclarecimento das dúvidas e que elas deviam ser condensadas para melhor aproveitar o tempo em aula.

*Algumas vezes, perdia-se muito tempo nas dúvidas, acho que o tempo de aula seria melhor aproveitado se houvesse uma maior condensação das dúvidas, partindo, quando possível, para uma explanação teórica mais geral. (Aluno 14)*

O terceiro aspecto positivo mais comentado foi sobre o trabalho em equipe. O trabalho em grupo em sala de aula, principalmente em disciplinas como Física e Matemática, é desvalorizado e, muitas vezes, ridicularizado. Bem como argumenta Nanes (2014), a ideia que muitos alunos têm de que aprendem melhor sozinhos desaparece nas primeiras semanas de aplicação do TBL. Facilmente notamos que o Aluno 10 mudou a sua concepção de trabalho em grupo.

*Essa disciplina foi algo diferente pois permitiu mostrar que há modos de estudar em grupo e que eles não são sempre ineficazes (como costumavam ser para mim). (Aluno 10)*

Outros estudantes destacaram as vantagens das discussões em equipe para a própria formação.

*As discussões em grupo me fizeram ampliar ainda mais os horizontes e principalmente, saber ouvir os colegas e explicar de maneira que os outros possam entender. (Aluno 12)*

*Acho que o trabalho em grupo foi o que mais contribuiu para a aprendizagem; em grupo as mais diversas dúvidas podem surgir, perguntas que em geral não faríamos a nós mesmos surgem quando olhamos o problema pelos olhos de outras pessoas; Mesmo quando um colega erra é algo produtivo, pois explicar o motivo de estar errado é muito mais complicado do que mostrar que está certo. (Aluno 4)*

*As atividades em grupo criaram um laço bem interessante entre os meus colegas que me estimulava a contribuir. (Aluno 5)*

É importante salientar que dois alunos espontaneamente destacaram como algo vantajoso as equipes se manterem fixas durante todo o semestre, como propõe o método. O TBL destaca a importância do gerenciamento das equipes fixas para que possa, de fato, ocorrer o desenvolvimento de equipes de aprendizagem. O depoimento do Aluno 18 demonstra um pouco dessa necessidade.

*Achei bom que os grupos se mantiveram os mesmos, pois acredito que cada um irá contribuir plenamente depois de algum tempo quando se sentirem à vontade, o que é relativo pra cada pessoa. (Aluno 18)*

Como os grupos são fixos, é importante que o professor leve em consideração as particularidades de cada aluno. O Aluno 25 é um exemplo de um caso que poderia ter causado problemas caso não tivéssemos levado em consideração o seu pedido pessoal de fazer parte de um grupo apenas de meninos.

*O método em grupo foi um contato diferenciado e contributivo para o estudo. As trocas de informações entre colegas foi uma experiência agradável e instrutiva. Todavia acredito que o processo tenha tido sucesso devido a empatia do grupo selecionado (provavelmente devido o questionário realizado e certamente devido ao atendimento do pedido peculiar que fiz ao professor), caso contrário o processo poderia ter sido desgastante e desagradável. (Aluno 25)*

Assim como dois alunos destacaram como algo positivo trabalhar com equipes fixas, dois estudantes consideraram um fator negativo devido à falta de interação com outros colegas e por problemas de avaliação entre os colegas, como podemos notar pelo depoimento do Aluno 9, por exemplo.

*Acho que os grupos poderiam ter sido variados ao longo do curso, pois a avaliação do grupo seria mais justa se avaliássemos pessoas diferentes em cada área. (Aluno 9)*

Como mostrado na Figura 20, os aspectos anteriormente citados foram os mais importantes, mas não os únicos. A seguir destacamos alguns exemplos de outros pontos positivos assinalados pelos estudantes.

*Conceitos como os de campo, força, massa, e carga elétrica, nunca foram mais bem entendidos como agora. Com esta melhora de conceitos, passei a deduzir questões conceituais a partir de uma certa "intuição Física" que desenvolvi nesta disciplina. (Aluno 1)*

*Acho também que a empatia do professor e do monitor com os alunos foi outro fator importante se não fundamental para a aplicação do método, o qual acredito que tenha facilitado muito o aprendizado do conteúdo proposto e que deva continuar sendo aplicado. (Aluno 25)*

*Achei muito interessante a formação dos grupos, principalmente para o crescimento pessoal de cada um, pois sem meu grupo eu não sei se teria tanta motivação para trabalhar nos exercícios como tive. (Aluno 21)*

Em menor grau, pontos negativos foram mencionados pelos alunos. Na Figura 21 podemos ver alguns deles e a frequência em que apareceram nas respostas ao questionário. Dentre os principais problemas, segundo os alunos, estão: o tempo/esforço exigido pela disciplina (8) e a falta de tempo para as atividades em aula (8).

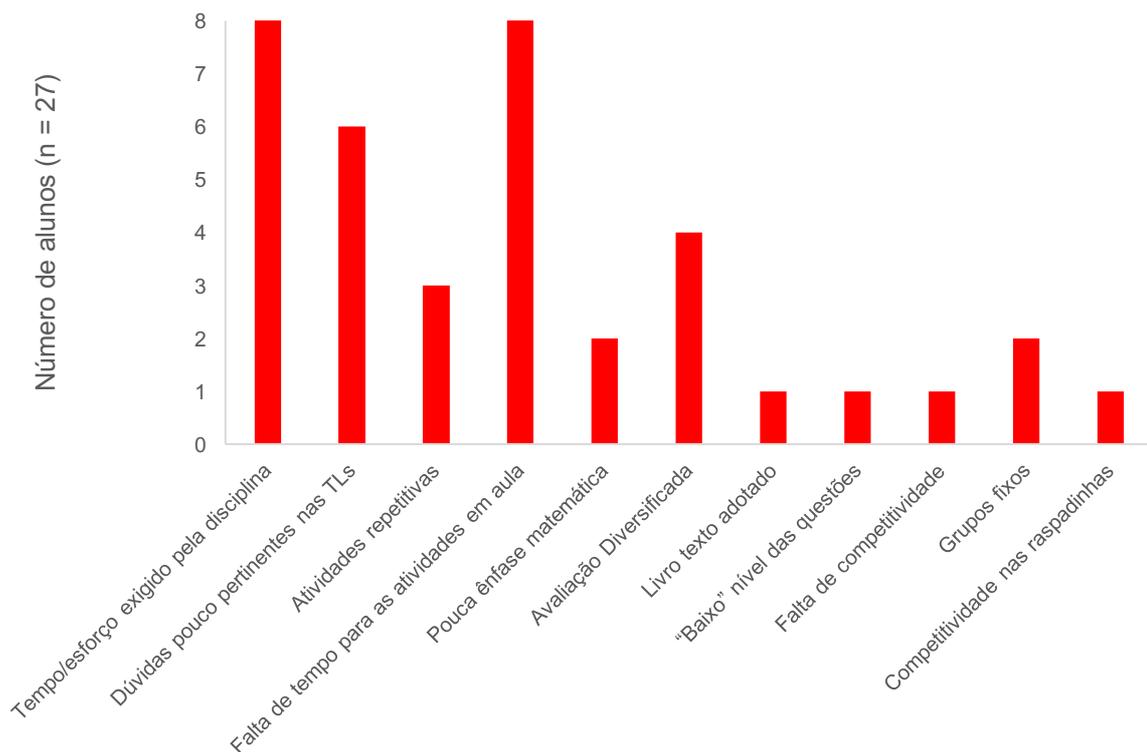


Figura 21 - Frequência dos aspectos negativos mencionados pelos alunos no questionário sobre o TBL. (Fonte: o autor)

Um dos pontos negativos mais destacado, o problema da disciplina ser muito trabalhosa, foi atribuído, principalmente, às TLs. Ou seja, paradoxalmente, o mesmo fator que os alunos julgam como principal ponto positivo, traz consigo uma desvantagem. Esse paradoxo é evidenciado nas respostas dos alunos 6, 16 e 19, por exemplo.

*Ao mesmo tempo que as tarefas de leitura estimulam o estudo/aprendizado fora do horário de aula, sua recorrência, por vezes, prejudicou o rendimento em outras disciplinas. (Aluno 6)*

*Apesar de cansativo, ter as TLs fez eu estudar física todos os dias. O que era ótimo, pois quando chegava perto da prova, estudar ficava bem mais fácil. (Aluno 16)*

*Os aspectos positivos foi que como tinha tarefa todo dia, a pessoa acabava não deixando acumular. O aspecto negativo foi conseguir conciliar essa cadeira com as outras 5 que estou fazendo. (Aluno 19)*

Devido às discussões em equipe e o alto índice de dúvidas que os alunos tinham, a maioria das aulas se estendia além do horário previsto (até 10 min). Como podemos notar nas respostas transcritas a seguir, isso causou certo incômodo para alguns alunos.

*Foi uma boa experiência, eu fiquei bastante satisfeito com os resultados. No entanto, achei que, por muitas vezes, a aula foi esticada além do tempo regular, e isso prejudica quem tem aula no horário seguinte. É necessário melhor controle do tempo disponível para que isso não aconteça. (Aluno 9)*

*Um aspecto negativo que consigo pensar agora é que parece que não havia tempo em aula suficiente para desenvolver todas as atividades previstas. Mesmo sem conseguirmos fazer todas as atividades, as aulas terminavam depois do horário, o que poderia ter sido significativamente problemático em outra turma. (Aluno 26)*

Por se tratar de uma primeira aplicação do método, de haver pouco suporte da literatura sobre a sua aplicação em disciplinas de Física, e por ser uma turma muito participativa, com todos os alunos se envolvendo muito nos questionamentos e discussões, o tempo gasto em algumas etapas do processo foi maior do que o previsto e, em alguns momentos da disciplina houve uma má organização do tempo. Como exposto anteriormente na citação do Aluno 14, uma maior condensação das dúvidas provenientes das TLs pode ajudar a diminuir o tempo das explanações orais do professor que, em alguns dias, levaram cerca de uma hora, sendo que era previsto aproximadamente 30 minutos. Apesar de concordarmos com o tempo excessivo gasto em tal atividade, a maioria das dúvidas não podia ser ignorada, pois causaria um mau entendimento do conteúdo. Uma possível solução para o problema é montar um material de apoio, como suporte ao livro-texto, que contenha as respostas de algumas perguntas mais frequentes.

Alguns alunos (seis) também consideraram as exposições dialogadas iniciais feita pelo professor um tanto cansativas, pois, segundo eles, algumas dúvidas dos colegas não eram pertinentes. Outro argumento é de que alguns colegas apresentavam dúvidas que poderiam ser facilmente sanadas através de uma leitura mais cuidadosa do material ou pesquisa na *internet*. Cabe ressaltar que os alunos que expuseram tais argumentos eram indivíduos que apresentaram, durante toda a disciplina, facilidade de aprendizagem. Alguns desses argumentos são expostos a seguir.

*Acredito que um dos pontos negativos foi que os alunos não necessariamente eram encorajados a estudar o livro e entender por si próprios, mas pelo contrário: como a aula era guiada pelas perguntas, o que eu tenho a impressão de que acontecia muitas vezes era que qualquer dúvida, até algumas que uma revisão dos capítulos anteriores desse conta, era prontamente dada para o professor responder em aula, e as aulas ficavam densas e extensas e muitas vezes por causa de dúvidas que uma simples releitura daria conta, ou perguntas que as pessoas faziam só por medo de enviarem a TL e serem descontados pontos se não houvesse dúvidas. (Aluno 15)*

*Aspectos negativos é que, como é avaliado a leitura do material previsto, muitos alunos fazem perguntar desnecessárias, apenas por fazer, que muitas vezes aparecem em aula, diminuindo o tempo, por exemplo, de resolver exercícios mais complexos em aula. (Aluno 17)*

*O ruim é a parte das perguntas da TL, pois surgiam umas perguntas que podiam ser respondidas se o aluno procurasse no Google ou num livro, mas isso vai dos alunos. (Aluno 16)*

Quatro alunos reclamaram da avaliação diversificada, dizendo que as provas foram pouco valorizadas; e dois alunos falaram sobre a pouca ênfase matemática dada na disciplina. Para o Aluno 20, por exemplo, a disciplina, como foi conduzida, perde a característica de selecionar os alunos, a qual o referido estudante julga importante. Já o Aluno 15 destaca que houve pouca ênfase matemática. Em ambos os casos, notamos uma certa resistência à mudança de método, pois as menções feitas pelos alunos remetem às disciplinas tradicionais de Física Geral. Apesar disso, ambos os alunos também demonstraram atitudes positivas frente ao TBL em outros depoimentos.

*Acredito que, fragmentar a nota em trabalhos e atividades dessa forma, a disciplina perde a característica, que na minha opinião é muito importante, de seleção. Não quero que as provas se tornem impossíveis e/ou se tornem a única forma de avaliação, acredito que subir a porcentagem para 60% da nota do semestre em provas e que as provas tenham um nível mediano seria, na minha opinião, uma forma mais certa de fazer. (Aluno 20)*

*Outra coisa que achei negativa foi que houve pouca ênfase matemática nas abordagens, acho que alguns conceitos no final da matéria poderiam ter sido melhor explicados através de cálculo vetorial, que os alunos em geral fazem junto com a disciplina ou já fizeram. (Aluno 15)*

Três estudantes argumentaram que as atividades se tornaram repetitivas, propondo que fosse feita alguma variação do método durante o semestre.

*[...] no fim do curso as mesmas atividades repetidamente começaram a se tornar um pouco monótonas. Sugiro que haja um pouco mais de diversificação. (Aluno 26)*

Na Questão 5 do questionário, que solicitava sugestões para melhorar a aplicação do método para outros semestres, alguns alunos recomendaram a variação dos grupos. No entanto, segundo pesquisadores (e.g. MICHAELSEN; SWEET, 2011; MICHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008), as equipes se manterem fixas é condição necessária para ampliar suas habilidades sociais e intelectuais. As outras sugestões ficaram em torno de melhor controle de tempo das atividades e sugestões de variações das atividades (utilização de experimentos e outras estratégias, por exemplo).

Na Questão 4 do questionário foi solicitado que os alunos distribuíssem um total de 100 pontos para um conjunto de itens, que discriminavam fatores que podem ter contribuído para a aprendizagem. Na Tabela 2 estão dispostas as médias das pontuações da turma para cada item. Notamos que, em média, a turma credita, principalmente, às exposições dialogadas o aprendizado

adquirido durante a disciplina. Com base nos depoimentos dados nas outras questões e o comentário feito pelo Aluno 10, podemos inferir que a importância dada às aulas está ligada ao fato delas terem sido ministradas conforme as dúvidas dos estudantes, ou seja, foi um “ensino sob medida” para aqueles alunos, o que a difere das exposições orais realizadas em aulas tradicionais, onde o aluno tem o primeiro contato com o conteúdo durante a aula, sem ter, muitas vezes, tempo suficiente para ter dúvidas e ainda esclarecê-las em aula.

*Acho que as aulas do professor foram essenciais, mas não pelos motivos convencionais. Primeiro, não diria que foram aulas expositivas, pois em momento nenhum ele expôs a matéria para nós de maneira inédita, todas suas aulas foram baseadas nas nossas próprias dúvidas. Foi uma das coisas que mais me fizeram aprender os conteúdos. Mas claro, isso só ocorre porque o professor é bom e está interessado em nos ensinar. (Aluno 10)*

Tabela 2 - Média da distribuição de pontos (100 no total) por item que os alunos julgaram ter contribuído para a aprendizagem de Física durante a disciplina.

<b>Itens que a turma julga ter contribuído para o aprendizado de Física</b>	<b>Distribuição média dos pontos correspondentes à contribuição para a aprendizagem de Física</b>
Exposições dialogadas feitas pelo professor	21
Tarefas de Resolução de Problemas (TRPs)	14
Discussão em equipe	13
Tarefas de Leitura (TLs)	13
Resolução de Problemas em equipe (RPs)	11
Livro didático adotado	8
Interação entre equipes	7
Cartões de Correção Instantânea (CCI) – “Raspadinhas”	5
Tarefas de preparação individual e em equipe (TPs)	5
Uso de quadros brancos	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Mesmo não tendo sido muito mencionadas nas respostas dissertativas, as Tarefas de Resolução de Problemas (TRPs), feitas individualmente em casa, foram consideradas pelos alunos um aspecto importante para a aprendizagem. Acreditamos que os estudantes não mencionaram essas tarefas em suas respostas descritivas porque essa é uma atividade comum para eles. Praticamente todas as disciplinas de Física e Matemática trabalham com listas de problemas/exercícios. Apesar de não chamar muito atenção, eles a consideraram importantes para o aprendizado.

Outros aspectos foram julgados importantes, como: discussão em equipe, Tarefas de Leitura e Resolução de Problemas em equipe (RPs), o que é coerente com as respostas dadas anteriormente. Notamos que os instrumentos utilizados, como as “raspadinhas” e os quadros brancos, não foram valorizados como contribuintes para a aprendizagem. O Aluno 12 apresenta um dos possíveis motivos para isso.

*Dei a nota zero para a raspadinha porque ela é apenas o resultado da discussão em grupo. A raspadinha em si, não me acrescentou nada, mas*

*acho bom que ela continue, é uma maneira divertida de responder. (Aluno 12)*

Uma das perguntas finais do questionário relacionado ao TBL, perguntava se o aluno recomendaria a um colega cursar uma disciplina de Física III que utilizasse o mesmo método. Com exceção do Aluno 20, que disse que recomendaria caso a distribuição da nota não fosse fragmentada, todos os outros 26 alunos disseram que recomendariam, o que também demonstra uma atitude positiva em relação ao método de ensino. As aulas também foram recomendadas para estudantes de licenciatura, cuja importância foi atribuída não somente à aprendizagem de Física, mas também à aprendizagem de um método ativo de ensino. Apesar de fortemente recomendado, muitos alunos chamaram a atenção para a exigência requerida pela disciplina.

*Recomendaria, sim. O que mais me impressiona é como a cadeira ficou "leve" de se aprender. Nada parecido com o que os outros veteranos falavam sobre eletromagnetismo e o que eu esperava também, e acredito que isso torna essa cadeira ministrada por vocês uma ótima cadeira para quem quer entender o eletromagnetismo de fato. (Aluno 3)*

*Sobre a metodologia, eu indicaria sim pois além de aprender melhor, a gente não fica só decorando o conteúdo como nas outras cadeiras. Sem contar que o semestre (pelo menos para mim) ficou muito mais organizado. (Aluno 22)*

*Se tivesse esse mesmo método em Física 4 no semestre que vem também eu ia achar bem legal, acho que seria a melhor opção para todos os envolvidos. (Aluno 15)*

*Recomendaria totalmente. Apesar de ser um tanto puxado se manter atualizado com as tarefas de leitura, isso tornou o curso mais leve por não acumular muita coisa para ser revisada. E o sistema das notas deixa o aluno menos nervoso com relação às provas, pois não são o total da avaliação. Conseguindo ir às aulas e acompanhar as tarefas fica relativamente fácil ser aprovado e sair entendendo bem o conteúdo. (Aluno 9)*

*Sim. No entanto antes avisaria a este colega que a disciplina exige tempo e dedicação, pois muitas pessoas não gostam de permanecer em aula, se sentem melhor aprendendo somente com os livros. (Aluno 4)*

*Sim, recomendaria. Principalmente para os colegas da licenciatura, porque além de gostarem, podemos aplicar isso futuramente. (Aluno 2)*

Cabe ressaltar que, como podemos ver nos depoimentos seguintes, os alunos gostaram muito do professor, o qual tem grande impacto nas atitudes positivas apresentadas pelos discentes

*Certamente, já indiquei para várias pessoas que peguem cadeiras com o professor [nome do professor]. Na verdade, se possível, gostaria muito que o professor [nome do professor] desse a cadeira de Física IV com a mesma metodologia. (Aluno 22)*

*Sim!! Já recomendei pra vários. Aliás, disse que se tivesse aula do [nome do professor] de Física 3 semestre que vem era pra eles se matricularem mesmo se fosse 5h30 da manhã. (Aluno 15)*

*Além disso, o gosto pelo assunto, tanto por parte de nosso professor quanto de nosso tutor, era notória, o que, ao menos ao meu ver, instigou a paixão pelo assunto nos alunos (como é o meu caso). (Aluno 1)*

#### **Síntese dos resultados:**

*Assim como mostraram os estudos de Parappilly, Schmidt e Ritter (2015) e Metoyer et al. (2009), descritos na Capítulo 2, os alunos do nosso estudo manifestaram atitudes favoráveis quanto ao método de ensino. Resumidamente, os estudantes destacaram como positivo: as Tarefas de Leitura, as exposições dialogadas do professor com base nas dúvidas e as discussões em equipe. E como negativo, destacaram, principalmente, que a disciplina é muito trabalhosa e que não há tempo suficiente em aula para realização de todas as atividades previstas. Ficou evidente, tanto na interação que tivemos com eles durante o semestre, quanto nas respostas ao questionário e entrevista, a preocupação deles em contribuir para que a aplicação do método seja aprimorada.*

### **5.3 SOBRE AS CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA EM APRENDER FÍSICA E EM TRABALHAR COLABORATIVAMENTE**

**Questão de pesquisa (iii):** *Como o TBL influencia os estudantes em relação às crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente?*

Na revisão da literatura sobre as pesquisas no ensino de Física que envolvem crenças de autoeficácia, constatamos a falta de investigações de caráter qualitativo na área, cujo alcance transcende às pesquisas usualmente feitas sobre autoeficácia, que se limitam a analisá-la como uma crença preditiva do comportamento em determinadas situações. Também notamos a potencialidade dos métodos ativos de ensino em modificar tais crenças. Com a presente análise pretendemos investigar essa potencialidade e, a partir disso, identificar as fontes de autoeficácia relacionadas às atividades com o TBL propostas no estudo exploratório.

Conforme apresentado anteriormente, crenças de autoeficácia são construtos que se referem a crenças que o sujeito possui sobre a sua própria capacidade de realizar uma ação específica (BANDURA, 1997). Dessa maneira, a autoeficácia está sempre relacionada a uma ação. No presente trabalho, analisamos a autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, ou seja, as crenças dos estudantes sobre a própria capacidade de ter um bom desempenho nas atividades que relacionam o aprendizado de física e o trabalho de forma colaborativa com seus colegas. Para cada um desses dois eixos, diversas ações específicas foram abordadas no questionário de crenças de autoeficácia (disponível no Apêndice B) que aplicamos ao final do estudo. Nesse questionário, os estudantes colocavam um valor de 0 a 100 para cada

afirmativa, considerando como se sentiam antes e depois da disciplina. O objetivo era constatar a existência, ou não, de uma variação das crenças.

O questionário é composto por 15 questões, sendo oito relacionadas ao aprendizado de física e sete ao trabalho colaborativo. Dentre as afirmativas envolvendo a autoeficácia em aprender física, algumas estão relacionadas às crenças na capacidade do sujeito de aprender conceitualmente física e outras à capacidade de desenvolver procedimentos referentes a resolução de problemas; no eixo de trabalho colaborativo, as afirmativas envolvem algumas ações importantes para o convívio em grupo, como ouvir a opinião dos colegas e ser flexível diante de conflitos e discussões.

Na entrevista, pedimos que os alunos contassem um pouco sobre as suas experiências em grupo e com o método de ensino e mostramos as pontuações que eles se atribuíram para cada afirmativa do questionário, indagando-os sobre os possíveis fatores e/ou situações que contribuíram para a mudança. Foram entrevistados 15 alunos, número que consideramos uma amostra representativa da turma. Dentre esses, estão, pelo menos, dois alunos de cada grupo, alunos que demonstraram, ao longo das atividades, facilidades e, outros, dificuldades nos testes e tarefas, assim como estudantes com opiniões positivas e, negativas quanto ao método de ensino. Nessa amostra, também estão alunos que tiveram grande variação e outros com pouca variação na autoeficácia.

Tanto a entrevista quanto o questionário foram planejados para serem aplicados apenas ao final do estudo (na última semana de aula). Como algumas afirmativas requeriam o julgamento dos alunos em realizar ações que não estavam acostumados, seguimos as orientações de Pajares e Olaz (2008), que dizem que não faz sentido avaliar a autoeficácia em ações desconhecidas. Por isso, se aplicássemos o questionário antes das atividades começarem, as ações ainda seriam obscuras e poderíamos ter resultados pouco precisos sobre o julgamento de eficácia pessoal dos sujeitos.

Para avaliar a ocorrência, nos argumentos dos alunos, das principais fontes de autoeficácia propostas por Bandura (1997) e discutidas no Capítulo 3, nos orientamos no guia para identificar fontes de autoeficácia desenvolvido por Brand e Wilkins (2007). Uma adaptação desse guia, em que especificamos para cada fonte de autoeficácia a descrição de Brand e Wilkins (ibid.) e inserimos o que consideramos como evidência de fonte de autoeficácia, é apresentada no Quadro 5. A análise é discutida nas subseções seguintes.

Constatamos um aumento no senso de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente em praticamente todos os estudantes que se mantiveram na disciplina até o final, e identificamos alguns fatores que modificaram essas crenças de autoeficácia dos sujeitos. Em relação a aprender física, foram identificadas as seguintes evidências de fontes de autoeficácia: resolução de problemas de aplicação contextualizada, resolução de questões conceituais e estudo prévio orientado (experiências positivas); interação com a equipe (experiências vicárias); incentivo docente, foco conceitual e estrutura das aulas (persuasão social); formas de avaliação (redução de estresse). Sobre as evidências de fontes de autoeficácia em trabalhar colaborativamente, percebemos as seguintes: entendimento de conceitos e sucesso em convencer os colegas (experiências positivas); interação prolongada, prática de trabalho em equipe e percepção de erro (experiências vicárias); interação prolongada com a equipe e prática de trabalho em equipe (redução de estresse).

Quadro 5 - Guia para identificar o surgimento de crenças de autoeficácia (baseado no guia desenvolvido por Brand e Wilkins, 2007).

Fonte de autoeficácia	Descrição
Experiências positivas	São experiências pessoais de sucesso, vivenciadas pelos estudantes através de participação ativa. Esse sucesso não se refere a resultados comumente ou facilmente atingíveis, mas a conquistas adquiridas através de um real envolvimento e, até mesmo, superando dificuldades.  Declarações dos estudantes relacionadas às experiências pessoais em atividades específicas da disciplina (e.g. resolução de problemas, leitura do livro etc.) fazem parte dessa categoria.
Experiências vicárias	São experiências nas quais o indivíduo se inspira pelo sucesso de outra pessoa, que ele identifica como semelhante.  Afirmações dos alunos que ressaltam a importância das experiências em grupo, como as discussões, são agrupadas nessa categoria.
Persuasão social	É caracterizada pelo incentivo e apoio, que pode ocorrer através de expressões verbais e não verbais (e.g. o discurso e o comportamento do professor) e apoio do ambiente (e.g. estrutura e “clima” da sala de aula e estrutura do método de ensino empregado).  Declarações dos alunos que indicam um sentimento positivo em relação à estrutura do método, ao “clima” e relações interpessoais em sala de aula e a pronunciamentos do professor são colocadas nessa categoria.
Redução de estresse	É caracterizada pela redução ou eliminação de obstáculos emocionais que poderiam ser percebidos como incapacidade de realização de uma ação.  Argumentos relacionados à redução de ansiedade ou medo oriundos do método de ensino ou experiências passadas são inseridos nessa categoria.

### 5.3.1 Crenças de autoeficácia em aprender física

Na análise quantitativa das respostas relativas às crenças de autoeficácia em aprender física<sup>29</sup> fizemos a média das pontuações atribuídas a cada afirmativa, antes e depois das aulas, as quais apresentamos na Figura 22 para cada um dos 27 alunos que responderam ao questionário. Podemos notar que todos os alunos aumentaram a percepção de autoeficácia em aprender física, com exceção do Aluno 15, que manteve a sua crença. Nenhum estudante apresentou uma redução da autoeficácia nesse eixo de análise.

Sabendo do aumento no senso de eficácia pessoal em aprender física, buscamos averiguar, através de entrevista, fatores e/ou situações que as originaram. Para a análise, compilamos as transcrições das respostas dos alunos e as categorizamos, em um processo de desagrupamento, segundo as quatro fontes de autoeficácia expostas por Bandura e descritas anteriormente: experiências positivas, experiências vicárias, persuasão social e redução de estresse. Em seguida reagrupamos as respostas semelhantes para identificar os fatores provenientes das atividades de

<sup>29</sup> Foram analisadas as afirmativas 8 e 10 a 16 do questionário sobre o TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente (Apêndice B).

ensino desenvolvidas que contribuíram para a ascensão da autoeficácia. Em seguida, apresentamos as interpretações dos dados reagrupados.

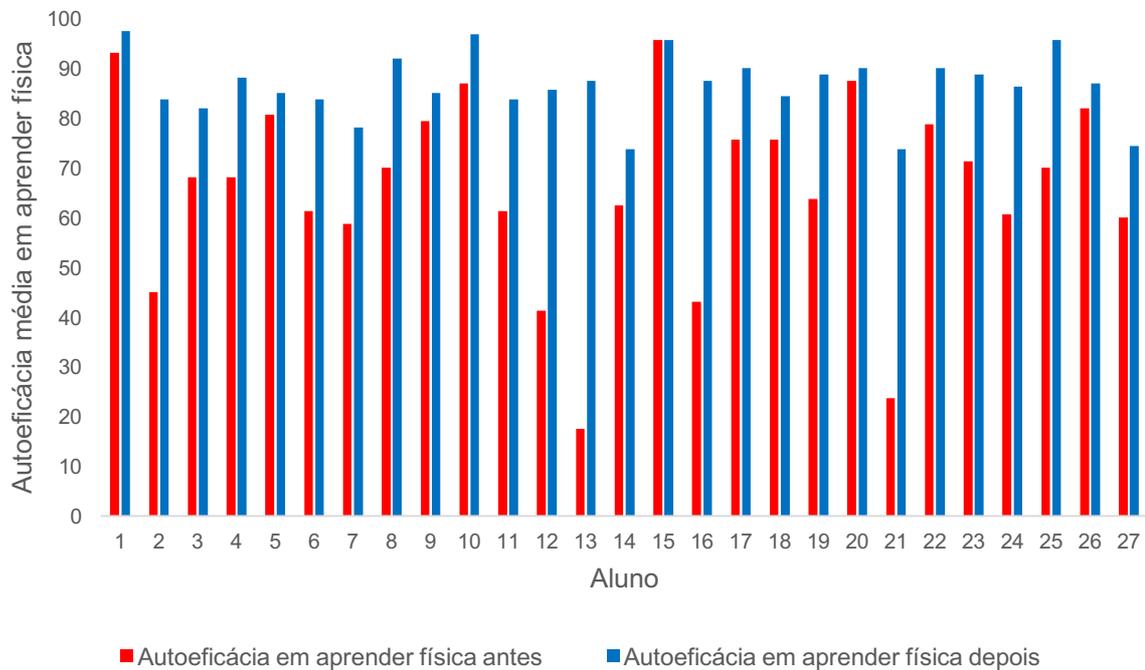


Figura 22 - Autoeficácia média em aprender física para cada um dos alunos. (Fonte: o autor)

Como mostraremos em seguida, identificamos que a principal influência para a origem das crenças de autoeficácia em aprender física foi proveniente das experiências positivas, as quais foram mencionadas por 12 dos 15 alunos, seguida da persuasão social, mencionada por oito alunos. Nos argumentos dos estudantes foram destacados com menor recorrência as experiências vicárias (apontada por seis alunos) e a redução de estresse (destacada por apenas dois alunos). Esse resultado é similar ao de Brand e Wilkins (2007), que identificaram a ascensão de crenças de autoeficácia para ensinar ciências em professores que participaram de uma disciplina onde eles se engajavam ativamente nas atividades.

### *Experiências positivas*

A principal fonte de autoeficácia em aprender física, as experiências positivas, foram identificadas no estudo que fizemos através das seguintes atividades: (i) resolução de problemas de aplicação contextualizados; (ii) resolução de questões conceituais e (iii) estudo prévio orientado.

#### (i) Resolução de problemas de aplicação contextualizados

Quando indagados sobre os motivos que os levaram a aumentar seus sentidos autoeficácia em aprender física, seis do total de 15 entrevistados mencionaram as atividades da fase de aplicação do TBL, que, em nosso estudo, se trataram de resolução de problemas contextualizados,

com aplicações para a Engenharia, Biologia e pesquisa em Física, por exemplo. Esses problemas, por serem diferentes daqueles que os alunos estão acostumados e, inclusive, com um nível de dificuldade maior, proporcionaram desafios, que, mediante o sucesso em sua resolução, suscitaram experiências positivas e um possível elemento do método capaz de modificar a crença de autoeficácia em aprender física do sujeito. A seguir expomos transcrições de fragmentos das entrevistas em que alguns alunos citam as atividades de resolução de problemas como experiências que modificaram suas crenças de autoeficácia em aprender física.

*Vocês trouxeram bastante situações com aplicações reais. Tinham aquelas tarefas: aplicação na engenharia, enfim, em diversas áreas. Uma hora era no nível de uma molécula, uma hora era uma situação diferente que tinha que achar uma fissura [curto circuito] num fio, uma coisa mais macroscópica. Acho que teve bastante variação nesse tipo, o negócio do olho achei interessante. Acho que foi trazido várias situações em que a gente abordava o eletromagnetismo e eu gostei, por isso botei um aumento [no nível de autoeficácia em aprender física]. Até porque não tinha muito isso nas outras disciplinas, era um negócio mais: calcule isso e aquilo. Não tinha muita conceitualização. (Aluno 9 – Grupo 2)*

*A gente desde o primeiro semestre acaba se acostumando com os exemplos muito estranhos do Halliday, com coisas que não são plausíveis e desconsiderando tudo. Aí a gente perde essa conexão do que é a coisa de verdade. Então, quando aquela aula que era para a gente ver se aquela barra era possível. Que tinha um sistema que era uma rampa com duas espiras e uma barra. Era para frear ela. E a gente colocou um campo magnético de 10 T. (Aluno 10 – Grupo 3)*

*Na disciplina a gente sempre avaliou bastante o quanto que um resultado era razoável ou não. Isso a gente fez principalmente naqueles problemas que a gente tinha que escrever no quadrinho branco. A gente comparava um resultado com o outro e via se era razoável aquele resultado. (Aluno 23 – Grupo 6)*

## (ii) Resolução de questões conceituais

Em outras citações, a resolução de questões conceituais apareceu como uma experiência positiva para cinco alunos. Assim como os problemas contextualizados, as questões conceituais não faziam parte do cotidiano da maioria dos alunos. Eles estavam acostumados a resolver exercícios tradicionais com alta ênfase matemática, deixando o pensamento físico de lado, o que acarretava em uma baixa confiança na própria capacidade de entender conceitos de física, interpretar problemas, avaliar a plausibilidade física, entre outros fatores que influenciam o ato de aprender física.

*Isso não tinha em nenhuma outra disciplina, resolver questões conceituais não aconteceu nenhuma vez, era sempre exercício. Então, não que eu ache que eu não seria capaz de resolver as questões conceituais porque eu fazia no livro, eu gostava de resolver as questões conceituais do livro porque o meu foco também sempre foi aprender o conceito. Mas fazendo e resolvendo elas na prova e nas Tarefas de Leitura... aí eu acho que trabalhando isso eu aumentei bastante a capacidade. (Aluno 9 – Grupo 2)*

*Tu tinha que saber resolver um cálculo, mas também tinha que saber resolver conceitualmente [o aluno estava se referindo às aulas]. Pegar os conceitos e trabalhar com eles de forma que tu chegasse na resposta. Isso também é uma coisa que tu muito pouco trabalha em outras cadeiras. Eu estava agora ajudando o meu irmão que tá fazendo Física I C, uma questão de movimento angular que solta o laser com uma luz, aí tem que calcular o tempo. A primeira coisa que eu pensava era o que aquilo significava, antes de calcular qualquer coisa, até porque tu até acha o melhor jeito de calcular a coisa. Isso é uma coisa que mudou bastante. (Aluno 13 – Grupo 3)*

*Essa [capacidade de resolver questões conceituais] é importante porque o Halliday não tem questões conceituais. Muito pouco, são testes e são fáceis. Eu nunca resolvia questões conceituais, no geral era exercício mesmo. Acho que por isso que evolui, tu consegue pensar mais em conceitos. (Aluno 17 – Grupo 4)*

### (iii) Estudo prévio orientado

Praticamente todos os professores, quando usam métodos tradicionais de ensino, recomendam aos alunos que leiam o livro texto, no entanto, poucos alunos o fazem. A diferença é que no TBL, e também no JiTT, a leitura é orientada, ou seja, o professor indica um trecho curto e específico do livro para ser lido. Além disso, as Tarefas de Leitura contribuem para orientar a atividade do aluno e o faz pensar sobre o que está lendo. Finalmente, a retomada dessas dúvidas em aula, valoriza o aluno (MAZUR, 1997) e dá margem para que as suas dúvidas sejam dirimidas. Constatamos que essa abordagem pode, em certa medida, alterar as crenças de autoeficácia em aprender física dos alunos, como podemos notar nos depoimentos seguintes. Ao todo, três estudantes apresentaram argumentos que sustentam a ideia de que o Estudo prévio é capaz de propiciar experiências positivas que modifiquem o senso de autoeficácia em aprender física.

*Aprender a se perguntar. Aprender a te perguntar, escrever a tua dúvida. Várias vezes eu vi que isso funciona. Então, eu percebi que essa dinâmica do professor é aprender a estudar. Eu sozinha já estava tentando trabalhar isso, aí encontro o professor nesse semestre que está fazendo exatamente esse trabalho. Nossa, para mim, deu um efeito muito bom. [...] Eu tinha muita dificuldade, já hoje eu consigo. Às vezes eu pego o livro do Halliday para ler, às vezes aquela informação não entra direito, e eu “pera aí!”. Às vezes eu fico 1 minuto parada em uma frase, aí “ah tá!”. Antes eu não tinha essa capacidade, então eu melhorei bastante isso de aprender. (Aluno 24 – Grupo 4)*

*O fato de a gente ter que ler o livro com cuidado para poder ir para frente, acho que é um fator bem importante. (Aluno 5 – Grupo 5)*

### *Experiências vicárias*

O TBL incentiva um alto nível de interação entre os colegas, o que acarreta em experiências vicárias, outra importante fonte de autoeficácia. No caso da autoeficácia em aprender física, a interação com a equipe, segundo os alunos, contribui para as crenças na capacidade de resolver questões conceituais, problemas, etc.

## (i) Interação com a equipe

O Aluno 1, antes da disciplina, dava grande importância para a matemática dos problemas e, ao ver seus colegas debatendo aspectos físicos, os quais ele não dominava, mudou a sua autoeficácia. Ele acredita que desenvolveu habilidades na equipe que não teria desenvolvido sozinho. O Aluno 4 argumenta que resolver as questões em equipe na sala de aula ajuda a conseguir resolver sozinho em um momento posterior. Esses e outros exemplos são transcritos (da entrevista) a seguir.

[O aluno estava falando sobre as crenças em resolver questões conceituais e avaliar a plausibilidade física de problemas de física] *Houve um aumento de 15 pontos porque antes eu me focava muito na matemática do problema, eu sempre achava muito bonita a matemática dos problemas. Então, eu pegava um problema e resolvia, na matemática, está aqui o resultado, acertei, beleza. Aí eu comecei a ver, na cadeira, que eu não parava para pensar muito na física do problema. Por exemplo, se tu pegasse um problema e resolvesse matematicamente, aí depois uma pessoa te perguntasse “tá, mas por que isso aqui, isso aqui?”. Eu sabia explicar boa parte, mas tinham algumas coisas que “tá, mas por que ele fez isso aqui?”. E eu “poxa, não sei, não sei explicar o porquê.”. Porque eu nunca tinha parado para pensar naquele detalhe da física do problema. A matemática eu sabia explicar porque eu tinha feito a conta, eu acertei o problema e tudo, mas eu não parava para pensar sobre a física. Agora, com o grupo, que eu era obrigado, mas eu também queria explicar para as pessoas o que que era o problema e como funcionava, me forçou, de certa forma, a pensar mais sobre aquilo, principalmente porque o [nome do Aluno 12], o [nome do Aluno 27], a [nome do Aluno 21] e o [nome do Aluno 14] sempre tinham dúvidas sobre a física. Eles sempre pensavam em termos de física, porque geralmente quando a pessoa não se familiariza muito com a matemática ela procura se familiarizar com outra coisa, no caso deles, era a física. Eles paravam e tentavam entender o conceito daquilo. Então, isso fazia com que eles fizessem perguntas para mim que muitas vezes requeriam um conhecimento conceitual meu muito maior do que eu tinha. Isso, ao longo do nosso curso, das discussões que eu tive com eles, me fez progredir muito. Me fez progredir para poder tentar pensar sobre a física do problema para poder explicar para eles.*

*Eu desenvolvi isso [a capacidade de avaliar a plausibilidade física de um problema] graças ao grupo. Por isso que eu digo, o grupo foi essencial para mim, foi muito importante. Desenvolvi tudo isso graças às nossas discussões porque se não tivesse tido isso, eu teria aprendido Física III, eu saberia o conteúdo que eu sei hoje, mas eu não teria desenvolvido essas habilidades que eu percebi que poderia desenvolver em grupo. (Aluno 1 – Grupo 1)*

*Mais para o meio do semestre os debates eram bem interessantes. Até porque a gente não tinha nenhuma base, aí surgiam muito mais dúvidas. [...] o grupo ajuda bastante. Fazer as questões em grupo ajudava bastante para chegar em casa e saber fazer depois. (Aluno 4 – Grupo 2)*

*Nesse semestre, justamente porque a gente fez aquelas RPs eu fiquei bem mais metódico na minha resolução. [...] isso foi um amadurecimento pessoal meu que está aflorando agora. [...] eu botei 80 porque eu já resolvia bem, mas agora estou resolvendo melhor. [...] acho que o trabalho em grupo ajudou também. (Aluno 5 – Grupo 6)*

[O aluno estava falando sobre a crença em interpretar problemas de física] *Isso melhorou por causa do grupo. Muitas vezes tu olha um problema e é aquela coisa, tu tem uma experiência e as outras pessoas tem outra experiência. Então tu olha um problema da forma que tu olha e é difícil tu achar uma pessoa que pense naquele problema da forma que tu pensou. Então, quando eu estava olhando, eu pensava de uma forma, mas aquela forma não ia para frente. O Aluno 13 pensava de outra forma e também não ia para frente. O Aluno 20 pensava de outra e também não ia para frente. Aí a gente acabava pensando junto e misturando o que não batia das nossas e acaba chegando numa coisa que a gente não tinha pensado. Conhecer o que os outros pensam faz aumentar o que tu consegue pensar em alguma coisa. (Aluno10 – Grupo 3)*

### *Persuasão Social*

Uma das fontes de autoeficácia que se fez mais presente nos depoimentos dos alunos foi a persuasão social. Os estudantes se sentiram mais capazes em realizar as ações que integram o eixo de autoeficácia em aprender física, pois se sentiram motivados pelo (i) incentivo docente e (ii) foco conceitual e estrutura da disciplina. Aspectos verbais e não verbais, como os discursos proferidos pelo docente e a estrutura que compõe o método, como a ênfase conceitual dada, pareceram ter aumentado a percepção de autoeficácia dos alunos.

#### (i) Incentivo docente

Desde o início do semestre, destacamos aos alunos a importância da física conceitual, de entender o fenômeno físico. O professor, em seu discurso, sempre alertava os alunos dessa importância, e motivava-os a fazer perguntas nas Tarefas de Leitura que instigassem esse tipo de conhecimento. Durante as resoluções de problemas da fase de aplicação, o professor questionava os alunos sobre a descrição física dos fenômenos que envolviam os problemas e sobre a plausibilidade física dos resultados matemáticos. Essa postura que esteve presente durante todo o semestre, motivou os alunos e criou um ambiente que fez com que se sentissem capazes de desenvolver as ações necessárias para resolver problemas de física, questões conceituais etc. Abaixo são transcritos alguns trechos das entrevistas.

*Uma coisa que eu acho muito importante em todos os professores é a paixão pelo conteúdo. Então, acho que uma coisa muito importante também, tanto para o meu progresso no conhecimento do conteúdo, quanto na minha decisão de mudar de área na pesquisa, foi também, graças a paixão que vocês tinham em dar aula. [...] Foi uma coisa essencial, além do grupo, a questão do professor, porque me ajudou muito a me sentir inspirado porque eu acho que todo mundo que tem alguma dificuldade, alguma coisa, precisa de uma certa inspiração e essa inspiração pode vir de diversas formas. Pode vir de alguma coisa que tu vê na televisão, pode vir de alguma coisa que tu lê, ou pode vir de um professor. (Aluno 1 – Grupo 1)*

[O aluno estava falando sobre a sua crença em aprender física conceitual] *Eu acho que eu já tinha capacidade de aprender, mas eu coloquei um acréscimo porque a maneira como o [nome do professor] dá aula e como ele explica as coisas, me influenciou em como eu lia a tarefa depois. O que*

*eu procurava de informação ali que passou a ser um pouco diferente, porque ele me instigou um pouco mais de interesse em física pela maneira como ele deu aula. Eu botei um acréscimo basicamente por conta dele porque eu achei ele um ótimo professor e achei que com certeza foi uma espécie de inspiração até porque aqui na Física eu não encontrei muitos professores que eu me inspirei. (Aluno 9 – Grupo 2)*

*Uma coisa que falta muito para alunos de começo de curso, principalmente os que não tenham pego bolsa ou que não tenham um professor tutor, é realmente isso, é um jeito de enxergar as coisas, não o jeito certo, mas ter alguém que te dê uma forma ou um olhar diferente sobre as coisas. Por exemplo, o [nome do professor], ele dizia muito isso: “tem que entender essa coisa conceitual”. E ele não ficava satisfeito enquanto tu não entendia sabe. [...] isso é uma coisa que pesou muito. Antes não tinha essa coisa de entender o conceito de física, era mais tu vê a aula e joga na prova. Ele sempre perguntou: “qual o significado físico dessa equação?”. Esse tipo de coisa melhorou muito. (Aluno 13 – Grupo 3)*

Como mencionamos na seção anterior, os alunos gostaram muito do professor, o qual foi responsável por parte das atitudes positivas apresentadas pelos estudantes.

#### (ii) Foco conceitual e estrutura das aulas

O foco conceitual e a estrutura das aulas, dois elementos correlacionados, foram mencionados por seis alunos como responsáveis pelo aumento de seus sentidos de autoeficácia em aprender física. O Aluno 27 atribuiu o seu aumento no senso de autoeficácia a abordagem conceitual da disciplina; o Aluno 10, às aplicações práticas, tanto as explicações do professor, quanto os problemas que eram apresentados. Já o Aluno 13 atribuiu ao incentivo em ler o livro, o que é mais um aspecto estrutural do método de ensino.

*Essa disciplina foi mais conceitual. [...] Por exemplo, em nenhuma outra disciplina a gente teve tanto comentário da conservação de energia. (Aluno 27 – Grupo 1)*

*Foi bom que o [nome do professor] sempre falou como que as coisas aconteciam e que é só porque elas aconteciam, não era porque tinha alguma coisa por trás, elas são assim porque são assim. E tentar entender como as coisas funcionam e onde a gente pode usar elas. Antes não teve muito isso, muito pouca aplicação prática. [...] Esse método focou mais em a gente entender o fenômeno do que tentar quantificar ele. (Aluno 10 – Grupo 3)*

*O incentivo de buscar a base, o livro. [...] Cada nova área, esse incentivo de ver a base, ou seja, não há o que tu tenha que aprender, simplesmente a base daquilo no material de apoio. Isso é uma coisa que não tem em outras disciplinas. (Aluno 13 – Grupo 3)*

### Redução do estresse

Alguns alunos podem se sentir mal diante da pressão advinda das atividades acadêmicas, fazendo com que eles se sintam incapazes de realizar ações específicas, para as quais dispõem de todas as habilidades necessárias. A redução do estresse, seja ansiedade ou medo, pode aumentar a autoeficácia do sujeito, devido às formas de avaliação utilizadas no método.

### Formas de avaliação

Identificamos, como possíveis aspectos associados ao método de ensino e que foram capazes de alterar a autoeficácia em aprender física, as formas de avaliação. A avaliação era diversificada, sendo parte destinada aos testes (60%) e o restante distribuído entre resolução de problemas e questões conceituais, Tarefas de Leitura e avaliação entre os colegas. Além disso, nas avaliações, os alunos eram incentivados a escrever o que sabiam, independente de estar certo ou errado. A tentativa e o engajamento nas tarefas eram valorizados. Dois alunos demonstraram em seus argumentos terem aumentado as suas percepções de eficácia pessoal devido às formas de avaliação. Cabe ressaltar que, na seção anterior, vimos que um aluno demonstrou não ser favorável à avaliação diversificada, o que não indica uma diminuição das crenças de autoeficácia em aprender física desse aluno, mas, provavelmente, ele não teve alteração em suas crenças de autoeficácia devido à redução de estresse. Como ressaltamos nos Capítulos 2 e 3, a forma como o indivíduo interpreta os eventos externos é que interfere em suas crenças de autoeficácia.

O peso da avaliação não estar pautado totalmente nas provas fez com que o Aluno 12 tivesse uma redução do estresse.

*Eu por exemplo, nas provas tem coisas que eu errei que é... se eu olho agora eu “puxa, isso aqui né?”. Mas é porque eu fico nervoso não é porque eu não saiba. Eu gosto desse método de avaliação porque tu não avalia só a prova em si. Se fosse pela prova eu estaria quase rodado. Isso [a prova] dá uma insegurança muito grande, ainda tem uma pressão de que tem que ficar com a média 6, mas é muito menor do que quase rodado. Aí mostra que está dando efeito: “olha aqui, como estou indo nas atividades, como que fiz. O gabarito está ali, então é assim, assim, assado.”. Isso é uma boa maneira de avaliar e por mim deveria ter em todas as cadeiras da faculdade da Física. (Aluno 12 – Grupo 1)*

Nas TLs, por exemplo, os alunos não eram avaliados por respostas certas ou erradas, mas pelo engajamento na atividade. Ou seja, aquele aluno que mostrou ter lido o material e tentado, efetivamente, resolver as questões, recebeu a nota máxima, mesmo que a resposta estivesse errada sob o ponto de vista de física. Com isso, o aluno era estimulado a escrever o que pensava e a não ter medo de errar. À crítica de alguns alunos, certos colegas expuseram dúvidas que poderiam ser facilmente sanadas relendo o livro-texto, somente para obter a nota referente à TL. O que acreditamos ter ocorrido com pouca frequência e se constituir em um problema pequeno frente ao benefício propiciado pela TL de incentivar o aluno a escrever e perguntar o que pensa. Esse incentivo a escrever o que entendia também ocorria nas provas, onde havia questões do tipo: “Escreva a Lei

de Gauss na sua forma integral, interprete-a fisicamente e fale sobre ela, isto é, diga tudo o que puder sobre essa lei mostrando evidências que a compreendeu. Exemplifique sua explicação, discuta o seu significado físico, faça uso de desenhos ou diagramas se necessário.”. Nesse tipo de questão o aluno sentia-se livre para escrever tudo o que soubesse e considerasse relevante, não ficando preso a um raciocínio único. A redução de estresse causada por esse tipo de atividade é evidenciada na resposta do Aluno 27.

*Acho que ela [a disciplina] te encorajou a não ter medo de tentar fazer um exercício. De tu tentar pensar o que tu quiser, pensa o que tu conseguir, escreve o que tu conseguir, mesmo que tu não consiga fazer o cálculo, bota na prova o que tu pensou. (Aluno 27 – Grupo 1)*

As experiências positivas atribuídas às atividades desenvolvidas no semestre do estudo exploratório mostraram que é importante, para as crenças de autoeficácia dos estudantes, que sejam realizadas atividades diferenciadas do método tradicional. A ênfase em exercícios matemáticos pode ser substituída, em parte pelo menos, por questões conceituais e problemas de aplicação contextualizados; o professor pode, para auxiliar nos estudos dos alunos, orientar leituras do livro texto, bem como propor questões que façam os alunos pensar sobre a leitura realizada.

Além disso, as atividades em equipe geraram experiências vicárias capazes de aumentar a autoeficácia em aprender física dos sujeitos. A motivação do professor e a estrutura do método de ensino motivaram os alunos a aprender, consistindo em uma importante fonte de autoeficácia, a persuasão social. Por fim, a forma de avaliação reduziu o estresse, gerando um conforto capaz de aumentar a autoeficácia e, conseqüentemente, tirar o melhor proveito do tempo em sala de aula.

### **5.3.2 Crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente**

Analisando o questionário sobre autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, apresentamos na Figura 23 a média das pontuações atribuídas a cada afirmativa que envolve autoeficácia em trabalhar colaborativamente<sup>30</sup>, antes e depois das aulas. Com exceção do Aluno 24, os estudantes apresentaram uma melhora na autoeficácia média em trabalhar colaborativamente. O Aluno 24, em entrevista, argumentou que os colegas não tinham muito paciência em ajudar e que se sentia um pouco mal por não conseguir muitas vezes contribuir com as discussões. O caso do Aluno 24 foi um caso isolado, mas serve para chamar a atenção de que, independentemente do método de ensino empregado, as pessoas são afetadas diferentemente por situações semelhantes, como argumentado, por exemplo, por Swatelle, Brewe e Kramer (2012).

Assim como analisamos a autoeficácia em aprender física, buscamos evidências, através de entrevista, de fatores e/ou situações que contribuíram para a ascensão de crenças no trabalho colaborativo. Analogamente à análise anterior, compilamos as transcrições das respostas dos alunos e as categorizamos, em um processo de desagrupamento, segundo o guia de análise do Quadro 5. Em seguida reagrupamos as respostas semelhantes para identificar os fatores, ligados ao método de

<sup>30</sup> Foram analisadas as afirmativas 9 e 17 a 22 do questionário sobre o TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente (Apêndice B).

ensino, que possivelmente auxiliaram para modificar as crenças de autoeficácia em trabalho colaborativo dos alunos. Em seguida apresentamos a interpretação dos dados reagrupados e a conclusão da análise.

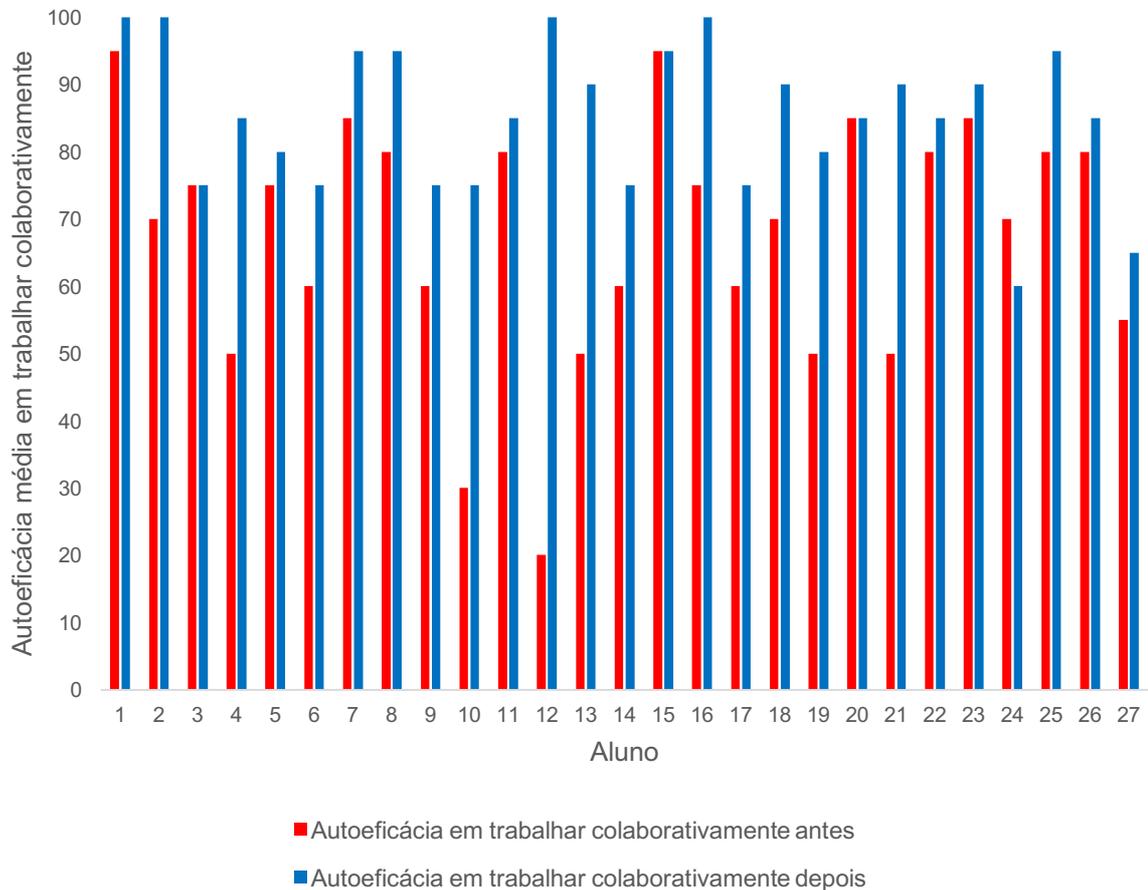


Figura 23 - Autoeficácia média em trabalhar colaborativamente para cada um dos alunos antes e depois da disciplina aqui estudada. (Fonte: o autor)

Identificamos que a principal influência para a origem das crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente é devida às experiências vicárias, as quais foram identificadas nos argumentos de 13 dos 15 alunos entrevistados. A segunda fonte de autoeficácia que mais influenciou a autoeficácia em trabalhar colaborativamente dos estudantes foram as experiências positivas, mencionada por oito alunos, seguida da redução de estresse, cuja recorrência foi de quatro vezes. Nenhum aluno mencionou a persuasão como fator de destaque no aumento das crenças na capacidade de trabalhar colaborativamente. As experiências vicárias assumirem uma posição de destaque é coerente com o eixo de análise, já que essas experiências, no caso das atividades com o TBL, surgem da interação entre os colegas.

Em seguida mostramos e discutimos as categorias encontradas no processo de reagrupamento.

### Experiência positivas

As experiências positivas foram identificadas no estudo que fizemos através dos seguintes aspectos: (i) entendimento dos conceitos e (ii) sucesso em convencer os colegas.

#### (i) Entendimento dos conceitos

O sucesso na experiência de entender os conceitos, segundo os alunos, fez com que eles se sentissem mais capazes de explicar questões conceituais e problemas para seus colegas, o que denota a importância da Fase de Preparação, onde os conceitos são estudados. É intrínseco ao TBL que não adianta fazer com que os alunos discutam se eles ainda não pensaram sobre o tópico em questão, por isso, nas Tarefas de Preparação que os alunos respondiam primeiramente de maneira individual, eles tinham que justificar as suas respostas, assim, já iam para os seus grupos, para a resolução da Tarefa de Preparação em equipe, com um raciocínio desenvolvido, mesmo que errado, o que facilitava as discussões.

*Acho que teve um aumento porque os conceitos ficaram muito bem explicados para mim. Por exemplo, quando a gente lê, a gente constrói um negócio na nossa cabeça que tu remonta ali sobre aquele fenômeno, só que como ficou bem explicado e a gente tinha que destrinchar bem o livro e tinham as aulas do [nome do professor] que eram muito boas, tinha a seção de dúvidas e eram umas dúvidas interessantes, meio que vai incrementando nesse teu conceito. Você pode pensar em energia assim, mas aí o [nome do professor] vai lá e apresenta um outro jeito de pensar sobre isso. Meio que pela aula. É realmente por eu ter aprendido os conceitos melhor e de formas diferentes, ter formas diferentes de pensar, acho que eu conseguiria explicar melhor para uma pessoa, do que eu conseguia antes. (Aluno 15 – Grupo 5)*

*A partir do momento que tu para de só fazer e tu começa a pensar no que tu está fazendo, fica muito mais simples tu explicar o que tu fez. Como no início a gente só fazia. Eu só fazia. Eu achava o resultado e não sabia porque eu tinha feito aquilo. Usei essa fórmula, mas não sei porquê. Usei essa fórmula porque me dá o resultado que eu quero. No final tu já sabia, porque a Lei de Gauss aqui tu vê que é uma carga, é simétrica e tu vai botar esse tipo de superfície porque vai ser simétrica, aí tu vai calcular toda área, porque tu não quer só uma parte, tu quer todo o fluxo. Tu já sabe porque tu fez uma coisa. (Aluno 4 – Grupo 2)*

#### (ii) Sucesso em convencer os colegas.

Na medida em que os alunos iam acumulando experiências de sucesso em convencer seus colegas do seu raciocínio, sua autoeficácia aumentava. O Aluno 9 argumentou que tinha dificuldade em convencer os colegas e, inclusive, havia falhado algumas vezes, mas em outras tentativas obteve sucesso. É importante que sejam dadas várias oportunidades para que os alunos tenham a chance de experimentar o sucesso.

*Eu tentava chegar no final e ia explicando para eles, talvez não em um linguajar tão conceitual, tão elevado, não conseguia explicar tão teoricamente direitinho, mas eu conseguia. Eu comecei a convencer mais eles das minhas respostas. Eles conseguiam entender mais claramente o que eu explicava e começava a fazer mais sentido para eles. Acho que eu me percebi aumentando um pouco, não foi tanto, mas acho que foi melhor. (Aluno 21 – Grupo 1)*

*Eu acho que eu sou ruim nisso [em explicar conceitos de física para os colegas de forma que eles entendam], eu não sou uma pessoa muito extrovertida, não sou de falar muito. Como eu te disse, eu falhei até no grupo em tentar convencer eles, mas eu não sei se algo próprio meu ou se eu não sou tão ruim quando eu acho. Eu achei de qualquer modo que eu melhorei porque eu fui um pouco forçado a fazer isso e várias vezes eu consegui convencer eles, então, de algum modo eu fui eficaz em algumas vezes em explicar os conceitos que eu entendia, então acho que houve melhora. [...] Muitas vezes deu certo e eles entenderam o que eu expliquei. Houve melhora. (Aluno 9 – Grupo 2)*

### *Experiências vicárias*

A principal fonte de autoeficácia em trabalhar colaborativamente, as experiências vicárias, foram identificadas no estudo que fizemos através das seguintes atividades: (i) interação prolongada com a equipe; (ii) prática de trabalho em equipe e (iii) percepção de erro.

#### *(i) Interação prolongada com a equipe*

Na análise feita para responder a primeira questão de pesquisa, e pela literatura do TBL, verificamos que o tempo de interação é importante para a formação de equipes de aprendizagem. Além disso, verificamos que a interação prolongada com a equipe pode modificar as crenças dos alunos em aspectos ligados ao trabalho colaborativo, como contribuir positivamente para as discussões, explicar, etc. Sete alunos mencionaram esse aspecto como importante para a mudança em suas crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente. A seguir são transcritos, das entrevistas, alguns exemplos.

*Foi a questão da adaptação no grupo que me fez melhorar porque no início eu não conhecia direito as pessoas e eu não sabia qual era a particularidade de cada um para aprender. Então, ao longo do semestre eu fui vendo que cada um pensava de uma forma diferente e eu tentei aprender a forma como eles pensavam para eu poder de alguma forma ajudar. Então, isso contribuiu muito para que eu soubesse como cada um pensava em resolver um problema e eu poder seguir um raciocínio parecido com o deles para poder fazer com que eles entendessem. (Aluno 1 – Grupo 1)*

*Parece que agora a gente se entende melhor, a gente não precisa falar tanto para pessoa entender. [...] Até um pouco de não ficar com vergonha de explicar para pessoa. No início tu: “ah, não, tudo bem.”. Eu não vou apresentar meu argumento, meu argumento é muito fraco. “Eu sou muito incapaz de conseguir argumentar”. Com o tempo já ficava brincando: “olha aqui esse argumento que eu pensei, mas eu não sei acho que eu não*

*estudei muito bem essa parte.”. Aí o cara explicava. Acho que essa coisa de quebrar o gelo do grupo. (Aluno 27 – Grupo 1)*

*Acho que eu fui conhecendo melhor os meus colegas. Não sei se dá para dizer que começou a ter mais intimidade. Se não foi intimidade, foi algo nesse sentido que começou a gente se sentir mais livre dentro do grupo para falar, inclusive “abobrinha”, piada. Acho que a conversa vai acontecendo mais naturalmente no grupo ao longo do semestre. (Aluno 2 – Grupo 2)*

*Tu vai criando intimidade aí fica mais fácil de pedir ajuda e dar ajuda, de dizer que tu não entendeu. (Aluno 13 – Grupo 3)*

## (ii) Prática de trabalho em equipe

Evidentemente, o simples ato de trabalhar em equipe, ter o contato com diferentes visões, conhecer os colegas, enfim, ter experiências de interação, possivelmente, faz com que as crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente aumentem. Esse aspecto foi mencionado por três dos 15 alunos entrevistados.

*Justamente ao fato de trabalhar em grupo. Eu explico de um jeito [...] sabe que quando tu explica uma coisa na tua cabeça faz sentido perfeito, para os outros não. Essa melhora foi justamente pelo fato que eu tive que praticar explicar coisas. Eu pratiquei trabalhar em equipe. Pratiquei ouvir a opinião dos outros. (Aluno 5 – Grupo 6)*

*É porque as vezes eu via, por exemplo, a [nome do Aluno 6] era bem tímida e tal. As vezes eu: “ah então o que que você acha?”. Tentava ser simpática, deixar a pessoa à vontade. Acho que como eu tive mais prática com isso, acho que eu meio que fui aprendendo a encorajar as pessoas, mas foi mais pela prática de ter tido essa experiência. Durante a experiência de ter essas atividades em grupo, com pessoas assim que eu não conhecia muito bem, eu desenvolvi um jeito de fazer as pessoas participarem mais, deixar elas mais à vontade, fazer piada, aí a pessoa se solta, participa mais. (Aluno 15 – Grupo 5)*

Apesar dos depoimentos apresentarem experiências pessoais, o que poderia nos levar a atribuir as evidências a experiências positivas, a atribuição de valor dada à atividade em grupo corresponde, segundo o nosso guia (Quadro 5), a uma evidência de experiências vicárias, mesmo que elas não sejam diretamente explicitadas pelos alunos. Nos depoimentos alocados nessa categoria, além dos sujeitos destacarem algum tipo de experiência pessoal, eles enfatizam a prática em equipe. Nesse caso, aferimos a existência de influência do comportamento dos seus colegas, mesmo que de forma implícita, à variação da percepção de eficácia pessoal em trabalhar colaborativamente.

## (iii) Percepção de erro

Um dos aspectos importantes para o trabalho colaborativo é saber ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando o sujeito julga que está certo, e alguns alunos têm dificuldades em fazer isso. O caso deles, em alguns momentos, estarem errados e os colegas mostrarem isso para eles, fez com que suas crenças de autoeficácia fossem alteradas e eles passassem a se sentir mais capazes de fazer o mesmo que os colegas fazem por eles, ouvir os seus erros e argumentar para tentar convencer o colega. Esse fator foi mencionado por cinco alunos. Para exemplificar, a seguir são expostas duas transcrições.

*Uma coisa que eu me deparei no semestre é que eu me achava muito esperto, muito acima da turma. Tirava notas boas e para mim era sempre fácil e aí no meu grupo eu me deparei e vi que a galera também é muito inteligente e tinha muita facilidade. Eu tive essa certa humildade de “tá eu não sou o mais inteligente aqui” e escutar as pessoas. Eu errei muito. Muitas vezes eu botava um “r” errado. Teve uma vez que eu resolvi em 20 segundos. Botei e fui no banheiro. “vocês já viram que eu fiz aqui?”. Aí o cara: “tá, mas por que tu fez isso?” e eu: “ah porque eu peguei o raio não sei o que..”. Aí ele pegou e disse assim: “tá, mas o que que é isso?”. Aí eu vi que tinha feito uma [besteira], botei uma coisa que não existia. Fiquei envergonhado. Acho que talvez a experiência tenha me feito melhorar, mas já é uma coisa meio natural minha. (Aluno 13 – Grupo 3)*

*Em geral era sempre eu que resolvia as questões. Quando eu comecei a errar as questões, às vezes, e o [nome do Aluno 26] e o [nome do Aluno 8] tentar me ajudar, acho que isso mudou. Percebi que é possível errar. [...] Depois que eu percebi que estava rendendo, que o grupo estava evoluindo, eu vi “é importante isso”. Eu percebi o quão importante é, em exercícios que o [nome do professor] colocava mais complicados o grupo ajudava, cada um fazia uma parte ou verificava resultados. Acho que isso é importante. (Aluno 17 – Grupo 4)*

*Redução do estresse*

Alguns alunos podem sentir-se mal diante da pressão advinda da interação social, fazendo com que se sintam incapazes de realizar ações específicas, para as quais eles têm todas as habilidades necessárias, como explicar suas ideias, contribuir para as discussões etc. A redução do estresse, seja ansiedade ou medo, pode aumentar a percepção de autoeficácia do sujeito. Muitos dos alunos que fizeram parte do estudo se consideravam introvertidos, mas, alguns deles tinham uma grande ansiedade associada ao ato de trabalhar em grupo e a (i) interação prolongada e a (ii) prática de trabalho em equipe fizeram com que essa ansiedade fosse diminuindo e que eles fossem se sentindo mais capazes de realizar as ações específicas necessárias para o bom andamento do trabalho colaborativo.

## (i) Interação prolongada

O estresse relacionado ao ato de trabalhar em equipe, muitas vezes, está associado a experiências passadas ruins, o que é comum quando os professores tentam conduzir trabalhos em grupo sem nenhuma orientação. As equipes serem fixas, como propõe o TBL, além de contribuir como uma experiência vicária, também auxilia na redução de estresse, constituindo em um importante fator para o acréscimo da autoeficácia em trabalhar colaborativamente (mencionado por dois alunos). O autor do método e outros colaboradores já apontavam que equipes fixas ampliavam as capacidades sociais e intelectuais dos sujeitos envolvidos (MICHAELSEN; SWEET, 2011; MICHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008) e, corroborando essa ideia, as equipes fixas mostraram, em nosso trabalho, importante influência nas crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente.

**Aluno 4:** *A expressão em grupo já me deixa em pânico porque a última vez que eu fiz em grupo foi terrível. Eu achei incrivelmente produtivo esse grupo em comparação com todos os outros que eu já participei.*

**Entrev.:** *o que tu achas que podes ter feito diferença?*

**Aluno 4:** *Em geral todo mundo estava esforçado para querer fazer isso. Todo mundo gosta de física, todo mundo tá cursando Física. Então, um grupo para discutir coisas de física é interessante. [...] tendo um para ajudar o outro era muito mais fácil.*

**Entrev.:** *Tu lembras algum momento em que tu viste que iria dar certo?*

**Aluno 4:** *Acho que logo que a gente começou a se entrosar melhor, já dava para ver que ia dar certo. Tá todo mundo querendo fazer, vai dar certo. Não tem um meio que dormindo, um nas costas do outro. Todo mundo tentando fazer, todo mundo tentando entender junto. (Aluno 4 – Grupo 2)*

**Entrev.:** *Tu lembras o momento que tu achaste que o trabalho em equipe poderia dar certo?*

**Aluno 25:** *Acho que conforme fui conhecendo os colegas. Não tem muita intimidade, então tu não vai querer gerar algum atrito, tu fica meio receoso. Aí depois tu vai vendo, como é a figura, vai se divertindo e já fica tranquilo. (Aluno 25 – Grupo 6)*

## (ii) prática de trabalho em equipe

Quando os alunos são colocados a enfrentar em equipe as situações nas quais ficam ansiosos, podem acabar notando que o medo pode ser superado, como foi mencionado por dois alunos. Nesse sentido, a prática em trabalhar em equipe auxilia na redução do estresse e, conseqüentemente, aumenta as crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente do estudante.

*Eu não estou muito acostumado a trabalhar em grupo. Na verdade, eu tinha até trauma em trabalhar em grupo no ensino médio porque era aquela coisa de eu vou ter que acabar fazendo tudo porque as pessoas não vão fazer as coisas e se fizer, vão fazer bem meia boca e vai copiar da internet e vai entregar. Geralmente era eu que organizava o grupo e dizia: “faz isso, tu precisa fazer isso, tu precisa fazer isso”. Eu ficava: “pô, se eu tivesse fazendo sozinho ia ser bem mais rápido”.*

*Como eu falei, eu não vim muito pronto para dizer para os colegas “tenta fazer isso aí, tenta”. Porque geralmente a pessoa já, se ela não quer tu não vai conseguir convencer ela a fazer aquilo, mas essa disciplina ajudou um pouco nisso, tu chegar e “não, busca entender. A gente tá aqui, a gente entendeu, o que que é que tu não entendeu?”. Acho que melhorou. (Aluno 27 – Grupo 1)*

*Melhorou porque eu trabalhei em equipe. Minha equipe era fácil de se trabalhar. Eu não precisei me esforçar muito porque eles realmente eram bem tranquilos. Acho que foi uma melhora porque eu não gosto de trabalhar em equipe, mas eu gostaria de gostar porque é importante. Certamente vai ser muito necessário e eu não gosto por um desconforto interno porque eu sou introvertido, mas eu preciso ficar à vontade com isso, então, eu acho bom que tenha tido isso na disciplina para desenvolver um pouco da desinibição.*

*Eu acho que trabalhar isso, me expor a essa situação com certeza ajuda bastante porque é algo que assusta, mas quando eu estou exposto não é tão assustador. Então, vai ficando menos grande esse monstro, essa fobia social. É uma coisa que eu tinha bem antes, quando eu era mais novo. Hoje eu já consigo conversar com as pessoas, mas sempre tem um desconforto. Acho que a disciplina tendo esse formato, expondo as pessoas a esse tipo de atividade, ajuda a trabalhar em grupo. E não tem muito nas outras também. (Aluno 9 – Grupo 2)*

As experiências positivas oriundas das atividades desenvolvidas com o TBL, que incrementaram a autoeficácia em trabalho colaborativo dos alunos, mostraram que é importante que o aluno entre em contato com os conceitos e estude-os antes de discutir questões conceituais e problemas com seus colegas e, enquanto as discussões ocorrem, experiências de sucesso em convencer os colegas também podem ser benéficas para as suas crenças na capacidade de trabalhar colaborativamente. Isso mostra a importância da estrutura do TBL, a qual instiga o entendimento dos conceitos e a ação de tentar convencer os colegas de suas respostas.

Equipes fixas, um dos princípios da aplicação do TBL, contribuíram tanto para experiências vicárias, pois os alunos com o tempo de interação se sentiam mais capazes de realizar as ações destinadas ao trabalho colaborativo, quanto na redução de estresse de alunos com ansiedade e/ou medo de atividades em grupo, que passaram a se sentir confortáveis à medida que iam conhecendo os seus colegas. A prática de trabalho em equipe também contribuiu para a redução de estresse e para experiências vicárias.

Por fim, a experiência vicária do sujeito de tomar consciência da possibilidade de erro através da aceitação do colega, promove o efeito de aceitação do mesmo. Ou seja, o indivíduo acredita se tornar mais capaz de ouvir a opinião dos colegas mesmo quando considera que está certo, devido aos colegas ouvirem ele quando ele achava que estava certo, mas não estava.

#### **Síntese dos resultados:**

*Como resposta parcial à questão de pesquisa, pudemos aferir que as atividades com o TBL influenciaram de maneira positiva as crenças de autoeficácia em aprender física e trabalho colaborativo dos sujeitos que compuseram o nosso estudo exploratório. A partir das quatro fontes de autoeficácia teorizadas por Albert Bandura (1994), experiências positivas, experiências vicárias,*

*persuasão social e redução de estresse. Identificamos as experiências positivas como aquelas que mais influenciaram a autoeficácia em aprender física dos estudantes e as experiências vicárias como a principal influência para a mudança na autoeficácia em trabalho colaborativo.*

*O TBL influenciou nas crenças de autoeficácia em aprender física através das experiências positivas vivenciadas pelos alunos durante algumas das atividades propostas por nossa variação do TBL, como a resolução de questões conceituais e problemas de aplicação contextualizados, e as atividades que compõem a Tarefa de Leitura. Além disso, as atividades em equipe geraram experiências vicárias capazes de aumentar a crença dos sujeitos sobre a sua própria capacidade de aprender física, assim como o incentivo docente (persuasão social) e a redução da ansiedade causada pela forma como a avaliação foi conduzida (redução de estresse).*

*Já as crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente foram afetadas pelas atividades com o TBL devido ao conhecimento prévio às discussões, ou seja, aprender antes de participar das discussões (experiências positivas) aumentou a autoeficácia para o trabalho colaborativo, assim como as experiências positivas advindas do sucesso em convencer os colegas de suas ideias. Alguns indivíduos acreditaram ter se tornado mais capazes de ouvir a opinião dos colegas mesmo quando consideravam estar (eles próprios) certos, fator essencial para o trabalho colaborativo, devido aos colegas ouvirem-nos quando eles achavam que estavam certos, mas não estavam (experiências vicárias). A interação prolongada com seus pares em equipes fixas fez com que os alunos se sentissem, com o tempo, mais capazes de trabalhar colaborativamente (experiências vicárias), bem como atuou como redutor de estresse para alguns alunos mais introvertidos.*

*Como constatamos em nossa revisão da literatura, eventos externos afetam de maneiras diferentes a autoeficácia de sujeitos distintos. O que fizemos aqui foi identificar alguns padrões, os quais nem sempre podem auxiliar na ascensão da autoeficácia. Para um melhor aprofundamento, analisamos, na seção 5.4, o caso de um aluno individualmente e propomos, na seção 5.5, novos estudos a serem conduzidos em pesquisas futuras.*

#### 5.4 SOBRE DESEMPENHO, ATITUDES E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA EM APRENDER FÍSICA E EM TRABALHAR COLABORATIVAMENTE: O ALUNO JOÃO

A fim de aprofundar nosso estudo, analisamos com maior detalhe um único aluno e triangulamos com os dados obtidos anteriormente para a turma inteira. Para isso, buscamos obter respostas às três questões de pesquisa tratadas nas três subseções anteriores (5.1, 5.2 e 5.3). A fim de preservar a identidade do sujeito de nossa pesquisa, o Aluno 12, que era membro do Grupo 1, será chamado de João.

Nas próximas subseções, apresentamos a justificativa da escolha do aluno que se constituirá na unidade de análise (5.4.1), seu desempenho (5.4.2), suas atitudes (5.4.3) e suas crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente (5.4.4).

### 5.4.1 A escolha da unidade de análise

Escolhemos João porque ele era extremamente extrovertido, não tinha qualquer constrangimento em expor as suas opiniões e, especialmente, declarava-se insistentemente com grande dificuldade para aprender física. Além disso, o aluno fez parte do grupo que mais debatia durante as atividades, o qual identificamos, seguindo os critérios de Fink (2004), como sendo uma verdadeira equipe de aprendizagem. A seguir, apresentamos a identificação do grupo de João como uma equipe e uma descrição do seu perfil, que foi definido a partir de conversas informais com o sujeito.

#### 5.4.1.1 A equipe de aprendizagem

Em nossa observação participante, identificamos o Grupo 1 como sendo o mais ativo nas discussões desde o início do semestre. Mesmo sendo constituído de forma heterogênea, os alunos entrosaram-se rapidamente e, aparentemente, aprenderam a trabalhar juntos, dispostos a alcançar objetivos como equipe.

O Grupo 1 era composto por dois alunos do curso de licenciatura (Alunos 12 e 21) e três do curso de bacharelado (Alunos 1, 14 e 27). Em diversos momentos de resolução de questões conceituais e problemas, os alunos do Grupo 1 ficavam mais tempo debatendo e tentando entrar em um consenso do que os outros grupos e, quando acertavam uma resposta, comemoravam. Algumas vezes, eles ficavam depois do horário da aula ainda debatendo algum problema. Notamos que os membros desenvolveram uma grande amizade que transcendeu os limites da disciplina.

Como o intuito da análise é verificar, de maneira mais profunda, a influência do TBL no desempenho, nas atitudes e crenças de autoeficácia do sujeito, primeiramente temos que nos assegurar de que o TBL cumpriu com um dos seus principais objetivos: formar equipes de aprendizagem. Segundo Fink (2004), uma equipe de aprendizagem no TBL é estabelecida quando dois critérios são atendidos: (i) comprometimento individual para o bem do grupo e (ii) confiança entre os membros da equipe.

Para verificar se o Grupo 1 consistia em uma verdadeira equipe de aprendizagem, utilizamos como instrumento de coleta de dados os questionários de avaliação entre os colegas (Questionário 1 do Apêndice A), os quais foram aplicados em quatro momentos distintos (quatro áreas) do semestre (um a cada mês). Nele os alunos atribuíam uma nota e emitiam uma opinião, sobre si mesmos e sobre seus colegas. Assim, pudemos avaliar se os alunos que compunham o grupo se comprometiam individualmente para o bem do grupo. Para analisar a confiança, além dos questionários de avaliação entre os colegas, aplicamos um questionário para medir a confiança entre os membros de equipe (Apêndice G). Além disso, analisamos o Grupo 1 em um episódio de resolução de problemas realizado ao final do semestre em que o estudo ocorreu. Esse episódio foi selecionado por ter sido mencionado em entrevista por vários alunos.

A seguir apresentamos a análise de comprometimento individual e confiança entre os membros do Grupo 1.

#### 5.4.1.1.1 **Comprometimento individual para o bem do grupo**

No âmbito do comprometimento individual, encontramos respostas aos questionários de avaliação dos colegas que sustentam a ideia de que os alunos se mostraram comprometidos ao: (i) se preparar para as aulas; (ii) contribuir para as discussões e (iii) respeitar os colegas.

As transcrições apresentadas nesta subseção são decorrentes das respostas ao questionário de avaliação dos colegas. No questionário, pedíamos para que os estudantes dessem uma nota e uma justificativa (opcional), levando em consideração a contribuição do colega ao grupo, para todos os membros, inclusive a si próprio.

O Aluno 1, durante todo o semestre, mostrou-se comprometido em preparar-se para auxiliar os colegas e era valorizado por todos os outros colegas como alguém que se preparava bem para as aulas e era muito bom em ajudá-los com suas explicações e paciência. Além disso, ele era responsável por escrever as soluções dos problemas no quadro branco<sup>31</sup> do grupo e por explicar para os outros grupos o raciocínio adotado pelo Grupo 1.

A transcrição a seguir mostra como o Aluno 1 se preocupava em desenvolver suas explicações para poder auxiliar melhor os seus colegas de grupo.

*Durante a área 1, fiz todas as TLs, e compreendi bastante o conteúdo de física, e fui bastante atento às atividades propostas. Em função de meus colegas, tento cada vez mais ser capaz de fornecer explicações claras, convincentes, e corretas sobre os assuntos que estivermos debatendo. (Aluno 1)*

Os colegas do Aluno 1, ao se referirem sobre ele nas avaliações, o caracterizam como alguém que tem conhecimento e é comprometido com o grupo, pois vem preparado e é muito atencioso para explicar.

*Possui muita paciência para explicar seu ponto de vista, isso para mim é fundamental, ainda mais para mim que possui algumas dificuldades em ver as coisas. Vem preparado e possui um grande conhecimento. Tudo o que falei do Aluno 1, eu mantenho, atencioso e muito paciente. Me ajuda um monte quando eu não entendo algo. (João)*

*Contribuiu muito para as discussões em grupo, principalmente auxiliando os colegas a compreender o raciocínio para a realização de algumas tarefas. (Aluno 21)*

*Sempre atualizado na matéria e ajudando todos do grupo. Comprometido como sempre. (Aluno 14)*

*Acredito que o Aluno 1 continua como sendo o que apresenta mais conhecimento nas discussões em grupo, sempre apresentando raciocínios concisos e pertinentes. (Aluno 27)*

<sup>31</sup> Os quadros brancos eram usados na resolução de problemas em equipe da Fase de Aplicação. As equipes utilizavam os quadros tanto para auxiliar nas discussões em equipe, quanto para levar as suas soluções para as discussões entre equipes.

O Aluno 14, por sua vez, acredita ter se comprometido com o grupo por ter feito todas as Tarefas de Leitura, listas de exercícios e se dedicado ao estudo, estando assim preparado para auxiliar os colegas durante as aulas. Para o grupo, o Aluno 14, inicialmente, envolvia-se pouco nas discussões de grupo, mas com o tempo passou a participar mais, mostrando-se comprometido em contribuir positivamente para as discussões e respeitando a opinião dos colegas.

*Fiz todas as TLs e listas e me dediquei ao estudo [...]. (Aluno 14)*

Para seus colegas, o Aluno 14 comprometia-se com a equipe pela sua participação ativa nas discussões. O Aluno 1, por exemplo, argumentou que o Aluno 14 contribuía por ser questionador, já o Aluno 21 destacou o seu respeito perante os colegas de grupo por saber ouvir a opinião dos colegas. Os Alunos 12 e 27 destacaram a evolução do Aluno 14, que com o tempo tornou-se mais comprometido com as atividades de grupo.

*Este meu colega sempre participava ativamente das discussões coletivas, sendo muito importante para a formulação de um pensamento acerca de seja lá quais tenham sido as questões que estivéssemos resolvendo. Embora não tenhamos acertado a totalidade das questões de primeira, por assim dizer, ele sempre foi capaz de dar argumentos que nos faziam refletir sobre a veracidade de nossos argumentos. Contribuindo positivamente, na maioria dos casos, para a compreensão dos membros do grupo com respeito aos conteúdos estudados. (Aluno 1)*

*Tem grande participação nas discussões do grupo e sabe colocar suas ideias em pauta. Também aceita bem a opinião dos colegas. (Aluno 21)*

*Esta vez o Aluno 14 foi mais participativo, opinando mais sobre os problemas e explicando algumas vezes. (João)*

*Acredito que como os outros, apresentou um avanço conforme o semestre, mesmo faltando várias aulas, dou um 9 pela melhora no seu desempenho perante os colegas de grupo. (Aluno 27)*

O Aluno 21 considerou-se comprometido com as atividades de grupo, principalmente por ter assumido a responsabilidade por entregar as tarefas desenvolvidas pelo grupo durante as aulas. Seus colegas o consideraram peça importante da equipe, pois muitas vezes assumia o papel de líder e discutia de forma pacífica, demonstrando respeito, e com argumentos organizados, contribuindo positivamente para as discussões.

*Acredito, sinceramente, ter participado bem das atividades propostas e ter me dedicado muito bem às tarefas em grupo, principalmente por ser a “responsável” pelas entregas dos exercícios feitos pelo grupo em sala de aula. Sei que tenho muitas dificuldades sobre o conteúdo e tento me esforçar ao máximo por mim e por meu grupo. Com alta frequência fico sem a resolução dos exercícios feitos pelo grupo em aula, pois o grupo sempre decide entregar a minha resolução. (Aluno 21)*

O Aluno 1 destacou a importância do Aluno 21 para a tomada de decisões para o grupo e para a manutenção das discussões em grupo. Já os Alunos 12, 14 e 27 destacaram a qualidade do Aluno 21 em explicar de forma paciente e organizada.

*Sem dúvida o Aluno 21 foi de grande importância no grupo. Como única mulher, ela geralmente fazia papel de líder, tomando certas decisões e iniciativas. Suas contribuições para o grupo, a meu ver, foram bastante significativas. Ela sempre fazia questionamentos que nos ajudavam a manter vividas as discussões sobre os problemas. (Aluno 1)*

*O Aluno 21 tem uma particularidade, sabe muitas equações e sabe explicar muito bem. Isso para mim é ótimo, a pessoa saber explicar! (João)*

*Traz importantes contribuições às discussões e discute pacientemente os argumentos feitos, além de ter domínio do conteúdo. (Aluno 14)*

*O Aluno 21 continua contribuindo bem para as atividades necessárias do grupo, geralmente apresentando raciocínios organizados que facilitam em alguma dúvida de colega. (Aluno 27)*

O Aluno 27, assim como o Aluno 14, envolvia-se menos nas discussões no início do semestre e, com o passar do tempo, se tornou mais ativo nas atividades. O Aluno 27 se considerava em sintonia com o grupo e comprometido através de contribuições positivas para resolver as dúvidas dos colegas. Para seus colegas, o Aluno 27 contribuiu para as discussões, porém, nem sempre esteve bem envolvido nas atividades.

*Mantive a minha sintonia com o grupo buscando discutir positivamente para então resolver as dúvidas de meus colegas e as atividades propostas. (Aluno 27)*

Para o Aluno 1, o Aluno 27 se mostrou muitas vezes inseguro quanto ao problema, mas em vários momentos era a pessoa que levantava o debate, contribuindo de maneira positiva às discussões. O Aluno 14 comentou que nem sempre ele parecia estar interessado nas questões de aula, mas quando participava fazia boas contribuições. Para o João, o Aluno 27 não era muito aberto no início, mas passou a ser mais aberto e participativo nas discussões depois da segunda área (dois meses de aula), mostrando, assim, comprometimento com o grupo.

*O Aluno 27, apesar de muitas vezes inseguro quanto ao problema, sempre tenta resolvê-lo da forma que lhe é mais conveniente, de modo que em quase todas as discussões, ele é a pessoa que levanta o debate, propondo um método de resolução, ou perguntando ao grupo se o método no qual pensou é conveniente para que resolvamos o problema através dele. (Aluno 1)*

*Mais aberto e explicativo nesta área, não sei se perdeu a vergonha ou se entendeu bem mesmo. (João)*

*Sabe conteúdo, porém nem sempre parece interessado nas questões em aula, porém quando participa traz bons argumentos. (Aluno 14)*

*Participou bem das atividades em grupo e contribuiu para as discussões. (Aluno 21)*

João foi um estudante que, em sua percepção e nas dos colegas, teve grande evolução durante a disciplina. Ele disse que passou a ouvir melhor as pessoas, mostrando comprometimento individual para o bem do grupo. Seus colegas destacaram em suas avaliações as dificuldades que João tinha e superou ao decorrer do semestre, mostrando-se comprometido com o grupo através de suas colaborações.

*Eu sigo melhorando. Durante a cadeira, encontrei uma fraqueza com equações, mas encontrei a solução. Enfim, melhorei no quesito entendimento sobre física, e saber ouvir as pessoas, mesmo quando eu sei que estou certo. Gostei muito, é uma pena todas as cadeiras não seguirem esta metodologia. (João)*

O Aluno 21 destaca o comprometimento do João que, apesar de suas dificuldades com o conteúdo, tentava contribuir da melhor maneira possível com o grupo. Os Alunos 1, 14 e 27 destacaram a notável evolução na aprendizagem do João e, por consequência, de suas contribuições às discussões.

*O colega apresenta várias dificuldades a respeito do conteúdo, mas se mostra dedicado e interessado a aprender e tenta contribuir da melhor maneira que pode para ajudar o grupo. (Aluno 21)*

*Achei realmente incrível o progresso feito por este meu colega. No início do semestre, ele era aquele que, apesar de esforçado, sempre demorava um pouco mais para acompanhar o ritmo do grupo, o que foi excelente para os outros (e também para mim) que nos esforçávamos para fazê-lo entender. Entretanto, agora este exercício certamente não é mais necessário. Acredito que dentre todos, ele foi o que mais progrediu. (Aluno 1)*

*Continua a ter dificuldade em dominar os conceitos apresentados em aula, porém está sempre interessado em aprender. Acho que evoluiu bastante do começo do semestre e se dedicou bastante. (Aluno 14)*

*Durante o semestre apresentou uma melhora significativa no seu desempenho, quando no início do semestre contribuía pouco para as discussões, parece ter melhorado seu entendimento e agora contribui ativamente para as discussões do grupo. (Aluno 27)*

Cada aluno do Grupo 1, com suas particularidades, mostrou-se, em algum nível, comprometido com o grupo através de suas contribuições para as discussões, preparação para as aulas e respeito aos colegas. O Aluno 1 destacou-se por se preocupar em melhorar as suas explicações para poder ajudar seus colegas. O Aluno 21 responsabilizou-se pela organização e entrega das atividades desenvolvidas pelo grupo, bem como auxiliava seus colegas com boas

explicações e paciência. Os Alunos 14 e 27 mostraram-se mais comprometidos ao longo do semestre, pois no início não se envolviam plenamente nas discussões. João foi o estudante que mais evoluiu em termos de conhecimento e que, mesmo enquanto tinha dificuldade, se esforçava para contribuir positivamente para as discussões de grupo. Além disso, passou a ouvir melhor a opinião dos colegas, mesmo quando considerava estar certo de sua resposta, mostrando, através de respeito aos colegas de grupo, comprometimento individual para o bem do grupo.

#### **5.4.1.1.2 Confiança entre os membros de equipe**

Além do comprometimento individual para o bem do grupo, para que possamos considerar o Grupo 1 uma equipe, é preciso que exista confiança entre os membros da equipe, ou seja, que os alunos se sintam à vontade de desafiar as opiniões uns dos outros e não tenham medo de cometer erros (PREAST, 2012). Segundo Mayer, Davis e Schorman (1995), confiança é definida como a disponibilidade de alguém, ou de um grupo, de ser vulnerável às ações de outra pessoa em função da expectativa de que essa pessoa executará uma ação específica, independentemente da capacidade de monitorá-la ou controlá-la. Nessa perspectiva, é importante para o surgimento de confiança o conhecimento das qualidades, habilidades e defeitos dos membros da equipe.

A análise que conduzimos nos fez perceber que existia confiança entre os membros do Grupo 1. Na análise que apresentamos a seguir, primeiramente verificamos os níveis de concordância dos cinco componentes do grupo para um conjunto de 13 afirmativas que compõem o questionário de confiança e algumas das justificativas apresentadas às suas escolhas. Em seguida, mostramos algumas respostas dos alunos ao questionário de avaliação entre os colegas e entrevista, bem como uma análise do grupo em um episódio de resolução de problemas, os quais corroboram a existência de confiança entre os membros do Grupo 1.

A Tabela 3 apresenta, para cada uma das afirmativas do questionário, o número de alunos que apontou cada um dos níveis de concordância.

As afirmativas de 1 a 3 procuraram mensurar a confiança, verificando se os alunos se sentiam e deixavam os colegas à vontade, bem como se, como equipe, deixavam uns aos outros confortáveis para expressar suas opiniões, mesmo quando divergentes entre si. Todos os cinco integrantes se mostraram positivos nesse aspecto. Todos os alunos concordaram ou concordaram fortemente com as afirmativas positivas. João disse que não colocou que concordava fortemente com a afirmativa 1 porque no início ele se sentia um pouco inseguro, mas que com o passar do tempo, foi ganhando confiança e os seus colegas o incentivavam a expressar suas opiniões. O Aluno 1 também argumentou que o seu sentimento de conforto foi crescente com o tempo. As respostas do João e do Aluno 1 são coerentes com a ideia expressa pelo TBL de manter os grupos fixos para que possam se tornar equipes de aprendizagem.

*Não concordo fortemente porque no início da cadeira me sentia um pouco inseguro quanto ao meu saber de física (me achava o pior de todos na verdade), mas com o tempo sim, fui ganhando confiança e meus colegas me incentivavam a expressar minhas opiniões, e eu as deles (afinal, fui o motivador do nosso grupo :D). (João)*

*Meu sentimento de conforto foi crescente ao longo do semestre, por isso no início, não me sentia completamente à vontade. (Aluno 1)*

Tabela 3 - Número de respondentes do Grupo 1 para cada um dos níveis de concordância (Discordo Fortemente (DF), Discordo (D), Indeciso (I), Concordo (C), e Concordo Fortemente (CF)) para cada uma das afirmativas do questionário de confiança.

Afirmativas	Resultados				
	DF	D	I	C	CF
<i>Na realização das tarefas/trabalhos em grupo para a disciplina...</i>					
1. me senti à vontade para expressar minhas ideias e opiniões para meus colegas de equipe quando elas divergiam das deles.	0	0	0	5	0
2. procurei deixar meus colegas à vontade para expressar ideias e opiniões diferentes das minhas.	0	0	0	2	3
3. de modo geral, como equipe, procurávamos deixar uns aos outros à vontade para manifestar ideias e opiniões, mesmo quando divergentes entre si.	0	0	0	1	4
4. <b>não</b> pude contar com a colaboração dos meus colegas de equipe.	4	1	0	0	0
5. meus colegas puderam contar comigo.	0	0	0	4	1
6. em nossa equipe, de modo geral, <b>não</b> podíamos contar uns com os outros.	2	3	0	0	0
7. eu confiava nos meus colegas de equipe.	0	0	1	3	1
8. meus colegas de equipe confiavam em mim.	0	0	1	4	0
9. em nossa equipe, de modo geral, <b>não</b> confiávamos uns nos outros.	3	1	1	0	0
10. respeitei os sentimentos dos meus colegas antes de expressar ideias e opiniões contrárias as deles.	0	0	0	3	2
11. meus colegas <b>não</b> respeitavam meus sentimentos ao expressarem ideias e opiniões contrárias às minhas.	3	2	0	0	0
12. de modo geral, como equipe, respeitamos os sentimentos uns dos outros.	0	0	0	2	3
13. o trabalho em equipe era amigável.	0	0	0	1	4

Os alunos demonstraram, através dos níveis de concordância expressos nas afirmativas 4, 5 e 6, que podiam contar com a colaboração dos colegas e que seus colegas podiam contar com eles, assim como percebiam que, como equipe, podiam contar uns com os outros. Os cinco estudantes discordaram ou discordaram fortemente das afirmativas negativas, bem como

concordaram ou concordaram fortemente das afirmativas positivas. O Aluno 27 destacou que as discussões como um todo tinham a colaboração da maioria.

*As discussões como um todo tinham uma colaboração da maioria. A contribuição de cada um ajudava para o desenvolvimento da questão. Na maioria das atividades, todos os membros contribuíam. (Aluno 27)*

As afirmativas de 7 a 9 aferiam diretamente se os estudantes se sentiam confiáveis, se confiavam em seus colegas e se percebiam que em sua equipe uns confiavam nos outros. Quatro dos cinco estudantes discordaram ou discordaram fortemente das afirmativas negativas, bem como concordaram ou concordaram fortemente das afirmativas positivas sobre a confiança. Apenas o Aluno 14 ficou indeciso sobre as afirmativas. O Aluno 14 não justificou a sua indecisão. Como justificativa à afirmativa 9, o Aluno 27 disse que a equipe era bastante unida. O Aluno 1 afirmou em suas justificativas que o estabelecimento de uma confiança plena é algo muito difícil, mas que em certo grau confiava e era confiável, como é possível notar nas justificativas apresentadas por ele nas afirmativas 7 e 8, respectivamente.

*É bastante difícil estabelecer uma confiança plena em outras pessoas, principalmente quando se trata de questões em que se tem que definir um certo e um errado. Não posso dizer que confiava 100% nos membros da equipe, mas com certeza eles dispunham de pelo menos 80%. Muitas vezes, nem a minha própria pessoa dispunha da totalidade da confiança. (Aluno 1)*

*Reciprocamente, acho que eles não tenham (nem podiam ter, em minha opinião) 100% de confiança em mim, já que todos nós estávamos sujeitos a cometer enganos, e é aí que reside a importância do trabalho em equipe, do pensamento conjunto, e do esforço coletivo! (Aluno 1)*

As afirmativas 10, 11 e 12 mostraram que, de maneira geral, os alunos respeitavam e sentiam que eram respeitados os seus sentimentos durante as atividades em grupo, bem como percebiam que, como equipe, respeitavam os sentimentos uns dos outros, fator importante para o estabelecimento de confiança. Todos os alunos discordaram ou discordaram fortemente das afirmativas negativas, bem como concordaram ou concordaram fortemente das afirmativas positivas. Na justificativa à afirmativa 10, o Aluno 21 afirmou que mesmo quando as opiniões eram contraditórias, todos eram receptivos. O Aluno 1, em sua justificativa à afirmativa 12, destaca o quanto, em sua percepção, o respeito é importante para o bom andamento do trabalho em equipe.

*Esse aspecto era bem tranquilo entre todos, pois mesmo que as opiniões fossem contraditórias, todos estavam abertos a descontrações e brincadeiras sem ninguém se ofender. (Aluno 21)*

*Este é o ponto chave de qualquer grupo de discussão que almeja o progresso intelectual: saber respeitar as opiniões dos diferentes membros para que a diversidade, a criatividade, e dinamicidade sejam as principais características do mesmo. (Aluno 1)*

A última afirmativa do questionário, a afirmativa 13, estabelecia o nível de concordância dos membros do Grupo 1 quanto ao trabalho em equipe ser amigável. Quatro alunos concordaram fortemente e um concordou com a afirmativa. João destacou em sua justificativa que, por mais que houvesse diferenças entre eles, o trabalho em equipe foi amigável. O Aluno 27 comentou que, mesmo tendo tido dificuldades em trabalhar em grupo no passado, não se sentiu desconfortável nas atividades desenvolvidas em seu grupo.

*Sim, por mais diferenças que tivéssemos uns dos outros, foi isso que fez com que o aprendizado fosse bom e proveitoso (queria mais aulas naquele estilo). (João)*

*Não me senti desconfortável em trabalhar em equipe, mesmo tendo sofrido com essas atividades no passado. (Aluno 27)*

Ao analisarmos as respostas dos estudantes ao questionário de avaliação dos colegas e à entrevista, observamos que os alunos que faziam parte do Grupo 1 adquiriram um sentimento de união mais profundo em relação às outras equipes, desenvolvendo amizades que transcenderam os limites da disciplina. O Aluno 1 comentou que ele e seus colegas montariam um grupo de estudos para o próximo semestre.

*Nós, eu e o grupo, concordamos que as atividades coletivas foram muito importantes para a evolução intelectual de todos os membros, e tanto concordamos que decidimos montar no semestre que vem um grupo de estudos para Física IV, e para mecânica clássica, um grupo que abrangesse não só os membros do nosso grupo de Física III, mas também colegas de outros grupos. Assim poderíamos ter as mesmas discussões, mas desta vez com um novo assunto a tratar. Esperamos que dê tudo certo, como deu neste semestre. (Aluno 1)*

De acordo com Preast (2012), o TBL não apoia, necessariamente, o surgimento de relacionamentos profundos, no entanto, é possível que algumas equipes atinjam um nível de confiança que envolve um sentimento de carinho e benevolência com os companheiros de equipe. O Aluno 21 do Grupo 1, em entrevista, argumentou sobre um momento em que ficou preocupado com a saúde do Aluno 1 e, inclusive, mandou uma mensagem eletrônica para o colega dizendo para que ele se cuidasse.

*O Aluno 1 começou a faltar. Faltou dois dias de aula e eu comecei a reparar que o olho dele tremia e eu via que era cansaço porque isso já tinha acontecido comigo. Aí, eu também sabia que ele trabalhava muito no laboratório lá onde ele tem bolsa e tudo mais. Eu comecei a me preocupar, eu sou uma pessoa que se preocupa muito com as pessoas, até demais. (Aluno 21)*

Esse tipo de relação de confiança mais profunda, segundo o mesmo autor (Ibid.), pode ficar evidente quando os alunos se sentem obrigados a vir à classe e participar por causa de sua equipe. Esse tipo de argumentação se fez presente nas respostas de dois alunos da Equipe 1 quando se referiam às leituras prévias e Tarefas de Leitura.

*Eu gostava de saber o que estava acontecendo para poder contribuir adequadamente para o grupo. E como eu tentava ajudar eles e eles tentavam me ajudar, eu acho que dá para dizer que **tinha esse sentimento de responsabilidade**. (Aluno 21, grifo nosso)*

*É aquela coisa, tu só sabe alguma coisa quando tu consegue ensinar para alguém. E é verdade. Por exemplo, tu só percebe que não sabe um assunto quando tu tenta explicar para uma pessoa e tu começa a tropeçar nas palavras e tu vê que tu não sabe aquilo. Eu percebi que as vezes eu sabia o conteúdo quando eu conseguia explicar para eles. Quando eu não sabia tinha alguém no grupo que fazia uma pergunta que me pegava na hora. Então, eu me preparava para eu poder aprender, mas eu também, no final dos meus estudos, eu sempre me perguntava se eu seria capaz de repassar o conhecimento. [...] **Eu sempre procurava aprender o máximo porque eu sabia que meu grupo também precisava de mim, assim como eu precisava dele. A gente se ajudava o tempo todo.** (Aluno 1, grifo nosso)*

Para que pudéssemos ter mais evidências sobre o Grupo 1, analisamos uma gravação, em áudio e vídeo, de um episódio de resolução de problemas do Grupo 1, ao final do semestre, durante estudo do conteúdo de Lei de Faraday-Lenz. Esse episódio, como dito anteriormente, foi escolhido por ter sido citado, enquanto descreviam suas experiências em grupo na entrevista, por diversos alunos, tanto do Grupo 1 quanto dos demais. Por ter sido mencionado, julgamos que esse episódio foi um dos mais marcantes para a turma. Além disso, como ele ocorreu no final do semestre, os grupos já estavam entrosados o suficiente para possuir características de equipe, afinal, segundo Fink (2004), são necessárias pelo menos 20h de interação para que o grupo se torne uma equipe. O problema envolvia uma situação contextualizada e pedia, além de cálculos, a análise física da situação, bem como a avaliação da plausibilidade física dos resultados encontrados. O problema é exposto a seguir.

*Você conseguiu um emprego em uma empresa que desenvolve sistemas para transporte seguro de grandes cargas em rampas. Sua equipe está investigando um sistema magnético e modelando-o em laboratório. O sistema de segurança consiste em uma barra condutora que desliza em dois trilhos paralelos que descem a rampa. Na parte inferior da rampa, os dois trilhos estão conectados por uma barra condutora fixa. A barra desliza para baixo dos trilhos através de um campo magnético vertical. O campo magnético faz com que a barra deslize para baixo da rampa a uma velocidade constante, mesmo quando o atrito entre a barra e os trilhos é insignificante. Antes de definir o modelo de laboratório, a suas tarefas são: a) representar e explicar detalhadamente a situação física envolvida no problema; b) e calcular a velocidade constante em que a barra está deslizando para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, do comprimento da barra (que é o mesmo da distância entre os trilhos) e da resistência elétrica da barra. Assuma que todos os outros condutores no sistema têm uma resistência muito menor do que a barra. c) estimar alguns valores para verificar a viabilidade da ideia. (Traduzido e adaptado do arquivo online de problemas contextualmente ricos da Universidade do Minnesota – <http://groups.physics.umn.edu/physed/>)*

A resolução completa do problema levou cerca de uma hora, na qual grande parte do tempo foi utilizado para interpretar o problema e descrever a situação física envolvida. A equipe (Grupo 1) discutiu durante praticamente todo o tempo, tendo dois momentos de silêncio: durante a leitura do problema e em uma parte da resolução matemática.

No início da resolução de problemas já havíamos notado uma preocupação em partilhar os pensamentos e iniciar prontamente a discussão. Normalmente, em problemas do tipo (problemas contextualizados), era comum, principalmente nos outros grupos, que os alunos tentassem resolver individualmente e, em seguida, compartilhassem o seu raciocínio. Nesse episódio, o Grupo 1, como já era comum em suas interações, parte para a discussão logo após a leitura do problema. A iniciativa parte do Aluno 27.

**Aluno 27:** *Todo mundo já leu?*

**Aluno 21:** *Eu tô tentando interpretar.*

**João:** *Eu tô tentando desenhar o negócio.*

**Aluno 27:** *Essa é a ideia, acho que essa é a parte mais difícil. Tá, tu vai ter uma barra descendo e outra que vai estar fixa lá embaixo.*

**João:** *A rampa é fácil. A rampa tu pode desenhar.*

**Aluno 21:** *sim.*

**João:** *Agora, lá embaixo, tem uma barra que é fixa. São dois trilhos.*

Nesse diálogo, eles vão construindo a interpretação do problema juntos. Durante a interação um mostra o desenho para o outro, e todos se mostram engajados na interpretação do problema.

Depois de um tempo de discussão, na tentativa de interpretar a situação física do problema, novamente, o Aluno 27 toma a iniciativa, só que, desta vez, ele estava preocupado em organizar o pensamento da equipe e, nesse processo, o Aluno 14, que ainda não tinha falado, pronunciou-se. Além de organizar as ideias, o Aluno 27 estava tentando deixar o Aluno 1, que chegou atrasado na aula, a par da discussão.

**Aluno 27:** *Tá, qual a conclusão que a gente tem até agora? Que ela girando vai ter variação de fluxo?*

**Aluno 14:** *A gente vai ter uma superfície aqui, que ela vai estar se movimentando e vai estar variando o fluxo magnético. Nessa superfície comprimida por elas duas. Essa variação, se ela tiver uma velocidade constante, vai ser uma variação constante e vai gerar uma força constante também. Aqui nesse sentido, por causa da corrente que ela vai gerar que tem que se opor ao campo elétrico que a gente tem aqui.*

**Aluno 1:** *É o campo magnético.*

Até esse momento, percebemos que o Aluno 27 estava assumindo uma postura de liderança, porém, com a chegada no Aluno 1 e a partir do entendimento que esse aluno foi tendo do problema, ele passa a assumir a liderança. Segundo Birmingham e McCord (2004), em equipes de aprendizagem, os membros sempre trabalham juntos e assumem diferentes papéis e responsabilidades, o que podemos notar nesse episódio de resolução de problemas do Grupo 1.

Em um momento posterior, os alunos mostraram-se entrosados, quando o Aluno 1 pergunta quem vai anotar a resolução para entregar e todos os outros membros olham para o Aluno 21.

Evidencia-se que eles conheciam as habilidades do Aluno 21, fator importante para o estabelecimento de confiança. Como os alunos recebiam nota por essa resolução, podemos dizer que eles tinham confiança no Aluno 21 para executar tal tarefa. Durante o diálogo, os estudantes riram da situação.

**Aluno 1:** *Quem é que vai anotar?*

**Aluno 21:** *Por que todo mundo olha para mim?*

**Aluno 14:** *É que está meio implícito!*

**Aluno 21:** *Eu tô aqui pensando e todo mundo olha para mim! Não tem nem como disfarçar.*

Na tentativa de organizar um desenho para melhor compreensão da situação física do problema e para fazer um diagrama de forças que seria usado para resolver o problema, João estava com dúvidas. O Aluno 1, que se mostrava sempre muito prestativo em ajudar os outros, explicou para ele. No entanto, depois de um tempo, João disse que não tinha entendido a explicação anterior, mostrando que não tinha medo de dizer que não sabia e que assumia o risco de falar, o que denota confiança.

**João:** *Na real, eu vou ser bem sincero. Eu falei que eu entendi só para [incompreensível]. Eu não entendi o "Fd". O "Fd" para mim é na direção do trilho.*

Para tentar resolver a dúvida do João, o Aluno 21 tentou explicar, e João disse ter entendido. Enquanto isso, o Aluno 1 estava discutindo o problema com o Aluno 27. Depois que o Aluno 1 terminou o debate com o Aluno 27, ele se virou para o João e perguntou se ele já havia entendido a questão, mostrando preocupação em fazer com que o colega compreendesse.

**Aluno 1:** *Tá com a tua dúvida ainda? A dos eixos.*

**João:** *Eu vou pelo meu eixo para ver se vai dar a mesma coisa.*

**Aluno 1:** *Tu vai ter um pouco mais de trabalho, mas vai dar a mesma coisa.*

Em outros momentos, o Aluno 1 mostrou-se preocupado com o entendimento dos colegas. A seguir transcrevemos três situações onde o aluno se mostra preocupado com a compreensão dos membros da equipe.

**Aluno 1:** *Vocês já explicaram a situação física? Não para entregar, só para explicar mesmo.*

**Aluno 1:** *Deixa eu ver como está o teu desenho, João.*

**Aluno 1:** *Tu entendeu ali, d menos theta?*

Ao final das discussões, o Aluno 21 chamou a atenção para que a equipe pensasse junto uma resposta para a letra a. Comumente, as explicações eram formuladas pelo Aluno 1 ou pelo Aluno 14, no entanto, nessa situação, João, que estava com grandes dificuldades de entender e teve

a ajuda de todos os colegas durante a resolução, foi o primeiro a tentar responder, assumindo um papel diferente daquele que estava assumindo anteriormente, e mostrou excitação ao conseguir, inclusive tocou as mãos, em um gesto de comemoração, com o Aluno 21.

**Aluno 21:** *Gente, só preciso de justificativa e de valores.*

**João:** *A gente precisa responder a letra a!*

**Aluno 21:** *Vamos pensar juntos.*

**João:** *A letra a. Eu começo o movimento só com a força peso, começa a haver variação de fluxo, tem uma força magnética que segura e vai mantendo a velocidade constante. Estou errado?*

**Aluno 21:** *Tá, fala para ele. [para o Aluno 1 que estava anotando no quadro para explicar o raciocínio da equipes às outras equipes]*

**João:** *Na situação parada a força peso começa o movimento. Quando começa o movimento, começa a diminuir o fluxo, tem uma força magnética aumentando. Aumentando não. Surge para combater [...]. Isso contrapõe a força resistente, a força peso em  $x$ . Peso decomposta. Tu ia falar normal, eu falei peso em  $x$ . E isso mantém a velocidade constante até parar. Certo?*

Resumidamente, pudemos notar: alto grau de interatividade, afinal, a equipe discutiu em praticamente todo o tempo de resolução do problema; preocupação em trabalhar e pensar sempre juntos, como equipe; mudança de papéis durante a atividade; conhecimento das habilidades dos colegas e entrosamento; conforto em falar e expressar erros e dúvidas; e sentimento de benevolência entre os colegas.

O Grupo 1 demonstrou ter desenvolvido uma relação profunda de confiança e, com base em nossa observação participante, pudemos aferir que, em certo nível, o Grupo 1 se destacou frente aos outros grupos. Apesar de não ser o propósito do presente estudo, é possível notar que existem diferentes níveis de desenvolvimento das equipes. A identificação desses níveis será feita em trabalhos posteriores que pretendemos realizar.

Diante do caráter exploratório do nosso estudo, podemos dizer que houve o desenvolvimento de pelo menos uma equipe de aprendizagem através das atividades com o TBL.

#### 5.4.1.2 O perfil de João

João era um aluno que se destacava na turma por ser extremamente extrovertido e não ter qualquer constrangimento em expor as suas opiniões. Ele se mostrou muito animado com o método de ensino adotado nas aulas de Física III. O grupo do qual João fazia parte também se destacava frente aos outros por ser o que mais discutia as questões e problemas propostos e, como vimos anteriormente, consistia em uma equipe de aprendizagem, pois os alunos se mostravam comprometidos com o grupo e confiavam uns nos outros, características que, segundo Fink (2004) distinguem equipes de aprendizagem de simples grupos. Porém, João julgava que tinha mais dificuldade que seus colegas; isso, por muitas vezes, fazia com que ele ficasse triste. Como vimos anteriormente, seus colegas de equipe consideraram que ele foi o aluno que mais cresceu durante a disciplina.

João tinha 23 anos e ingressou no curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2012. Optou pela licenciatura porque tinha o desejo de fazer algo

que tivesse relação com pessoas e que se divertisse fazendo. Para ele, como professor criaria amizades com os alunos. Outra motivação vinha da vontade de tornar a Física divertida e mais acessível aos alunos. Essa motivação, segundo João, ocorria porque ele não gostava da forma como a disciplina era tratada no seu Ensino Médio; ele a achava difícil e focada em decorar fórmulas matemáticas.

Depois de ingressar no curso de Física, João teve inúmeras frustrações e dúvidas quanto a carreira que escolhera seguir. Fora reprovado nas disciplinas de Cálculo I e II duas vezes e cursara a disciplina de Física I três vezes. O aluno dizia se esforçar, mas, mesmo assim, não conseguia aprovação, pois não sabia estudar de maneira eficiente para tirar boas notas nas provas. Essas reprovações, provavelmente, alimentaram as crenças negativas que João tinha sobre a própria capacidade de aprender física.

O ânimo para persistir, mesmo diante dessas dificuldades, veio a partir de 2013, quando começou a trabalhar em uma bolsa de iniciação científica com foco de pesquisa em TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) e EJA (Educação de Jovens e Adultos), onde foi reconhecido pelo trabalho que desempenhou. À época do estudo, João trabalhava como monitor no Colégio de Aplicação da UFRGS, em Porto Alegre-RS, onde estava muito feliz e se empenhando para ser um bom profissional.

João já havia participado de uma disciplina cujas aulas eram distintas das tradicionais. A disciplina era de Física Experimental II, e tinha como intuito mudar as aulas tradicionais de laboratório inserindo episódios de modelagem científica. Em diversos momentos, João destacou a importância que a disciplina tivera para sua formação. Além disso, tinha muito apreço por alguns professores do curso de licenciatura em Física da UFRGS, os quais o incentivavam a seguir a carreira de professor.

Acreditamos que a disciplina ministrada com o TBL teve grande impacto na vida de João, tanto como discente, quanto como futuro docente. Por esse motivo, e pelos outros já citados anteriormente, optamos por investigar mais detalhadamente os impactos provenientes do TBL na aprendizagem conceitual e nas crenças de autoeficácia de João em aprender física e em trabalhar colaborativamente, bem como suas atitudes perante ao método de ensino.

#### **5.4.2 Desempenho**

Analisamos os ganhos normalizados de João nos três testes padronizados aplicados no nosso estudo exploratório: BEMA – *Brief Electricity and Magnetism Assessment* (DING et al., 2006), Teste sobre Corrente Elétrica em Circuito Simples (SILVEIRA, MOREIRA e AXT, 1989) e Teste sobre Lei de Faraday-Lenz (VIEIRA, 2014). A porcentagem de acertos nos pré e pós-testes está exposta na Figura 24.

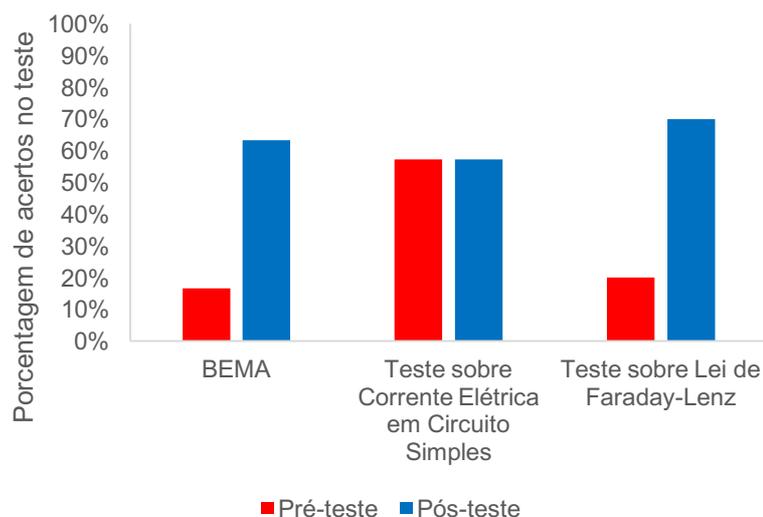


Figura 24 - Porcentagem de acertos de João nos testes padronizados. (Fonte: o autor)

No BEMA, João obteve cinco acertos (17%) no pré-teste e 19 (63%) no pós-teste, de um total de 30 questões. O ganho normalizado foi de 56%, similar ao ganho normalizado médio da turma de 55% (com desvio padrão de aproximadamente 15%) obtido na subseção 5.1. João, mesmo se mostrando pouco autoeficaz em aprender física, obteve um bom desempenho no BEMA, tendo obtido um ganho normalizado semelhante ao da média da turma.

Já no Teste sobre Corrente Elétrica em Circuito Simples, João não obteve ganho, ficando com oito acertos (57%), de um total de 14 questões, no pré e no pós-teste. Das oito questões que acertou, sete delas foram as mesmas no pré e no pós-teste.

Por fim, no Teste sobre Lei de Faraday-Lenz, novamente, João teve um bom desempenho, acertando duas questões no pré-teste (20%) e sete questões no pós-teste (70%), de um total de 10, atingindo um ganho normalizado de 62,5%. Esse ganho normalizado também é similar aos 67% obtidos na média da turma.

#### Síntese dos resultados:

*Mesmo para João, um aluno com algumas dificuldades de aprendizagem e baixas crenças de autoeficácia em aprender física, pode-se aferir que o TBL contribuiu para a aprendizagem conceitual, levando-o ao patamar de aprendizagem média da turma. Podemos fazer tal inferência porque João obteve ganhos normalizados, em dois dos três testes aplicados (56% no BEMA e 62,5% no Testes sobre Lei de Faraday-Lenz), similares aos ganhos normalizados médios da turma (55% e 67%).*

#### 5.4.3 Atitudes

As atitudes de João foram avaliadas através de suas respostas ao questionário sobre o TBL (Apêndice B), entrevista semiestruturada e observação participante.

João teve atitudes positivas sobre a mudança de método de ensino, com podemos notar pela resposta dada à Questão 1 do questionário sobre o TBL aplicado ao final do estudo. A questão pedia para que ele comentasse sobre a sua experiência na disciplina. João destacou as discussões em grupo, as Tarefas de Leitura e as exposições orais do professor com base nas dúvidas expostas nas TLs como fatores positivos no método de ensino adotado.

*Para mim foi fantástico, eu saio (ou estou saindo) muito mais rico em conhecimento e com uma visão mais física de como ocorrem as coisas, diferentemente do que normalmente ocorre, a decoreba de equações. As discussões em grupo me fizeram ampliar ainda mais os horizontes e principalmente, saber ouvir os colegas e explicar de maneira que os outros possam entender.*

*As tarefas de leitura em casa, meio que nos "forçam" a estudar e por isso quando chegamos na aula de esclarecimento de dúvidas, as coisas se esclarecem, e obviamente, não por milagre, mas por que eu já tinha uma visão prévia do que ia ver em aula. Enfim, eu gostei demais desta cadeira e preferiria que todas as cadeiras tivessem esta maneira de abordar a física.*

Em outra questão do mesmo questionário, perguntado se ele recomendaria a outros colegas que cursassem a disciplina de Física III com o mesmo método de ensino utilizado no semestre em que o estudo ocorreu, João respondeu de forma muito positiva, se mostrando muito empolgado com a experiência que tivera durante a disciplina e em outra disciplina que ele cursou cujo método também era diferente do tradicional.

*ÓBVIO! Quando eu vi que esta disciplina era ministrada pelo professor [nome do professor], que é colega da [nome de outro professor], minha professora de FIS EXP 2, eu senti que teríamos um estilo de aula totalmente diferente do tradicional. E eu acertei, eu encho o peito para dizer que tive cadeiras diferenciadas de física e recomendo para qualquer colega.*

Um ponto positivo que o aluno destacou em entrevista foi a sua equipe de aprendizagem, dizendo que gostaria que as equipes fossem utilizadas em outras disciplinas do curso de Física.

*Eu tive sorte de cair em um grupo assim, bom. Um grupo em que as pessoas, a gente se entendeu, a gente brincou, conversamos "n" coisas fora do negócio. Para mim foi muito bom, a gente cresce como pessoa, a gente cresce na maneira de pensar, tu pensa de maneiras diferentes, tu tenta se encaixar no pensamento da outra pessoa para tentar entender o que está acontecendo. Então, é positivo e pena que não tem isso em outras cadeiras.*

O aluno ainda argumenta, dizendo que a discussão é inerente à Física. Ele mostra uma compreensão sobre o método que vai além da melhora no desempenho. Para João, uma disciplina com o TBL contribui para a carreira de físico, e, conseqüentemente, para a área da Física. Além disso, em seu depoimento, o aluno critica o ensino tradicional, dizendo que nesse modelo, o objetivo é exclusivamente passar.

*A Física é isso, é discussão. Por isso tem esses fóruns, encontros, seminários, tem tudo, porque tem que olhar o trabalho das pessoas, discutir*

*e ver se vale a pena ou não. Seria de suma importância que fosse todas, que isso ganhasse força. "Bom, o instituto de Física é isso, vamos adotar isso pelo bem da Física.". Porque senão, as pessoas vêm para cá, para passar.*

Para João, o que mais o enriqueceu foram as dúvidas, tanto as que ele tinha, quanto as dos colegas. Uma das vantagens, segundo o aluno, era que os autores das dúvidas eram mantidos no anonimato. Outro fator era que elas eram elaboradas antes da aula (nas TLs), com tempo para pensar, fazendo com que fossem interessantes. João falou que, com as aulas baseadas nas dúvidas, era como se o sujeito se conectasse com a mente de todos os colegas.

*A parte das dúvidas é a que mais me enriqueceu porque aí tem coisas que tu nem parou para pensar que o outro parou para pensar, então, poxa, olha aí o que eu podia ter escrito e não escrevi, agora já sei.*

*As pessoas se manterem no anonimato foi bom e aí surgiram perguntas muito interessantes porque não é aquela coisa momentânea, tu pode pensar sobre aquilo.*

*Então, de mais positivo que eu pego com certeza foram as resoluções de dúvidas porque aí, bem ou mal, tu te conectou com a mente de todo mundo que tava ali.*

Um ponto negativo destacado por João foi o uso dos quadros brancos no momento de resolução de problemas (atividade da Fase de Aplicação). Para ele, a timidez dos alunos dificultava a exposição das soluções no quadro. Notamos, durante nossa observação das aulas, que os quadros ficavam soltos e isso dificultava o seu uso. Muitas vezes, os alunos utilizavam o quadro apenas para divulgar as suas respostas, quando o objetivo era que eles o usassem para explicar seu raciocínio para os colegas de equipe. Para isso, eles acabavam utilizando os próprios cadernos.

*Mas uma coisa que eu acho que não ficou bom, foi os quadros. Eu não senti muita contribuição dos quadros porque, assim como as pessoas são tímidas para perguntar alguma coisa para o professor ou para os próprios colegas, elas são tímidas de mostrar o pensamento delas. Então, tem gente que ficava com o quadro lá embaixo, como que eu vou enxergar? Então, se tu quer explicar, tu pega e levanta e coloca o quadro lá em cima, como se fosse uma placa de substituição do futebol.*

*Os quadros não me acrescentaram nada. Não é nada, não me acrescentaram o que eu acho que estava se esperando deles.*

Outro ponto negativo para João foi a falta de tempo para a realização das atividades em aula.

#### **Síntese dos resultados:**

*João mostrou ter atitudes extremamente positivas quanto ao método de ensino adotado na disciplina. Os pontos que ele destacou como positivos foram: o estudo prévio e as Tarefas de*

*Leitura, as exposições dialogadas com base nas dúvidas e as discussões em equipe. Esses aspectos foram os mais mencionados quando analisamos a turma na subseção 5.2. Em uma análise mais detalhada, podemos notar que a importância dada às discussões transcendeu a ideia de que ela é capaz de auxiliar no desempenho do indivíduo. Para João, as discussões são importantes para a carreira de Físico e, como aluno de licenciatura, denota a importância de métodos de ensino que enfatizem a discussão no ensino de Física. Quanto às TLs e as aulas baseadas nas dúvidas, João destaca como positivo que tais atividades auxiliam à aprendizagem, não somente pelo sujeito ter suas dúvidas respondidas em aula, mas também por ter acesso às dúvidas dos colegas. Como aspecto negativo, o estudante ressaltou o uso dos quadros brancos, os quais, segundo ele, não foram bem aproveitados na disciplina. Assim como a maioria dos alunos da turma, João também reclamou da falta de tempo para a realização das atividades em aula.*

#### **5.4.4 Crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente**

Durante a entrevista, comentamos sobre o questionário que continha as afirmativas sobre as crenças na capacidade que o sujeito tinha para executar ações específicas referentes a aprender física e a trabalhar colaborativamente, antes e depois da disciplina. Pedimos para que João comentasse os resultados que colocou no questionário e tentasse lembrar alguns fatores que contribuíram para tal mudança. Prontamente, João disse que havia melhorado em todos os aspectos discutidos no questionário.

A Figura 25 mostra o nível de autoeficácia de João, antes e depois da disciplina, em cada uma das afirmativas que compõem, juntas, o eixo de autoeficácia em aprender física. João acredita que aumentou, principalmente, a sua capacidade de resolver questões conceituais de física (de 30 para 90), de aplicar um conceito de física em diferentes situações (de 20 para 80), de desenvolver os procedimentos matemáticos necessários para resolver problemas de Física Geral (de 30 para 75) e de articular os conceitos de física necessários para resolver um problema de física (de 20 para 80). A crença de João na sua capacidade de interpretar problemas de física não teve, em comparação às outras crenças, uma variação tão expressiva (de 80 para 95). Segundo o aluno, ele já se sentia capaz de interpretar os problemas, pois, quase sempre, ao resolver um problema, ele fazia uma interpretação gráfica, ou seja, um desenho que facilitava a interpretação do problema.

Notavelmente, João apresentou inicialmente um baixo senso de autoeficácia sobre aprender física. Isso decorre das diversas experiências que João teve durante sua vida escolar e acadêmica, como algumas reprovações, por exemplo. No entanto, constatamos que João sofreu grande impacto das atividades provenientes do TBL, como mostramos na subseção 5.4.4.1.

A Figura 26 mostra o nível de autoeficácia de João, antes e depois da disciplina de Física III, para cada uma das afirmativas que compõem o eixo de autoeficácia em trabalhar colaborativamente. João destacou um maior aumento em suas crenças na sua capacidade de explicar para os colegas os conceitos de física e os procedimentos necessários para resolver um problema (de 10 para 75 e de 10 para 70, respectivamente) e, durante atividades em grupo e

discussões, ser flexível diante de conflitos e saber ouvir as opiniões dos colegas, mesmo quando considerava estar certo (de 10 para 85 e de 20 para 100, respectivamente). Antes da disciplina, João já se considerava capaz de encorajar os colegas a participarem das discussões (manteve os 100 pontos) e de trabalhar em equipe, cuja variação foi pequena (de 80 para 100).

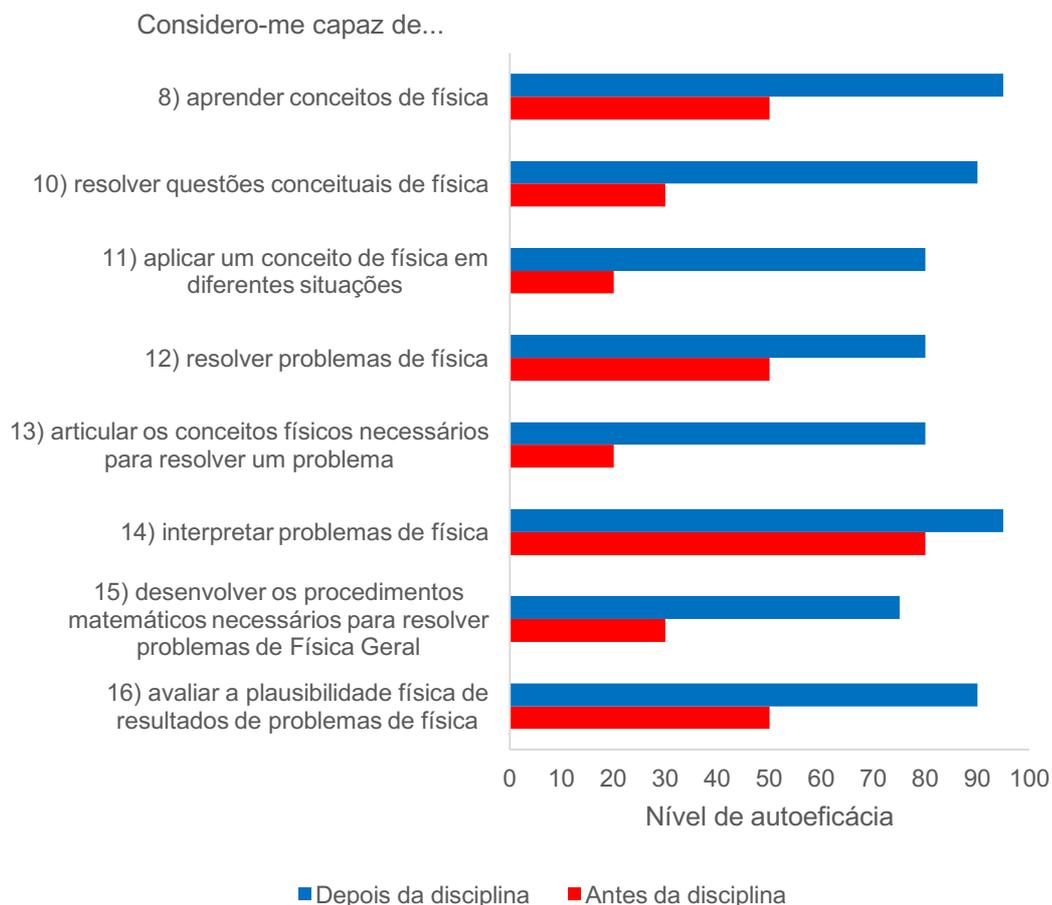


Figura 25 - Nível de autoeficácia nas afirmativas que formam o eixo de autoeficácia em aprender física. (Fonte: o autor)

Durante a convivência com o aluno, notamos que ele era muito comunicativo, gostava de conversar e não se constrangia para pedir ajuda quando não conseguia entender algo. Esse comportamento, apresentado por João desde o início da disciplina, indica seu alto senso de autoeficácia em trabalhar em equipe e encorajar os colegas a participarem das discussões. No entanto, o aluno não se considerava muito capaz de ouvir e ser flexível em discussões. Naquelas afirmativas que estão ligadas ao conhecimento de física, como explicar conceitos e resolução de problemas, João apresentou menor percepção de autoeficácia inicial, o que é coerente com ele ter pouca confiança em realizar as ações específicas que estão relacionadas a aprender física.

Sabendo das variações nas crenças de autoeficácia do João, perguntamos a ele ao que se devia essa mudança. Sem hesitar, João respondeu que eram as discussões em aula.

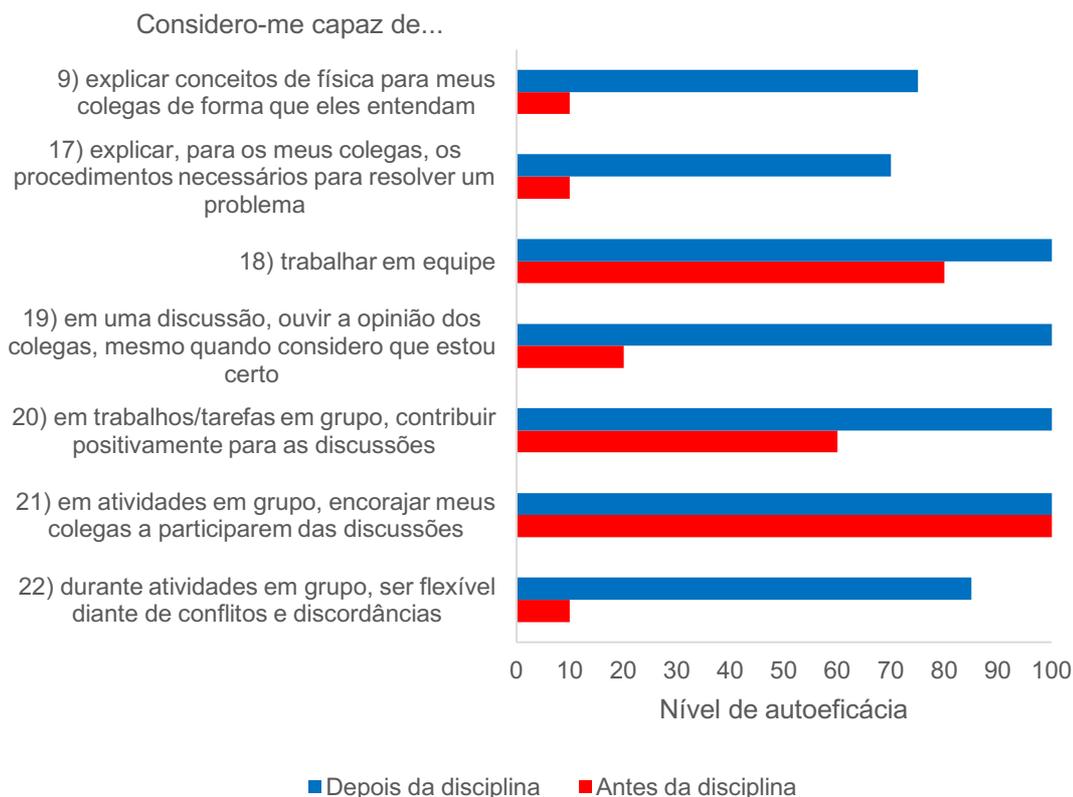


Figura 26 - Nível de autoeficácia nas afirmativas que formam o eixo de autoeficácia em trabalho colaborativo. (Fonte: o autor)

Tentamos explorar mais a fundo os fatores que influenciaram a mudança na autoeficácia de João. Para isso, analisamos suas falas enquanto descrevia sua experiência na disciplina e com a equipe, bem como em perguntas mais específicas enquanto mostrávamos as respostas que ele deu ao questionário de autoeficácia. Com isso, identificamos alguns fatores que podem ter influenciado a autoeficácia de João em aprender física e em trabalhar colaborativamente, os quais são descritos em seguida.

#### 5.4.4.1 Crenças de autoeficácia em aprender física

João julga ter muitas dificuldades em física e isso fica evidente em várias de suas falas. Em um momento da entrevista, o aluno falou que, no passado, já pensara em abandonar o curso em função de suas dificuldades.

*Claro, não vou saber tudo, é impossível saber tudo, ainda mais que eu tenho dificuldades.*

*Porque eu tinha mais dificuldade e era o que mais ficava perguntando.*

*Por mais dificuldades que eu tenho, eu continuo gostando e se eu gosto, eu vou até o final e ninguém diz para mim "ó João, não sabe fórmula? Vai embora.". Já pensei em largar por causa dessa dificuldade.*

Apesar de julgar-se um aluno com dificuldades, João é persistente e não tem medo de perguntar e expressar suas dúvidas. Esse é um aspecto que fez com que João contribuísse para as discussões em equipe, como é discutido na subseção 5.4.4.2.

*[...] meu jeito é perguntar. Se não entendi, eu pergunto na aula. Se eu não entendi, eu pergunto para os meus colegas. Se eu não entendi eu vou [...] até entender.*

Um dos fatores que contribuiu para o aumento da autoeficácia de João em aprender física foram as discussões. A esse tipo de atividade, como destacado em nosso guia de análise (Quadro 5), atribuímos como fonte de autoeficácia, as experiências vicárias. Em meio às discussões, o comportamento dos colegas pode influenciar as crenças do sujeito em sua própria capacidade. Afinal, as interações geram oportunidades para que o sujeito observe o comportamento dos seus colegas, sendo por eles influenciado.

*Melhorei muito na parte de física, por quê? Por causa das discussões.*

Argumentando sobre a influência das discussões sobre a sua autoeficácia, João fala sobre a importância de atividades que estimulem o diálogo na sala de aula, dizendo que, como futuro professor, pretende utilizar essa estratégia. Em nossa revisão da literatura sobre autoeficácia no ensino de Física, notamos que as investigações sobre a autoeficácia na formação docente são objetos de pesquisa recorrente na área. Segundo Simões et al. (2014) e Schechter e Michalsky (2014), o método de ensino vivenciado pelos professores durante sua formação (período em que são alunos) influencia em suas crenças de autoeficácia. O uso de métodos ativos, como atividades de aprendizagem por argumentação, durante a graduação, deixam-nos mais confiantes sobre suas capacidades para utilizar a mesma abordagem enquanto professores (OGAN-BEKIROGLU; AYDENIZ, 2013). Ou seja, o aluno, e futuro professor, que participa de aulas com métodos ativos de ensino sente-se mais capaz de administrar aulas com métodos ativos. Neste sentido, alunos como o João, que cursam licenciatura, podem ter modificações em sua autoeficácia em ensinar física.

*A gente cresce muito discutindo com as pessoas e isso eu tenho para mim e acho que é o importante, o diálogo. É uma coisa que, quando eu for professor, eu quero manter com os meus alunos, é o diálogo.*

Durante as primeiras semanas de aula, João comentou ao pesquisador (que também atuava como monitor da disciplina) que, num certo momento, ele era o único da equipe que estava certo sobre a resposta de uma questão conceitual, mas por saberem que ele era um aluno “mais fraco”, não deram valor aos seus argumentos. Depois que viram que João estava certo, eles desculparam-se. No momento, pareceu que João estava feliz por eles terem admitido o erro, mas também se sentia triste por achar que tinha muitas dificuldades em física.

Visivelmente, João tinha uma baixa autoeficácia em aprender física, a qual foi mudando com acontecimentos semelhantes ao descrito anteriormente, onde o aluno teve a experiência positiva

em conseguir expressar sua opinião e convencer seus colegas. Ou seja, conseguir convencer os colegas, possivelmente o fez se sentir mais capaz de exercer as ações relacionadas ao aprendizado de física, como: resolver problemas, aprender conceitos etc. A seguir, transcrevemos um episódio, narrado pelo estudante, que demonstra isso.

*Eu corriji o Aluno 1 duas vezes no nosso grupo. Quando eu fiz isso eu me senti muito bem. Porque na minha opinião o Aluno 1 é o que, na minha opinião, no grupo, não é o que mais sabe, mas é o que mais sabe demonstrar as coisas, o pensamento escrito. Mas quando eu disse: “Não, Aluno 1, tu tá errado. Eu acho que não é assim, tu tem que fazer por isso.”. Aí ele: “não, tu tá certo, João”. Tu não tem noção de como eu me senti bem. Poxa, eu corriji o cara que eu tenho como espelho [referência] no grupo.*

O Aluno 1, mencionado por João como um indivíduo “bom em física”, era admirado por suas qualidades por todos os outros membros da equipe. Além de considerar que o Aluno 1 tinha grande conhecimento, também reconheciam sua capacidade de explicar. Isso mostra a importância dada por João ao acontecimento.

Outras experiências que fizeram com que João se sentisse mais capaz de aprender física, foram aquelas advindas das Tarefas de Leitura (um dos aspectos mais valorizados pelos alunos da disciplina, como pudemos notar na seção 5.2). As TLs faziam com que João se sentisse preparado, ou seja, capaz de resolver os problemas e os testes.

*Então, tu não te prepara só para a aula, tu te prepara para toda a cadeira em si. A cadeira, pelo que eu vi, a base dela são as tarefas de leitura em casa. Para mim foi importante, porque se tu pensar, e a maioria das pessoas fazem isso, se tem uma prova daqui a uma semana, começa a estudar uma semana antes. Por mais que eu tenha dificuldades em lembrar das equações, é só ver a equação que eu sei o que ela está me dizendo. Porque eu vi, eu estudei, eu perguntei, a dificuldade está só em lembrar. Então, dessa maneira tu não está tão atrasado. Tu tem que praticar. O que eu tenho que fazer? Tenho que pegar exercícios e “mandar brasa” e colocar as equações ali e “mandar brasa” para a prova. Parte do conteúdo, eu estou pronto, talvez entre alguma coisa mais específica, mas eu estou pronto. Me preparou para tudo.*

Em entrevista, quando perguntamos a João sobre como ele avaliava a experiência que teve com esse novo método de ensino, ele comparou essa disciplina com anteriores, inclusive aquelas que ele fora reprovado, argumentando que as estratégias do método (e.g. leituras e discussões) faziam com que ele se sentisse mais seguro, mais capaz. As experiências negativas em outras disciplinas provavelmente colaboraram para a baixa autoeficácia de João em aprender física. Novamente, João argumentou sobre a importância das TLs, principalmente sobre a leitura orientada do livro texto.

*Avalio [de forma] totalmente positiva. Física I, por exemplo, eu tive da maneira [tradicional], eu fiz três vezes para passar. A primeira vez porque eu cheguei aqui [na universidade], aí tu chega muito alegre, muito feliz e se dá mal, aí tu aprende. A segunda, eu estudei e rodei por muito pouco, mas era só “Torque é isso e por isso vocês chegam nisso e fazem um diagrama*

*de corpo livre e aí aplicação, aplicação, aplicação." Eu deveria saber tudo? Deveria. O significado físico de torque eu sei te dizer, agora a equação, vou me lembrar por causa do pêndulo que eu fiz em programação. Mas é muito raro eu me lembrar de alguma coisa a mais. O significado físico das coisas a gente sabe porque é o básico, mas explicação, leitura, ler o Halliday da Física I, eu li só antes da prova. O que eu disse antes era experiência própria, eu lia uma semana antes, no máximo uma semana antes, quando não eram dois, três dias antes. Chegava na prova atucanado e deu né. Diferente de agora, se eu tivesse tido essa leitura, essa discussão, porque aí, a mecânica em si, tem bastante física envolvida também, tu podia ter discussões muito ricas, assim como a gente teve aqui. Física II com a termodinâmica também, com ondas que agora liga tudo. Se eu tivesse tido as discussões sobre ondas no mesmo nível daqui, eu chegaria em Física IV, na junção delas, rindo. Eu ia estar rindo. Não estou porque minha parte de ondas, apesar de ter sido com o [nome do professor], não foi aquela coisa, a parte de termodinâmica foi bacana, mas eu não tenho segurança.*

Durante as exposições dialogadas do professor, guiadas pelas dúvidas que os alunos expunham nas TLs, algumas das perguntas enviadas pelos alunos necessitavam uma pesquisa mais profunda. Com isso, o professor pedia a opinião de outros professores especialistas e os citava durante a sua exposição. Esses eventos, que foram recorrentes durante o semestre, podem ter influenciado a autoeficácia de João em aprender física. Essa experiência vicária, de acordo com o aluno, o fez perceber que não é o único que não sabe alguma coisa.

*Vai conversando com pessoas da tua área e tu vai ver que tu não é o único que não sabe alguma coisa. E tem muita gente que não sabe quase nada, mas busca alguém que saiba, tipo o [nome do professor] com o [nome do outro professor]. O [nome do professor] não sabe, "o [nome do outro professor], como que é?". E disse isso várias vezes em aula e não teve vergonha nenhuma de dizer que perguntou.<sup>32</sup>*

O método de avaliação diversificado que usamos, possivelmente representou para João um redutor de estresse, o que fez aumentar sua percepção de autoeficácia em aprender física. Ele argumentou que a prova lhe dá uma insegurança muito grande e que fica nervoso ao resolvê-la, principalmente quando toda a avaliação é pautada pela nota em provas. Neste caso, o método de avaliação por deixá-los mais tranquilo pode fazer com que se sentisse mais capaz de realizar as atividades relacionadas à aprendizagem de física.

*Eu por exemplo, nas provas tem coisas que eu errei que é [...] se eu olho agora eu "puxa, isso aqui né?". Mas é porque eu fico nervoso não é porque eu não saiba. Eu gosto desse método de avaliação porque tu não avalia só a prova em si. Se fosse pela prova eu estaria quase rodado. Isso [a prova] dá uma insegurança muito grande, ainda tem uma pressão de que tem que ficar com a média 6, mas é muito menor do que quase rodado. Aí mostra que está dando efeito: "olha aqui, como estou indo nas atividades, como que fiz. O gabarito está ali, então é assim, assim, assado.". Isso é uma boa maneira de avaliar e por mim deveria ter em todas as cadeiras da faculdade da Física. Não vai ter, é um sonho muito grande. Eu já participei de duas,*

<sup>32</sup> Nesse depoimento o aluno não quis dizer que o professor da disciplina não sabia responder as dúvidas dos alunos, afinal, já ficou claro na seção 5.2 o quanto os alunos admiravam o professor. O que recorrentemente ocorria era que algumas dúvidas eram bem específicas e, para poder dar uma explicação mais completa aos alunos, o professor recorria a especialistas.

*dessa e da [nome do professor] de experimental II e as duas eu me dei muito bem e foram as cadeiras que eu mais gostei.*

#### 5.4.4.2 Crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente

Em alguns aspectos relevantes ao trabalho colaborativo, João já tinha um senso de eficácia pessoal elevado, em outros, nem tanto (como pode ser verificado na Figura 25).

*Trabalhar em equipe, eu sabia mais ou menos agora eu tenho 100% de certeza que eu sei.*

João não tem dificuldades em expressar dúvidas. Ele entende a importância de perguntar e, inclusive, associa essa questão à sua preocupação como futuro docente.

*se eu estou com dificuldade de aprender, eu não vou ficar quieto no meu canto. A não ser que a pessoa seja tímida, é uma em um milhão. Eu não vou ficar quieto no meu canto, [não] vou ver o que as pessoas estão fazendo e vou copiar. Não, eu não quero voltar ao colégio. Se eu quero entender e eu vou ter que ensinar isso um dia para alguém, eu vou ter que perguntar como que faz.*

A facilidade de João em questionar e mostrar o que não entende, sem medo de julgamento, aliado à sua crença de que é um aluno que tem dificuldades, para ele, é algo que contribuiu positivamente para as discussões e tarefas em grupo. O aluno considera-se capaz de contribuir positivamente para as discussões em grupo.

*Eu tenho grande contribuição porque eu tenho muita dificuldade. E por eu ter dificuldade, já que eu estou em grupo, eu começo a cobrar das pessoas uma explicação, e que me ajudem. Eu sou assim, eu não tenho orgulho né, de começar a me achar e querer fazer as coisas sozinho. Se eu não consigo, eu não consigo e ponto e vou achar alguém que consiga me ajudar. Então, meio que eu instigo as pessoas a conversarem, a conversarem sobre o problema. As vezes tem quatro ou cinco falando a mesma coisa e aí começam a conversar entre si. Tanto que quando o [nome de um aluno de outra equipe] foi emprestado para o nosso grupo ali no final, era nós quatro conversando e ele quieto ali na mesa, fazendo sozinho. “[nome do aluno de outra equipe], chega mais! Conversa aí, me diz como é que faz.”*

Por outro lado, ainda dentro do âmbito de trabalho colaborativo, João diz que tinha dificuldades em explicações, ou seja, não se sentia capaz de explicar algumas coisas de maneira sofisticada. Ele achava suas explicações muito simples. A questão aqui não é sobre a qualidade das explicações de João, mas o quanto ele acredita ser capaz de explicar de forma que seus colegas entendam. Neste sentido, ele acredita que melhorou.

*Bem ou mal, me serviu para ver as dificuldades que eu tenho, que é, eu falo as coisas muito simples, eu tento simplificar tudo. Eu não venho com uma teoria, eu tento “é isso e tu pega disso e disso”. Tento ser o mais simples possível. Se o assunto demanda uma explicação melhor, aí eu tento só que*

*eu já me perco. Eu não consigo ser tão sofisticado. Para um físico eu acho que isso é uma questão complicada, mas eu acho que não é tão complicado até porque se for fácil as pessoas vão começar a se interessar. Se tu gostar realmente aí tu vai para as coisas mais difíceis. Eu mesmo melhorei nessa parte.*

A forma como as aulas se desenvolveram, baseadas nas dúvidas, fez com que João se sentisse mais capaz de explicar para seus colegas. Segundo ele, as várias dúvidas dos alunos, aliadas às explicações dadas pelo professor, davam-lhe opções de formas de explicar as diferentes dúvidas.

*Tu começa com a dificuldade de uma pessoa de entender, tu vai olhando o [nome do professor] fazendo e explicando de outras maneiras, tu "ó tem mais essa linha de pensamento". Então, eu melhorei muito em saber explicar para as pessoas e, com isso, eu coloquei uma "bala no meu revolver" para poder explicar para alguém.*

O aluno acredita que melhorou a sua capacidade de ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando considera que está certo, fator essencial para o bom trabalho colaborativo. Ele atribuiu esse acréscimo de senso de autoeficácia em trabalhar colaborativamente aos colegas de equipe que lhe mostraram, diversas vezes, que ele estava errado.

**João:** *Eu tenho assim, não sei se é uma dificuldade ou é uma coisa boa, eu aceito muito o que as pessoas me dizem, mas quando eu tenho... aí vem a parte do virginiano, se eu acho que eu estou muito certo, aí não tem cristo que resolva. Mas isso era eu antes, porque agora eu aprendi a ouvir. Quando tu começa a ouvir as pessoas e vê que aquela explicação delas tá certa porque o professor está dizendo ali também, aí tu vê "ó, tu tem que repensar mesmo, porque se tu ficar nesse caminho tu vai te "ralar", tu vai te dar mal". Então, eu também cresci nessa parte, eu converso, eu faço as pessoas conversar, mas se eu acho que eu tô certo, eu tinha uma dificuldade de falar que eu estava errado."*

**Entrev.:** *ao que se deve essa mudança? Há algum momento específico que tu lembra?*

**João:** *O momento de eu estar quase sempre errado e me mostrarem que eu estava errado. Bem ou mal, essas dificuldades que eu tenho me fizeram [...] aquela coisa que tu tem que errar para aprender. Então, eu errei n vezes, n vezes me explicaram e "poxa, tenho que ter mais calma, tenho que ouvir mais.". Porque eu estou errando. Se eu chegar na prova eu não vou ter as pessoas para me corrigir, então eu tenho que mudar o meu pensamento. E mudou.*

*Olha a diferença ó, porque tu viu como que era meu pavio curto, eu não tinha paciência para explicar. Aí 75 não é o ó [se referindo à capacidade de explicar os conceitos de física para os seus colegas], mas já melhorou 1000 vezes o negócio. É o que eu falei antes, eu perdia muito a paciência. Se a pessoa está errada, tipo, eu, se eu tô errado, eu continuo com a minha palavra porque eu acho que estou certo. Aí eu ficava brabo porque a pessoa tava agindo do mesmo jeito que eu praticamente, tu está indo contra ti mesmo, mas eu ficava brabo igual, aí perdia a paciência para explicar.*

Os argumentos anteriores nos levaram a atribuir o aumento da autoeficácia a uma experiência vicária. Neste sentido, João se sente mais capaz de ouvir aos colegas mesmo quando

considera estar certo porque, em diversas situações, os colegas ouviram-no, mesmo que ele estivesse errado.

É importante salientar que os resultados aqui apresentados foram retirados das falas de João, sendo que muitos outros fatores que ele pode ter esquecido de mencionar ou que não estavam claros para ele no momento, podem ter influenciado na variação de suas crenças de autoeficácia.

#### **Síntese dos resultados:**

*João apresentava baixa percepção de autoeficácia em aprender física e em alguns aspectos relacionados ao trabalho colaborativo, antes do envolvimento com a disciplina. João acreditava ter muita dificuldade, por isso, sentia-se incapaz de resolver questões conceituais e problemas de física, por exemplo. Apesar de muito comunicativo e de se considerar capaz de trabalhar em equipe, João não se considerava capaz de ouvir a opinião dos outros quando se considerava certo, nem de ser flexível diante de conflitos e discordâncias. Além disso, não se julgava capaz de explicar conceitos e soluções de problemas de forma que seus colegas entendessem. Com o envolvimento nas atividades com o TBL, a autoeficácia de João em todos esses aspectos aumentou sensivelmente.*

*De maneira geral, João atribuiu as mudanças em sua autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente principalmente às discussões que aconteciam na disciplina. Investigando mais a fundo, pudemos notar que a autoeficácia em aprender física foi afetada por experiências positivas, vicárias e redução de estresse. João teve experiências positivas quando conseguiu convencer seus colegas de seu ponto de vista e durante as Tarefas de Leitura. As experiências vicárias vieram das discussões em equipe e da observação da humildade do professor ao buscar auxílio para resolver as dúvidas dos alunos. Já a avaliação diversificada conduzida na disciplina com o TBL resultou como redutor de estresse, o que possivelmente fez com que João se sentisse mais capaz em realizar as atividades relacionadas ao ato de aprender física.*

*As mudanças na autoeficácia em trabalhar colaborativamente foram atribuídas, principalmente, às experiências positivas e vicárias. As experiências positivas surgiram por ele ter aprendido da maneira como as aulas eram conduzidas, com base nas dúvidas dos alunos. Segundo ele, tomar conhecimento das dúvidas e diferentes maneiras de explicar, faziam com que ele se sentisse mais capaz de explicar aos seus colegas. As experiências vicárias fizeram com que João se sentisse mais capaz de ouvir a opinião dos colegas mesmo quando considerava estar certo, fator essencial para um bom trabalho colaborativo. Muitas vezes os colegas o ouviram, mostrando que ele estava errado, isso fez com que ele se sentisse capaz de fazer o mesmo.*

*João, como aluno de licenciatura, preocupava-se na sua futura atuação como professor. A experiência com métodos ativos como o TBL podem ter afetado as crenças de autoeficácia de João em ensinar física, fazendo com que ele se sentisse capaz, quando professor, de utilizar tais métodos em suas aulas. Afinal, como destacamos em nossa revisão da literatura, alguns trabalhos*

*corroboram a ideia de que a formação é importante para que o futuro professor tenha crenças de autoeficácia positivas e possa ter uma boa prática docente (e.g. ROCHA, 2011; SILVA et al., 2011; OGAN-BEKIROGLU; AYDENIZ, 2013; BORRACHERO et al., 2013; SIMÕES et al., 2014; SCHECHTER; MICHALSKY, 2014).*

## 5.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS: NOVAS PERSPECTIVAS

Nesta seção, sintetizamos os resultados do estudo de caso exploratório realizado, apresentamos as questões de pesquisa geradas e correspondentes proposições teóricas, assim como novas perspectivas para o prosseguimento da pesquisa.

Nosso estudo indicou atitudes positivas de toda a turma quanto ao TBL. Era de suma importância, em um estudo exploratório, onde estamos tomando conhecimento sobre um método de ensino ainda não aplicado em nosso contexto, que avaliássemos as atitudes dos estudantes em relação à mudança de método de ensino. Afinal, a inércia de um sistema de ensino tradicional poderia levar os estudantes a terem atitudes negativas sobre o TBL.

Os estudantes indicaram como positivo no método de ensino empregado, principalmente: as Tarefas de Leitura e as exposições dialogadas com base nas dúvidas e as discussões em equipe. A atitude favorável às TLs e às exposições dialogadas com base nas dúvidas, elementos do método JiTT que fazem parte da adaptação que realizamos no TBL, nos indicaram que obtivemos sucesso ao empregar o JiTT como complemento ao TBL e que podemos mantê-lo em aplicações futuras do método. As aulas enfatizando as dúvidas dos alunos já eram previstas no TBL original, mas possuíam limitações porque o professor não tinha acesso antecipado às dúvidas dos estudantes. As atitudes positivas quanto às discussões em equipe nos fizeram perceber a importância das equipes de aprendizagem para os alunos e que, por isso, merecem ser melhor investigadas futuramente.

Verificamos, através de análise quantitativa, um desempenho em testes padronizados semelhante àqueles atingidos por outros métodos ativos de ensino e superiores a resultados obtidos nos mesmos testes em turmas que tiveram aulas com o método de ensino tradicional. Esse resultado presume um alcance potencial do método TBL para a aprendizagem conceitual. Apesar da aprendizagem ser um construto complexo que, de maneira alguma, resume-se a resultados em testes, e investigações futuras serem necessárias para uma melhor avaliação, eles são indicativos de que houve uma aprendizagem conceitual.

Ainda sobre o presente estudo, constatamos que as crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente foram positivamente influenciadas na turma. Verificamos alguns elementos da nossa abordagem modificada do TBL que agem como potenciais fontes de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Em relação a aprender física: resolução de problemas de aplicação contextualizados, resolução de questões conceituais e estudo prévio orientado (experiências positivas); interação com a equipe (experiências vicárias); incentivo docente e foco conceitual e estrutura das aulas (persuasão social); formas de avaliação (redução de estresse). Sobre as fontes de autoeficácia em trabalhar colaborativamente, percebemos as seguintes: entendimento de conceitos e sucesso em convencer os colegas (experiências positivas); interação

prolongada, prática de trabalho em equipe e percepção de erro (experiências vicárias); interação prolongada com a equipe e prática de trabalho em equipe (redução de estresse).

Com o intuito de aprofundar o estudo exploratório, tomamos como unidade de análise um único aluno (João), participante de um grupo que mostrou evidências de se constituir em uma equipe. Investigamos, então, sua evolução nos nossos três eixos (desempenho em testes padronizados, atitudes em relação ao método e crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente). João, um aluno com baixa autoeficácia inicial em aprender física e com um histórico de reprovações teve um aumento na autoeficácia devido às fontes de autoeficácia identificadas nas estratégias que adotamos no método de ensino e também um bom rendimento em dois dos três testes aplicados. Os ganhos normalizados em tais testes foram similares ao ganho médio da turma, o que reafirma o bom desempenho do aluno. Novamente, houve um destaque dado a equipe, a qual contribuiu com as suas discussões para o aumento da autoeficácia de João em aprender física e em trabalhar colaborativamente.

Para melhor avaliar a aprendizagem conceitual em estudos futuros precisamos de um referencial teórico de aprendizagem. Cogitamos o uso da Teoria de Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud, a qual toma como premissa que o conhecimento é organizado em campos conceituais e sua aquisição é moldada pelo enfrentamento de situações-problemas e pelas ações dos sujeitos nesse enfrentamento (VERGNAUD, 2009). Segundo Vergnaud (1983), a apropriação de todos os aspectos que envolvem um conceito é demorada e envolve avanços e retrocessos. O TBL envolve atividades em que o aluno precisa, além de saber fazer, saber explicar e convencer os colegas. A essas atividades estão associados ao que Vergnaud (1996) chama, respectivamente, de conhecimento operatório e predicativo. A forma como o sujeito age em diferentes situações, seja para realizar uma tarefa, ou para explicá-la, depende de seus esquemas, o que para Vergnaud (1993, p.2), trata-se de uma “organização invariante do comportamento para uma certa classe de situações”. Os esquemas são compostos por: invariantes operatórios, metas e antecipações, regras de ação e possibilidades de inferências.

Muito do conhecimento que envolve os esquemas do ser humano é implícito. Esses conhecimentos são conhecidos como “conceito-em-ação” e “teorema-em-ação”, os quais fazem parte de uma estrutura mais ampla chamada de “invariantes operatórios”. Como o esquema é uma totalidade dinâmica que organiza a ação do sujeito frente a uma classe de situações, os invariantes operatórios são componentes essenciais dos esquemas. Entre uma classe de situações nas quais o sujeito já lida de forma operatória e outra onde a pessoa tem situações a vencer, o reconhecimento dos invariantes operatórios é a informação necessária para a generalização do esquema (ibid).

Acreditamos no potencial da TCC para nossos estudos futuros por ela tratar do sujeito em ação, assim como a TSC de Bandura que se preocupa com a agência humana. Enquanto a teoria de Vergnaud se preocupa em definir as habilidades reais que o indivíduo possui em seus esquemas, as crenças de autoeficácia de Bandura estão associadas à percepção que o sujeito tem sobre suas próprias capacidades para realizar uma ação específica. Nesse sentido, as duas teorias podem ser complementares para o estudo do sujeito como agente. As questões fundamentais que se colocam

são: *Há compatibilidade teórica entre essas duas teorias? Se compatíveis, como construir uma articulação entre ambas?*

A seguir, apresentamos uma possível questão de pesquisa que elaboramos a partir dos resultados obtidos em nosso estudo exploratório em termos de aprendizagem de física (resposta à questão de pesquisa (i)), bem como a forma que pretendemos conduzir o início dos estudos e as proposições teóricas.

**Questão de pesquisa:**

*Como, e em que medida, o TBL promove a aquisição de conhecimento (predicativo e/ou operatório) de Eletromagnetismo em nível de Física Geral?*

Para responder tal questão nos apoiaremos nas concepções teóricas da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, que, como visto anteriormente, classifica o conhecimento em dois tipos: predicativo e operatório. Buscaremos analisar como, e em que medida, as fases do TBL contribuem para a aquisição desses dois tipos de conhecimentos no contexto proposto neste projeto.

**Proposições teóricas:**

*As atividades em equipe das fases de preparação e aplicação do TBL contribuem para uma efetiva aprendizagem de física no âmbito do Eletromagnetismo. As atividades de resolução de questões conceituais em equipe (TPe) contribuem principalmente para a aquisição de conhecimento predicativo, já as atividades de resolução de problemas (RPs) da fase de aplicação contribuem principalmente para a aquisição de conhecimento operatório. Além disso, o estudo prévio, orientado pelas Tarefas de Leitura (TLs), contribui para potencializar a aprendizagem tanto na resolução de questões conceituais, quanto na resolução de problemas. Diferentemente de um ensino tradicional, onde o aluno não é colocado em situações que exijam que ele explique seu raciocínio e trabalhe de forma ativa em problemas em sala de aula, as estratégias do TBL contribuem para uma melhor aprendizagem predicativa e operatória.*

Com o intuito de avançar nos estudos sobre as crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente em atividades com o TBL, destacamos em nosso estudo exploratório a necessidade de expandir nossa investigação em termos de percepção de eficácia coletiva dos membros das equipes de aprendizagem. Bandura (1997) ampliou a concepção de agência humana para agência coletiva, baseando-se em crenças compartilhadas sobre suas capacidades conjuntas em seguir cursos de ações por meio do esforço coletivo. Notamos que em um mesmo grupo, os alunos tinham suas percepções de eficácia pessoal em aprender física e trabalhar colaborativamente modificadas por fatores distintos. Nesse sentido, surgem algumas perguntas: *Existem crenças comuns entre os indivíduos de um mesmo grupo? As atividades com o TBL propiciam aos alunos o*

*desenvolvimento de eficácia coletiva em aprender física e trabalhar colaborativamente? De que maneira essas crenças de eficácia coletiva se relacionam com as crenças de autoeficácia?*

A partir da resposta à questão de pesquisa (iii) e dos questionamentos levantados anteriormente, elaboramos a questão de pesquisa e proposições teóricas expostas a seguir, bem como a ideia inicial de como a pesquisa será conduzida.

**Questão de pesquisa:**

*Como o TBL influencia as crenças de eficácia coletiva em aprender física e em trabalhar colaborativamente nas equipes de aprendizagem?*

Para responder a essa questão de pesquisa, nos aprofundaremos no conceito eficácia coletiva de Bandura e o avaliaremos os indivíduos das equipes de aprendizagem desenvolvidas com o TBL. Além disso, os resultados serão comparados com os obtidos com as crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente.

**Proposições teóricas:**

*Assim como o TBL influencia positivamente os estudantes em suas percepções de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente, ele aumenta, com o passar do tempo de interação, o senso de eficácia coletiva dos sujeitos das equipes. A interação prolongada, capaz de suscitar experiências vicárias, é a principal fonte de eficácia coletiva, tanto em aprender física, quanto em trabalhar colaborativamente. As experiências positivas em resolução de questões conceituais e problemas em equipe também são essenciais para o aumento do senso de eficácia coletiva em aprender física e trabalhar colaborativamente. Diferentemente das percepções de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente, as crenças de eficácia coletiva em relação a esses dois aspectos sofrem influências de eventos externos semelhantes.*

Levando em conta os resultados atingidos no presente trabalho, no próximo capítulo são apresentadas as considerações finais desse estudo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É praticamente consenso que as abordagens de ensino tradicionais remetem a pelo menos dois problemas correlacionados do ensino de Física: dificuldades de aprendizagem e desmotivação. Ligadas à motivação estão as crenças de autoeficácia, as quais são influenciadas pelo método de ensino empregado. Nas abordagens tradicionais os alunos ficam pouco engajados com a sua aprendizagem, têm pouca interação e colaboração com seus colegas e desistem diante de desafios, por não acreditarem em suas próprias capacidades, ou seja, por terem adquirido ao longo do tempo um baixo senso de autoeficácia relacionado à aprendizagem de física e ao trabalho colaborativo.

O objetivo geral que norteou o desenvolvimento desta dissertação foi o de investigar a melhora na aprendizagem de física e o aumento na percepção de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente por meio de uma adaptação do método de ensino *Team-Based Learning*. Conforme apresentado, o TBL tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo através de uma estrutura que envolve, dentre outras atividades, resolução de problemas. Esse método, altamente difundido na área da saúde, começou a ser empregado também no ensino de Física em nível internacional, mas desconhecemos publicações de aplicações em nível nacional.

Guiados por esse objetivo geral, realizamos um estudo de caso exploratório em uma disciplina introdutória de Eletromagnetismo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre. Através desse estudo, buscamos conhecer o método de ensino e as atitudes dos alunos frente à mudança do método de ensino tradicional para o TBL, bem como iniciar uma investigação sobre a aprendizagem e crenças de autoeficácia. Nosso estudo teve duas unidades de análise, uma ampla (a turma) e outra específica (um sujeito). Coerentemente com a metodologia de estudo de caso Yin, que adotamos, concluímos nosso estudo exploratório levantando novas questões de pesquisa e proposições teóricas para guiar estudos posteriores.

Em termos das atitudes, nossos resultados mostraram atitudes positivas de toda a turma em relação ao método. Os aspectos que os alunos destacaram como mais positivos foram as Tarefas de Leitura, as exposições dialogadas com base nas dúvidas e as discussões em equipe. Como negativo foram mencionados, principalmente, a dedicação requerida pela disciplina e o exíguo tempo em aula para a realização de todas as atividades previstas.

A falta de tempo para realizar as atividades previstas deu-se pelo alto engajamento dos alunos. Durante as TLs uma variedade grande de perguntas diferentes era enviada para o professor abordar em sua exposição dialogada (a maioria delas interessantes). Outro fator que contribuiu foi o crescente entrosamento entre os membros dos grupos, o que fez aumentar o nível de interação entre eles e provocou mais debates e questionamentos. Tínhamos ciência de que os debates estavam se estendendo além do previsto, porém não podíamos evitá-los, afinal, pareciam contribuir para a aprendizagem. Ou seja, o desenvolvimento dos grupos com o tempo não foi levado em consideração no planejamento inicial. No entanto, como evidenciam nossos resultados, o andamento da disciplina e a implementação do TBL não foram prejudicadas por isso.

A identificação de atitudes prioritariamente favoráveis quanto ao método de ensino mostra que os estudantes se adaptaram bem à mudança de método. Com isso, concluímos que tivemos

sucesso em nossa adaptação do método, ao nosso contexto de ensino, no que diz respeito à receptividade dos alunos. A partir da opinião dos alunos pudemos traçar novas estratégias para melhor explorar o TBL em implementações futuras, como a construção de textos de apoio complementares ao livro-texto, os quais possibilitariam um melhor aproveitamento do tempo de estudo dos alunos e uma redução do tempo de explicação do professor em sala de aula, amenizando os dois principais problemas destacados pelos alunos. Perguntas muito frequentes teriam uma explicação mais detalhada nesse texto de apoio. Outra possibilidade seria criar um sistema *online* com respostas às questões mais frequentemente utilizadas.

Da investigação sobre o desempenho em testes padronizados, concluímos que a nossa adaptação do TBL teve um alcance potencial em termos de aprendizagem conceitual similar a outros métodos de ensino ativo já bem estabelecidos no ensino de Física, como o *Peer Instruction*, e superiores ao método de ensino tradicional. Nossos resultados evidenciam que a exposição ativa aos conceitos, por meio das tarefas e discussões em grupo, facilita o entendimento conceitual dos alunos, bem como os estimula a buscar esse tipo de conhecimento, que normalmente é ofuscado pela supervalorização de aspectos matemáticos, em abordagens tradicionais.

Para uma melhor compreensão das influências do TBL na aprendizagem, reconhecemos a necessidade de um referencial de aprendizagem a ser usado em pesquisas posteriores. Para isso, levantamos a Teoria de Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, cuja premissa é que o conhecimento é organizado em campos conceituais e sua obtenção é dada pelo enfrentamento de situações-problemas e pelas ações dos sujeitos nesse enfrentamento. Acreditamos que a TCC por tratar, assim como a TSC de Bandura, do sujeito em ação, tem potencial para aprofundar nossa investigação tanto em aspectos empíricos como teóricos.

As crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente também foram avaliadas de maneira positiva pela turma, como constatamos através das respostas a um questionário. Inclusive, verificamos alguns elementos da nossa abordagem modificada do TBL que agem como potenciais fontes de autoeficácia. São eles, (i) em relação a aprender física: resolução de problemas de aplicação contextualizados, resolução de questões conceituais e estudo prévio orientado (experiências positivas); interação com a equipe (experiências vicárias); incentivo docente e foco conceitual e estrutura das aulas (persuasão social); formas de avaliação (redução de estresse); (ii) em relação às fontes de autoeficácia em trabalhar colaborativamente: entendimento de conceitos e sucesso em convencer os colegas (experiências positivas); interação prolongada, prática de trabalho em equipe e percepção de erro (experiências vicárias); interação prolongada com a equipe e prática de trabalho em equipe (redução de estresse).

Concluímos que os alunos que participaram das atividades aumentaram o seu senso de autoeficácia, o que pode levá-los a persistir diante de adversidades e encarar tarefas mais complexas como desafios a serem superados, não como ameaças, e a ter menos reações emocionais tormentosas diante de dificuldades acadêmicas. Nossos resultados dão indícios de que, assim como os pacientes de Bandura que, ao se livrarem de suas fobias de cobra, tiveram suas crenças de autoeficácia modificadas de tal forma que mudaram outros aspectos de suas vidas, a experiência vivenciada pelos alunos com esse método ativo de ensino além de contribuir para o aprendizado de

tópicos de eletromagnetismo, propiciou-lhes experiências que afetarão de forma positiva as próximas ações como estudantes e futuros profissionais.

Na unidade de análise específica, analisamos João, participante de um grupo que mostrou evidências de se constituir em uma equipe. Investigamos como o TBL influenciou-o nos três eixos (desempenho em testes padronizados, atitudes em relação ao método e crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente) e constatamos que João, um aluno de licenciatura com baixa autoeficácia inicial e com histórico de reprovações, apresentou um bom rendimento em dois dos três testes aplicados, bem como teve as crenças de autoeficácia afetadas por algumas das fontes que identificamos na avaliação da turma, sendo que as discussões que aconteciam na disciplina foram apontadas como a principal causa das variações nos julgamentos de suas capacidades. Além disso, João apresentou atitudes extremamente positivas quanto ao método de ensino, destacando, novamente, as discussões em equipe.

A análise dos dados mostra que João foi afetado pela experiência de maneira a transcender a evolução das crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Como aluno de licenciatura, João sempre se mostrou preocupado com a função que exercerá no futuro, a de educador, e as experiências vivenciadas nesta e em outra disciplina que tivera no passado afetaram sua percepção de eficácia em relação ao ensino.

Baseados no destaque dado às discussões em equipe, tanto por João, quanto por grande parte da turma, e nos registros de nossas observações, verificamos que as equipes se consolidaram gradativamente com o tempo. Inclusive, uma das fontes de autoeficácia que identificamos em nosso estudo exploratório foi o tempo prolongado de interação entre os colegas, promovido por equipes fixas ao longo do semestre. A constatação de uma perceptível mudança nas equipes ao longo do tempo nos levam a pensar na importância de investigar o desenvolvimento dessas equipes de aprendizagem e como esse desenvolvimento influencia tanto na aprendizagem quanto nas crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente.

Tais resultados apontam o TBL como um possível método de ensino para as aulas de Física em universidades brasileiras, capaz de melhorar a aprendizagem de física dos estudantes, bem como criar um ambiente propício para o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Tais crenças são essenciais para aumentar a motivação dos estudantes. Elas podem refletir positivamente no rumo de suas vidas acadêmicas. Queremos destacar, com isso, que a aprendizagem de conhecimentos específicos é importante, mas outros aspectos, como essas crenças, são igualmente importantes e necessários. As novas perspectivas apontadas por este estudo exploratório abrem caminhos para entender melhor como aprimorar a aprendizagem e desenvolver crenças de autoeficácia mudando a sala de aula através de métodos ativos, como o TBL.

Assim como Bandura, acreditamos que o acaso exerce grande influência na vida das pessoas, mas como elas interpretam e selecionam os acontecimentos tem grande dependência de suas percepções de eficácia pessoal. Por acaso esses e não outros alunos fizeram parte da disciplina com o TBL, e as crenças que tinham no início guiaram a forma como eles interpretaram e selecionaram as experiências que tiveram. Consequentemente, as crenças adquiridas na experiência

afetarão suas ações futuras, e esperamos que de maneira positiva. Nesse sentido, encerramos esta dissertação com a frase de Louis Pasteur citada por Bandura em um de seus artigos:

*O acaso favorece apenas as mentes preparadas.*

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.
- ASHTON, P. Teacher Efficacy: A Motivational Paradigm for Effective Teacher Education. **Journal of Teacher Education**, v. 35, n. 5, p. 28–32, 1984.
- BANDURA, A. Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. **Educational Psychologist**, v. 28, n. 2, p. 117-148, 1993.
- BANDURA, A. **Self-efficacy**: the exercise of control. New York: W. H. Freeman, 1997.
- BANDURA, A. Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. **Psychological Review**, v. 84, n. 2, p. 191–215, 1977.
- BANDURA, A. Self-efficacy. In: RAMACHAUDRAN, V. S (Org.). **Encyclopedia of human behavior**. New York: Academic Press, 1994, p. 71-81.
- BANDURA, A. SOCIAL COGNITIVE THEORY: An Agentic Perspective. **Annu. Rev. Psychol**, v. 52, p. 1–26, 2001.
- BANDURA, A. **Social foundations of thought and action**: A social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1986.
- BANDURA, A.; SCHUNK, D. H. Cultivation Competence, Self-Efficacy, and Intrinsic Interest Through Proximal Self-Motivation. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 41, n. 3, p. 586–598, 1981.
- BANDURA, A. The Evolution of Social Cognitive Theory. In: SMITH K. G.; HITT, M. A. (Org.). **Great Minds in Management**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 9-35.
- BANDURA, A. The Self System in Reciprocal Determinism. **American Psychologist**, v. 33, n. 4, p. 344-358, 1978.
- BANNING, J.; GAM, H. J. Redesigning a Fashion History Course Through Team-Based Learning. **Clothing and Textiles Research Journal**, v. 31, n. 3, p. 182–194, 2013.
- BARROS, J. A. et al. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 69, n. 1, p. 63–69, 2004.
- BARROSO, F. M. et al. A Evasão Universitária em Cursos de Física: desempenho dos estudantes e redução da evasão. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 15. 2003. Curitiba. **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 507-517.
- BARROWS, H. S.; TAMBLYN R. M. **Problem-based learning**: an approach to medical education. New York: Springer, 1980.
- BEATTY, S. et al. Team-based learning in therapeutics workshop sessions. **American Journal of Pharmaceutical Education**, v. 73, n. 6, p. 1–7, 2009.
- BEICHNER, R. J. et al. The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) Project. In: REDISH E. F.; COONEY, P. J. (Org.) **Research-based reform of introductory physics**. American Association of Physics Teacher, College Park, MD, 2007.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your Classroom**: Reach Every Student in Every Class Every Day. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012.

BIRMINGHAM, C.; MCCORD M. Group Process Research: Implications for Using Learning Groups. In: MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (Org.) **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004. p. 73-93.

BORRACHERO et al. Relationship between self-efficacy beliefs and emotions of future teachers of Physics in secondary education. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 14, n. 2, p. 1–11, 2013.

BRAND, B.; WILKINS, J. Using Self-Efficacy as a Construct for Evaluating Science and Mathematics Methods Courses. **Journal of Science Teacher Education**, v. 18, p. 297–317, 2007.

BURGESS, A. W.; MCGREGOR, D. M.; MELLIS, C. M. Applying established guidelines to team-based learning programs in medical schools: a systematic review. **Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges**, v. 89, n. 4, p. 678–88, 2014.

BZUNECK, J. A. As Crenças de Autoeficácia e o seu Papel na Motivação do Aluno. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.) **A Motivação do Aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea**. Petrópolis: Editora Vozes, 2004. p. 116-133.

ÇAPRI, B. Investigating university students' attitudes towards physics lesson, their self-efficacy beliefs and burnout levels for the prediction of their academic success in physics lessons. **Educational Research and Reviews**, v. 8, n. 10, p. 646–652, 2013.

CARMICHAEL, J. Team-Based Learning Enhances Performance in Introductory Biology. **Journal of College Science Teaching**, v. 38, n. 4, p. 54–61, 2009.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 1, p. 1-20.

CHENG, C.-Y. et al. The effects of Team-Based Learning on learning behaviors in the maternal-child nursing course. **Nurse education today**, v. 34, n. 1, p. 25–30, 2014.

COTNER, S.; BAEPLER, P.; KELLERMAN, A. Scratch This! The IF-AT as a Technique for Stimulating Group Discussion and Exposing Misconceptions. **Journal of College Science Teaching**, March/April, p. 48–53, 2008.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970, 2001.

CUTRIGHT, T. J.; EVANS, E.; BRANTNER, J. S. Building an Undergraduate STEM Team Using Team-Based Learning Leading to the Production of a Storyboard Appropriate for Elementary Students. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, n. 3, p. 344–354, 2013.

DANA, S. W. Implementing Team-Based Learning in an Introduction to Law Course. **Journal of Legal Studies Education**, v. 24, n. 1, p. 59–108, 2007.

DEANTONIO, M. et al. Work in progress-The use of team-based learning in an experimental physics lab. 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. **Anais...** p.13–14, 2007.

DERMITZAKI, I. et al. Adaptation of the Students' Motivation Towards Science Learning (SMTSL) questionnaire in the Greek language. **European Journal of Psychology of Education**, v. 28, n. 3, p. 747–766, 2013.

DINAN, F. J.; FRYDRYCHOWSKI, V. A. A Team Learning Method for Organic Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 72, n. 5, p. 429, 1995.

DING, L. et al. Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. **Physics Review Special Topics Physics Education Research**, n. 2, 2006.

DORNELES, P. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2005.

DOWD, J. E.; ARAUJO, I.; MAZUR, E. Making sense of confusion: Relating performance, confidence, and self-efficacy to expressions of confusion in an introductory physics class. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2015.

DUCH, B. Problem-Based Learning in Physics: the power of students teaching students. **Journal of College Science Teaching**, v. 25, n. 5, p. 326-239, 1996.

FERREIRA, G. K.; CUSTÓDIO, J. F. Influência do domínio afetivo em atividades de resolução de problemas de física no ensino médio. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 7, n. 3, p. 364–377, 2013.

FINK, L. D. Beyond Small Groups: Harnessing the Extraordinary Power of Learning Teams. In: MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (Org.). **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004. p. 3-26.

FRIES-BRITT, S.; MWANGI, C. A. G.; PERALTA, A. M. The Acculturation Experiences of Foreign-Born Students of Color in Physics. **Journal of Student Affairs Research and Practice**, v. 51, n. 4, p. 459–471, 2014.

GOK, T. The effects of peer instruction on student's conceptual learning and motivation. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 13, n. 1, p. 1–17, 2012.

GÜRÇAY, D. The effect of Turkish students' motivational beliefs on their metacognitive self-regulation in Physics. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 14, n. 2, p. 1–14, 2013.

HAKE, R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998.

HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de Física por meio do enfoque no processo de modelagem científica**. 2015. 298 f. Tese (Doutorado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2015.

HELLER, P. et al. Cooperative Group Problem Solving in Physics. **University of Minnesota**, 1999. Disponível em: <<http://www.ph12sics.umn.edu/groups/ph12sed>>.

HELLER, P. et al. Teaching problem solving through cooperative grouping. **American Journal of Physics**, v. 60, n. 7, p. 627-644, 1992.

KAM, H.; KATERATTANAKUL, P. Computers & Education Structural model of team-based learning using Web 2 .0 collaborative software. **Computers & Education**, v. 76, p. 1–12, 2014.

KAPUCU, S.; BAHÇIVAN, E. High school students' scientific epistemological beliefs, self-efficacy in learning physics and attitudes toward physics: a structural equation model. **Research in Science & Technological Education**, v. 33, n. 2, p. 252–267, 2015.

KOHLMYER, M. et al. Tale of two curricula: The performance of 2000 students in introductory electromagnetism. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2009.

KOLES, P. G. et al. The impact of team-based learning on medical students' academic performance. **Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges**, v. 85, n. 11, p. 1739–45, 2010.

- LIMA JUNIOR, P. R. M. **Evasão do ensino superior de Física segundo a tradição disposicionalista em sociologia da educação**. 2013. 258 f. Tese (Doutorado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2013.
- LIN, T.-J.; LIANG, J.-C.; TSAI, C.-C. Identifying Taiwanese University Students' Physics Learning Profiles and Their Role in Physics Learning Self-Efficacy. **Research in Science Education**, 2014.
- LOO, J. L. Guided and Team-Based Learning for Chemical Information Literacy. **The Journal of Academic Librarianship**, v. 39, n. 3, p. 252–259, 2013.
- LYMAN, F. The responsive classroom discussion. In: ANDERSON, A. S. (Org.). **Mainstreaming digest**. College Park, MD: University of Maryland College of Education, 1981.
- LYMAN, F. Think-Pair Share: An expanding teaching technique: MMA-CIE. **Cooperative News**, v.1, p. 1-2, 1987.
- MAYER, R.; DAVIS, J. H.; SCHOORMAN, D. F. An integrative model of organizational trust. **The Academy of Management Review**, v. 20, n. 3, p. 709-734, 1995.
- MAZUR, E. **Peer Instruction: a user's manual**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.
- MCDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. **Tutorials in Introductory Physics**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2002.
- MCINERNEY, M. J.; FINK, L. D. E. E. Team-Based Learning Enhances Long-Term Retention and Critical Thinking in an Undergraduate Microbial Physiology Course TEAM-BASED LEARNING: AN OVERVIEW. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 4, p. 10–14, 2003.
- METOYER, B. S. K. et al. Examples From the Trenches: Improving Student Learning in the Sciences Using Team-Based Learning. **Journal of College Science Teaching**, v. 43, n. 5, p. 40–47, 2009.
- MICHAELSEN, L. K.; DAVIDSON, N.; MAJOR, C. Team Based Learning Practices and Principles in Comparison with Cooperative Learning and Problem Based Learning. In: DAVIDSON, N.; MAJOR, C.; MICHAELSEN, L. K. (Org.). Small-group learning in higher education: Cooperative, collaborative, problem-based, and team-based learning. **Journal on Excellence in College Teaching**, v. 25, n. 4, 2014.
- MICHAELSEN, L. K. Getting Started with Team-Based Learning. In: MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (Org.). **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004. p. 27-50.
- MICHAELSEN, L. K.; FINK, L. D. Calculating Peer Evaluation Scores. In: MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (Org.). **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004. p. 229-239.
- MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004.
- MICHAELSEN, L. K.; SWEET, M.; PARMELEE D. X. (Org.). **Team-Based Learning: Small-Group Learning's Next Big Step**. New Directions in Teaching and Learning. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2008.
- MICHAELSEN, L.; SWEET, M. Team-based learning. **New Directions for Teaching and Learning**, n. 128, p. 41–51, 2011.
- MILLER, K. et al. Conceptual question response times in Peer Instruction classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 2, p. 1–6, 2014.

MILLER, K. et al. Response switching and self-efficacy in Peer Instruction classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 11, p. 1–8, 2015.

MÜLLER, M. G. et al. Implementação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 0, p. 491–524, 2012.

MÜLLER, M. G. et al. Implementação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 0, p. 491–524, 2012.

NANES, K. M. A modified approach to team-based learning in linear algebra courses. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, n. September, p. 1–12, 2014.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

OAKLEY, B.; FELDER, R. M.; BRENT, R. Turning Student Groups into Effective Teams. **Journal of student centered learning**, v. 2, n. 1, p. 9–34, 2004.

OGAN-BEKIROGLU, F.; AYDENIZ, M. Enhancing Pre-service Physics Teachers’ Perceived Self-efficacy of Argumentation-based Pedagogy through Modelling and Mastery Experiences. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 9, n. 3, p. 233–245, 2013.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*) e Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

PAJARES, F. Current Directions in Self-efficacy Research. In: MAEHR, M.; PINTRICH, P. R. (Org.). **Advances in motivation and achievement**. Greenwich, CT: JAI Press, 1997. p. 1-49.

PAJARES, F.; OLAZ F. Teoria social cognitiva e autoeficácia: uma visão geral. In: BANDURA, A.; AZZI R. G.; POLYDORO, S. **Teoria Social Cognitiva: conceitos básicos**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 97-114.

PAJARES, F. Self-Efficacy Beliefs in Academic Settings. **Review of Educational Research**, v. 66, n. 4, p. 543–578, 1996.

PALSOLÉ, S.; AWALT, C. Team-Based Learning in Assynchronous Online Settings. In: MICHAELSEN, L. K.; SWEET, M.; PARMELEE D. X. (Org.). **Team-Based Learning: Small-Group Learning’s Next Big Step**. New Directions in Teaching and Learning. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2008. p. 236-257.

PARAPPILLY M.; SCHMIDT, S.; RITTER, S. Ready to learn physics: a team-based learning model for first year university. **European Journal of Physics**, v. 36, n. 5, p. 1-13, 2015.

PARDAMEAN, B. et al. Enhancing the Use of Digital Model with Team-Based Learning Approach in Science Teaching. IFIP International Federation for Information Processing 2014. **Anais...** p.267–276, 2014.

PASSOS, F. G. dos et al. Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia da UNIVASF In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2007. Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2007.

PATERSON, J.; SNEDDON, J. Conversations about curriculum change: mathematical thinking and team-based learning in a discrete mathematics course. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 42, n. 7, p. 879–889, 2011.

POLLOCK, S. A longitudinal study of student conceptual understanding in Electricity and Magnetism. **Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.**, v. 5, n. 2, p. 020110–1– 020110–8, 2009.

POLLOCK, S.; FINKELSTEIN, N. Sustaining educational reforms in introductory Physics. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 4, n. 1, p. 010110–1–010110–8, 2008.

PREAST, V. **The Development of Team Trust Over Time and its Effect on Performance When Using Michaelsen's Team-Based Learning**. 2012. 146 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Departamento de Currículo e Instrução, Universidade Estadual de Iowa, Ames, 2012.

ROCHA, D. M. **Crenças de autoeficácia e práticas docentes: uma análise de professores de física em um contexto de inovação**. 2011. 189 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2011.

ROCHA, D. M.; RICARDO, E. C. As crenças de autoeficácia de professores de Física: um instrumento para aferição das crenças de autoeficácia ligadas a Física Moderna e Contemporânea. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 333–364, 2014.

RUDOLPH, A. L. et al. Introduction of interactive learning into French university physics classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 1, p. 1–18, 2014.

SASSON, I.; COHEN, D. Assessment for Effective Intervention: Enrichment Science Academic Program. **Journal of Science Education and Technology**, v. 22, n. 5, p. 718–728, 2013.

SAWTELLE, V. et al. Identifying events that impact self-efficacy in physics learning. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 8, n. 2, 2012.

SAWTELLE, V.; BREWE, E.; KRAMER, L. H. Exploring the relationship between self-efficacy and retention in introductory physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 9, p. 1096–1121, 2012.

SCHECHTER, C.; MICHALSKY, T. Juggling Our Mindsets: Learning From Success as a Complementary Instructional Framework in Teacher Education. **Teachers College Record**, v. 116, n. February 2014, p. 1–48, 2014.

SHANKAR, N.; ROOPA, R. Evaluation of a modified team based learning method for teaching general embryology to 1 st year medical graduate students. **Indian Journal of Medical Sciences**, v. 63, n. 1, p. 4, 2009.

SHELL, D. F.; SNOW, G. R.; CLAES, D. R. The Cosmic Ray Observatory Project: Results of a Summer High-School Student, Teacher, University Scientist Partnership Using a Capstone Research Experience. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 2, p. 161–177, 2011.

SHI, W. et al. Effects of Lab Group Sex Composition on Physics Learning. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 11, n. 1, p. 87–92, 2015.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino de óptica. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, p. 17–20, 2009.

SILVA, F. R. DA et al. Crenças de Eficácia, Motivação e a Formação de Professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 214–228, 2011.

SILVEIRA, F. L. Fidedignidade das medidas e diferenças entre grupos em psicologia da educação. **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 5, p. 704–706, 1981.

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A., AXT, R. Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v.10, n.1, p. 58-62, 1992.

- SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A., AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 41, n.11, p. 1129-1133, 1989.
- SIMÕES, S. et al. Crenças de autoeficácia e a escolha da carreira de professor de Física. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 8, n. 3, p. 503–511, 2014.
- SIMONSON, S. R. Making students do the thinking: team-based learning in a laboratory course. **AJP: Advances in Physiology Education**, v. 38, n. 1, p. 49–55, 2014.
- STEAD, D. R. A review of the one-minute paper. **Active Learning in Higher Education**, v. 6, n. 2, p. 118–131, 2005.
- SWEET, M. S.; MICHAELSEN, L. K.; WRIGHT, C. M. Simultaneous report: A reliable method to stimulate class discussion. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 6, n. 2, p. 483–487, 2008.
- THOMAS, P. A; BOWEN, C. W.A controlled trial of team-based learning in an ambulatory medicine clerkship for medical students. **Teaching and learning in medicine**, v. 23, n. 1, p. 31–6, 2011.
- VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do GEEMPA**, Porto Alegre, v. 4, p. 9-19, jul. 1996.
- VERGNAUD, G. Quelques problèmes Théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives. **Atelier International d'été: Recherche en Didactique de la Physique**. La Londe les Maures, França, 26 de junho a 13 de julho, 1983.
- VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: Seminário Internacional de Educação Matemática, 1, 1993, Rio de Janeiro. **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática**, Rio de Janeiro: NASSER, L., 1993. p. 1-26.
- VERGNAUD, G. The Theory of Conceptual Fields. **Human Development**, v. 52, n. 2, p. 83-94, 2009.
- VIEIRA, A. S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método *Peer Instruction* (Instrução pelos colegas)**. 2014. 235 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2014.
- VIEIRA, R.; MELO, V.; BERNARDO, J. O Júri Simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de Física: o problema do “gato”. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 3, p. 203–225, 2014.
- WALTERS, D. E. Team-based learning applied to a medicinal chemistry course. **Medical principles and practice: international journal of the Kuwait University, Health Science Centre**, v. 22, n. 1, p. 2–3, 2013.
- WATSON, W. E.; MICHAELSEN, L. K.; SHARP, W. Member competence, group interaction, and group decision making: A longitudinal study. **Journal of Applied Psychology**, v. 76, n. 6, p. 803–809, 1991.
- YERDELEN-DAMAR, S.; PEŞMAN, H. Relations of Gender and Socioeconomic Status to Physics Through Metacognition and Self-Efficacy. **Journal of Educational Research**, v. 106, n. 4, p. 280–289, 2013.
- YANG, L. H. et al. Evaluating team-based, lecture-based, and hybrid learning methods for neurology clerkship in China: a method-comparison study. **BMC medical education**, v. 14, n. 1, p. 98, 2014.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. (4ª ed.). Porto Alegre: Bookman, 2010.
- YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. New York: The Guilford Press, 2011.

ZIMMERMAN, B. Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, n. 1, p. 82–91, 2000.

## **APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PELOS COLEGAS**

Neste apêndice, apresentamos um exemplo de questionário para avaliação entre os colegas que foi utilizado ao final da primeira área da disciplina (depois de aproximadamente de um mês de aula). Devido à extensão do questionário, optamos, para as outras áreas, por uma versão mais reduzida, a qual também apresentamos nesse apêndice. Em ambos os questionários era pedido para que os alunos fizessem a mesma avaliação que fizeram dos seus colegas a si mesmos. Para não se tornar repetitivo colocamos apenas um modelo de avaliação para cada questionário.

### **QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PELOS COLEGAS (Questionário 1)**

Para avaliar os trabalhos realizados em equipe nesta disciplina, contamos com sua avaliação sobre o seu próprio trabalho e o de seus colegas de equipe. Suas respostas servirão para auxiliar o professor no processo avaliativo, mas não definirão, necessariamente, as notas recebidas pelos alunos, incluindo a sua própria. Procure responder da forma mais sincera que puder. Suas respostas serão mantidas anônimas.

Seu nome:

Nota de autoavaliação:

Justifique brevemente a atribuição de sua nota:

Nome do colega 1:

Nota (Colega 1):

Comente a atribuição de sua nota, levando em consideração a contribuição dada pelo colega para o trabalho em grupo como um todo.

Descreva como você avalia o trabalho da sua equipe, bem como as possíveis mudanças ocorridas durante o semestre.

Use este espaço para fazer qualquer comentário que julgar pertinente.

## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PELOS COLEGAS (Questionário 2)

**Nome:**

Para avaliar os trabalhos realizados em equipe nesta disciplina, contamos com sua avaliação sobre o seu próprio trabalho e o de seus colegas de equipe. Suas respostas servirão para auxiliar o professor no processo avaliativo, mas não definirão, necessariamente, as notas recebidas pelos alunos, incluindo a sua própria. Procure responder da forma mais sincera que puder. **Suas respostas serão mantidas anônimas.**

Marque a alternativa que melhor expressa seu nível de concordância.

**CF:** Concordo Fortemente

**C:** Concordo

**I:** Indeciso (tente ao máximo evitar essa alternativa)

**D:** Discordo

**DF:** Discordo Fortemente

Nome do colega 1:	CF	C	I	D	DF
1) Eu percebo que o colega está vindo preparado para a aula, ou seja, está realizando as Tarefas de Leitura requeridas pelo professor.					
2) O colega contribuiu de forma positiva para as discussões em grupo.					
3) O colega respeitou as ideias e opiniões dos outros membros da equipe.					
4) O colega <b>não</b> encorajou a contribuição de outros membros da equipe.					
5) O colega foi flexível quando aconteceu alguma discordância ou conflito de opiniões na equipe.					
6) Penso que meu colega <b>não</b> aprendeu a maior parte dos conceitos de física estudados.					
7) O colega aparentou estar pouco confiante e desmotivado para realizar as atividades requeridas pela disciplina.					
8) Acredito que meu colega <b>não</b> é capaz de resolver <b>sozinho</b> a maior parte dos problemas referentes aos tópicos estudados.					
9) Acredito que meu colega <b>não</b> é capaz de resolver <b>em equipe</b> a maior parte dos problemas referentes aos tópicos estudados.					
10) Julgo que o colega, em diversos momentos, contribuiu com suas explicações para o aprendizado dos colegas de grupo.					

11) Acredito que, em diversos momentos, o colega foi capaz de convencer os outros membros da equipe de sua resposta, independente se ela estivesse correta ou não.					
Se você julgar necessário, deixe um comentário dizendo aquilo que você destacaria como pontos positivos do seu colega durante esta área e/ou o que você gostaria que seu colega melhorasse para as próximas aulas.					

Com base em suas respostas aos itens deste questionário, atribua uma nota de 0 a 10 para você e para cada um de seus colegas de equipe:

	<b>Pontuação</b>
Seu Nome:	
Nome do colega 1:	
Nome do colega 2:	
Nome do colega 3:	
Nome do colega 4:	

Use este espaço para fazer qualquer comentário que julgar pertinente.

--

## APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO SOBRE TBL E AUTOEFICÁCIA EM APRENDER FÍSICA E EM TRABALHAR COLABORATIVAMENTE

Neste apêndice, mostramos o questionário aplicado ao final do estudo, que teve como intuito coletar dados sobre as atitudes dos estudantes em relação ao método de ensino e sobre uma possível variação das crenças de autoeficácia dos estudantes em aprender física e em trabalhar colaborativamente.

### Questionário sobre TBL e autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente

#### TBL

1) Comente sobre sua experiência na disciplina de Física III neste semestre.

2) Quais os principais aspectos positivos e negativos na forma como a disciplina foi trabalhada em sua percepção? Por quê?

3) Você considera que tenha aprendido física? Se sim, quais os fatores que, na sua opinião, mais contribuíram para isso? Comente sua resposta.

4) De um total de 100 pontos, a serem distribuídos entre os itens de *a* a *j*, quantos você atribuiria em relação à contribuição de cada um para a aprendizagem de física, que você julga ter alcançado durante a disciplina? A soma final não deve ultrapassar 100 pontos, podendo haver pontuação “0” (indiferente) e pontuação negativa, caso você pense que algo possa ter atrapalhado a sua aprendizagem.

	Pontos
a. Tarefas de leitura;	
b. Livro didático;	
c. Aulas expositivas do professor;	
d. Tarefas de preparação individual e em equipe (TPs);	
e. Cartões de Correção Instantânea (“raspadinhas”);	
f. Problemas resolvidos em equipe (RPs);	
g. Quadros brancos;	
h. Discussão entre equipes e com o professor ao final de cada problema que era resolvido em equipe;	
i. Discussões em equipe;	
j. Tarefa de resolução de problemas em casa (TRPs).	

Espaço para comentários sobre a pontuação:

5) Pensando em aplicações futuras da metodologia de ensino empregada neste semestre o que você pensa que poderia ser feito para melhorá-la?

6) Você recomendaria a um colega cursar a disciplina de Física III, com a mesma metodologia de ensino usada neste semestre? Comente sua resposta.

7) Por favor, comente qualquer ponto que você considere relevante e não tenha sido abordado nas questões anteriores.

### Autoeficácia

Por favor, classifique o quanto você acredita que é capaz de fazer cada uma das atividades descritas nas sentenças de 8 a 22, escrevendo um número adequado de acordo com a escala apresentada. Você deverá atribuir um valor para o início do semestre e para o final, tendo em vista sua experiência na disciplina de Física III.

*Avalie seu grau de confiança registrando um número de 0 a 100, utilizando a escala dada abaixo:*

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Não me considero capaz de					Considero-me parcialmente capaz de					Considero-me totalmente capaz de

	Confiança (0 a 100)	
	Início do semestre	Final do semestre
8) aprender conceitos de física		
9) explicar conceitos de física para meus colegas de forma que eles entendam		
10) resolver questões conceituais de física		
11) aplicar um conceito de física em diferentes situações		
12) resolver problemas de física		
13) articular os conceitos físicos necessários para resolver um problema		
14) interpretar problemas de física		
15) desenvolver os procedimentos matemáticos necessários para resolver problemas de Física Geral		
16) avaliar a plausibilidade física de resultados de problemas de física		
17) explicar, para os meus colegas, os procedimentos necessários para resolver um problema		
18) trabalhar em equipe		
19) em uma discussão, ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando considero que estou certo		

20) em trabalhos/tarefas em grupo, contribuir positivamente para as discussões		
21) em atividades em grupo, encorajar meus colegas a participarem das discussões		
22) durante atividades em grupo, ser flexível diante de conflitos e discordâncias		

23) Existe algum aspecto que não foi destacado nos itens 8 a 22 que gostaria de mencionar?

24) Neste espaço, você pode fazer comentários que esclareçam as suas respostas e/ou comentar sobre algo que julgue pertinente.

## APÊNDICE C: ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Neste apêndice, apresentamos o roteiro da entrevista semiestruturada aplicada ao final do estudo. Com ela, buscamos coletar dados sobre as atitudes dos alunos quanto ao TBL, sua percepção sobre o trabalho em equipe e possíveis motivos para a variação na autoeficácia dos estudantes.

### Roteiro para entrevista semiestruturada

#### **Trabalho em equipe:**

1) De modo geral, fale sobre a sua experiência com o trabalho em grupo que foi desenvolvido durante a disciplina.

#### **TBL:**

2) Neste semestre, nós trabalhamos de uma maneira diferenciada. Comparado a outros semestres, como você avalia essa mudança?

#### **Autoeficácia:**

3) No questionário, você mostrou uma evolução em suas crenças na capacidade de *aprender física e em trabalhar colaborativamente*. Cite possíveis fatores e/ou situações que contribuíram para essa evolução.

## APÊNDICE D: EXEMPLO DE UM MÓDULO COMPLETO DO TBL

Neste apêndice, apresentamos um exemplo de um módulo completo do TBL que utilizamos em nosso estudo, destacando todas as etapas das fases de preparação e aplicação (Figura 2). O módulo em questão abordou os seguintes tópicos: Resistência e Resistividade; Lei de Ohm; Visão microscópica da Lei de Ohm; Potência em circuitos elétricos; Semicondutores e Supercondutores. Cabe mencionar que optamos por discutir, devido ao tempo que tínhamos, os semicondutores e supercondutores apenas na Tarefa de Leitura e na exposição do professor, e não durante as questões conceituais e problemas.

### Fase de Preparação extraclasse

Na Fase de Preparação extraclasse, são duas as etapas: (i) leitura de algumas seções do livro texto e (ii) resposta à cerca de três questões.

#### *(i) leitura de algumas seções do livro texto*

A leitura recomendada foi das seções 26.4-9 do livro Fundamentos de Física de Walker e Halliday, volume 3, 8ª edição (Resistência e Resistividade; Lei de Ohm; Uma visão Microscópica da Lei de Ohm; Potência em Circuitos Elétricos; Semicondutores; Supercondutores).

#### *(ii) resposta à cerca de três questões*

As três questões apresentadas nesta Tarefa de Leitura, assim como as demais aplicadas nas TL ao longo do semestre, foram respondidas na plataforma *Moodle*, na qual o professor facilmente acessava as respostas dos alunos.

Passamos a mostrar cada uma das questões, seguidas de alguns exemplos de respostas e justificativas dadas pelos estudantes.

Os depoimentos a seguir são referentes à Questão 1 (Figura 27) da TL.

*A relação entre a variação da resistividade e a variação da temperatura é puramente empírica ou possui alguma base teórica? A constante que associa essas grandezas tem alguma relação com o coeficiente de dilatação ou alguma outra constante termodinâmica?*

*Em um de seus exemplos, o livro mostra que dividindo um resistor em várias partes a potência dissipada aumenta. Ele pede, porém, o que aconteceria com a corrente nesses pontos entre os resistores, mas a pergunta fica em aberto. O que acontece com a corrente ali, afinal?*

*Não consigo compreender o material semicondutor. Entendo que ele é o responsável de incontáveis avanços na tecnologia, porém, num circuito, não entendo o que ele pode fazer. Gostaria de ver um exemplo de um material*

*semicondutor num circuito, agindo de algum modo que evidenciasse suas características.*

Pedimos que você responda as questões na ordem em que são apresentadas. Se após você responder as questões 2 e 3 mudar de opinião em relação à questão 1, você poderá indicar isso na resposta à questão 4. Suas respostas são muito importantes para que possamos orientar a discussão em sala de aula.

**Q1a)** Em sua leitura do material indicado, você achou alguma coisa confusa?

Resposta:

**Q1b)** Em caso afirmativo a Q1a), explicita, entrando em detalhes, aquilo que você achou mais confuso. Caso você não tenha achado nada confuso em relação ao conteúdo estudado, diga o que mais lhe despertou interesse na leitura. Nesse espaço, você também pode fazer perguntas.

Parágrafo ▼ B I

Caminho: p

Figura 27 - Questão 1 (Q1) presente em todas as Tarefas de Leitura.

As respostas apresentadas a seguir são referentes à segunda questão<sup>33</sup> da TL (Figura 28).

*Como no enunciado afirma que o resistor segue a lei de ohm, então a resistência do resistor independe do valor de tensão aplicado pela bateria, a resistência sempre será a mesma. O que aconteceu no exemplo citado acima, é que, para a corrente ter dobrado, o valor da tensão dobrou, pois o valor da resistência se manteve constante. Mas a lei de ohm tem um limite, quando aplicado valores de tensões muito elevados, a resistência tende a não ser constante.*

*Pela lei de Ohm temos que a corrente é diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada ao dispositivo. Se a corrente dobrou, a diferença de potencial também dobrou, e dessa forma, a resistência se manteve constante.*

*Se, como afirmado na questão, a Lei de Ohm é obedecida, isso significa que independentemente da diferença de potencial aplicada, a resistência não se altera.*

*Fiquei com dúvida, no entanto, se o enunciado determinava que a Lei de Ohm era obedecida em todas as etapas, ou somente para a primeira bateria. Mas, caso a Lei de Ohm não fosse obedecida no segundo caso, acho que seria necessário saber a nova diferença de potencial para responder a questão.*

<sup>33</sup> A Questão 2 foi traduzida do livro CUTNELL J. D.; JOHNSON K. W. - Physics. 8a Edição.

**Q2)** Em um certo circuito contendo uma bateria e um resistor, a lei de Ohm é obedecida. Um instrumento para medir a corrente elétrica no circuito, um amperímetro, é conectado entre um dos terminais da bateria e uma das extremidade do resistor. O amperímetro indica, então, que a corrente no circuito é  $i$ . A bateria é então removida e substituída por outra bateria. Desta vez, o amperímetro indica que a corrente é  $2i$ . Qual das afirmativas abaixo, sobre o resistor, é verdadeira?

Escolha uma:

- a. Quando a segunda bateria foi colocada no circuito (substituída pela primeira), o valor da resistência dobrou em relação ao seu valor inicial.
- b. Quando a segunda bateria foi colocada no circuito (substituída pela primeira), o valor da resistência diminuiu pela metade em relação ao seu valor inicial.
- c. Quando a segunda bateria foi colocada no circuito (substituída pela primeira), o valor da resistência aumentou quatro vezes em relação ao seu valor inicial.
- d. Quando a segunda bateria foi colocada no circuito (substituída pela primeira), o valor da resistência aumentou em um quarto em relação ao seu valor inicial.
- e. Quando a segunda bateria foi colocada no circuito (substituída pela primeira), o valor da resistência não se alterou.

Por favor, justifique sua resposta à questão 2.

Parágrafo
**B**
**I**
☰
☰
🔗
🌀
📷
🎥

Caminho: p

Figura 28 - Questão 2 (Q2) da Tarefa de Leitura do módulo sobre: Resistência e Resistividade; Lei de Ohm; Uma visão Microscópica da Lei de Ohm; Potência em Circuitos Elétricos; Semicondutores; Supercondutores.

Os trechos expostos a seguir são justificativas dos alunos à Questão 3<sup>34</sup> da TL (Figura 29).

*A resistência dos dois é igual porque a resistência é proporcional ao comprimento e inversamente proporcional à área. Como as duas variam pelo mesmo fator, a resistência se mantém inalterada.*

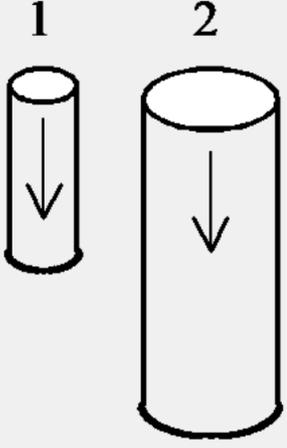
*Acredito que seja a mesma resistência, pois o comprimento aumenta, porém, a área da seção transversal também aumenta. Como a resistência varia conforme a equação  $E=\rho L/A$ , a razão deve se manter constante.*

*Em um circuito com campo elétrico uniforme a resistência é dado por  $R=\rho L/A$ . Dobrando o comprimento do condutor dobra-se a resistência, mas dobrando-se o diâmetro divide-se a área por quatro (a área é proporcional ao diâmetro ao quadrado), nesse caso  $R_2$  é duas vezes menor que  $R_1$ . Qualitativamente pode-se pensar que quanto maior a área da seção transversal, maior o espaço que os elétrons têm pra se mover dentro do fio*

<sup>34</sup> A Questão 3 da TL foi traduzida do banco de questões conceituais da Universidade do Colorado, disponível em: [http://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120\\_fa09/ConceptTests/1120\\_7\\_Current\\_Answers.pdf](http://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120_fa09/ConceptTests/1120_7_Current_Answers.pdf)

(mais fácil passarem e menor a resistência) e quanto maior o comprimento, maior o percurso no qual os elétrons vão colidindo).

**Q3)** A figura abaixo mostra dois resistores cilíndricos de mesmo material (mesma resistividade). O resistor 2 tem o dobro do comprimento e o dobro do diâmetro do resistor 1. Qual é a razão  $R_2/R_1$ ? As setas simplesmente mostram o sentido da corrente elétrica.



Escolha uma:

a. 2

b. 4

c. 1/2

d. 1/4

e. 1

Por favor, justifique sua resposta à questão 3.

Parágrafo

**B** **I**

☰ ☰ ☰ ☰

🔗 🔗 🔗

🖼️ 🎥

Caminho: p

Figura 29 - Questão 3 (Q3) da Tarefa de Leitura do módulo sobre: Resistência e Resistividade; Lei de Ohm; Uma visão Microscópica da Lei de Ohm; Potência em Circuitos Elétricos; Semicondutores; Supercondutores.

### Fase de Preparação em classe

Na Fase de Preparação em classe, destacamos duas etapas: (i) breve exposição oral do professor; (ii) testes de preparação individual e em equipe (TPI e TPE). As demais etapas da Figura 2 não necessitam de material, por isso não aparecem em nosso exemplo.

(i) *breve exposição oral do professor*

Como indicado no método, a exposição oral do professor é feita com base nas dúvidas dos alunos. Em aula o professor apresentava alguns *slides* que intercalavam entre as principais dúvidas

dos estudantes, coletadas na TL, e recursos visuais que auxiliavam a explicação. Alguns dos *slides* utilizados pelo professor durante a aula que estamos exemplificando são apresentados nas Figura 30 e 31.

## Resistência e Resistividade II

Quando o autor diz que a resistência é uma propriedade do dispositivo e resistividade uma propriedade do material, seria dizer que a resistência depende do tamanho ou formato do dispositivo?

Não entendi muito bem por que se relaciona Campo Elétrico e Densidade de corrente para definir a RESISTIVIDADE?

Não compreendi muito bem a definição de resistividade e qual a diferença para a resistência. Poderia explicar melhor em aula?

Não compreendi muito bem a relação temperatura e resistividade.

o que realmente é fisicamente RESISTIVIDADE E CONDUTIVIDADE.

Figura 30 - Exemplo de *slide* utilizado em aula para auxiliar na exposição dialogada do professor. Nesse *slide* estão algumas dúvidas dos alunos expostas na Questão 1 da TL.

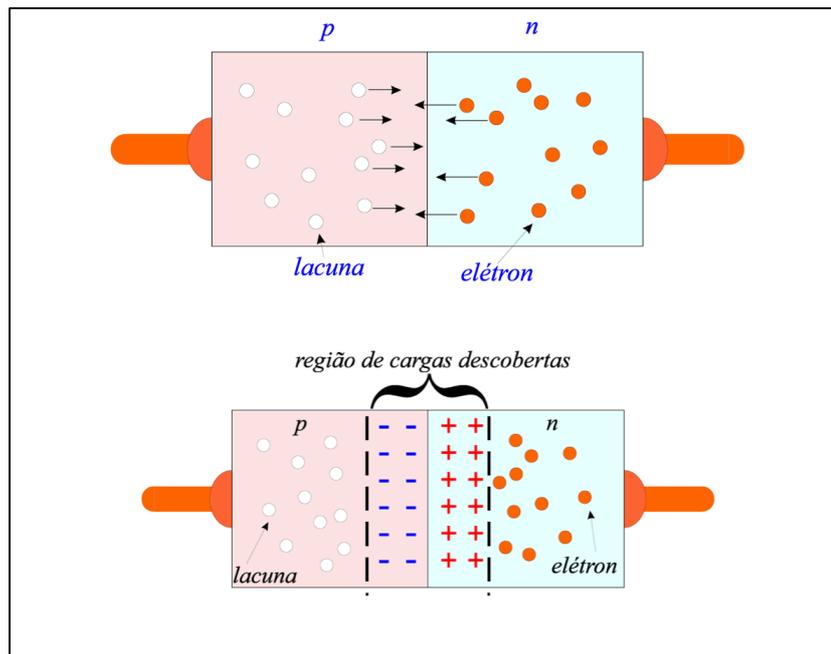


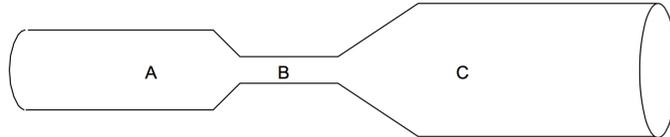
Figura 31 - Exemplo de *slide* utilizado em aula para auxiliar na exposição dialogada do professor. Nesse *slide* são apresentados alguns recursos visuais utilizados pelo professor em sua exposição.

(ii) testes de preparação individual e em equipe (TPI e TPe)

Os testes de preparação individual e em equipe (TPI e TPe) são constituídos pelas mesmas questões. No TPI, os alunos respondem às questões individualmente destacando uma justificativa para cada questão e, no TPe, os alunos respondem às mesmas questões com a suas equipes

utilizando os CCI's (Figura 4). Como os alunos já pensaram sobre as questões e as justificaram no TPi, as discussões durante a TPe são mais produtivas. Seguem as questões<sup>35</sup> utilizadas neste módulo.

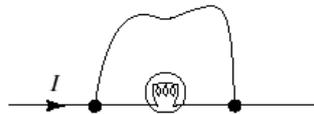
1) Um cilindro de cobre é usinado para ter a seguinte forma. As extremidades são ligadas a uma bateria, de modo que uma corrente passa através do cobre.



qual região A, B, ou C tem a maior magnitude do campo elétrico E?

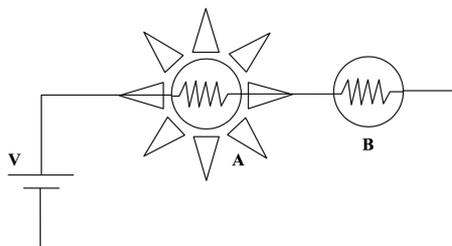
- a) A
- b) B
- c) C
- d) Todos os três têm a mesma magnitude de campo elétrico E.

2) Inicialmente, uma corrente elétrica passa através de uma lâmpada fazendo-a brilhar. Se ligarmos um fio condutor em paralelo a ela, conforme mostra a figura, podemos afirmar que:



- a) Toda a corrente continua passando pela lâmpada.
- b) Metade da corrente passa pela lâmpada, a outra metade passa pelo fio.
- c) Toda a corrente passa pelo fio.
- d) Nenhuma das opções.

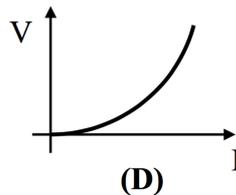
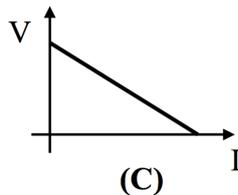
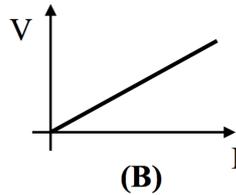
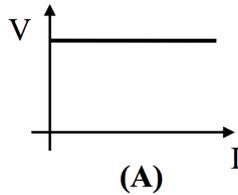
3) Duas lâmpadas, A e B, estão conectadas em série, conforme é mostrado na figura. A lâmpada A brilha mais que a B. Qual lâmpada tem maior resistência?



- a) A
- b) B
- c) As duas têm a mesma resistência.
- d) São necessárias mais informações.

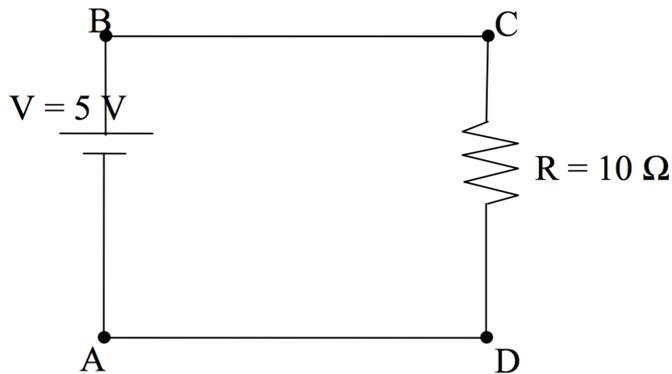
<sup>35</sup> As questões 1, 3, 4 e 5 foram traduzidas do banco de questões conceituais da Universidade do Colorado, disponível em: [http://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120\\_fa09/ConceptTests/1120\\_7\\_Current\\_Answers.pdf](http://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120_fa09/ConceptTests/1120_7_Current_Answers.pdf). A Questão 2 foi traduzida do banco de questões de Mazur e colaboradores, disponível em: <https://galileo.harvard.edu/login/>.

4) Qual o gráfico da tensão  $\times$  corrente que mostra o comportamento de um resistor “ôhmico” (um resistor obedecendo a lei de Ohm).



e) Nenhuma das opções.

5) Uma bateria com uma diferença de potencial  $V$  é ligada a um resistor de resistência  $R$ . O circuito é mostrado abaixo. O potencial elétrico no ponto A é igual a zero.



As tensões nos pontos B, C e D são:

- a)  $V_B = 0V$ ,  $V_C = 5V$ ,  $V_D = 0V$ .
- b)  $V_B = 5V$ ,  $V_C < 5V$ ,  $V_D > 0V$ .
- c)  $V_B = 5V$ ,  $V_C < 5V$ ,  $V_D = 0V$ .
- d)  $V_B = 5V$ ,  $V_C = 5V$ ,  $V_D = 0V$ .
- e) Nenhuma das opções.

### Fase de Aplicação extraclasse

Na Fase de Aplicação extraclasse os alunos resolvem alguns exercícios convencionais, do próprio livro-texto (Fundamentos de Física de Walker e Halliday). Dois dos exemplos de questões que selecionamos:

- 1) Um fio de cobre, com área de seção transversal de  $2,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  e comprimento de  $4,0 \text{ m}$ , possui uma corrente de  $2,0 \text{ A}$  uniformemente distribuída por essa área. (a) Qual a intensidade do campo elétrico ao longo do fio? (b) Quanto de energia elétrica é transferida para a energia térmica em  $30 \text{ min}$ ?

2) Um estudante deixou seu rádio de 9,0 V e 7,0 W ligado a todo volume das 21 horas até às 2 horas do dia seguinte. Quanta carga passou por ele?

### Fase de Aplicação em classe

Durante a Fase de Aplicação em classe os alunos resolvem cerca de dois problemas de aplicação em equipe. Ao final de cada problema, eles discutem a solução da sua equipe com a de outras equipes. Neste exemplo utilizamos dois problemas, expostos a seguir.

*Você foi convidado para trabalhar, durante um intercâmbio de férias, em uma companhia telefônica, na Califórnia. Durante um recente terremoto, uma longa linha telefônica subterrânea de 1,0 km foi esmagada em algum ponto. Essa linha é constituída por dois fios de cobre paralelos de mesmo diâmetro e comprimento, que normalmente não estão conectados. No local onde a linha foi esmagada, os dois fios fazem contato. **Seu chefe quer que você encontre esse lugar, assim o fio pode ser desenterrado e consertado.** Então, você desliga a linha telefônica desconectando ambos os fios nas duas extremidades. Em seguida, você vai até uma das extremidades e conecta um terminal da bateria a um fio e o outro terminal a um amperímetro (que podemos considerar com resistência nula). Quando o outro terminal do amperímetro é ligado ao outro fio, o amperímetro mostra uma corrente de 1 A. Você então desliga tudo e viaja para a outra extremidade, repetindo o processo a corrente encontrada é de 1/3 A. (Traduzido e adaptado do arquivo online de problemas contextualmente ricos da Universidade do Minnesota <http://groups.physics.umn.edu/physed/>).*

*Enquanto você está reformando sua garagem, você precisa emendar temporariamente um fio de cobre de 80 m de comprimento e 1,00 mm de diâmetro com um fio de alumínio de 49 m de comprimento, que tem o mesmo diâmetro. A corrente máxima nos fios é 2,00 A. (a) Determine a queda de potencial em cada fio deste sistema quando a corrente é 2,00 A. (b) Determine o campo elétrico em cada fio quando a corrente é 2,00 A. (Problema do livro TIPLER, P.A. e MOSCA G. - Física para cientistas e engenheiros. 6a Edição, Vol. 2 - Editora LTC Editora)*

## APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO PARA DEFINIÇÃO INICIAL DE EQUIPE

Neste apêndice, apresentamos o questionário que utilizamos para conhecer os alunos e definir as equipes.

### Conhecendo você!<sup>36</sup>

Nome completo:

Idade:

Sexo: ( ) masculino ( ) feminino

Você concluiu algum curso técnico ou outra graduação? Se sim, qual(is)?

Você possui experiência profissional no mercado de trabalho? Especifique.

Você exerce, ou já exerceu, alguma atividade de monitoria e/ou iniciação científica na universidade? Qual?

Você possui experiência de uso de grupos em sala de aula?

( ) sim, muita.

( ) sim, pouca.

( ) não.

Quais os aspectos que você julga fundamentais para que o trabalho em grupo se desenvolva bem?

Você participa de grupos de estudos? Se sim, com que frequência? Descrever brevemente alguma experiência que tenha tido.

Você é parente, amigo(a) de longa data, namorado(a) ou similar de alguém nesta turma?

Com que frequência você costuma estudar na semana?

( ) 1 dia por semana.

( ) 2 dias por semana.

( ) 3 dias por semana.

( ) 4 dias por semana.

( ) 5 dias por semana.

( ) todos os dias da semana.

( ) apenas antes das provas.

---

<sup>36</sup> Adaptado de OAKLEY, FELDER e BRENT (2004)

Você já cursou mais de uma vez alguma disciplina do seu atual curso? Se sim, qual(is)?

Tem algo sobre você que é, provavelmente, um diferencial perante os demais colegas? (por exemplo, uma experiência diferente, um *hobby*, alguma habilidade ou interesse)

Por que você decidiu fazer o curso de Física?

Você julga que possui alguma(s) dificuldade(s) para aprender física? Se sim, qual(is)?

Você tem mais afinidade em que área da Física? (Física teórica, Física experimental, ensino de Física etc.)

O que você pretende fazer depois que se formar?

Este espaço está livre para que escreva qualquer coisa que ache necessário sobre você (opcional).

**APÊNDICE F: TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO**

Termo de consentimento assinado pelos participantes do estudo.

**TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, aluno(a) da disciplina Física Geral III - A, 2015/1, oferecida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, declaro por meio deste termo que me voluntario a participar da coleta de dados da pesquisa científica sobre a metodologia de ensino empregada na disciplina. A pesquisa será realizada pelo aluno de mestrado Tobias Espinosa de Oliveira, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação dos professores Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit. Declaro que fui informado de que as informações coletadas a partir desta pesquisa serão utilizadas para fins acadêmicos (e.g. composição de texto para dissertação, artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sem trazer minha identificação. Autorizo, também, para fins de divulgação dos trabalhos acadêmicos produzidos, as fotos e filmagens obtidas durante minha participação na disciplina. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (e.g. livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa acima especificados. Estou ciente de que posso cancelar minha participação na pesquisa a qualquer momento, bastando apenas informar minha vontade ao pesquisador. Minha colaboração terá início quando eu entregar este presente termo devidamente assinado, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de março de 2015.

\_\_\_\_\_  
Ives Solano Araujo

\_\_\_\_\_  
Eliane Angela Veit

\_\_\_\_\_  
Tobias Espinosa de Oliveira

\_\_\_\_\_  
Assinatura do aluno participante

## APÊNDICE G: QUESTIONÁRIO DE CONFIANÇA ENTRE OS MEMBROS DE EQUIPE

**Nome:**

Caros alunos, buscamos avaliar com as perguntas abaixo se, em suas opiniões, foi estabelecida uma relação de confiança entre os membros da sua equipe na realização das tarefas em grupo para a disciplina de Física III, ministrada pelo prof. Ives em 2015/1. Para isso pedimos que vocês indiquem nos itens abaixo seu grau de concordância com as afirmativas realizadas marcando DF (Discordo Fortemente); D (Discordo); I (Indeciso); C (Concordo); CF (Concordo Fortemente). Use o espaço para comentários, abaixo de cada questão, sempre que sentir necessário esclarecer alguma de suas respostas. Alguns itens foram escritos na forma negativa, por isso grifamos a palavra “não” nas afirmativas.

Na realização das tarefas/trabalhos em grupo para a disciplina...

	DF	D	I	C	CF
1) senti-me à vontade para expressar minhas ideias e opiniões para meus colegas de equipe quando elas divergiam das deles.					
Comente sua resposta:					
2) procurei deixar meus colegas à vontade para expressar ideias e opiniões diferentes das minhas.					
Comente sua resposta:					
3) de modo geral, como equipe, procurávamos deixar uns aos outros à vontade para manifestar ideias e opiniões, mesmo quando divergentes entre si.					
Comente sua resposta:					
4) <b>não</b> pude contar com a colaboração dos meus colegas de equipe.					
Comente sua resposta:					
5) meus colegas puderam contar comigo.					
Comente sua resposta:					
6) em nossa equipe, de modo geral, <b>não</b> podíamos contar uns com os outros.					
Comente sua resposta:					
7) eu confiava nos meus colegas de equipe.					
Comente sua resposta:					
8) meus colegas de equipe confiavam em mim.					
Comente sua resposta:					
9) em nossa equipe, de modo geral, <b>não</b> confiávamos					

uns nos outros.					
Comente sua resposta:					
10) respeitei os sentimentos dos meus colegas antes de expressar ideias e opiniões contrárias as deles.					
Comente sua resposta:					
11) meus colegas <b>não</b> respeitavam meus sentimentos ao expressarem ideias e opiniões contrárias às minhas.					
Comente sua resposta:					
12) de modo geral, como equipe, respeitamos os sentimentos uns dos outros.					
Comente sua resposta:					
13) o trabalho em equipe era amigável.					
Comente sua resposta:					

Existe algum aspecto que não foi destacado nas afirmativas que gostaria de mencionar?

## APÊNDICE H: PROCEDIMENTO EMPREGADO NA ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS

Neste apêndice, exemplificamos como conduzimos, baseados nas recomendações de Yin (2011), a nossa análise de dados qualitativos.

A seguir exemplificamos as etapas de análise 2, 3, 4 e 5 de um conjunto de dados compilados. Os dados usados como exemplo são algumas respostas ao questionário sobre as atitudes dos alunos quanto à mudança de método de ensino tradicional para o TBL, realizado ao final do estudo.

**Aluno 9:** *Acho que um dos aspectos positivos foi a forma como este método mantém o aluno frequentemente trabalhando, de forma que sempre esteja atualizado no conteúdo. Também as questões que fazíamos nas tarefas de leitura foram muito úteis, pois me senti encorajado a fazer perguntas sabendo que o professor as responderia em aula.*

**Aluno 18:** *O que mais ajudou na aprendizagem, na minha opinião, foram as tarefas de leitura antes de cada aula, pois elas instigam algumas dúvidas, fazem refletir sobre o assunto e logo após o professor esclarece elas [as dúvidas], desse modo o conceito aprendido fica muito mais profundo e difícil de esquecer.*

**Aluno 9:** *Foi uma boa experiência, eu fiquei bastante satisfeito com os resultados. No entanto, achei que, por muitas vezes, a aula foi esticada além do tempo regular, e isso prejudica quem tem aula no horário seguinte. É necessário melhor controle do tempo disponível para que isso não aconteça.*

**Aluno 20:** *Gostei das formas como as aulas eram dadas, baseando-se nas dúvidas dos alunos, algo que eu acho válido já que o tempo disponível para as aulas é limitado.*

**Aluno 11:** *O único aspecto negativo é o tempo dedicado a esta matéria. Somando o tempo em aula, mais as tarefas de leitura, mais o estudo de exercícios, esta cadeira acaba demandando mais tempo do que o costume.*

**Aluno 10:** *Acho que as aulas do professor foram essenciais, mas não pelos motivos convencionais. Primeiro, não diria que as aulas foram expositivas, pois em momento nenhum ele expôs a matéria para nós de maneira inédita, todas suas aulas foram baseadas nas nossas próprias dúvidas. Foi uma das coisas que mais me fizeram aprender os conteúdos.*

**João:** *As discussões em grupo me fizeram ampliar ainda mais os horizontes e principalmente, saber ouvir os colegas e explicar de maneira que os outros possam entender.*

**Aluno 5:** *As atividades em grupo criaram um laço bem interessante entre os meus colegas que me estimulava a contribuir.*

**Aluno 8:** *Ler antes a matéria facilita bastante, pois as dúvidas importantes normalmente aparecem depois que se tenta aprender a ideia conceitual.*

**Aluno 4:** *Um ponto negativo deste curso é o tempo exigido fora da sala para poder acompanhar os trabalhos realizados em sala de aula; Como o curso de Física exige bastante do aluno, e tem muitas cadeiras, quase todas pesadas, existem semanas onde para poder se fazer as tarefas de leitura é necessário um esforço imenso.*

Para facilitar o processo de análise dos dados, desagrupamos com uma categorização inicial, atitudes positivas e negativas. Assim, grande parte dos dados foi fragmentada em dois grupos menores. O desagrupamento pode ou não ser feito com o uso de rótulos iniciais.

<b>Atitudes positivas</b>	<p><b>Aluno 9:</b> Acho que um dos aspectos positivos foi a forma como este método mantém o aluno frequentemente trabalhando, de forma que sempre esteja atualizado no conteúdo. Também as questões que fazíamos nas tarefas de leitura foram muito úteis, pois me senti encorajado a fazer perguntas sabendo que o professor as responderia em aula.</p> <p><b>Aluno 18:</b> O que mais ajudou na aprendizagem, na minha opinião, foram as tarefas de leitura antes de cada aula, pois elas instigam algumas dúvidas, fazem refletir sobre o assunto e logo após o professor esclarece elas [as dúvidas], desse modo o conceito aprendido fica muito mais profundo e difícil de esquecer.</p> <p><b>Aluno 20:</b> Gostei das formas como as aulas eram dadas, baseando-se nas dúvidas dos alunos, algo que eu acho válido já que o tempo disponível para as aulas é limitado.</p> <p><b>Aluno 10:</b> Acho que as aulas do professor foram essenciais, mas não pelos motivos convencionais. Primeiro, não diria que as aulas foram expositivas, pois em momento nenhum ele expôs a matéria para nós de maneira inédita, todas suas aulas foram baseadas nas nossas próprias dúvidas. Foi uma das coisas que mais me fizeram aprender os conteúdos.</p> <p><b>Aluno 12:</b> As discussões em grupo me fizeram ampliar ainda mais os horizontes e principalmente, saber ouvir os colegas e explicar de maneira que os outros possam entender.</p> <p><b>Aluno 5:</b> As atividades em grupo criaram um laço bem interessante entre os meus colegas que me estimulava a contribuir.</p> <p><b>Aluno 8:</b> Ler antes a matéria facilita bastante, pois as dúvidas importantes normalmente aparecem depois que se tenta aprender a ideia conceitual.</p>
<b>Atitudes negativas</b>	<p><b>Aluno 9:</b> Foi uma boa experiência, eu fiquei bastante satisfeito com os resultados. No entanto, achei que, por muitas vezes, a aula foi esticada além do tempo regular, e isso prejudica quem tem aula no horário seguinte. É necessário melhor controle do tempo disponível para que isso não aconteça.</p> <p><b>Aluno 11:</b> O único aspecto negativo é o tempo dedicado a esta matéria. Somando o tempo em aula, mais as tarefas de leitura, mais o estudo de exercícios, esta cadeira acaba demandando mais tempo do que o costume.</p> <p><b>Aluno 4:</b> Um ponto negativo deste curso é o tempo exigido fora da sala para poder acompanhar os trabalhos realizados em sala de aula; Como o curso de Física exige bastante do aluno, e tem muitas cadeiras, quase todas pesadas, existem semanas onde para poder se fazer as tarefas de leitura é necessário um esforço imenso.</p>

Analisando os fragmentos menores produzidos no processo de desagrupamento, reagrupamos em padrões de respostas que ajudam a responder à questão de pesquisa. Mesmo que tenha sido feito uma categorização inicial durante o processo de desagrupamento, a busca por padrões, ideias, conceitos, surge na etapa de reagrupamento. No entanto, como indicado pela seta de dois sentidos da Figura 16, não se tratam de etapas rígidas, mas sim processos dinâmicos, nos quais o pesquisador transita de um passo para o outro à medida que suas ideias vão amadurecendo.

No Quadro seguinte, ilustramos a categorização produzida no processo de reagrupamento. Dentre as atitudes positivas, foram encontrados depoimentos que evidenciam que os alunos demonstraram atitudes favoráveis ao estudo prévio e Tarefas de Leitura, às exposições dialogadas com base nas dúvidas e às discussões em grupo. Dentre as negativas, os estudantes destacaram que a disciplina exigia muito tempo e/ou esforço e que as atividades conduzidas em sala de aula extrapolavam o tempo previsto.

<b>Atitudes positivas</b>	<b>Estudo prévio e TL</b>	<p><b>Aluno 9:</b> Acho que um dos aspectos positivos foi a forma como este método mantém o aluno frequentemente trabalhando, de forma que sempre esteja atualizado no conteúdo. Também as questões que fazíamos nas tarefas de leitura foram muito úteis, pois me senti encorajado a fazer perguntas sabendo que o professor as responderia em aula.</p> <p><b>Aluno 18:</b> O que mais ajudou na aprendizagem, na minha opinião, foram as tarefas de leitura antes de cada aula, pois elas instigam algumas dúvidas, fazem refletir sobre o assunto e logo após o professor esclarece elas [as dúvidas], desse modo o conceito aprendido fica muito mais profundo e difícil de esquecer.</p> <p><b>Aluno 8:</b> Ler antes a matéria facilita bastante, pois as dúvidas importantes normalmente aparecem depois que se tenta aprender a ideia conceitual.</p>
	<b>Exposição dialogada do professor com base nas dúvidas</b>	<p><b>Aluno 20:</b> Gostei das formas como as aulas eram dadas, baseando-se nas dúvidas dos alunos, algo que eu acho válido já que o tempo disponível para as aulas é limitado.</p> <p><b>Aluno 10:</b> Acho que as aulas do professor foram essenciais, mas não pelos motivos convencionais. Primeiro, não diria que as aulas foram expositivas, pois em momento nenhum ele expôs a matéria para nós de maneira inédita, todas suas aulas foram baseadas nas nossas próprias dúvidas. Foi uma das coisas que mais me fizeram aprender os conteúdos.</p>
	<b>Discussões em grupo</b>	<p><b>Aluno 12:</b> As discussões em grupo me fizeram ampliar ainda mais os horizontes e principalmente, saber ouvir os colegas e explicar de maneira que os outros possam entender.</p> <p><b>Aluno 5:</b> As atividades em grupo criaram um laço bem interessante entre os meus colegas que me estimulava a contribuir.</p>
<b>Atitudes negativas</b>	<b>Tempo / esforço exigido pela disciplina</b>	<p><b>Aluno 11:</b> O único aspecto negativo é o tempo dedicado a esta matéria. Somando o tempo em aula, mais as tarefas de leitura, mais o estudo de exercícios, esta cadeira acaba demandando mais tempo do que o costume.</p> <p><b>Aluno 4:</b> Um ponto negativo deste curso é o tempo exigido fora da sala para poder acompanhar os trabalhos realizados em sala de aula; Como o curso de Física exige bastante do aluno, e tem muitas cadeiras, quase todas pesadas, existem semanas onde para poder se fazer as tarefas de leitura é necessário um esforço imenso.</p>
	<b>Falta de tempo para as atividades em aula</b>	<p><b>Aluno 9:</b> Foi uma boa experiência, eu fiquei bastante satisfeito com os resultados. No entanto, achei que, por muitas vezes, a aula foi esticada além do tempo regular, e isso prejudica quem tem aula no horário seguinte. É necessário melhor controle do tempo disponível para que isso não aconteça.</p>

Através dos materiais reagrupados em categorias, interpretamos os dados de forma a construir uma narrativa. Essa narrativa, como propõe Yin (2011), pode ser acompanhada de gráficos e tabelas. Assim como as demais etapas, ao chegar ao estágio de interpretação, o pesquisador pode sentir a necessidade de revisitar os dados e reagrupá-los de outra maneira. Uma interpretação possível para os dados reagrupados do Quadro anterior é de que as TLs que despertaram atitudes positivas ao método de ensino, também foram responsáveis por despertar atitudes negativas, pois ambas as atividades eram responsáveis pelo tempo e esforço extra exigido pela disciplina. Com esse exemplo e tantas outras interpretações que surgiram durante a análise de dados, construímos uma narrativa que procurava estabelecer um encadeamento entre as evidências das quais dispúnhamos.

Buscando dar um significado maior para a interpretação, construímos a conclusão, onde podem ser destacadas as asserções de conhecimento, implicações práticas e novas perspectivas. Uma conclusão possível para o nosso exemplo é que os alunos tiveram atitudes positivas quanto à mudança de método de ensino tradicional para o TBL, mas, em futuras implementações serão

necessárias algumas modificações, como a implementação de um material de apoio, de forma a reduzir o tempo das atividades em aula e facilitar os estudos de casa dos alunos.

## ANEXO A: TESTE BEMA – BRIEF ELETRICITY AND MAGNETISM ASSESSMENT

Avaliação sobre Conhecimentos de Eletricidade e Magnetismo<sup>37</sup>

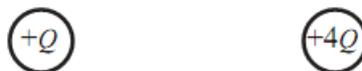
## Observações importantes:

- Não faça marcas, anotações ou qualquer tipo de rasura nas folhas de questões do teste.
- Marque suas respostas apenas na grade de respostas, lembrando-se de preencher seus dados.
- Este teste é constituído por 31 questões de múltipla escolha (com até 10 alternativas).
- Para cada questão do teste, escolha apenas uma opção, a que melhor corresponde à resposta.

Dois objetos pequenos, cada um com uma carga elétrica líquida de  $+Q$ , exercem uma força de magnitude  $F$  um sobre o outro:



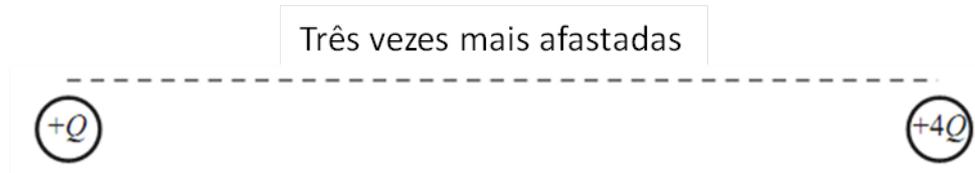
Substituímos um dos objetos por outro cuja carga elétrica líquida é de  $+4Q$ :



1. O valor original da magnitude da força sobre a carga elétrica  $+Q$  era  $F$ . Qual a magnitude da força sobre a carga elétrica  $+Q$  agora?
  - a)  $4F$
  - b)  $5F/2$
  - c)  $3F$
  - d)  $2F$
  - e)  $F$
  - f)  $F/4$
  - g) Nenhuma das anteriores
2. Qual é a magnitude da força sobre a carga elétrica  $+4Q$ ?
  - a)  $4F$
  - b)  $5F/2$
  - c)  $3F$
  - d)  $2F$
  - e)  $F$
  - f)  $F/4$
  - g) Nenhuma das anteriores

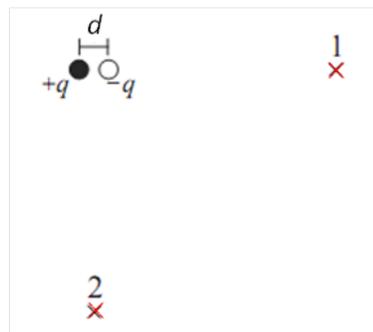
<sup>37</sup> Versão traduzida do *Brief electricity and magnetism assessment* – BEMA. DING, L. et al. Evaluating an electricity and magnetismo assessment tool: Brief electricity and magnetismo assessment. *Physics Review Special Topics Physics Education Research*, n. 2, 2006.

Em seguida movemos as cargas elétricas  $+Q$  e  $+4Q$  de modo que ficam afastadas por uma distância 3 vezes maior que a original:

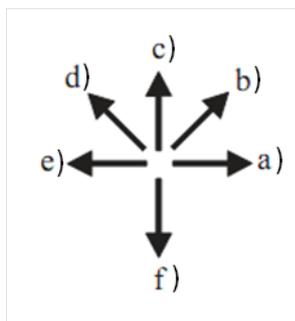


3. Agora, qual é a magnitude da força sobre a carga elétrica  $+4Q$ ?
- $4F/3$
  - $4F/9$
  - $F/3$
  - $5F/18$
  - $2F/9$
  - $F/9$
  - $F/36$
  - $4F$
  - Nenhuma das anteriores

Aqui estão duas cargas elétricas de igual magnitude, mas de sinais opostos, separadas por uma distância  $d$ :



Escolha uma das possíveis orientações (direções e sentidos) a seguir para responder as perguntas abaixo:



- sai da página  $\odot$
- entra na página  $\otimes$
- magnitude zero
- nenhuma das anteriores

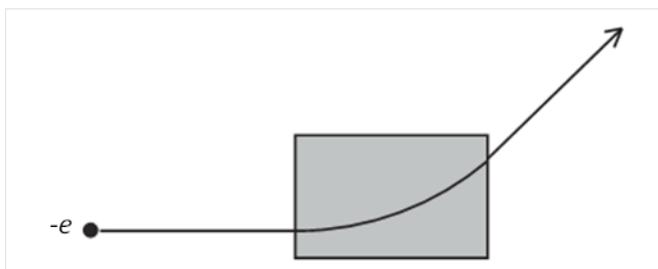
4. Qual é a orientação (entre as opções a) – j)) do campo elétrico na posição 1 (marcada com um x na figura)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)
- i)
- j)

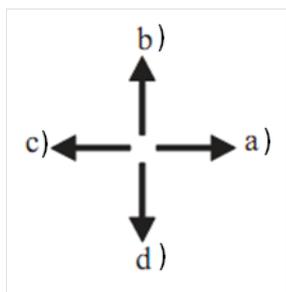
5. Qual é a orientação (entre as opções a) – j)) do campo elétrico na posição 2 (marcada com um x na figura)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)
- i)
- j)

Um elétron em movimento com carga elétrica  $-e$  percorre o caminho indicado e passa por uma região em que há campo elétrico. Não há outras cargas elétricas presentes. O campo elétrico é zero em todos os lugares, exceto na região cinza.



Escolha uma das possíveis orientações a seguir para responder à questão abaixo:

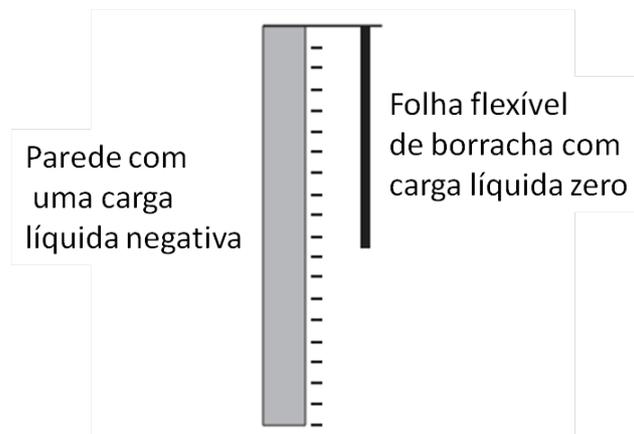


- e) sai da página  $\odot$
- f) entra na página  $\otimes$
- g) nenhuma das anteriores

6. Qual é uma possível orientação (entre as opções a) – g)) do campo elétrico na região em que ele é diferente de zero?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)

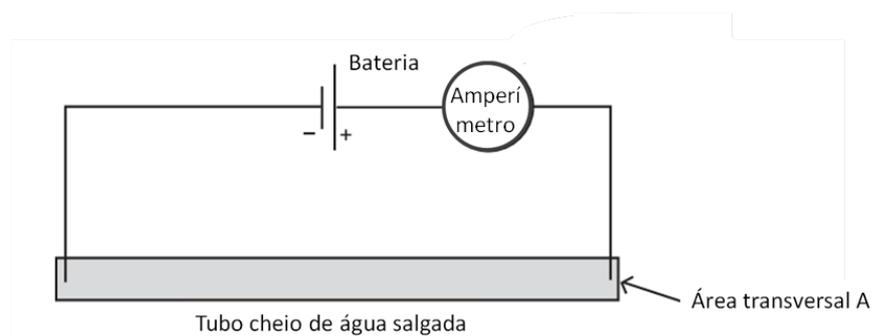
A uma parede não-condutora é dada uma carga elétrica líquida negativa. Em seguida, uma folha de borracha muito flexível, com carga elétrica líquida zero é suspensa no teto perto da parede carregada como mostrado abaixo.



7. A folha de borracha:

- a) não será afetada pelas cargas elétricas na parede, pois a borracha é um isolante.
- b) não será afetada pela parede carregada porque a folha de borracha tem carga elétrica líquida zero.
- c) se curvará para a direita, se afastando da parede, devido à repulsão elétrica entre os elétrons da borracha e as cargas elétricas na parede.
- d) se curvará para direita, se afastando da parede, devido à polarização das moléculas de borracha pela parede carregada.
- e) se curvará para a esquerda, se aproximando da parede, devido à polarização das moléculas de borracha pela parede carregada.
- f) Nenhuma das opções acima.

A água salgada contém  $n$  íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) por metro cúbico e  $n$  íons de cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) por metro cúbico. Uma bateria é conectada a hastes metálicas que são mergulhadas em um tubo estreito cheio de água salgada. A área transversal do tubo é  $A$ :

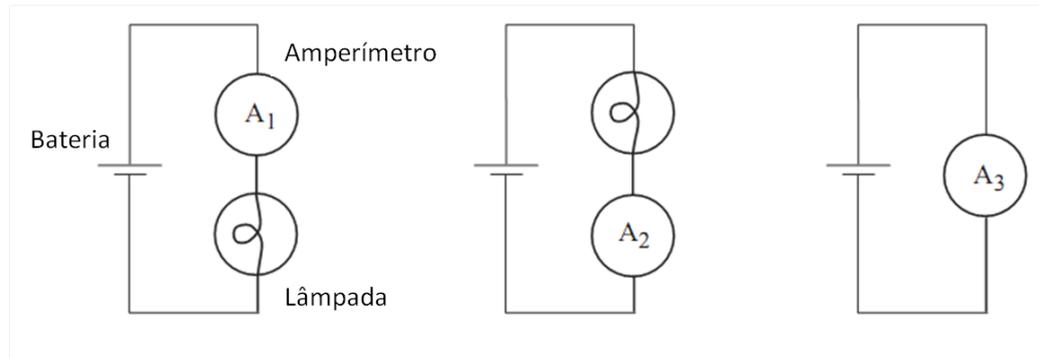


8. Qual é o sentido convencional da corrente elétrica que flui na água salgada?
- Para a direita.
  - Para a esquerda.
  - Não há corrente elétrica convencional, porque os movimentos dos íons positivos e negativos cancelam uns aos outros.

A magnitude da velocidade de deriva dos íons de sódio é  $v_{Na}$  e a magnitude da velocidade de deriva dos íons de cloreto é  $v_{Cl}$ . Suponha que  $v_{Na} > v_{Cl}$ . (+e é a carga elétrica de um próton).

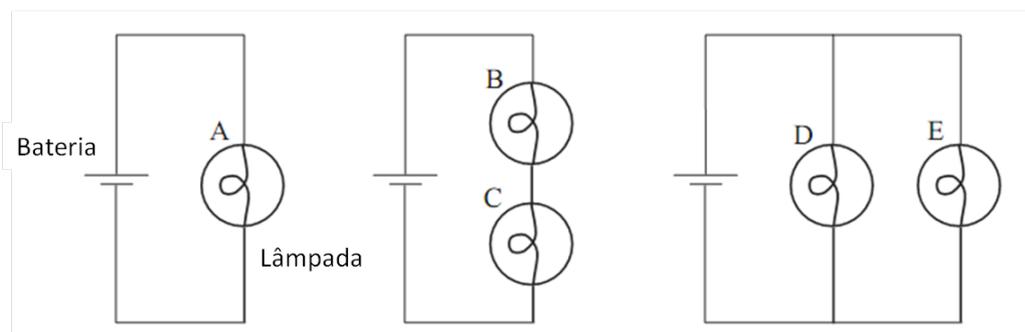
9. Qual é a magnitude da leitura no amperímetro?
- $enAv_{Na} - enAv_{Cl}$
  - $enAv_{Na} + enAv_{Cl}$
  - $enAv_{Na}$
  - $enAv_{Cl}$
  - Zero

Um aluno montou os três circuitos mostrados abaixo. As lâmpadas, as baterias e os amperímetros são idênticos.



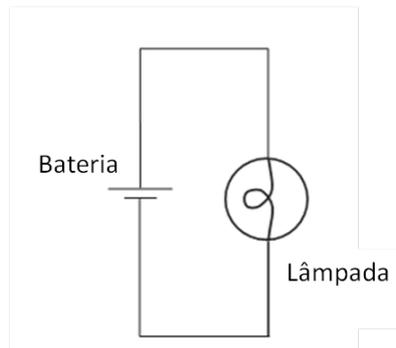
10. Ordene todos os três amperímetros ( $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$ ) na ordem de suas medições de corrente elétrica, da maior para a menor.
- $A_1 = A_2 = A_3$
  - $A_1 = A_2 > A_3$
  - $A_1 = A_3 > A_2$
  - $A_2 = A_1 > A_3$
  - $A_2 = A_3 > A_1$
  - $A_3 > A_1 = A_2$
  - $A_3 > A_1 > A_2$
  - $A_3 > A_2 > A_1$
  - Nenhuma das anteriores.

Nestes três circuitos todas as baterias são idênticas e têm resistência interna desprezível, e todas as lâmpadas são idênticas.



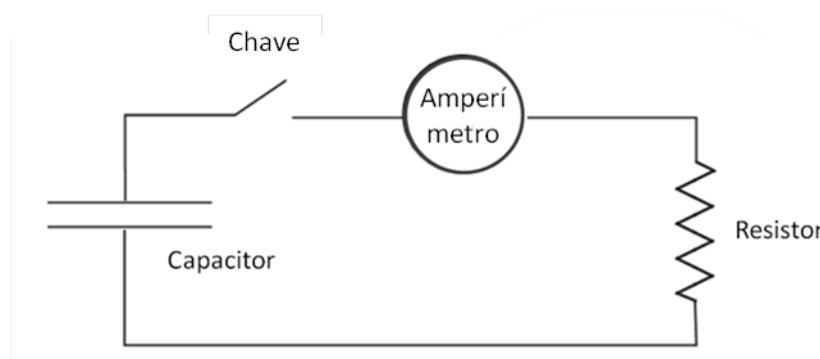
11. Ordene todas as 5 lâmpadas (A, B, C, D, E) quanto ao seu brilho, da mais brilhante para a mais fraca.

- $A = B = C > D = E$
- $A > B = C = D = E$
- $A > B = C > D = E$
- $A > B > C > D = E$
- $A = D = E > B = C$
- $A = D = E > B > C$
- $A > D = E > B = C$
- $D = E > A > B = C$
- Nenhuma das anteriores.



12. Qual das seguintes afirmativas é verdadeira sobre o campo elétrico dentro do filamento da lâmpada?

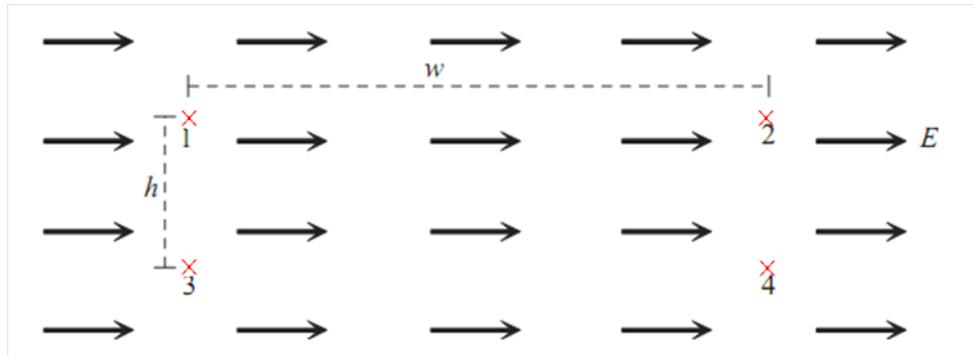
- O campo deve ser zero, porque o filamento é feito de metal.
- O campo deve ser zero, porque uma corrente elétrica está fluindo.
- O campo deve ser zero, porque qualquer excesso de carga elétrica está na superfície do filamento.
- O campo deve ser diferente de zero, porque a corrente elétrica fluindo produz um campo elétrico.
- O campo deve ser diferente de zero, porque nenhuma corrente elétrica fluirá sem um campo aplicado.
- O campo deve ser zero por razões não mencionadas acima.
- O campo deve ser diferente de zero por razões não mencionadas acima.



13. O capacitor está inicialmente carregado. Como a corrente elétrica  $I$  no amperímetro se comporta em função de tempo após a chave ser fechada?

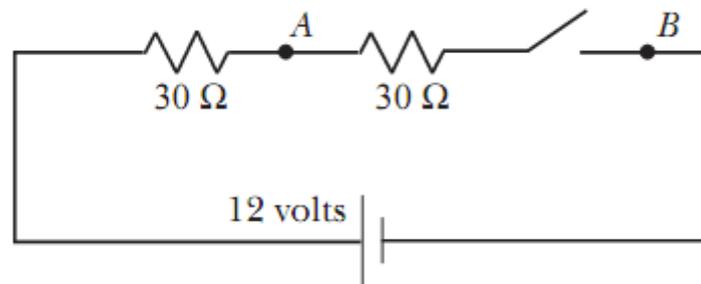
- $I = 0$  sempre
- $I = \text{constante} \neq 0$
- $I$  aumenta, então se torna constante.
- $I$  aumenta instantaneamente, e em seguida, diminui lentamente.
- Nenhuma das anteriores.

Em certa região do espaço existe um campo elétrico uniforme de magnitude  $E$ :



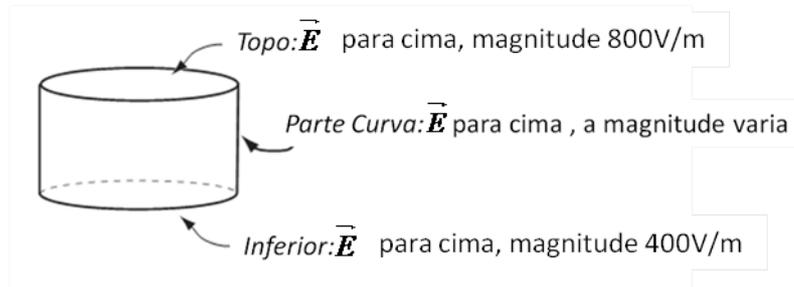
Escolha entre os possíveis valores a seguir para responder às três questões abaixo:

- a)  $+Ew$
  - b)  $-Ew$
  - c)  $+Eh$
  - d)  $-Eh$
  - e)  $+E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - f)  $-E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - g) Zero
14. A diferença de potencial  $V_2 - V_1 = ?$
- a.  $+Ew$
  - b.  $-Ew$
  - c.  $+Eh$
  - d.  $-Eh$
  - e.  $+E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - f.  $-E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - g. Zero
15. A diferença de potencial  $V_3 - V_1 = ?$
- a.  $+Ew$
  - b.  $-Ew$
  - c.  $+Eh$
  - d.  $-Eh$
  - e.  $+E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - f.  $-E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - g. Zero
16. A diferença de potencial  $V_4 - V_1 = ?$
- a.  $+Ew$
  - b.  $-Ew$
  - c.  $+Eh$
  - d.  $-Eh$
  - e.  $+E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - f.  $-E\sqrt{h^2 + w^2}$
  - g. Zero



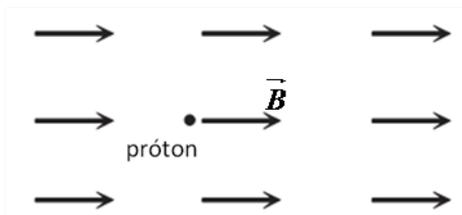
17. Qual é a magnitude da diferença de potencial entre os pontos A e B no circuito, enquanto o interruptor está aberto?
- 0 volts
  - 3 volts
  - 6 volts
  - 12 volts
  - Nenhuma das anteriores.

O cilindro abaixo está numa região do espaço com um campo elétrico orientado verticalmente de baixo para cima e que possui uma magnitude variável, de acordo com a figura. No topo o campo elétrico é uniforme e tem magnitude igual a 800 V/m. Na parte inferior o campo é também uniforme, mas sua magnitude é de 400 V/m. Na lateral do cilindro (parte curva) o campo mantém sua orientação, mas sua magnitude é variável.

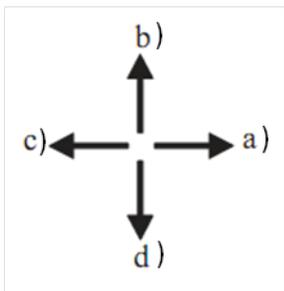


18. No interior do cilindro
- não há carga elétrica líquida
  - existe carga elétrica líquida positiva
  - existe carga elétrica líquida negativa
  - não há informação suficiente para determinar se há ou não carga elétrica líquida no interior do cilindro
19. Em equilíbrio estático, a diferença de potencial entre dois pontos dentro de um pedaço sólido de metal
- é zero, porque os metais bloqueiam interações elétricas
  - é zero, porque o campo elétrico é nulo no interior do metal
  - é diferente de zero se o pedaço de metal não é esférico
  - é diferente de zero se houver cargas elétricas sobre a superfície do metal
  - é diferente de zero por razões não mencionadas acima.

Um próton está inicialmente em repouso em uma região de campo magnético uniforme (mostrada abaixo). Não há nenhuma outra carga elétrica presente.



Escolha uma das possíveis orientações a seguir para responder à questão abaixo:

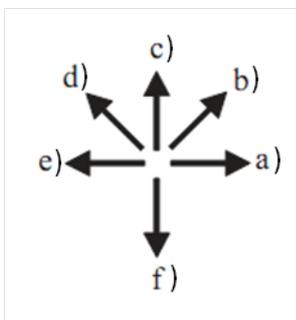


- e) sai da página  $\odot$
  - f) entra na página  $\otimes$
  - g) zero de magnitude
  - h) nenhuma das anteriores
20. Qual é a orientação (entre as opções a) – h)) da força magnética inicial sobre o próton?
- a)
  - b)
  - c)
  - d)
  - e)
  - f)
  - g)
  - h)

A figura abaixo mostra um ímã em barra. O campo magnético gerado pelo ímã em barra na posição 3 é mostrado no diagrama:



Escolha entre as orientações a seguir para responder à questão abaixo:



- g) sai da página  $\odot$
- h) entra na página  $\otimes$
- i) zero de magnitude
- j) nenhuma das anteriores

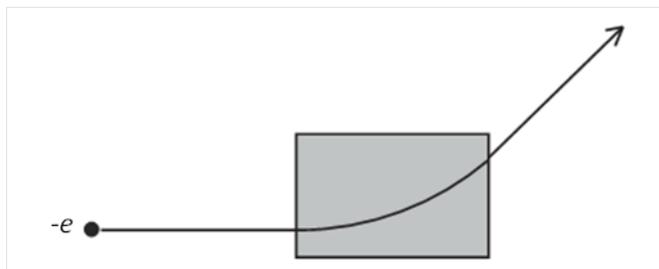
21. Qual é a orientação (entre as opções a) – j)) do campo magnético do ímã na posição 1 (marcada com x)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)
- i)
- j)

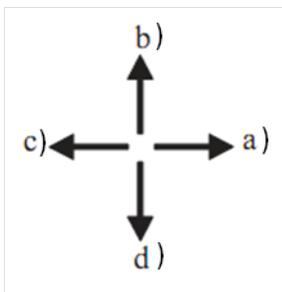
22. Qual é a orientação (entre as opções a) – j)) do campo magnético do ímã na posição 2 (marcada com x)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)
- i)
- j)

Um elétron em movimento percorre o caminho indicado, e atravessa uma região onde há campo magnético. Não há outras cargas elétricas presentes. O campo magnético é zero em todos os lugares, exceto na região cinza.



Escolha entre as orientações a seguir para responder à questão abaixo:

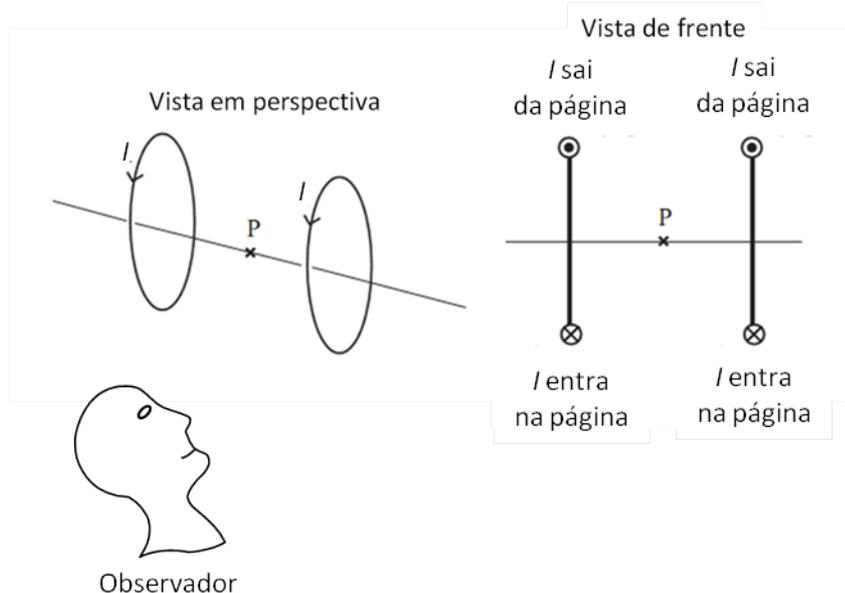


- e) sai da página
- f) entra na página
- g) nenhuma das anteriores

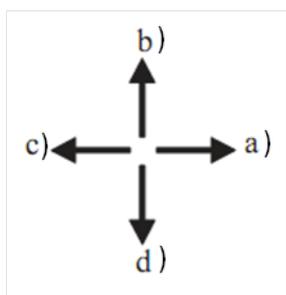
23. Qual é uma possível orientação (entre as opções a) – g)) do campo magnético na região onde ele é diferente de zero?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)

Dois laços de arame, circulares, idênticos e perpendiculares à página, conduzem uma mesma corrente elétrica convencional  $I$ :



Escolha uma das possíveis orientações a seguir para responder à questão abaixo:

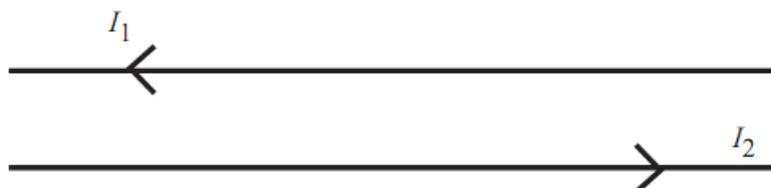


- e) sai da página  $\odot$
- f) entra na página  $\otimes$
- g) zero de magnitude
- h) nenhuma das anteriores

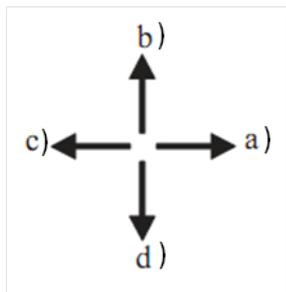
24. Qual é uma possível orientação (entre as opções a) – g)) do campo magnético gerado pelos laços no ponto P, localizado no meio entre eles, conforme mostra a figura acima (considerar vista de frente)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)

Dois fios estão no plano da página. O fio 1 carrega uma corrente elétrica convencional  $I_1$  para a esquerda, e o fio 2 carrega uma corrente elétrica convencional  $I_2$  para a direita:



Escolha uma das possíveis orientações a seguir para responder à questão abaixo:

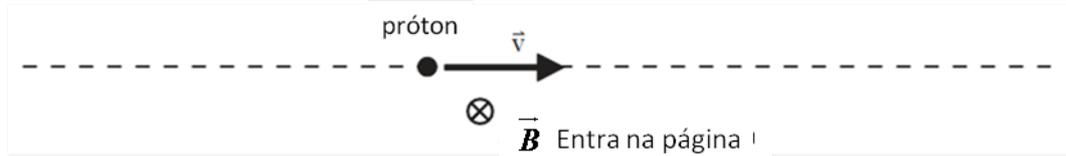


- e) sai da página  $\odot$
- f) entra na página  $\otimes$
- g) zero de magnitude
- h) nenhuma das anteriores

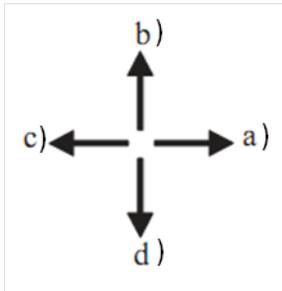
25. Qual é a orientação (entre as opções a) – h)) da força magnética que o fio 1 exerce sobre o fio 2?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)

Um próton se move com velocidade, que permanece constante,  $\vec{v}$  enquanto esse se desloca para a direita através de uma região onde há um campo magnético uniforme de magnitude  $B$  que aponta para dentro da página. Há também um campo elétrico nessa região. O campo magnético e o campo elétrico são produzidos por dispositivos não mostrados no diagrama.



Escolha uma das possíveis orientações a seguir para responder à questão abaixo:



- e) sai da página  $\odot$
- f) entra na página  $\otimes$
- g) nenhuma das anteriores

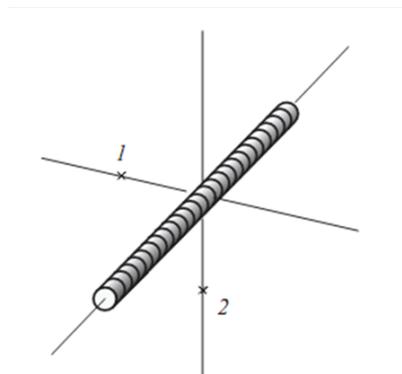
26. Qual é a orientação (entre as opções a) – g)) do campo elétrico na região?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)

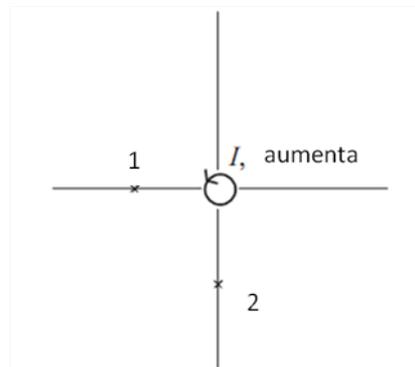
27. Qual é a magnitude do campo elétrico?

- a)  $e v B$
- b)  $\vec{v} \times \vec{B}$
- c)  $v B$
- d)  $B$
- e)  $e \vec{v} \times \vec{B}$
- f)  $v B / e$
- g)  $e v$
- h) Nenhuma das anteriores

As figuras abaixo mostram uma visão em perspectiva de um longo solenóide (um fio longo enrolado bem apertado, formando uma bobina em espiral) e uma visão frontal do solenóide. Uma corrente elétrica convencional circula no sentido anti-horário no solenóide e aumenta com o tempo.

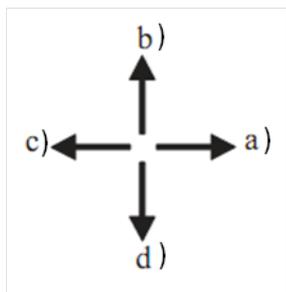


Longo solenóide, vista em perspectiva



Solenóide, vista frontal

Escolha uma das possíveis orientações a seguir para responder à questão abaixo:



- e) sai da página  $\odot$
- f) entra na página  $\otimes$
- g) zero de magnitude
- h) nenhuma das anteriores

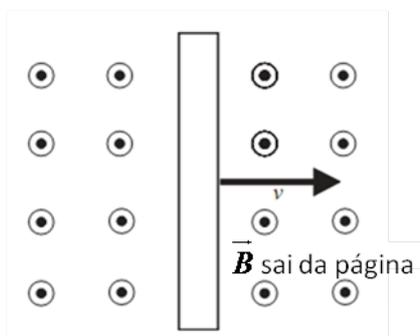
28. Qual é a orientação (entre as opções a) – h)) do campo *elétrico* na posição 1 (marcada com x)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)

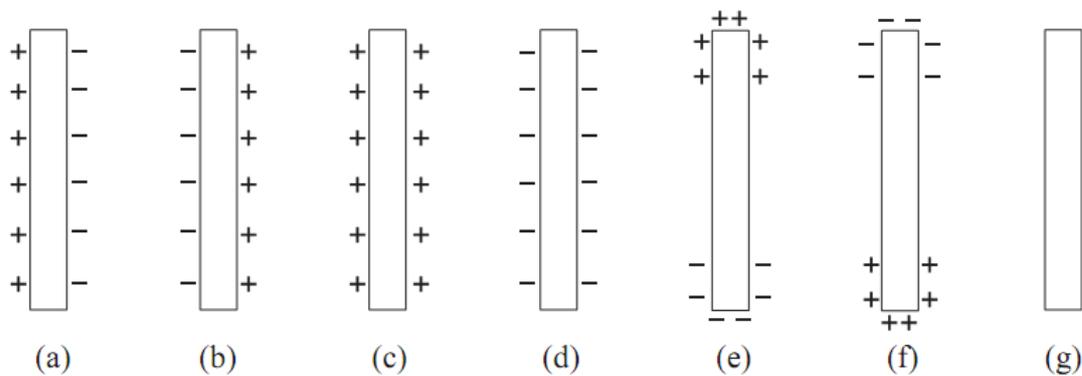
29. Qual é a orientação (entre as opções a) – h)) do campo *elétrico* na posição 2 (marcada com x)?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)

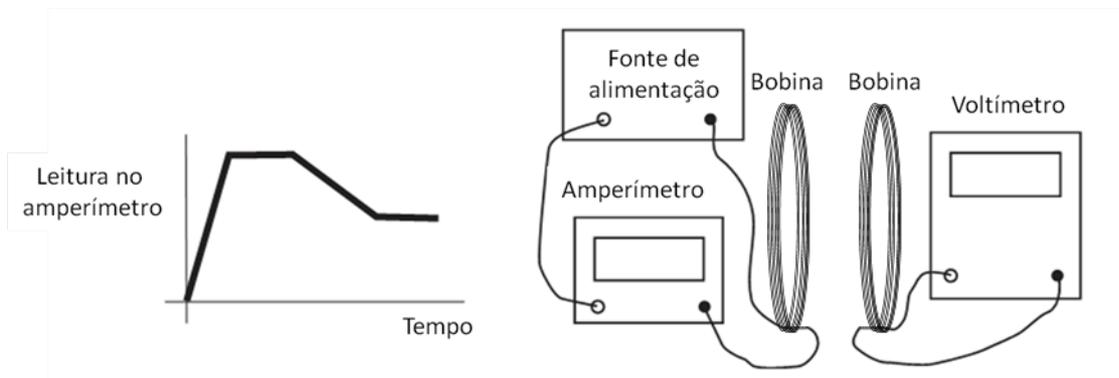
Uma barra metálica neutra está se movendo com velocidade constante  $\vec{v}$  para a direita através de uma região onde há um campo magnético uniforme apontando para fora da página. O campo magnético é produzido por grandes bobinas que não são mostradas no diagrama.



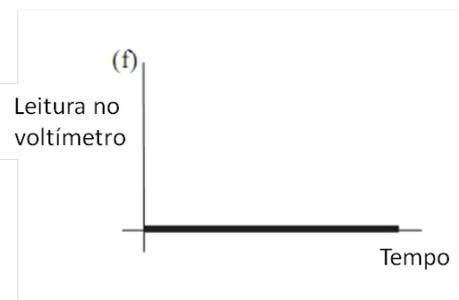
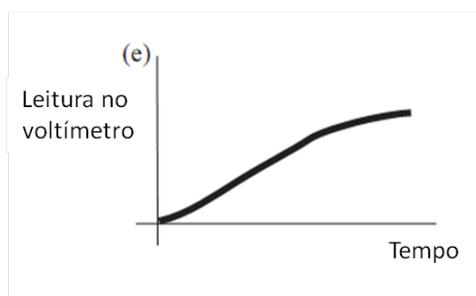
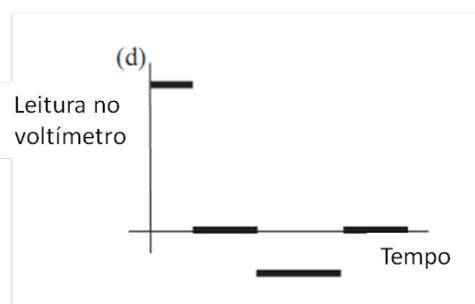
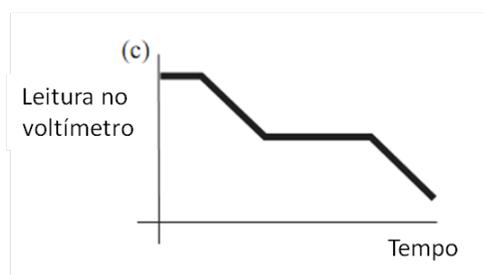
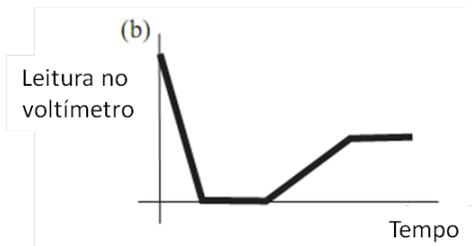
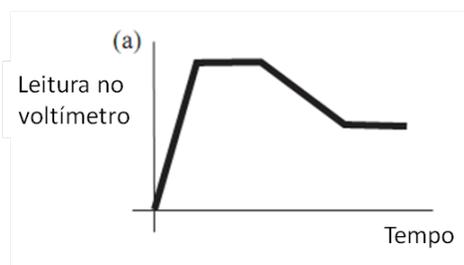
30. Qual dos diagramas a seguir melhor descreve a distribuição de cargas da barra de metal?



Uma fonte de alimentação variável é ligada a uma bobina e a um amperímetro. A dependência temporal da leitura do amperímetro é mostrada no gráfico abaixo. Uma bobina conectada a um voltímetro está próxima da primeira bobina, conforme mostra a figura a seguir.



31. Qual dos gráficos abaixo mostra corretamente a dependência temporal da leitura no voltímetro?





## GABARITO

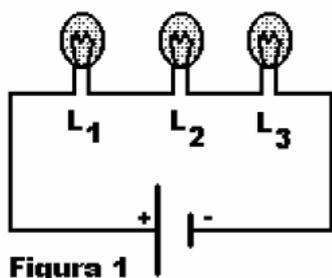
Questão	Resposta									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
01	X									
02	X									
03		X								
04					X					
05	X									
06				X						
07					X					
08		X								
09		X								
10						X				
11					X					
12					X					
13				X						
14		X								
15							X			
16		X								
17				X						
18		X								
19		X								
20							X			
21	X									
22					X					
23					X					
24	X									
25				X						
26				X						
27			X							
28		X								
29			X							
30						X				
31				X						

## ANEXO B: TESTE SOBRE CORRENTE ELÉTRICA EM CIRCUITO SIMPLES

### Teste sobre Corrente Elétrica em Circuitos Simples<sup>38</sup>

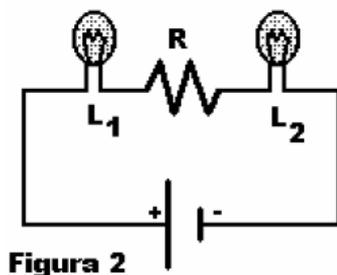
Em todas as questões deste teste admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) No circuito da figura 1 pode-se afirmar que:



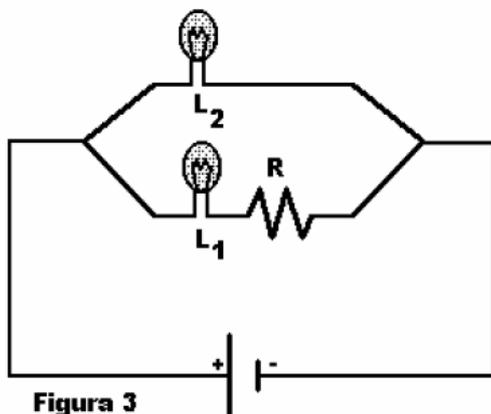
- a)  $L_1$  brilha mais do que  $L_2$  e esta mais do que  $L_3$ .
- b)  $L_3$  brilha mais do que  $L_2$  e esta mais do que  $L_1$ .
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

2) No circuito da figura 2, R é um resistor. Neste circuito:



- a)  $L_1$  e  $L_2$  têm o mesmo brilho.
- b)  $L_1$  brilha mais do que  $L_2$ .
- c)  $L_2$  brilha mais do que  $L_1$ .

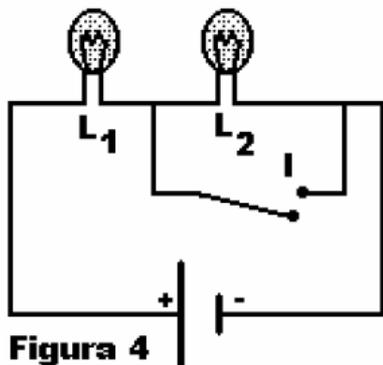
3) No circuito da figura 3, R é um resistor. Neste circuito:



- a)  $L_1$  tem o mesmo brilho de  $L_2$ .
- b)  $L_2$  brilha mais do que  $L_1$ .
- c)  $L_1$  brilha mais do que  $L_2$ .

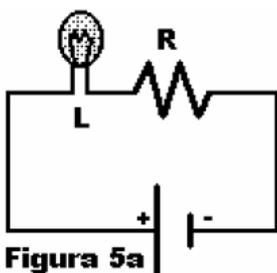
<sup>38</sup> SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A., AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 41, n.11, p. 1129-1133, 1989.

4) No circuito da Figura 4, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:

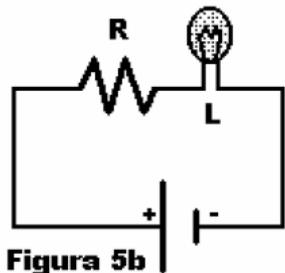


- a) aumenta o brilho de  $L_1$ .
- b) o brilho de  $L_1$  permanece o mesmo.
- c) diminui o brilho de  $L_1$ .

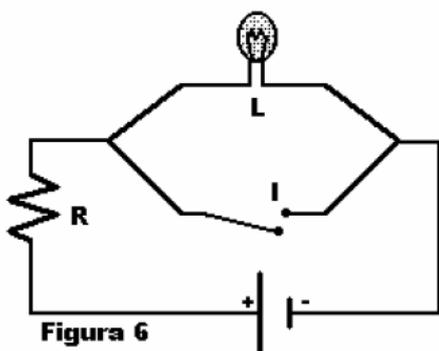
5) Nos circuitos 5a e 5b a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nestas situações:



- a) L brilha mais no circuito 5a.
- b) L brilha igual em ambos circuitos.
- c) L brilha mais no circuito 5b.

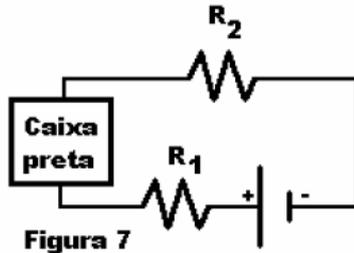


6) No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:



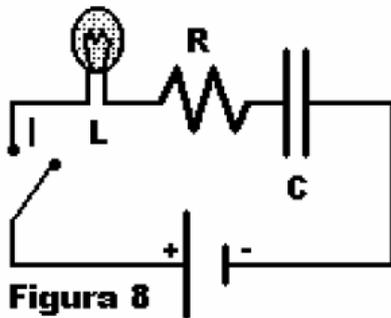
- a) L continua brilhando como antes.
- b) L deixa de brilhar.
- c) L diminui seu brilho mas não apaga.

- 7) No circuito da figura 7  $R_1$  e  $R_2$  são dois resistores. A caixa preta pode conter resistores, baterias ou combinações de ambos. Para que a intensidade da corrente em  $R_1$  fosse igual à intensidade da corrente em  $R_2$  a caixa preta:



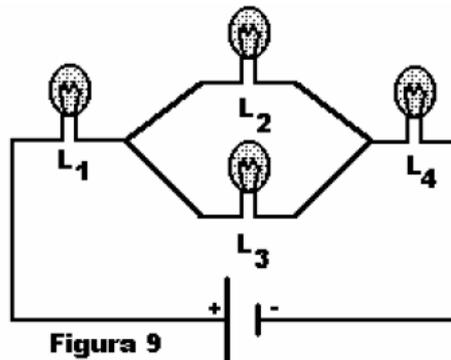
- a) deveria conter somente resistores.  
 b) deveria conter no mínimo uma bateria.  
 c) poderia conter qualquer associação de resistores e baterias.

- 8) No circuito da figura 8, L é uma lâmpada, R um resistor, C um capacitor descarregado e I um interruptor aberto. Ao fechar o interruptor:



- a) L começa a brilhar e continua brilhando enquanto o interruptor estiver fechado.  
 b) L não brilhará enquanto o capacitor não estiver carregado.  
 c) L poderá brilhar durante parte do processo de carga do capacitor.

As questões 9 e 10 se referem ao circuito da figura 9.



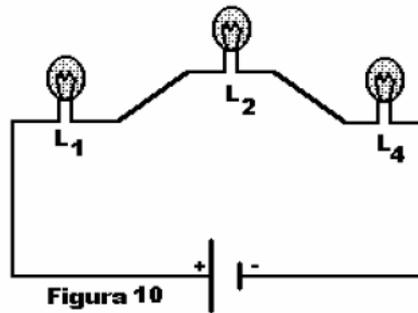
- 9) No circuito da figura 9 o brilho de  $L_1$  é :

- a) igual ao de  $L_4$ .  
 b) maior do que o de  $L_4$ .  
 c) menor do que o de  $L_4$ .

- 10) No circuito da figura 9 o brilho de  $L_2$  é:

- a) igual ao de  $L_4$ .  
 b) maior do que o de  $L_4$ .  
 c) menor do que o de  $L_4$ .

O circuito da figura 9 foi modificado pois se tirou a lâmpada L<sub>3</sub>. O novo circuito é, então, o da figura 10.



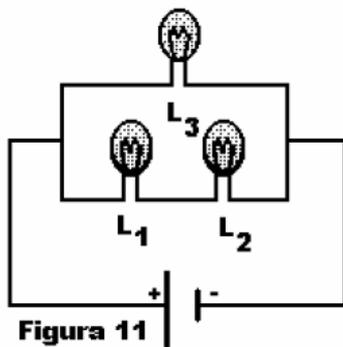
11) Quando se compara o brilho de L<sub>1</sub> nos circuitos 9 e 10 ele é:

- a) maior no circuito 10.
- b) menor no circuito 10.
- c) o mesmo nos dois.

12) Quando se compara o brilho de L<sub>4</sub> nos circuitos 9 e 10 ele é:

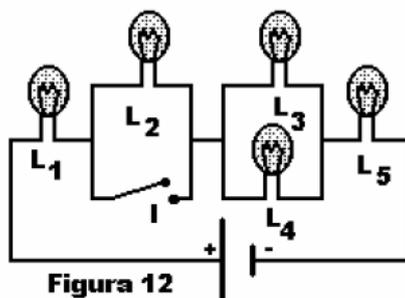
- a) maior no circuito 10.
- b) menor no circuito 10.
- c) o mesmo nos dois.

13) No circuito da figura 11:



- a) L<sub>1</sub> e L<sub>2</sub> têm o mesmo brilho que é menor do que o de L<sub>3</sub>.
- b) L<sub>1</sub> brilha mais do que L<sub>2</sub> e do que L<sub>3</sub>.
- c) L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub> brilham igualmente.

14) No circuito da figura 12, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> deixam de brilhar, embora L<sub>2</sub> brilhe. O que acontece com as lâmpadas L<sub>1</sub> e L<sub>5</sub>?



- a) nem L<sub>1</sub>, nem L<sub>5</sub> brilham.
- b) L<sub>1</sub> brilha e L<sub>5</sub> não brilha.
- c) L<sub>1</sub> e L<sub>5</sub> brilham.

**IMPORTANTE: NÃO FAÇA MARCAS NAS FOLHAS DE QUESTÕES. RESPONDA APENAS NESTA FOLHA DE RESPOSTAS.**

**NOME:** \_\_\_\_\_

Em cada questão do teste marque apenas uma das três alternativas (a, b, c) que, na sua opinião, melhor completa o enunciado.

<b>Questão</b>	<b>Alternativa</b>		
1	a	b	c
2	a	b	c
3	a	b	c
4	a	b	c
5	a	b	c
6	a	b	c
7	a	b	c
8	a	b	c
9	a	b	c
10	a	b	c
11	a	b	c
12	a	b	c
13	a	b	c
14	a	b	c

**GABARITO**

<b>Questão</b>	<b>Alternativa</b>		
1			X
2	X		
3		X	
4	X		
5		X	
6		X	
7			X
8			X
9	X		
10			X
11		X	
12		X	
13	X		
14			X

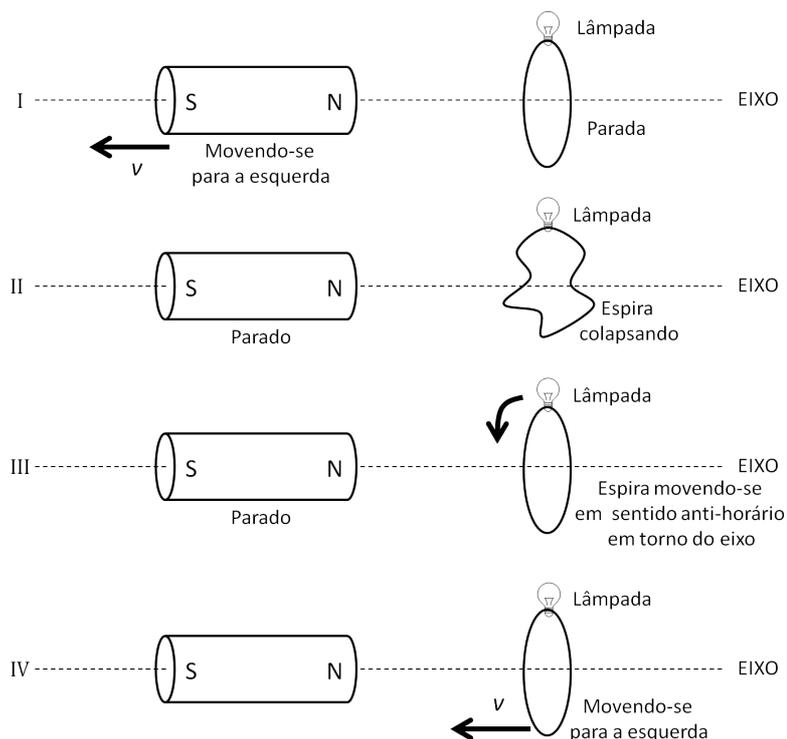
## ANEXO C: TESTE SOBRE LEI DE FARADAY-LENZ

### Avaliação sobre Conhecimentos Relacionados à Lei de Faraday-Lenz<sup>39</sup>

#### Observações importantes

- Não faça marcas, anotações ou qualquer tipo de rasura nas folhas de questões do teste.
- Marque suas respostas apenas na grade de respostas, lembrando-se de preencher seus dados.
- Este teste é constituído por 11 questões de múltipla escolha (com até 5 alternativas).
- Para cada questão do teste, escolha apenas uma opção, a que melhor corresponde à sua resposta.

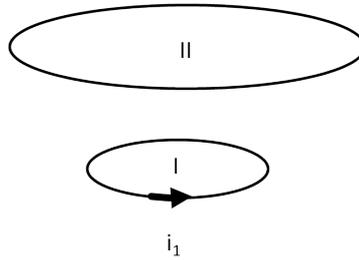
1. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) As quatro figuras abaixo apresentam um ímã cilíndrico e uma pequena lâmpada ligada às extremidades de uma espira de fio de cobre. O plano da espira é perpendicular ao eixo de referência. A velocidade do ímã e da espira, quando diferente de zero, são indicadas, sendo o módulo da velocidade representado por  $v$ . Em qual das figuras a lâmpada poderá brilhar?



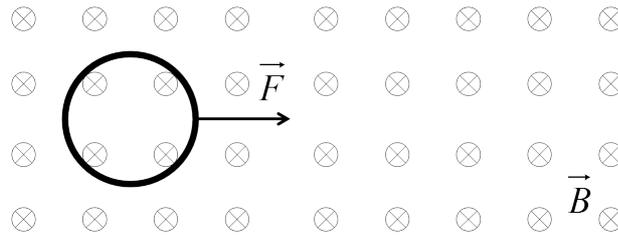
- I, III e IV
- I e IV
- I, II e IV
- IV
- Nenhuma das anteriores.

<sup>39</sup> VIEIRA, A. S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais:** o engajamento interativo obtido por meio do uso do método *Peer Instruction* (Instrução pelos colegas). 2014. 235 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2001.

2. (UFPI) As duas espiras de corrente, mostradas na figura, são planas e paralelas entre si. Há uma corrente  $i_1$  na espira I, no sentido mostrado na figura. Se essa corrente está aumentando com o tempo, pode-se afirmar que a corrente induzida na espira II é:

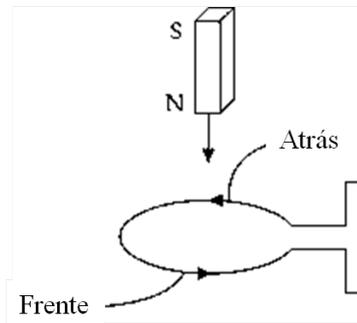


- a) no mesmo sentido de  $i_1$   
 b) no sentido contrário ao de  $i_1$   
 c) nula  
 d) preciso mais informações para responder
3. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) Uma espira metálica circular rígida é posta em repouso em um campo magnético uniforme (entrando na página). A espira é então puxada através do campo para a direita, mas não sai do campo. Caso exista, qual será o sentido da corrente elétrica induzida na espira?

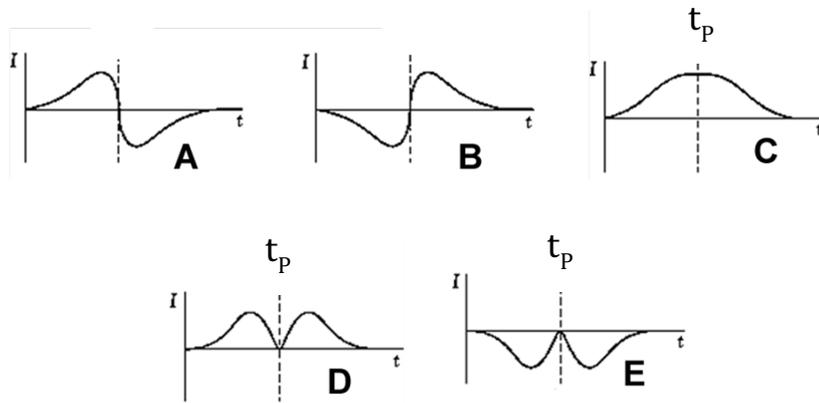


- a) Horário  
 b) Anti-horário  
 c) Não há corrente induzida

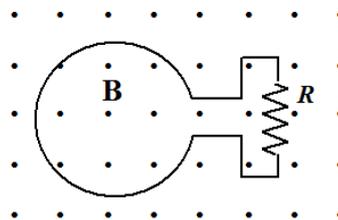
4. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) Se o sentido positivo da corrente induzida  $i$  na espira é como mostrado pelas setas na espira, qual dos seguintes gráficos representa melhor, qualitativamente, a variação de  $i$  no tempo, quando o ímã em barra cai através da espira?



O momento em que o ponto médio do ímã passa através do laço é indicado por  $t_p$ .

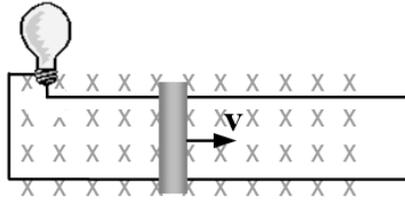


5. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) Considere a situação mostrada no desenho. Uma espira condutora é conectada a um resistor. O resistor e a espira estão em repouso em um campo magnético que aponta para fora da página. Dentro de um curto período de tempo, o campo magnético é reduzido à metade do seu valor inicial. Qual das seguintes afirmações sobre uma possível corrente induzida no circuito é verdadeira?

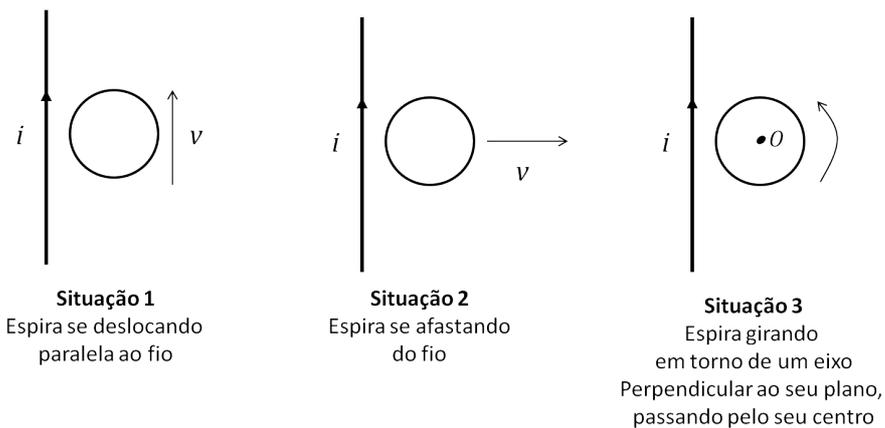


- Durante o tempo em que o campo magnético está diminuindo, uma corrente é induzida no circuito no sentido anti-horário.
- Durante o tempo em que o campo magnético está diminuindo, uma corrente é induzida no circuito no sentido horário.
- Nenhuma corrente é induzida na espira em qualquer momento.
- Uma corrente é induzida, no sentido horário em torno da espira. A corrente continua após o campo magnético atingir um valor constante.

- e) Uma corrente é induzida, no sentido anti-horário em torno da espira. A corrente continua após o campo magnético atingir um valor constante.
6. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) Uma barra condutora desliza com uma velocidade em módulo  $v$  para a direita sobre os trilhos condutores em uma região com campo magnético orientado para dentro do plano da página. A lâmpada poderá acender nesse caso? O que acontecerá com o fluxo magnético através da espira se a barra deslizar para a direita?



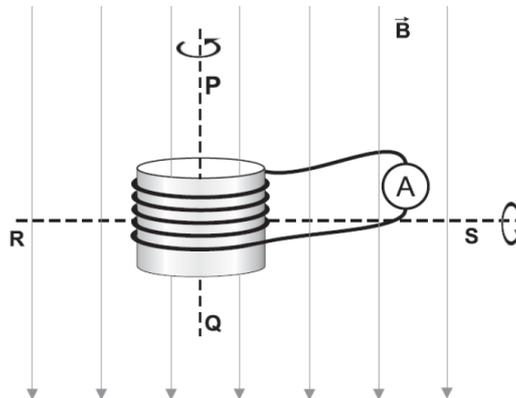
- a) Não poderá acender e o fluxo magnético permanecerá constante.
- b) Poderá acender e o fluxo magnético diminuirá.
- c) Não poderá acender e o fluxo magnético aumentará.
- d) Poderá acender e o fluxo magnético aumentará.
- e) Poderá acender e o fluxo magnético permanecerá constante.
7. -(UFMG) Observe as figuras:



Cada uma das situações representadas mostra uma espira circular que se movimenta nas proximidades de um fio longo e reto, no qual há uma corrente elétrica constante  $i$ . Em todas as situações o fio e a espira estão no mesmo plano. Haverá corrente elétrica induzida na espira circular:

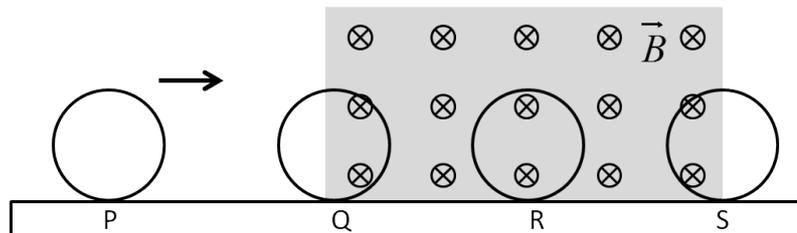
- a) apenas na situação 3.
- b) apenas nas situações 1 e 3.
- c) apenas na situação 2.
- d) apenas na situação 1.
- e) em todas as situações.

8. (UFMG) Uma bobina condutora, ligada a um amperímetro, é colocada em uma região onde há um campo magnético uniforme, vertical, paralelo ao eixo da bobina, como representado na figura:



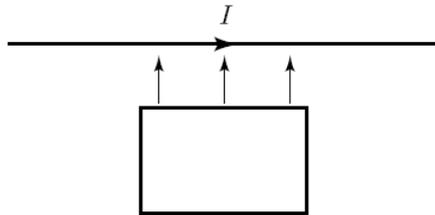
Essa bobina pode ser deslocada horizontal ou verticalmente ou, ainda, ser girada em torno do eixo **PQ** da bobina ou da direção **RS**, perpendicular a esse eixo, permanecendo, sempre, na região do campo. Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que o amperímetro indica uma corrente elétrica quando a bobina é

- deslocada horizontalmente, mantendo-se seu eixo perpendicular ao campo magnético.
  - deslocada verticalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
  - girada em torno do eixo **PQ**.
  - girada em torno da direção **RS**.
9. -(UFMG) Um anel metálico rola sobre uma mesa, passando, sucessivamente, pelas posições P, Q, R e S, como representado na figura. Na região indicada pela parte sombreada na figura, existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano do anel apontando para dentro do plano da página. Considerando-se essa situação, é correto afirmar que, quando o anel passa pelas posições Q, R e S, a corrente elétrica nele:



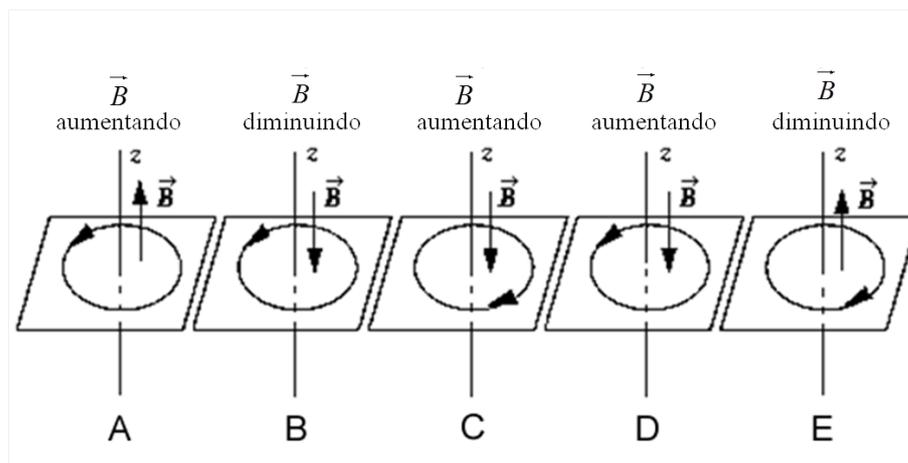
- é nula apenas em R e tem sentidos opostos em Q e em S.
- tem o mesmo sentido em Q, em R e em S.
- é nula apenas em R e tem o mesmo sentido em Q e em S.
- tem o mesmo sentido em Q e em S e sentido oposto em R.

10. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) Um fio longo e reto é percorrido por uma corrente elétrica constante  $I$ . Uma espira condutora retangular encontra-se no mesmo plano que o fio, com dois lados paralelos ao fio e dois lados perpendiculares. Suponha que a espira é empurrada no sentido do fio, como mostrado na figura. Dado o sentido de  $I$ , a corrente induzida no circuito é no sentido:



- a) horário.  
 b) anti-horário.  
 c) é preciso mais informações para responder.

11. (Banco de dados de Mazur e colaboradores) Uma espira é posta sobre o plano  $xy$  com o eixo  $z$  normal ao plano e positivo para cima. A orientação do fluxo e a sua mudança são indicadas na figura. Qual diagrama mostra corretamente o sentido da corrente resultante induzida na espira?



**GRADE DE RESPOSTAS**

Nome: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2015

<b>Resposta</b> <b>Questão</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

**GABARITO**

<b>Resposta</b> <b>Questão</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
1			X		
2				X	
3			X		
4	X				
5	X				
6				X	
7			X		
8				X	
9	X				
10		X			
11				X	

## ANEXO D: PLANO DE ENSINO DA DISCIPLINA DE FÍSICA GERAL III – A (2015/1)

### Informações Básicas

Professor: Ives Solano Araujo (ives@if.ufrgs.br, Sala N222, Tel. 3308-6462)

Tutor: Tobias Espinosa de Oliveira

Aulas presenciais: Sala O204, segundas-f., quartas-f. e sextas-f. das 10h30min às 12h10min.

Carga horária presencial: 90 h

Créditos: 6

### Súmula

Força elétrica. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Capacitores e dielétricos. Corrente elétrica e resistência. Força eletromotriz. Circuitos de corrente contínua. Campo magnético. Lei de Ampère. Lei de Faraday. Indutância. Corrente alternada. Propriedades magnéticas da matéria. Equações de Maxwell.

### Objetivos

A presente disciplina tem como objetivos gerais auxiliar o aluno a:

- construir conhecimentos sobre conceitos, leis e princípios básicos do eletromagnetismo;
- desenvolver habilidades de resolução de problemas exemplares, problemas novos e questões conceituais, permitindo que você aplique os conhecimentos a serem aprendidos;
- entender o funcionamento de equipamentos tecnológicos básicos, tais como motores, geradores e circuitos elétricos, oriundos da compreensão humana sobre processos físicos envolvendo fenômenos eletromagnéticos;
- desenvolver habilidades associadas ao trabalho colaborativo e à comunicação de ideias;
- representar matematicamente fenômenos físicos, utilizando também múltiplas representações de informação tais como diagramas e gráficos;
- compreender o significado físico de formulações matemáticas e representações gráficas associadas a problemas, teorias e princípios do eletromagnetismo;

Os objetivos gerais servirão como base para a elaboração dos instrumentos de avaliação discente.

### Conteúdos Programáticos

Área 1: Cargas elétricas e Campo elétrico. Estrutura atômica. Princípio da conservação de carga. Classificação dos materiais: Condutores, isolantes e semicondutores. Formas de eletrização: Atrito, Contato e indução. Lei de Coulomb. Campo elétrico. Linhas de campo. Comportamento de

uma carga pontual e de um dipolo em um campo elétrico. Lei de Gauss elétrica. Fluxo e operadores diferenciais.

Área 2: Potencial elétrico. Potencial de um sistema de cargas. Cálculo do potencial de distribuições contínuas. Cálculo do campo elétrico a partir do potencial. Superfícies equipotenciais. Energia eletrostática e capacitância. Capacitores. Armazenamento de energia elétrica. Combinação de capacitores. Dielétricos e lei de Gauss na presença de dielétricos. Corrente e densidade de corrente elétrica. Resistência, resistividade e elétrica. Lei de Ohm.

Área 3: Cálculo de correntes e diferenças de potencial em circuitos elétricos simples. Leis de Kirchhoff. Histórico e propriedades básicas do magnetismo. O campo magnético. Linha de campo magnético. Fluxo magnético. A Força Magnética sobre uma Carga em Movimento. A Força Magnética sobre uma Corrente elétrica. Lei de Biot-Savart Lei de Gauss para o magnetismo. Torque sobre uma espira percorrida por uma corrente.

Área 4: Lei de Faraday-Lenz. Indutância: definição e cálculo. Energia armazenada em um campo magnético. Propriedades magnéticas da matéria: paramagnetismo, diamagnetismo e ferromagnetismo. Campos magnéticos induzidos e correntes de deslocamento. Lei de Ampère generalizada. Lei de Gauss do magnetismo. Corrente alternada. Oscilações em circuitos RC.

Atividades de recuperação: Realização de aulas, provas e exames de recuperação.

### **Metodologia e estratégias de ensino-aprendizagem**

A metodologia de trabalho na disciplina será baseada no método *Team-Based Learning* (TBL), para o qual o trabalho colaborativo ocupa papel central. Por meio de atividades individuais e grupo se buscará criar um ambiente motivador, no qual o aluno seja um agente ativo corresponsável pelo próprio aprendizado e também pelo dos colegas. Para a implementação do método serão criados grupos de estudo, formados por 5 a 7 estudantes. Pode-se dividir a estratégia em duas etapas principais que serão repetidas diversas vezes durante a disciplina: preparação e aplicação.

Preparação - com alguma antecedência serão indicados materiais de leitura sobre conteúdos de Física, previamente a sua respectiva discussão em sala de aula. Durante as leituras o estudante poderá expor dúvidas em discussões online com toda a turma em ambiente virtual, além de responder a uma questão sobre suas dificuldades de entendimento e/ou os aspectos do material estudado que mais lhe despertaram interesse. As manifestações dos estudantes servirão para a estruturação da aula presencial. Já em sala de aula, o aluno responderá a um questionário individual, com cerca de cinco questões de múltipla escolha sobre os principais conceitos abordados no estudo prévio. Em seguida, esse mesmo questionário será reaplicado com os grupos. Nesse momento, as resoluções virão acompanhadas de um feedback imediato, onde os grupos saberão se ocorreu acerto ou erro nas questões. Então, será solicitado às equipes que, após terminarem de responder o

questionário, selecionem uma das questões e escrevam uma justificativa para a alternativa correta selecionada ou escrevam um recurso para uma das questões cuja resposta o grupo julgar questionável, explicitando seus motivos. Por fim, o professor fará uma exposição oral do conteúdo, levando em consideração as dificuldades encontradas pelos estudantes ao decorrer da leitura e do questionário.

Aplicação - os estudantes farão atividades de resolução de problemas em grupo. Eles resolverão um problema por vez e, após finalizarem, entregarão a resolução e reportarão sua resposta e/ou resolução simultaneamente com os demais grupos. Assim, será dado início a uma discussão entre grupos mediada pelo professor da disciplina. Os problemas aumentarão em complexidade ao longo da disciplina e, geralmente, seguirão uma linha que vai de problemas mais conceituais, passando por problemas de aplicação com cálculos, finalizando com tarefas investigativas e abertas.

Como ferramentas principais de apoio, poderão ser utilizadas a plataforma *Moodle* e o software *Crocodoc* - mas não de modo exclusivo - para a apresentação, coleta e síntese do feedback fornecido pelos alunos durante o estudo prévio. Além dessas ferramentas, poderá ser utilizada a técnica para feedback imediato IF-AT (*Immediate Feedback Assessment Technique*) que consiste em uma cartela de “raspadinha”, onde os alunos comunicam sua alternativa de escolha raspando-a e assim, simultaneamente verificam se a resposta escolhida é a correta ou se precisam repensar a questão.

Também serão promovidas atividades de resolução de problemas para serem feitas em casa, com o intuito de complementar o estudo realizado em aula.

### **Carga horária**

Teórica: 90 horas.

Prática: 0 horas.

### **Experiências de aprendizagem**

Resolução de problemas (individual e em grupo); Testes conceituais; Tarefas de leitura; Atividades de simulação computacional; Demonstrações experimentais; participação em aulas expositivas dialogadas.

### **CrITÉRIOS de avaliação**

Na sequência, serão apresentadas as atividades avaliativas, com seus respectivos critérios de avaliação, peso percentual no cômputo do conceito final da disciplina.

Instrumento avaliativo 1 (15%): Estudo prévio e questionário individual

CrITÉRIOS de avaliação: Participação, raciocínio demonstrado

Comentário: As respostas às questões (objetivas, em sua maior parte) sobre o material estudado serão avaliadas em função do esforço evidenciado na justificativa das respostas e não em termos de “certo ou errado”

Instrumento avaliativo 2 (10%): Questionário em grupo

Critérios de avaliação: Correção das respostas, raciocínios demonstrados e clareza das respostas

Comentário: o questionário em grupo é idêntico ao questionário individual, entretanto, após a resolução de cada questão, os alunos recebem um feedback imediato sobre a correção de suas respostas

Instrumento avaliativo 3 (10%): Resolução de problemas (individual)

Critérios de avaliação: Correção das respostas, raciocínios demonstrados e clareza das respostas

Comentário: problemas a serem resolvidos individualmente pelos alunos fora do horário de aula

Instrumento avaliativo 4 (10%): Resolução de problemas em grupo

Critérios de avaliação: Correção das respostas, raciocínios demonstrados e clareza das respostas

Comentário: os problemas serão resolvidos em sala de aula.

Instrumento avaliativo 5 (40%): Provas individuais

Critérios de avaliação: Correção das respostas, raciocínios demonstrados e clareza das respostas

Comentário: Serão realizadas quatro provas, cada uma ao final de sua respectiva unidade. Cada prova será composta por questões conceituais e problemas

Instrumento avaliativo 6 (10%): Avaliação pelos colegas de grupo

Critérios de avaliação: Preparação do colega para a aula; a contribuição dele para as discussões e tarefas; o respeito, por ele demonstrado, frente às ideias dos outros colegas e a flexibilidade dele para lidar com discordâncias e conflitos

Comentário: No mínimo quatro vezes (uma vez a cada unidade) você será avaliado pelos seus colegas de grupo e os avaliará;

Instrumento avaliativo 7 (5%): “Bônus” (e.g. testes conceituais, pré-testes, participação em fóruns de discussão)

Critérios de avaliação: Participação e raciocínio demonstrado

Comentário: Caso as tarefas designadas como bônus não sejam realizadas, o peso percentual das provas individuais (Instrumento avaliativo 5) sobe para 45%

A nota final de cada aluno na disciplina será definida através da soma ponderada das médias aritméticas de suas respectivas notas, obtidas na aplicação dos instrumentos avaliativos apresentados. Essa nota, que poderá variar de 0 a 10, será convertida ao final em conceitos, seguindo a seguinte orientação:

A:  $9,0 \leq NF \leq 10,0$

B:  $7,5 \leq NF < 9,0$

C:  $6,0 \leq NF < 7,5$

D:  $NF < 6,0$

FF: Falta de frequência

Em relação às provas individuais (Instrumento avaliativo 5) faz-se importante destacar que serão realizadas quatro provas (P1, P2, P3 e P4) no decorrer do semestre e que a cada uma delas será atribuída uma nota de 0 (zero) a 10 (dez).

Como condição necessária, mas insuficiente para aprovação final na disciplina, os alunos deverão atender os seguintes critérios no que tange às provas individuais:

- 1) realizar todas as quatro provas;
- 2) obter nota igual ou superior a 3,0 (três) em cada uma das quatro provas;
- 3) obter uma média nas provas (MP) igual ou superior a 6,0 (seis), onde MP é dada por  $MP = (P1+P2+P3+P4)/4$ .

Os alunos que não satisfizerem algum dos critérios mencionados deverão realizar atividades de recuperação.

#### **Atividades de recuperação previstas**

Cada aluno poderá realizar apenas uma única prova de recuperação ou exame final, também único. Ambas atividades de recuperação, prova e exame, são mutuamente exclusivas.

A recuperação das notas das provas individuais será feita a partir das seguintes regras:

- os alunos poderão realizar uma prova de recuperação, referente à prova que tiverem tido a pior nota se quiserem melhorar o conceito na disciplina;
- quem obtiver uma nota menor ou igual a 3,0 (três) em uma prova individual deverá realizar uma prova de recuperação (sobre os mesmos tópicos). A nota na prova de recuperação substituirá a nota obtida anteriormente na respectiva prova individual;
- quem obtiver uma nota menor ou igual a 3,0 (três) em mais de uma prova individual deverá realizar um exame final abrangendo tópicos de toda a disciplina. Ao exame final também será atribuído uma nota de 0 (zero) a 10 (dez) que substituirá a Média das Provas (MP).

Caso algum aluno obtenha nota final na disciplina inferior a 6,0; não esteja infrequente; e mesmo que fizesse pontuação máxima na atividade de recuperação não lhe seria possível alcançar uma nova nota final 6,0; ele poderá realizar um exame final, ao qual será atribuído conceito D ou C, passando este a ser o conceito final na disciplina.

#### **Prazo para divulgação dos resultados das avaliações**

Até duas semanas depois da realização das atividades avaliativas.

**Bibliografia***Básica essencial*

HALLIDAY, D., RESNICK, R. - Fundamentos de Física. volume 3: "Eletromagnetismo" - Editora Livros Técnicos e Científicos

Randal D. Knight - Física: uma abordagem estratégica - Editora Artmed (ISBN: 0805327363)

TIPLER, P.A. - Física para cientistas e engenheiros. 4a Edição, Vol. 2 - Editora LTC Editora

*Básica*

CHABAY, Ruth W - Matter and Interactions - Editora Wiley (ISBN: ISBN 978-0-470-50346-1)

CHAVES, A. - Física Básica - Eletromagnetismo - Editora LTC Editora

PURCELL, E.M. - Electricity and Magnetism. Berkeley Physics Course, vol. 3 - Editora McGraw-Hill

*Complementar*

Autores Diversos - American Journal of Physics - Editora American Institute of Physics

Autores Diversos - Revista Brasileira de Ensino de Física - Editora Sociedade Brasileira de Física

FEYNMAN, R.P.; LEIGHTON, R.B. e SANDS, M. - The Feynman Lectures on Physics, vol. 2 – Editora Addison-Wiley

NUSSENZVEIG, M. - Eletromagnetismo. Curso de Física Básica, vol. 3 - Editora Edgard Blücher