

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA:
O ensino de circuitos elétricos de corrente contínua com o método
Instrução pelos Colegas

Eduardo Dancler Hennemann

Santo Antônio da Patrulha

2023

EDUARDO DANCLER HENNEMANN

**CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA:
O ensino de circuitos elétricos de corrente contínua com o método
Instrução pelos Colegas**

Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr Tobias Espinosa

Santo Antônio da Patrulha

2023

EDUARDO DANCLER HENNEMANN

**CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA:
O ensino de circuitos elétricos de corrente contínua com o método
Instrução pelos Colegas**

Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr Tobias Espinosa

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tobias Espinosa (orientador)
Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Prof. Dr. Charles dos Santos Guidotti
Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Prof. Dr. Ives Solano Araujo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Santo Antônio da Patrulha

2023

Ficha Catalográfica

H515c Hennemann, Eduardo Dancler.
Crenças de autoeficácia e aprendizagem de Física na Educação Básica: o ensino de circuitos elétricos de corrente contínua com o método instrução pelos colegas / Eduardo Dancler Hennemann. – 2023.

178 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Santo Antônio da Patrulha/RS, 2023.

Orientador: Dr. Tobias Espinosa.

1. Crenças de autoeficácia 2. Instrução pelos colegas
3. Aprender física 4. Trabalhar colaborativamente I. Espinosa, Tobias II. Título.

CDU 37:53

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas que me ajudaram nesta jornada de pesquisa e escrita da dissertação de mestrado.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador Tobias Espinosa, pela sua orientação, paciência e dedicação ao longo de todo o processo de pesquisa. Seus comentários construtivos e visão crítica foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, Dr. Charles dos Santos Guidotti e Dr. Ives Solano Araujo, por dedicarem seu tempo para avaliar este trabalho. Suas contribuições e sugestões para melhorias foram fundamentais para o aprimoramento do trabalho.

Também sou grato aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas - PPGECE, que me proporcionaram um ambiente acadêmico estimulante e desafiador.

Além disso, quero expressar minha gratidão à minha esposa e filhos, que me deram apoio emocional e encorajamento durante todo o processo. Seu amor e suporte foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios e chegar até aqui.

Aos meus familiares, que mesmo não nos falando seguidamente sempre apoiaram e incentivaram para realização dessa conquista. Obrigado por compreenderem minha ausência em diversos momentos, por me encorajarem nos momentos de desafios e por celebrarem comigo cada etapa concluída.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as pessoas que participaram da pesquisa, seja como entrevistados ou como voluntários. Sem a colaboração de vocês, este trabalho não seria possível.

Mais uma vez, obrigado a todos que contribuíram para o sucesso desta dissertação de mestrado.

RESUMO

A maneira tradicional de ensinar Física, que se baseia na memorização de equações sem relação com o cotidiano dos alunos, pode levar à falta de motivação e interesse dos estudantes, o que resulta em baixa crença de autoeficácia e baixo desempenho. De acordo com Bandura, crença de autoeficácia é definida pelo julgamento do indivíduo sobre suas próprias capacidades de executar alguma ação específica. Uma abordagem para aumentar a autoeficácia dos alunos é implementar métodos ativos de ensino, como a Instrução pelos Colegas (IpC), que incentiva os alunos a assumirem a responsabilidade pela própria aprendizagem. O IpC, embora seja o método ativo mais utilizado no ensino de física, ainda é pouco difundido na educação básica brasileira. Isso ocorre, em parte, porque a implementação de métodos ativos é desafiadora devido a questões como uma extensa lista de conteúdos, o número de aulas semanais e a falta de hábito de estudo dos alunos. Para contribuir com a difusão do IpC, propomos um material de apoio a professores de física da educação básica focado no conteúdo de circuitos elétricos, juntamente com investigar o impacto da implementação do método IpC nas crenças, atitudes e desempenho dos alunos de uma turma da rede privada de ensino da educação básica. Composto nosso estudo procuramos responder as seguintes questões de pesquisa: (i) Qual o impacto da experiência com o método IpC no desempenho dos alunos em teste padronizado sobre potência e circuitos elétricos? (ii) Como a experiência com o método afeta o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente? (iii) Quais atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para um método ativo de ensino? Para fim de responder a essas questões utilizamos os conceitos da Teoria Social Cognitiva, de Albert Bandura. Através de um estudo de caso, orientado pelas instruções de Robert Yin, avaliamos o impacto da implementação do IpC na atitude e desempenho dos estudantes, bem como no desenvolvimento de suas crenças de autoeficácia. Nosso estudo ocorreu com duas turmas da rede privada de ensino do Rio Grande do Sul, em turmas da terceira série do ensino médio. Em uma das turmas aplicamos o método IpC com o material didático previamente elaborado e na outra um método exclusivamente tradicional, com aulas predominantemente expositivas. Como resultados, obtivemos um ganho médio normalizado de 33,6% no desempenho dos estudantes em teste padronizado na turma que foi utilizado o IpC, enquanto a turma tradicional resultou em um ganho médio negativo. De maneira geral, verificamos um aumento nas crenças de autoeficácia dos alunos em relação a aprender física e trabalhar colaborativamente com a turma após a aplicação do método IpC. Esse aumento se deve em grande parte às experiências pessoais e vicárias vivenciadas pelos estudantes e relatadas durante a entrevista e questionário, como a tarefa de leitura e a discussão com os colegas. Embora a maioria dos alunos tenha respondido positivamente ao método, alguns apresentaram atitudes negativas. O estudo demonstrou resultados positivos na implementação do IpC, e forneceu sugestões para melhorias futuras.

Palavras-chave: Crenças de autoeficácia; Instrução pelos Colegas; Aprender física; Trabalhar colaborativamente.

ABSTRACT

The traditional way of teaching Physics, which relies on the memorization of equations without any connection to students' daily lives, can lead to a lack of motivation and interest among students. According to Bandura, self-efficacy belief is defined by an individual's judgment of their own capabilities to perform a specific action. One approach to enhance students' self-efficacy is to implement active teaching methods, such as Peer Instruction (PI), which encourages students to take responsibility for their own learning. The PI method, although being the most widely used active method in the teaching of physics, is still relatively uncommon in Brazilian basic education. This is partly due to the challenges involved in implementing active methods, such as an extensive content list, the number of weekly classes, and students' lack of study habits. To contribute to the dissemination of PI, we propose a support material for physics teachers in basic education focused on the topic of electrical circuits, together with investigating the impact of implementing the PI method on the beliefs, attitudes and performance of students in a private elementary school class. In this study, we sought to address the following research questions: (i) What is the impact of the experience with the PI method on students' performance in a standardized test on power and electrical circuits? (ii) How does the experience with the method affect the development of self-efficacy beliefs in learning physics and working collaboratively? (iii) What are the students' attitudes regarding the shift from traditional teaching methods to an active teaching method? To answer these questions, we relied on the concepts of Albert Bandura's Social Cognitive Theory. Through a case study, guided by Robert Yin's instructions, we assessed the impact of implementing PI on students' attitudes, performance, and the development of their self-efficacy beliefs. This study took place in two classes from a private school in Rio Grande do Sul, Brazil, with students in the third grade of high school. In one of the classes, we applied the PI method with a previously developed instructional material, while in the other class, we employed an exclusively traditional method, with predominantly lecture-based classes. As a result, we obtained an average normalized gain of 33.6% in students' performance in the standardized test in the class where PI was used, while the traditional class showed a negative average gain. Overall, we observed an increase in students' self-efficacy beliefs regarding learning physics and working collaboratively with the class after the implementation of the PI method. This increase is largely attributed to the personal and vicarious experiences reported by students during interviews and questionnaires, such as reading tasks and peer discussions. While the majority of students responded positively to the method, some exhibited negative attitudes. The study demonstrated positive results in the implementation of PI and provided suggestions for future improvements.

Keywords: Self-efficacy beliefs; Peer Instruction; Learning physics; Collaborative work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interrelação triádica do funcionamento humano	19
Figura 2 - Crenças de autoeficácia e expectativa de resultados	22
Figura 3 - Questão 1 do teste SMA	30
Figura 4 - Questão 4 do teste SMA	31
Figura 5 - Questão 14 do teste SMA	32
Figura 6 - Fluxograma do método Instrução pelos Colegas	35
Figura 7 - Exemplo de pergunta que apresenta um feedback geral do tópico sobre o material disponibilizado	38
Figura 8 - Exemplo de pergunta envolvendo o tópico a ser estudado.....	39
Figura 9 - Respostas de uma tarefa de leitura organizadas em uma planilha.....	40
Figura 10 - Exemplo de questão sobre conteúdo abordado brevemente	42
Figura 11 - Exemplo de flashcards utilizado nos sistemas de votação	44
Figura 12 - Modelo de <i>clickers</i> utilizado no sistema de votação.....	45
Figura 13 - Exemplo de código <i>Plickers</i> para utilizar na votação	45
Figura 14 - Quantidade de artigos sobre IpC publicados a cada ano.....	51
Figura 15 - Distribuição dos artigos dos últimos três anos (2019, 2020 e 2021) de acordo com os níveis de ensino onde o IpC foi aplicado	52
Figura 16 - Processo de exclusão e seleção de artigos	54
Figura 17 - Países onde os artigos analisados foram publicados	58
Figura 18 - Distribuição dos artigos quanto ao nível de ensino	58
Figura 19 - Distribuição do tipo de metodologia de pesquisa realizada nos artigos ..	59
Figura 20 - Metodologia ativa de ensino utilizada nos artigos	60
Figura 21 - Focos abordados pelos artigos	61
Figura 22 - Síntese do perfil da produção acadêmica dos artigos que relacionam métodos ativos com crenças de autoeficácia em física.....	62
Figura 23 - Recorte da Tarefa de Leitura 1	78
Figura 24 - Exemplo de questões abordadas no formulário da TL1	78
Figura 25 - Feedback dos alunos após a TL1	80
Figura 26 - Exemplo de questão abordada no formulário com algumas respostas dos alunos.....	81

Figura 27 - Índices percentuais de acertos para cada questão do Teste Conceitual 1	82
Figura 28 - Momento de votação da resposta aos testes conceituais.....	83
Figura 29 - Recorte da Tarefa de Leitura 2	84
Figura 30 - Exemplo de questões abordadas no formulário da TL2.....	84
Figura 31 - Feedback dos alunos após a TL2	86
Figura 32 - Exemplo de questão abordada no formulário com algumas respostas dos alunos.....	87
Figura 33 - Índices de acertos para cada questão do Teste Conceitual 2.....	88
Figura 34 - Exemplo de configuração de circuito elétrico realizado com a turma.....	89
Figura 35 - Números de acertos por questão considerando as duas turmas analisadas (N = 31)	94
Figura 36 - Quantidade de escolhas por alternativa para as questões 7, 8 e 12 do teste SMA no pré-teste.....	95
Figura 37 - Questão 7 do teste SMA	95
Figura 38 - Questão 8 do teste SMA	96
Figura 39 - Questão 12 do teste SMA.....	97
Figura 40 - Questão 1 do teste SMA	98
Figura 41 - Questão 9 do teste SMA	98
Figura 42 - Questão 10 do teste SMA	99
Figura 43 - Gráfico com as médias do Teste Retrospectivo e Pós-teste em aprender física.....	107
Figura 44 - Gráfico com as médias do Teste Retrospectivo e Pós-teste em trabalhar colaborativamente	116
Figura 45 - Quantidade de menções para cada elemento positivo abordado no questionário.....	123
Figura 46 - Quantidade de menções para cada elemento negativo no questionário	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais concepções alternativas sobre corrente elétrica, potência elétrica e circuitos elétricos e suas concepções científicas equivalentes	29
Quadro 2 - Relação entre as questões do teste SMA e as concepções alternativas e científicas	30
Quadro 3 - Princípios pedagógicos do método IpC relacionado às características práticas do método	37
Quadro 4 - Artigos analisados na íntegra, seus autores e ano de publicação	55
Quadro 5 - Artigos analisados e suas metodologias ativas de ensino	60
Quadro 6 - Sequência de implementação do método IpC com o produto educacional elaborado	69
Quadro 7 - Métodos de coleta de dados e tipos de dados para pesquisa qualitativa	71
Quadro 8 - Ganho normalizado entre os métodos IpC e Tradicional	101
Quadro 9 - Guia analítico para indicar as fontes de autoeficácia a partir das respostas dos estudantes à entrevista semiestruturada	104
Quadro 10 - Síntese das menções sobre as fontes de autoeficácia que mais contribuíram para o aprender física.....	112
Quadro 11 - Síntese das menções sobre as fontes de autoeficácia que mais contribuíram para o trabalhar colaborativamente	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média de acertos e desvio padrão de cada turma e teste.....	100
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 aplicação do método	133

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 TEORIA SOCIAL COGNITIVA E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA	18
3 ESTUDOS ANTERIORES	26
3.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	26
3.1.1 Concepções alternativas na área da Física	26
3.1.2 Concepções alternativas referente a corrente elétrica, potência e circuitos elétricos	28
3.2 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS	32
3.2.1 Princípios pedagógicos e práticos do Instrução pelos Colegas	36
3.2.1.1 Preparação Prévia	37
3.2.1.2 Análise das Respostas dos Alunos	39
3.2.1.3 Exposições Oraís Breves	41
3.2.1.4 Questões Intercaladas com Exposições Oraís	41
3.2.1.5 Reflexão Individual do Estudante para cada Teste Conceitual	42
3.2.1.6 Primeira Votação dos Testes Conceituais Individual.....	43
3.2.1.7 Discussão entre os Colegas	46
3.2.1.8 Segunda Votação dos Testes Conceituais Individual.....	47
3.2.1.9 Aplicação dos Testes Conceituais em Sala de Aula	47
3.2.1.10 Questões em sala de aula e testes conceituais, não são pontuadas por acerto e erro	48
3.2.1.11 Tarefas de Preparação Prévia são avaliadas apenas por Esforço ou Participação.....	48
3.2.2 Um breve levantamento das pesquisas com o método IpC	49
3.3 MÉTODOS ATIVOS E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA EM FÍSICA	52
3.3.1 Qual o perfil dos artigos que versam sobre os métodos ativos de ensino e o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física?	56
3.3.2 Qual o impacto dos métodos ativos de ensino nos níveis de autoeficácia em física?	63

3.3.3 Qual a contribuição dos métodos ativos de ensino na construção do desenvolvimento das crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?	64
4 METODOLOGIA	68
4.1 CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	68
4.2 METODOLOGIA DE PESQUISA	70
4.2.1 Qual o impacto da experiência com o método IpC no desempenho dos alunos em teste padronizado sobre corrente elétrica, potência e circuitos elétricos?	72
4.2.2 Como a experiência com o método afeta o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?	73
4.2.3 Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para um método ativo de ensino?	75
5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO	76
5.1 RELATO DAS ATIVIDADES E ENCONTROS COM O MÉTODO IPC	76
5.1.1 Primeiro encontro	77
5.1.2 Segundo encontro.....	79
5.1.3 Terceiro encontro	80
5.1.4 Quarto encontro	85
5.1.5 Quinto encontro	85
5.1.6 Sexto encontro	88
5.1.7 Sétimo encontro	90
5.1.8 Oitavo encontro.....	91
5.2 RELATO DAS ATIVIDADES E ENCONTROS COM O MÉTODO TRADICIONAL	91
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	93
6.1 DESEMPENHO NO TESTE PADRONIZADO.....	93
6.1.1 Comparação entre turmas.....	99
6.2 AUTOEFICÁCIA DOS ESTUDANTES	102
6.2.1 Crenças de autoeficácia em aprender física.....	106
6.2.2 Crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente	115
6.3 ATITUDES EM RELAÇÃO AO MÉTODO IPC	121
6.3.1 Atitudes Positivas	123
6.3.2 Atitudes Negativas	127

6.3.3 Importância de cada etapa envolvendo o IpC para a percepção de aprendizagem de física dos estudantes.....	133
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
REFERÊNCIAS.....	141
APÊNDICE A – LISTA DE PERIÓDICOS ANALISADOS	149
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOBRE AUTOEFICÁCIA	151
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SOBRE IPC E AUTOEFICÁCIA (RETROSPECTIVO E ATUAL).....	153
APÊNDICE D – ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	157
APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO	158
APÊNDICE F – MATERIAL DAS EXPOSIÇÕES BREVES.....	159
APÊNDICE G – TESTES CONCEITUAIS	164
APÊNDICE H – PROBLEMAS NUMÉRICOS ABORDADOS NOS ENCONTROS	171
ANEXO A – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE SMA	174

1 INTRODUÇÃO

Em se tratando da disciplina de Física, foco de estudo deste trabalho, o ensino expositivo, com ênfase em memorização de equações e desconectado do cotidiano do aluno se torna desanimador e desinteressante (MOREIRA, 2000; 2018; CUMMINGS *et al.*, 2008; CROUCH; MAZUR, 2001). Destaca-se, portanto, dentre outros problemas do ensino de física, a baixa motivação dos estudantes, que é, em parte, resultante da pouca confiança dos alunos na própria capacidade de aprender física. Bandura (2008), autor da Teoria Social Cognitiva (TSC), descreve esta falta de confiança na própria ação como crença de autoeficácia. Para o autor, a crença de autoeficácia é definida como um julgamento pessoal das próprias capacidades de executar cursos de ação exigidos para se atingir certo grau de desempenho em uma determinada tarefa ou situação. Estudos como o de Pajares (1996) destacam a importância da autoeficácia dentro do contexto escolar e Ferreira e Custódio (2013) apontam que a autoeficácia em física do indivíduo auxilia no envolvimento e nos sentimentos apresentados por ele durante a resolução de tarefas de física.

Uma maneira de desenvolver a autoeficácia em física dos alunos é por meio da implementação de métodos ativos de ensino (MÜLLER *et al.*, 2012; ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019). Métodos ativos de ensino, aqueles em que a participação do estudante é realizada atribuindo a eles um papel ativo em sua aprendizagem, deixando-os corresponsáveis por ela, oportunizam a ocorrência de diversas experiências pessoais e vicárias de interação com os colegas, que podem impactar positivamente na autoeficácia do sujeito (SAWTELLE *et al.*, 2012).

Estudos apontam que o método Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*), além de ser um dos mais adotados no ensino de física (MÜLLER *et al.*, 2017), contribui para o desenvolvimento da autoeficácia discente em aprender física (GOK, 2012; ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019). O método Instrução pelos Colegas (IpC) foi desenvolvido pelo professor Eric Mazur, da Universidade de Harvard, no início da década de 90. Ele consiste em estudo prévio e curtas explicações orais com a aplicação de questões conceituais de múltipla escolha em classe. Os alunos votam individualmente na resposta e, caso o índice de acertos fique entre 30% e 70%, são orientados a formar pequenos grupos, preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, a discutirem sobre as respostas e então votarem novamente

(MAZUR, 1997). Além da interação e discussão entre os colegas sobre os tópicos de física, o método promove o engajamento dos alunos em sua própria aprendizagem e principalmente o desenvolvimento da capacidade de argumentação, uma habilidade básica para a formação de um estudante mais crítico (MÜLLER *et al.*, 2017). A versão mais atual do IpC, apresentada por Araujo e Mazur (2013) e utilizada neste trabalho, envolve a utilização de elementos do método Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*) (NOVAK *et al.*, 1999.), como a implementação de questões no estudo prévio, cujas respostas o professor utiliza para orientar suas exposições orais e a escolha das questões conceituais que serão aplicadas em aula.

Apesar de ser o método mais utilizado no ensino de física (MÜLLER *et al.*, 2017; MAZUR, 1997; 2015; DANCY; HENDERSON, 2010), o método IpC ainda é pouco difundido e utilizado no contexto do ensino básico brasileiro, no qual a abordagem tradicional predomina (DE BARROS *et al.*, 2004). Entre as principais dificuldades para a não aplicação de metodologias ativas no ensino de física, podemos pontuar como destaca Espinosa, Araujo e Veit (2016), uma extensa lista de conteúdo a serem trabalhados com os alunos, a quantidade de aulas semanais serem baixas, a falta do hábito do estudo prévio às aulas pelos alunos, falta de formação dos professores e professores sem perspectiva de algo novo. Mesmo com os trabalhos de Oliveira (2012), Santos (2016), Bernardes (2016), Espinosa (2016), entre outros, ainda faltam materiais de apoio para a aplicação de metodologias ativas, o que acaba deixando o professor, muitas vezes, sem um suporte educacional. Além disso, são poucos os relatos de implementação desses métodos em contexto da educação básica brasileira, principalmente amparados por investigação científica.

Com o intuito de contribuir com os estudos sobre métodos ativos na educação básica, propomos investigar a influência do método IpC nas crenças, atitudes e desempenho dos alunos. Para servir de suporte ao nosso estudo, desenvolvemos um material de apoio para o ensino de circuitos elétricos com corrente contínua, que engloba tarefas de leitura (composta por texto, questões e sugestões de vídeos e simulações), testes conceituais e questões numéricas. A escolha do conteúdo se deu em função de um levantamento realizado no Banco de Dissertações e Teses da CAPES dos trabalhos de mestrado profissional em ensino com temas de física que

envolvem a implementação do IpC. Encontramos apenas um trabalho que aborda a temática de circuitos elétricos em conjunto com o método (ARAUJO, 2017). No entanto, o produto educacional do autor está centralizado em recomendações gerais para a implementação do método, independente do conteúdo. Portanto, julgamos pertinente a construção de um material que possa servir de apoio para implementarmos o método IpC e analisar a influência do método nas crenças, atitudes e desempenho dos estudantes.

O produto educacional (material de apoio) foi desenvolvido por meio de estudos teóricos acerca do método de ensino e análise da literatura sobre as principais concepções alternativas dos alunos com relação aos conteúdos de corrente elétrica, potência e circuito elétrico simples. O método IpC foi implementado em uma turma de terceira série do ensino médio de uma escola da rede particular de ensino no estado do Rio Grande do Sul. Por meio de um estudo de caso, orientado pelas recomendações de Robert Yin (2015), avaliamos o impacto da implementação do método em termos de desempenho, crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente e atitudes dos discentes em relação ao método de ensino.

Com a realização deste trabalho, buscamos responder as seguintes questões de pesquisa:

- i) Qual o impacto da experiência com o método IpC no desempenho dos alunos em teste padronizado sobre potência e circuitos elétricos?
- ii) Como a experiência com o método afeta o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?
- iii) Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para um método ativo de ensino?

Apresentamos no Capítulo 2 a fundamentação teórica, que aborda a Teoria Social Cognitiva, de Albert Bandura. No Capítulo 3, abordamos estudos anteriores relacionados às concepções alternativas de corrente elétrica, potência e circuitos elétricos, estudos referentes ao método IpC e aos métodos ativos vinculados com o desenvolvimento das crenças de autoeficácia. A metodologia de pesquisa é descrita no Capítulo 4. Seguindo a estrutura do trabalho, apresentamos no Capítulo 5 o

relato das atividades e encontros realizados e no Capítulo 6 discutimos os resultados obtidos seguido das referências bibliográficas utilizadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar o impacto da implementação do método IpC nas crenças, atitudes e desempenho dos alunos de uma turma da rede privada de ensino da educação básica.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho dividem-se em:

- a) analisar estudos anteriores verificando a abordagem do método IpC em conjunto com as crenças de autoeficácia;
- b) elaborar um material de apoio (produto educacional), constituído de tarefas de leitura e testes conceituais que possa ser utilizado por professores de física da rede básica de ensino para a implementação do método IpC;
- c) implementar o método de IpC em uma turma de Física do ensino médio;
- d) avaliar o desempenho dos alunos em teste referente à potência e circuitos elétricos;
- e) avaliar como a experiência com o método IpC influencia as crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente;
- f) analisar as atitudes dos estudantes com relação ao método de ensino empregado nas aulas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo abordamos o principal aporte teórico do nosso trabalho: a Teoria Social Cognitiva, de Albert Bandura, com ênfase no conceito de autoeficácia.

2.1 TEORIA SOCIAL COGNITIVA E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA

A Teoria Social Cognitiva (TSC) foi desenvolvida pelo psicólogo Albert Bandura, nascido em 1925 em Mundare, Canadá. Bandura era contrário à teoria *behaviorista* (caracterizada pelo estímulo do ambiente e resposta do indivíduo), que predominava em sua época. A TSC é uma das mais influentes teorias no campo do comportamento e aprendizagem humana. Para o autor, os seres humanos são flexíveis e capazes de aprender uma grande quantidade de conceitos, atitudes, habilidades e comportamentos, não apenas pela experiência direta, mas também pela observação das experiências de outras pessoas. (BANDURA, 2008).

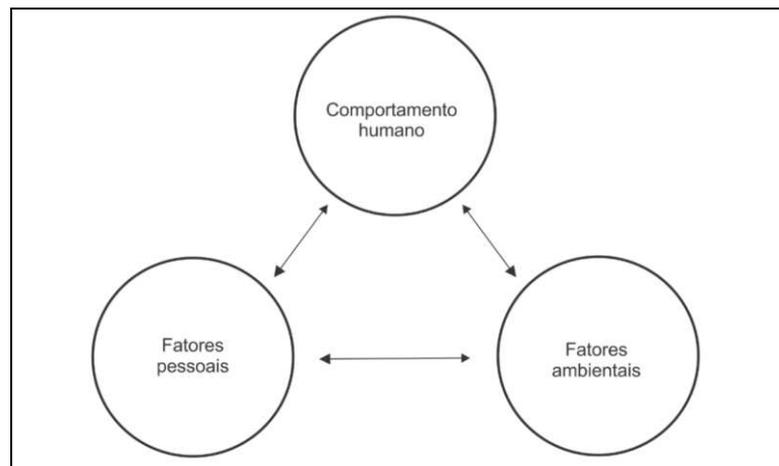
Inicialmente Bandura estava preocupado em demonstrar a influência do meio social na aprendizagem. Por isso, sua teoria ficou inicialmente conhecida como Teoria da Aprendizagem Social. Logo seu foco voltou-se para o funcionamento humano através de processos cognitivos, autorreguladores, autorreflexivos e vicários e sua teoria passou a ser chamada de Teoria Social Cognitiva (PAJARES; OLAZ, 2008).

A teoria é composta por três grandes bases para a ação e o pensamento humano: o ambiente, o comportamento e a pessoa. A inter-relação entre elas ocorre através de uma reciprocidade triádica, onde cada fator influencia e é influenciado pelo outro (FIGURA 1). A TSC se diferencia de teorias que dão primazia ao comportamento e ao ambiente e de teorias que enfatizam os fatores pessoais, entendendo que basta modificar as crenças das pessoas para que elas mudem o comportamento.

Além da reciprocidade triádica, a TSC possui como ideia central a agência humana. O ser humano é o agente de sua própria vida. Ele é capaz de mobilizar processos de autorregulação, autorreflexão e auto-organização, como consequência ou intuito de suas ações. Sendo assim, o indivíduo é capaz de influenciar, de maneira intencional, o próprio comportamento (ou boa parte dele) para um caminho

ou outro, de modo que possa atingir os objetivos que deseja. Segundo Bandura (2005), ser agente significa influenciar o próprio funcionamento e as circunstâncias de vida de modo intencional.

Figura 1 - Interrelação triádica do funcionamento humano



Fonte: Elaborado pelo autor (adaptado de PAJAREZ; OLAZ, 2008).

A agência humana, conforme o autor, é composta por quatro características principais. A primeira delas é a intencionalidade, a qual se refere aos atos que praticamos com intenção e envolve um planejamento e compromisso em realizá-los. A segunda característica é a previsão, que se refere à habilidade individual de antecipar os resultados das ações. Por meio dessa capacidade é possível estabelecer objetivos, metas e selecionar comportamentos mais adequados para atingir determinados resultados. A terceira característica mencionada pelo autor é a autorreação, que caracteriza a capacidade do sujeito de monitorar o próprio progresso, se congratulando ou criticando conforme seu desempenho e se autorregular perante eles. E por fim, temos a autorreflexão, que trata da capacidade do indivíduo de examinar e avaliar o próprio comportamento, motivação e os efeitos que outras pessoas têm sobre ele.

A agência humana depende da natureza e da flexibilidade do ambiente ao qual o indivíduo está inserido. De acordo com Bandura (2005) esses ambientes podem ser classificados de três formas: impostos, selecionados e criados. Espinosa (2016) aponta que o ambiente físico e social imposto é todo aquele em que o indivíduo não tem controle, apenas liberdade quanto a forma como reage a ele e o

interpreta. O autor destaca, também, que o ambiente selecionado só é experimentado realmente quando escolhido pelo sujeito. Ou seja, em um mesmo ambiente, indivíduos podem tanto se concentrar nas oportunidades que o ambiente proporciona, como enfatizar os problemas que estão caracterizados nele. E o ambiente criado, conforme Espinosa (2016) tem o objetivo de atender às condições específicas e necessárias de acordo com as metas dos indivíduos.

As pessoas fazem contribuições causais para seu próprio funcionamento psicossocial através de sua agência pessoal. E dentre os principais mecanismos que contribuem para isso, temos a crença de autoeficácia (BANDURA, 1997). Crenças de autoeficácia são as percepções que os indivíduos têm sobre suas próprias capacidades para organizar e executar ações específicas (BANDURA, 1997, 2001, 2008). Elas são as principais bases de ação do indivíduo, pois cada indivíduo é capaz de direcionar sua vida em consequência de sua autoeficácia.

A autoeficácia é uma capacidade cognitiva, social e emocional que não leva em consideração apenas as habilidades que o sujeito possui, mas o que ele acredita que pode fazer com o que tem sob as mais diversas circunstâncias (BANDURA, 1997). A autoeficácia não se trata de uma habilidade fixa que o sujeito tem ou não tem em seu repertório comportamental, tampouco é simplesmente saber executar determinada ação ou estar motivado para realizá-la. O sujeito pode ter diversas habilidades para realizar determinadas ações, porém pode não se sentir capaz em realizá-la, interferindo no seu agir. A autoeficácia determina o quanto de esforço o indivíduo emprega para realizar uma tarefa ou meta e o quanto vai persistir para atingir seus objetivos caso surjam obstáculos para realizá-los (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019). A autoeficácia é um dos principais mecanismos que compõem a TSC. O autor da teoria aponta que:

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 de que os resultados são causados pelo comportamento ou por forças externas (BANDURA, 2008, p. 32).

Importante destacar que a autoeficácia se trata de algo específico, dependente do campo de atividade e do contexto. Não se denomina ter uma alta autoeficácia de uma maneira geral. Cada atividade ou situação exige uma análise do

nível de autoeficácia. Por exemplo, um indivíduo pode ter uma alta autoeficácia em realizar atividades de produção de algum produto com auxílio de máquinas, porém ter uma baixa autoeficácia se o mesmo produto for desenvolvido de forma manual.

O nível de motivação, os estados afetivos que o indivíduo possui e as ações das pessoas baseiam-se mais no que elas acreditam no que, de fato, é verdadeiro (BANDURA, 2008). Pessoas que possuem elevadas crenças de autoeficácia lidam melhor com suas emoções, conseguem antecipar resultados positivos e têm percepções mais favoráveis quanto as suas capacidades atuais, o que resulta num padrão superior de motivação. Com isso, o esforço tende a permanecer presente durante todo o processo e etapa de determinadas ações, mesmo com o surgimento de obstáculos e fracassos. (RODRIGUES; BARRERA, 2007).

Um dos pontos centrais da autoeficácia é o fato de que quanto mais acreditamos que somos capazes de controlar a nós mesmos e ao ambiente no qual agiremos, maior será a autoeficácia, ou seja, maior é a crença em relação as capacidades de realizar aquela ação. As crenças de autoeficácia do indivíduo auxiliam a determinar o que ele espera como resultado de suas ações. Geralmente, aqueles que possuem uma autoeficácia elevada possuem perspectivas maiores de que suas ações terão resultados positivos. No entanto, nem sempre alta autoeficácia está diretamente relacionada à expectativa de resultados. São construtos distintos. Os diferentes níveis de autoeficácia e de expectativas com os resultados possuem efeitos afetivos e comportamentais também diferentes (FIGURA 2).

De acordo com Bandura (1997) as situações representadas pelos quadrantes da Figura 2 podem ser descritas como:

(i) Alta crença de autoeficácia e alta expectativa de resultados: quando inseridos em ambientes receptivos e que valorizam o sujeito, um alto senso de autoeficácia promove desafios, engajamento e sentimentos de satisfação nos indivíduos.

(ii) Alta crença de autoeficácia e baixa expectativa de resultados: quando o ambiente não corresponde com as expectativas do indivíduo, porém por possuir uma alta autoeficácia, o sujeito não desiste de seus objetivos. Os sujeitos podem intensificar seus esforços e ainda, tentam modificar o meio.

(iii) Baixa crença de autoeficácia e baixa expectativa de resultados: quando o ambiente não fornece expectativa de resultados positivos e o indivíduo possui um baixo senso de autoeficácia, eles desistem rapidamente assim que seus esforços não geram bons resultados.

(iv) Baixa crença de autoeficácia e alta expectativa de resultados: se o sujeito acredita que não é capaz de realizar determinada ação em que possui uma expectativa positiva de resultados, ele adquire um sentimento de desânimo e autodesvalorização.

Figura 2 - Crenças de autoeficácia e expectativa de resultados

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

Fonte: BANDURA (1997).

Os seres humanos estabelecem suas crenças de autoeficácia através das relações que possuem com o meio no qual estão inseridos (BANDURA, 2008). Através desta troca com o ambiente, o ser humano vai construindo seu senso de eficácia pessoal. Dentre as principais fontes de autoeficácia, Bandura (2008) destaca as experiências pessoais, experiências vicárias, persuasão social e indicadores fisiológicos e afetivos.

As experiências pessoais se referem aos resultados (positivos e negativos) que o indivíduo obtém através de atividades realizadas, desenvolvendo suas crenças para enfrentar situações semelhantes. É, segundo o autor, a fonte mais importante para o desenvolvimento das crenças de autoeficácia, pois é como se

fosse a prova de que o sujeito consegue desempenhar os comportamentos ou executar as ações necessárias para a realização de seus objetivos. As experiências vicárias caracterizam o ato do sujeito em observar outra pessoa realizando determinada ação, e, através do êxito ou fracasso, influencia em suas crenças sobre sua própria capacidade de realizar atividade semelhante. As experiências vicárias tendem a ter maior efeito quando o indivíduo que está observando se identifica com o indivíduo que está realizando a ação. A persuasão social provém do incentivo, apoio e críticas que o sujeito recebe de outros e isso influencia no desenvolvimento das crenças de autoeficácia. Importante ressaltar que o sujeito só acreditará que é capaz se a opinião vier de alguém que confia e admira. Os indicadores fisiológicos e afetivos contemplam as reações do organismo frente a situações ameaçadoras (estresse, ansiedade, nervosismo) quanto situações motivadoras (bem-estar, otimismo, bom humor). As formas que o sujeito lida com esses fatores contribui ou atrapalha em seu senso de autoeficácia.

É importante destacar, conforme nos relata Espinosa (2016) que não são tão importantes as reações emocionais e físicas que o sujeito tem, mas sim como ele as interpreta. Ainda nesse contexto, Espinosa (2016, p. 53) aponta que:

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 base dessa interpretação.

Sujeitos com um alto senso de autoeficácia encaram tarefas difíceis como desafios que podem ser superados, acreditando em resultados positivos perante essas ações e não como ameaças. Esses indivíduos possuem alta capacidade de regular o próprio comportamento, ou seja, uma autorregulação. Os seres humanos, frequentemente estão estabelecendo objetivos para si mesmos ao longo da vida, desta forma, criam um estado de desequilíbrio, pois passam a valorizar algo que não tem e que desejam ter. Ao estar nesse estado de desequilíbrio, começam então a desenvolver habilidades e esforços para fazer o que acreditam ser necessário para atingir aqueles objetivos. Estes procedimentos é a capacidade de se autorregular.

Segundo Bandura (2005), as pessoas são motivadas e orientadas pela previsão de metas e objetivos futuros e não apenas pela retrospectiva de suas limitações. Neste sentido, para atingir suas metas, o sujeito precisa autorregular e modificar seu comportamento em relação àquela ação. Tudo que acontece em torno do indivíduo exerce um papel na autorregulação, pois ajuda a prever o que seria mais adequado fazer em certas situações. Temos ainda, fatores nomeados como internos: auto-observação, processos de julgamento e autorreação. A auto-observação é a capacidade do sujeito de monitorar o desempenho de seu próprio comportamento. O processo de julgamento é o quanto ele pode julgar o valor das ações, tendo em vista o que espera dele mesmo. E a autorreação é a capacidade do indivíduo em se parabenizar (ter orgulho) ou de se punir (criticar) por conta do desempenho que teve em suas ações, ou seja, envolve as respostas afetivas e cognitivas diante da avaliação do desempenho (BANDURA, 2008). Diversos fatores interferem na autorregulação como os valores morais e éticos da sociedade que o indivíduo pertence, consequências do clima sobre a saúde e bem-estar e os comportamentos de outras pessoas. Assim, a autorregulação pode influenciar nos níveis de autoeficácia do sujeito.

De acordo com Bandura (1997, p. 223, tradução nossa):

As pessoas precisam de um senso de eficácia para aplicar o que eles sabem consistentemente, persistentemente e habilmente, especialmente quando as coisas não estão indo bem e as performances trazem consequências negativas.

Em se tratando de um meio escolar, a autoeficácia influencia o desempenho escolar e é influenciada por ele, tendo outros estudos relacionados a esta correlação (MEDEIROS *et al.*, 2000; BZUNECK, 2001). Alunos com um alto senso de autoeficácia tendem a se esforçar mais durante as tarefas, o que acaba por influenciar a qualidade de seus resultados, adquirindo competências graças à sua persistência. Contudo, experiências de fracassos influenciam negativamente no desenvolvimento da autoeficácia. Se uma determinada tarefa estiver acima das capacidades do aluno em realizá-la, não basta o aluno acreditar que conseguirá executá-la. Nesse caso, supervalorizar suas capacidades pode levar o aluno, em uma situação de fracasso, a uma redução acentuada de seus níveis de autoeficácia,

que influenciará em cursos de ações futuros. Isso é demonstrado no trecho abaixo em que:

[...] somente depois de assegurado que o aluno detenha conhecimentos, habilidades e capacidades, além de possuir expectativas positivas de resultados, e que esses resultados sejam por eles valorizados, as crenças de autoeficácia têm o poder de motivar os alunos porque é em função delas que ocorrerão a escolha, a direção e a persistência nos comportamentos de aprendizagem. (BZUNECK, 2001, p. 130).

Bandura (1997) destaca que indivíduos que são atenciosos com seus pares e são aceitos por eles, são mais propensos a ter um ambiente favorável como aprendizagem do que sujeitos que são rejeitados por seus pares. Uma vida emocional negativa também pode ocasionar um baixo senso de eficácia. Podemos destacar ainda que o rendimento escolar pode ser passível aos níveis de senso de autoeficácia, onde um baixo senso de autoeficácia pode levar o aluno a render menos do que poderia, não porque não tenha capacidade de fazê-lo, mas porque não acredita em sua capacidade. Algumas pesquisas revelam que alunos que possuem um alto senso de autoeficácia ao realizar uma tarefa e que consigam executá-la satisfatoriamente são mais propensos a obter motivação em relação ao esforço e à persistência (RODRIGUES; BARRERA, 2007; PINTRICH; SCHUNCK, 2002). Sendo assim, o conceito de autoeficácia é uma variável de extrema importância para a motivação e aprendizagem.

3 ESTUDOS ANTERIORES

Nos últimos anos diversos estudos têm sido feitos para melhorar o ensino de física buscando tornar o aluno mais ativo no processo de ensino-aprendizagem. A elaboração e implementação dos métodos ativos de ensino e o desenvolvimento das crenças de autoeficácia são alguns exemplos. Nosso trabalho está relacionado ao método IpC e ao desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física. Com isso, são apresentados estudos da literatura que consideramos pertinentes para a realização deste trabalho. Abordamos as principais concepções alternativas sobre corrente elétrica, potência e circuitos elétricos (Seção 3.1), estudos do método IpC (Seção 3.2) e os estudos referente a métodos ativos de ensino juntamente com autoeficácia em física (Seção 3.3).

3.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Nesta seção abordamos os conceitos de concepções alternativas em âmbito geral (Subseção 3.1.1) e as principais concepções relacionadas à temática de corrente elétrica, potência e circuitos elétricos (Subseção 3.1.2).

3.1.1 Concepções alternativas na área da Física

Por volta de 1970 surgiram as primeiras ideias de concepções alternativas relacionados à física, pois acontecia uma enorme preocupação sobre as concepções não científicas que os alunos traziam de fora para dentro do ambiente escolar. Então, em meados dos anos 80, pesquisadores buscavam os melhores caminhos para esclarecer e eliminar essas concepções alternativas, levando os alunos às concepções científicas, e por consequência, à uma mudança conceitual (LEÃO; KALHIL, 2015).

Em vista do exposto, concepções alternativas são os pensamentos apresentados pelos estudantes, que diferem das concepções aceitas pela comunidade acadêmica. Identificá-las é importante no ensino e aprendizagem, à medida que algumas são compartilhadas por muitos alunos, são resistentes à mudança e em alguns casos surgem como decorrência de uma aprendizagem

equivocada (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994). Sendo assim, precisam ser levadas em consideração na construção de quaisquer materiais didáticos.

Desde as primeiras pesquisas, o principal objetivo por trás da busca pelas concepções alternativas no ensino de física se faz da necessidade de levar o aluno a uma mudança conceitual, que pode ser entendida como o abandono de determinados conceitos ou maneira de ver fenômenos e à incorporação de um novo sistema conceitual ou nova maneira de ver esses mesmos fenômenos (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994). Porém, para os autores, para que isso ocorra é preciso que haja uma certa insatisfação dessa concepção por parte do aluno. Sendo assim, o novo conceito deve ser claro, o aluno precisa perceber que a nova concepção pode modificar as experiências anteriores e ainda, possibilitar explicar novos conhecimentos. Além do disposto anteriormente, se os professores não estiverem familiarizados com os erros conceituais que aparecem em livros, por exemplo, eles mesmos podem possuir concepções alternativas e a mudança conceitual e científica não acontecerá.

Essas situações levaram à realização de pesquisas no ensino de física que procuram investigar as interpretações que os estudantes fornecem em determinados eventos. Conforme Köhnlein (2001) algumas respostas dos estudantes até se aproximam de explicações que durante algum tempo foram aceitas pela comunidade científica, porém hoje são concepções historicamente superadas.

Desde o início dos estudos sobre as concepções alternativas há críticas referentes a esse tipo de pesquisa (MORTIMER, 1995; MARIN, 1999), pois não há evidências efetivas da ocorrência de mudança conceitual nos estudantes e enorme dificuldades para que ela ocorra (MOREIRA; GRECA, 2003). Em geral, os estudantes não se desfazem dessas concepções, porém continuam usando-as principalmente em seu contexto cotidiano (DUIT, 1996). Apesar das críticas que sofre o termo mudança conceitual ou mudança de concepções, Moreira e Greca (2003) destacam a importância dos estudos e sugerem o termo desenvolvimento conceitual. Ou seja, a construção onde acontece o desenvolvimento e o enriquecimento conceitual e não o fato de substituir conceitos ou concepções.

As pesquisas sobre as concepções alternativas possuem diversas implicações no contexto escolar. Os resultados desses estudos podem servir de

levantamento dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos (AUSUBEL, 1960; MOREIRA; SANTOS, 1981; MOREIRA; MASINI, 1982) e para orientar o planejamento didático do assunto que será abordado em sala de aula.

Há disponíveis na literatura, testes validados que possibilitam investigar as concepções alternativas dos alunos (DUIT; RHONECK, 1998; ENGELHARDT; BEICHNER, 2004; MCDERMOTT; SHAFFER, 2002; SHAFFER; MCDERMOTT, 1992; SHIPSTONE *et al.*, 1988; SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1989). No Brasil há estudos para identificar as várias concepções alterativas nas mais diferentes áreas da física, destacando Köhnlein (2001), Langhi (2011) e Zanatta e Filho (2020). Neste trabalho, no qual construiremos um material de apoio para implementação do método IpC, nos concentramos em mapear as principais concepções alternativas relativas à corrente elétrica, circuitos elétricos e potência elétrica, conforme apresentamos a seguir.

3.1.2 Concepções alternativas referente a corrente elétrica, potência e circuitos elétricos

Em diversas regiões do planeta, testes sobre concepções alternativas relacionados aos conceitos de corrente elétrica, potência elétrica e circuitos elétricos foram realizados na educação básica e na superior (DOMINGUEZ; MOREIRA, 1988; LIN, 2017; MCDERMOTT; SHAFFER, 1992s; SHIPSTONE *et al.*, 1988; SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1989; SOLANO *et al.*, 2002). Os resultados desses testes proporcionaram o mapeamento de um conjunto de concepções alternativas e suas respectivas concepções científicas relacionadas ao tema, destacado por Silveira (2011) e Andrade *et al.* (2018) no Quadro 1.

No Quadro 2 demonstramos a relação entre as questões do teste sobre as concepções alternativas dos estudantes realizado por Silveira, Moreira e Axt (1989) – doravante SMA (ANEXO A) – com as concepções alternativas e científicas correspondentes.

Quadro 1 - Principais concepções alternativas sobre corrente elétrica, potência elétrica e circuitos elétricos e suas concepções científicas equivalentes

CONCEPÇÃO ALTERNATIVA	CONCEPÇÃO CIENTÍFICA
1) A corrente é uma forma de fluido produzido pela fonte ou gerador. A fonte é um depósito deste fluido, liberando-o para o circuito. A fonte produz ou armazena cargas para fornecê-la ao circuito.	1) A corrente elétrica é o movimento "ordenado" das cargas livres que preexistem nos condutores. A fonte é responsável pelo campo elétrico que, exercido internamente aos condutores do circuito, coloca as cargas livres nos condutores em movimento "ordenado". A fonte não produz ou armazena cargas; a fonte libera energia para produzir o movimento "ordenado" das cargas livres que sempre existem nas diversas partes do circuito.
2) A corrente que "sai", que é "emitida" pela fonte (gerador) é uma propriedade exclusiva desta, não sendo afetada pelos demais elementos do circuito. A bateria é uma fonte de corrente elétrica constante e não uma fonte de diferença de potencial constante. A diferença de potencial entre pares de pontos em diferentes partes do circuito são as mesmas.	2) A intensidade da corrente produzida pela fonte não depende apenas da fonte. A parte do circuito externa à fonte também influencia a intensidade da corrente na fonte. A mesma fonte pode produzir correntes elétricas com intensidades diferentes, dependendo do que foi conectado entre seus terminais.
3) A corrente "desgasta-se", "dissipa-se" ao passar por "obstáculos" no circuito (lâmpadas, resistores etc.), podendo até ser extinta caso passe por muitos "obstáculos". Conforme a corrente vai "passando" pelo "obstáculos", vai se tornando mais fraca. A ordem dos elementos e o sentido da corrente são relevantes.	3) A corrente conserva-se espacialmente. Não importando quantos elementos existem associados em série, a intensidade da corrente é a mesma em todos eles. Para que a intensidade da corrente elétrica seja diferente em regiões diversas de um circuito, deve existir um ou mais nodos ou divisores de corrente (associações em paralelo) entre essas regiões. Quando isso ocorre, a corrente se divide, entretanto, a soma das intensidades da corrente nas diversas partes é necessariamente igual à corrente total.
4) A intensidade da corrente elétrica é determinada pelo local em que ela "está passando" e pelos locais onde "já passou". Ela não pode ser influenciada pelos elementos onde ainda "não passou".	4) A intensidade da corrente elétrica em uma região do circuito depende de todo o circuito. O circuito é um sistema, isto é, modificando-se uma parte do circuito, altera-se a corrente em outras partes. Somente em situações muito especiais e idealizadas é possível alterar a intensidade da corrente elétrica em uma parte de um circuito sem alterar a intensidade em outras partes.

Fonte: ANDRADE *et al.* (2018); SILVEIRA (2011).

Selecionamos algumas questões do teste SMA para uma análise mais aprofundada, a título de exemplo. A questão demonstrada na Figura 3 se refere a uma das clássicas questões utilizadas para testar as concepções sobre o entendimento equivocado de que a corrente é uma espécie de fluido que sai da fonte, é consumida ao longo do circuito e dependente apenas do local no qual está

“passando”, conforme itens 1, 3 e 4 do Quadro 1. Em vista dessa concepção alternativa, as respostas do teste costumam convergir para a letra “b”, acreditando que a lâmpada L_3 brilha mais do que a L_2 e esta mais do que a L_1 . Esta mesma questão propõe a análise do item 1 do quadro. Ao observar que a corrente elétrica “sai” pelo polo negativo, vai percorrendo o circuito conforme um fluxo d’água em uma mangueira, contribuindo para a escolha da letra “b” como alternativa de resposta, quando o correto seria a alternativa “c”.

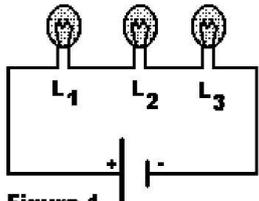
Quadro 2 - Relação entre as questões do teste SMA e as concepções alternativas e científicas

Concepções Alternativas / Científicas	Questões do teste SMA às quais se referem essas concepções
1	1; 6; 8; 11; 12; 13; 14
2	4; 6; 8; 14
3	1; 2; 5; 6; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14
4	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 3 - Questão 1 do teste SMA

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.

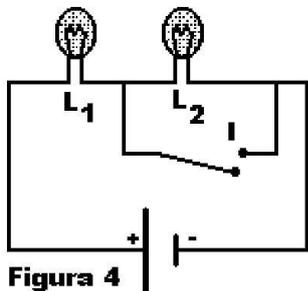
Fonte: SILVEIRA (1989, p. 5).

Outro exemplo retirado do teste SMA sobre as concepções alternativas é o demonstrado na Figura 4, onde a corrente supostamente se desgasta e não pode ser influenciada pelos elementos que ainda “não passou” no circuito, conforme itens 3 e 4 do Quadro 2. No exemplo, ligar ou desligar o interruptor não teria qualquer efeito sobre a lâmpada L_1 , porque o interruptor está localizado após a corrente “passar” pela lâmpada L_1 .

Este mesmo exemplo podemos considerar para o item 2 do quadro. Se um aluno acredita que a corrente elétrica é uma propriedade que é determinada exclusivamente pela fonte, provavelmente indicará que o fechamento da chave não irá alterar o brilho da lâmpada L_1 (alternativa “b”), sendo que a alternativa correta é a letra “a”.

Figura 4 - Questão 4 do teste SMA

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 .

Fonte: SILVEIRA (1989, p. 6).

Na Figura 5, composta pela questão 14 do teste de SMA, são expostas lâmpadas que se encontram no meio do circuito misto (L_3 e L_4) e deixam de brilhar, o que pode gerar questionamentos no aluno que acredita nas concepções alternativas do Quadro 1. Para ele, as lâmpadas L_1 e L_2 até poderiam estar acesas, porém a L_5 , que vem depois das lâmpadas apagadas mencionadas na questão, deveria estar apagada também (conforme alternativa “b”). De acordo com as concepções científicas, a corrente elétrica se conserva, mas pode ser dividida, porém sem “gastar” ou ser “dissipada” durante o sistema, portanto ao passar por L_1 e L_5 , a intensidade da corrente elétrica é a mesma (alternativa “c”).

Muitas dessas concepções alternativas são recorrentes na educação e com estudos que tratam a respeito. Algumas delas acabam levando a outras concepções, conforme Andrade *et al.* (2018) apontam como exemplo: a prevalência de acreditar que a bateria é uma fonte de corrente elétrica constante. Esse tipo de pensamento acarreta outras concepções alternativas como a ideia de uma análise local do circuito ou então de uma análise sequencial, excluindo a ideia de um todo do sistema.

Figura 5 - Questão 14 do teste SMA

14) No circuito da figura 12, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L_3 e L_4 deixam de brilhar, embora L_2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L_1 e L_5 ?

a) nem L_1 , nem L_5 brilham.
 b) L_1 brilha e L_5 não brilha.
 c) L_1 e L_5 brilham.

Fonte: SILVEIRA (1989, p. 8).

Esclarecer as concepções alternativas dos alunos é uma forma de possibilitar uma melhor aprendizagem conceitual dos estudantes. Ademais, saber o que os alunos já sabem, estando correto ou não (de acordo com o conhecimento científico) é relevante para conduzir a aprendizagem dos estudantes.

3.2 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

O método ativo de ensino-aprendizagem Instrução pelos Colegas (IpC) foi desenvolvido em 1991 por Eric Mazur, professor de Física da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos. Mazur (2015, p. 10) apresenta que o IpC é “um método eficiente que ensina os fundamentos conceituais da física introdutória e conduz os estudantes a um melhor desempenho na resolução de problemas convencionais.”

O IpC, conforme destacam Araujo e Mazur (2013) é implantado com alguns elementos do método Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) (NOVAK *et al.*, 1999). Dentre esses elementos está a aplicação de questões no estudo prévio do aluno, cujo feedback o professor utiliza para orientar suas exposições orais e questões conceituais em classe. Diversas pesquisas, como destacado por Mazur e Watkins (2010), têm evidenciado que o IpC, quando utilizado com elementos do Ensino sob Medida (EsM), torna-se uma boa opção metodológica para aprendizagem conceitual dos estudantes. Müller *et al.* (2017) destaca que o IpC é um dos métodos que possui maior reconhecimento no Ensino de Física,

desenvolvendo o engajamento ativo dos alunos e intensificando a aprendizagem conceitual de fenômenos físicos.

O que normalmente encontramos no dia a dia em sala de aula, partindo como pressuposto a disciplina de Física, é a solicitação para que os alunos resolvam problemas ou contribuam com sua opinião em determinados assuntos, além de longas aulas expositivas centradas no professor. A utilização do método IpC fornece aos discentes uma maior oportunidade de aprender conceitos, enquanto o professor recebe um *feedback* em curto espaço de tempo para auxiliar os alunos em pontos de maior dificuldade de compreensão (OLIVEIRA, 2012).

Para o desenvolvimento do método, é sugerido que o professor indique aos alunos uma tarefa prévia, chamada de Tarefa de Leitura (TL), composta por texto, sugestões de vídeos e simulações, e questões que os alunos respondem eletronicamente sobre o conteúdo que será abordado. Através da TL, o professor pode sugerir outros textos ou vídeos como material complementar, onde o estudante pode aprofundar a compreensão do conteúdo. O professor envia a TL com certa antecedência (dois a sete dias antes da aula) para os estudantes, os quais devem estudar o material indicado e responder eletronicamente algumas questões, enviando as respostas ao professor em até doze horas antes da aula. De posse das respostas, o professor conhece previamente à aula as principais dificuldades manifestadas pelos alunos, então, elabora sua aula levando-as em consideração, sem utilizar tempo com explicações de partes dos conteúdos que os estudantes já demonstraram compreensão. Em suma, o professor planeja a aula com exposições orais breves e seleciona os testes conceituais conforme as necessidades dos alunos.

Em aula, o professor faz curta explanação oral sobre um conceito. Essa explanação deve durar em torno de dez a quinze minutos. Logo após, o professor apresenta uma questão conceitual de múltipla escolha para que os alunos reflitam e votem individualmente na alternativa que julgam correta. Nesta mesma etapa, pode solicitar que os alunos avaliem sua confiança na resposta dada, através de três níveis, por exemplo: (1) baixa confiança, o que significa que o aluno não sabe a resposta correta, (2) média confiança, onde considera que o aluno está em dúvida sobre a alternativa correta, mas possui um certo grau de conhecimento sobre o

conteúdo e (3) alta confiança, que demonstra certeza na resposta escolhida. Nesse momento, o professor avalia a distribuição de respostas da turma e define a sequência da aula conforme o índice de respostas corretas: i) no caso de 70% ou mais de acertos, o docente explica a solução da questão e inicia a exposição oral de um novo conceito; ii) em casos de acertos menores que 30%, interpreta-se que os alunos não compreenderam suficientemente o conceito envolvido e o professor aborda o conceito através de uma nova explanação oral e propõe uma nova questão conceitual; iii) no caso de acertos entre 30% e 70%, o professor forma grupos (2-5 pessoas), preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, para que o grupo discuta sobre o conceito envolvido. O grupo debate e cada integrante tenta convencer os demais do porquê de sua resposta ser a correta. Passados alguns minutos de discussão, o professor abre novamente a votação individual com a mesma questão apresentada. Conforme os novos percentuais de acertos, o professor segue o exposto nos itens i, ii e iii (ARAUJO; MAZUR, 2013). O método tem como principal objetivo a discussão entre os colegas, portanto quando as respostas ficam de 30% a 70%, têm-se um melhor aproveitamento do IpC.

Isso ocorre porque quando os estudantes se reúnem em grupos para debater as opções escolhidas, muitos que inicialmente estão corretos, porém não se sentem confiantes na resposta, tornam-se mais confiantes quando verificam que colegas compartilham da mesma ideia. Ou ainda, quando sua confiança é reforçada ao desenvolverem um raciocínio, explicando o conceito aos colegas, que conduz à resposta correta (MAZUR, 2015). Com isso as discussões para convencer os colegas da resposta correta fazem com que o aluno pense por si mesmo, verbalize e estruture seus pensamentos, contribuindo para a construção da sua aprendizagem.

Oliveira (2012, p. 19) destaca a importância da interação com os colegas pois “quando o aluno expõe suas ideias sobre um determinado conceito para tentar convencer o colega sobre a alternativa certa, ele possivelmente já as organizou em sua estrutura cognitiva, pois só assim poderá apresentar um bom argumento, fator decisivo para uma interação eficaz com o colega.”

Para Mazur (2015) cada teste conceitual tem o seguinte formato genérico:

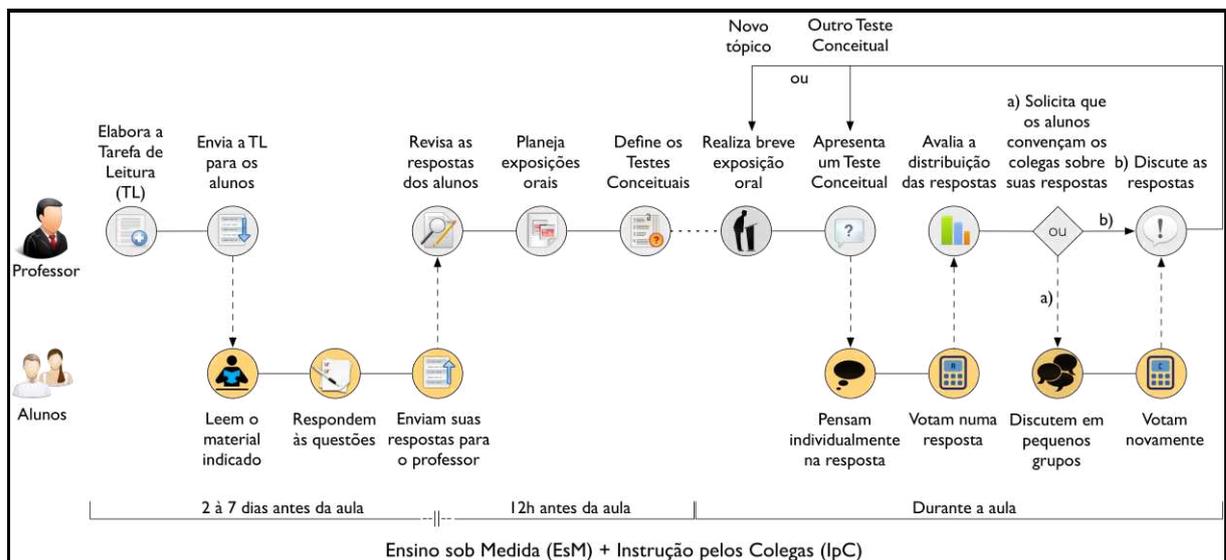
1. Proposição da questão (1 minuto);
2. Tempo para os estudantes pensarem (1 minuto);

3. Os estudantes anotam suas respostas individuais (opcional);
4. Os estudantes convencem seus colegas (1-2 minutos);
5. Os estudantes anotam as respostas corrigidas (opcional);
6. *Feedback* para o professor: registro das respostas;
7. Explicação da resposta correta (2+ minutos).

Para que não haja nenhuma confusão com relação à questão, o professor pode ler o teste conceitual para os alunos, em seguida, os alunos têm tempo para pensar a respeito. É de extrema importância que essa etapa seja feita individualmente e que todos os alunos votem na questão que julgarem correta. Caso algum aluno não tenha compreendido o conceito e não saiba a resposta, pode ser incentivado a votar mesmo assim, atribuindo a resposta que achar mais conveniente.

Durante o processo de discussão entre os grupos, o professor deve acompanhar os debates. Com isso, ele avalia os erros que estão sendo cometidos e pode abordá-los no momento da explanação. Na Figura 6 apresentamos um fluxograma com as etapas de aplicação do método.

Figura 6 - Fluxograma do método Instrução pelos Colegas



3.2.1 Princípios pedagógicos e práticos do Instrução pelos Colegas

Alguns estudos (PETTER; ESPINOSA; ARAUJO, 2021; DANCY; HENDERSON; TURPEN, 2016; HENDERSON, 2005) apontam que, durante a adoção do método, algumas modificações feitas para adequá-lo a um contexto inédito podem suprimir alguns princípios pedagógicos que estão subjacentes às práticas descritas até então, e gerar frustrações com os resultados da implementação do método. Por outro lado, modificações que considerem esses princípios pedagógicos do método e o viabilizem em um novo contexto podem potencializar a sua implementação e difusão (PETTER; ESPINOSA; ARAUJO, 2021; PERCHERON *et al.*, 2021).

Petter, Espinosa e Araujo (2021) listam as características práticas fundamentais do método IpC, os quais estão sustentados por princípios pedagógicos que serão explicitados na sequência: (C1) Preparação prévia; (C2) Análise das respostas dos alunos; (C3) Exposições orais breves; (C4) Questões intercaladas com exposições orais; (C5) Reflexão individual do estudante para cada teste conceitual; (C6) Primeira votação dos testes conceituais individuais; (C7) Discussão entre os colegas; (C8) Segunda votação dos testes conceituais individuais; (C9) Aplicação dos testes conceituais em sala de aula; (C10) Questões em sala de aula, testes conceituais, não são pontuadas por acerto e erro; (C11) Tarefas de preparação prévia são avaliadas apenas por esforço ou participação. Essas características listadas pelos autores, demonstram a estruturação completa do método IpC, levando em consideração cada etapa de sua execução. Os autores elencam uma lista de princípios pedagógicos e os vinculam com as características do método, conforme podemos observar no Quadro 3.

As características relacionadas pelos autores juntamente com os princípios pedagógicos listados contribuem para uma melhor aplicação do método. Visto que, a falta de uma ou mais características resultam em uma perda pedagógica para o estudante. A característica C7, por exemplo, se for suprimida, impossibilita pôr em prática o princípio pedagógico de que um estudante pode aprender com o outro, que é essencial para o método IpC.

Quadro 3 - Princípios pedagógicos do método IpC relacionado às características práticas do método

Princípio Pedagógico	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Um estudante pode aprender com o outro.							X				
O desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação dos alunos pode auxiliar na compreensão conceitual dos conteúdos.					X		X				
O engajamento cognitivo dos discentes com atividades de ensino auxilia na promoção da aprendizagem.	X			X	X		X				
Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcançados se os alunos forem corresponsáveis por ela.	X	X		X	X		X				X
O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.	X	X	X	X	X						X
A disponibilidade de tempo para que cada estudante reflita sobre os conceitos, no seu próprio ritmo, auxilia na aprendizagem.	X			X	X						
Avaliações formativas auxiliam na aprendizagem.										X	X
O desenvolvimento de hábitos de estudo auxilia na aprendizagem.	X										X
A compreensão conceitual é fundamental na aprendizagem de Física e auxilia na resolução de problemas.	X				X		X		X		
Os conhecimentos prévios dos alunos são essenciais para a aprendizagem.		X		X			X				

Fonte: Petter, Espinosa e Araujo (2021, p. 8).

Para este trabalho, abordamos cada característica e seus princípios pedagógicos relacionados, conforme apontam Petter, Espinosa e Araujo (2021). Apontamos suas importâncias no método e o que poderiam ocasionar caso fossem deixadas de fora.

3.2.1.1 Preparação Prévia

Princípios pedagógicos relacionados à Preparação Prévia:

- O engajamento cognitivo dos discentes com atividades de ensino auxilia na promoção da aprendizagem.
- Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcançados se os alunos forem corresponsáveis por ela.
- O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.
- A disponibilidade de tempo para que cada estudante reflita sobre os conceitos, no seu próprio ritmo, auxilia na aprendizagem.
- O desenvolvimento de hábitos de estudo auxilia na aprendizagem.

- A compreensão conceitual é fundamental na aprendizagem de Física e auxilia na resolução de problemas.

O fato do aluno se preparar antecipadamente faz com que ele seja corresponsável pela sua aprendizagem, pois disponibilizará seu tempo fora da sala de aula para dedicar a leitura, promovendo e desenvolvendo o hábito de estudo antes das aulas e identificando as próprias dificuldades na compreensão do conteúdo abordado. Além disso, através da preparação prévia tem-se uma maior disponibilidade de tempo para ler e compreender o conteúdo, focando em conceitos fundamentais e assim, aproveitando ao máximo o tempo em sala de aula.

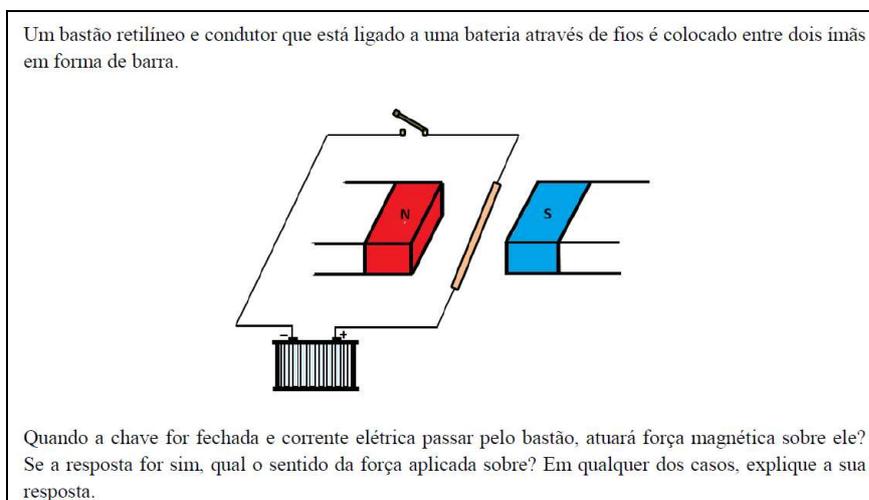
Uma forma de viabilizar C1 é utilizando textos e/ou vídeos sobre o conteúdo e questões para que os alunos respondam eletronicamente e enviem ao professor. Espinosa, Araujo e Veit (2016) apresentam alguns exemplos destas questões que servem de *feedback* para que o professor elabore sua aula. A questão demonstrada na Figura 7 exibe para o professor um *feedback* relacionado ao material de leitura prévia, contribuindo para que o professor elabore sua aula de acordo com as dificuldades apresentadas pelos alunos. Já a questão da Figura 8 busca verificar o conhecimento adquirido com o estudo do material indicado. É um tipo de questão que relaciona o conteúdo com uma situação física, buscando verificar se o estudante consegue analisar e empregar os conceitos em determinadas situações. Assim o professor pode planejar e elaborar as suas aulas, de acordo com as respostas dadas pelos alunos.

Figura 7 - Exemplo de pergunta que apresenta um feedback geral do tópico sobre o material disponibilizado

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.

Fonte: Espinosa (2016, p. 8).

Figura 8 - Exemplo de pergunta envolvendo o t3pico a ser estudado



Fonte: Oliveira (2012, p. 144).

A n3o realiza33o desta caracter3stica pode ocasionar que alguns aspectos do cont3udo j3 compreendidos pelos estudantes sejam abordados em sala de aula, consumindo certo tempo de estudo. Al3m disso, sem o *feedback* pr3vio que o professor recebe desta etapa, o planejamento para a sala de aula pode ficar extenso, pois o professor n3o obt3m uma resposta de o que os alunos sabem a respeito dos conceitos que ser3o trabalhados. Isso compromete a implementa33o do m3todo, j3 que o tempo disponibilizado em aula n3o 3 aproveitado com conceitos mais aprofundados e com o esclarecimento das d3vidas dos alunos. A falta desta caracter3stica impacta tamb3m na autoavalia33o do aluno, pois deixa de oferecer a ele a oportunidade de orientar a pr3pria aprendizagem avaliando o seu entendimento do cont3udo e tra3ando a333es adequadas para suprir as lacunas percebidas (PETTER; ESPINOSA; ARAUJO, 2021).

3.2.1.2 An3lise das Respostas dos Alunos

Pr3nc3pios pedag3gicos relacionados 3 An3lise das Respostas dos Alunos:

- Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcan3ados se os alunos forem correspons3veis por ela.
- O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.
- Os conhecimentos pr3vios dos alunos s3o essenciais para a aprendizagem.

Nessa característica os alunos são corresponsáveis pela sua aprendizagem, pois de acordo com suas respostas às perguntas elaboradas pelo professor é como será conduzida a explanação oral. Com uma maior responsabilidade dos alunos em suas respostas, o professor consegue ter um *feedback* sobre os conhecimentos prévios que possuem a respeito do que vai ser tratado. Através da análise das respostas enviadas, o professor elabora sua aula, focando nos principais conceitos e dificuldades que os alunos tiveram com a tarefa prévia, tendo um maior proveito do tempo em sala de aula.

Na Figura 7, na qual demonstramos uma questão sobre o feedback que o professor recebe da TL temos, também, um exemplo de questão que traz respostas significativas para o professor. Através da organização e análise dessas respostas, conforme Figura 9, o professor consegue planejar a sua aula, conforme as dificuldades dos alunos.

Figura 9 - Respostas de uma tarefa de leitura organizadas em uma planilha

A	B	C	D	E	F
Data em que o questionário foi solucionado	Identificação Preencha seu nome completo:	TL-Q1a Em sua leitura do material indicado, você achou alguma coisa confusa?	TL-Q1b Qual(is) parte(s) do material de apoio você achou confusa? Caso não tenha achado nada confuso, quais partes você achou mais	TL-Q2 A figura abaixo representa as espiras I e II, ambas com a mesma resistência elétrica, movendo-se no plano da	TL-Q3 Aproxima-se um ímã de um ar metálico fixo em um suporte isolante, como mostra a figura abaixo.
07/12/2011, às 21:47:01		Sim	Professor, eu estava doente e li o material, mas não consegui compreender muita coisa, eu vou tentar fazer as questões apesar de achar que já passou o prazo para responde-lás.	a) Eu acho que a intensidade não varia, pois possui o mesmo módulo de velocidade, apenas sentidos opostos. b) Sentidos opostos, pois a velocidade de I é para a esquerda e a de II para a direita.	Não entendi a matéria.
07/12/2011, às 18:35:11		Sim	não entendi quais as condições para a indução magnética acontecer e por que ela acontece.	a) maior pois sua área é maior. b) iguais pois o vetor velocidade é perpendicular ao campo, formando um ângulo de 90° e o cos de 90° é 0.	a) a corrente elétrica irá no sentido contrário ao do ímã, gerando repulsão. b) Não, pois não há alteração no campo magnético.
07/12/2011, às 18:15:04		Sim	Nessa unidade, eu entendi pouca coisa, a parte mais confusa foi a aplicação das leis.	a. A intensidade da corrente $I > II$, porque quanto maior a variação do fluxo magnético, maior será a intensidade. b. Possuíram o mesmo sentido, porque pela regra da mão direita apresentam sentido da corrente elétrica iguais.	a. Sentido para esquerda. b. Sim, porque se o ímã continuar na mesma posição da letra A vai permanecer a circulação de corrente, porque o anel continuará sendo atrido pelo ímã.

Fonte: Oliveira (2012, p. 54).

Importante que o professor faça uso das respostas da TL feita pelos alunos, pois ao não o fazer, não terá base para planejar sua aula (sob medida) e ter um bom aproveitamento em sala. Como não fará uso das respostas dos alunos, não saberá se eles compreenderam o que foi exposto previamente, quais suas maiores dúvidas e dificuldades. Com isso, pode levar para sala de aula conceitos já compreendidos

pelos alunos e deixar de fora outros que ficaram confusos, não tendo o tempo de sala valorizado.

3.2.1.3 Exposições Oraís Breves

Princípios pedagógicos relacionados à Exposições Oraís Breves:

- O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.

O princípio pedagógico envolvido nesta característica mostra que os estudantes tenham uma aprendizagem ativa e engajada nas atividades. Como os alunos tiveram um contato com o conteúdo através da TL, o objetivo principal do professor é fazer breves exposições orais, aproveitando o tempo em sala de aula para engajar os estudantes nas discussões entre os colegas e para sanarem suas dúvidas com relação ao conteúdo. O professor pode organizar apresentação de slides com pequenas frases que destacam os conceitos e as dúvidas dos alunos que serão abordadas naquele momento. Além disso, pode utilizar simulações e experimentos demonstrativos para auxiliar nas exposições.

O uso de exposições longas acarreta pouco aproveitamento do tempo em sala de aula, o que pode gerar desinteresse nos alunos. Dessa maneira resta pouco tempo para as discussões entre colegas, aspecto central do IpC.

3.2.1.4 Questões Intercaladas com Exposições Oraís

Princípios pedagógicos relacionados à Questões Intercaladas com Exposições Oraís:

- O engajamento cognitivo dos discentes com atividades de ensino auxilia na promoção da aprendizagem.
- O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.
- A disponibilidade de tempo para que cada estudante reflita sobre os conceitos, no seu próprio ritmo, auxilia na aprendizagem.
- Os conhecimentos prévios dos alunos são essenciais para a aprendizagem.

De acordo com o desenvolvedor do método, um dos fatores que influencia no sucesso da proposta é o professor dispor de bons testes conceituais. Esses testes

devem focar em apenas um conceito por vez e possuir alternativas possíveis de respostas, para que os alunos não descartem a alternativa, podendo ocasionar em “chute” na resposta correta. Assim, o professor faz uma breve exposição sobre algum conceito e aplica a questão para os alunos. Sempre intercalando exposições breves com questões relacionadas àquele conceito abordado na explicação. Além disso, os testes devem estimular e desenvolver o pensamento crítico e analítico, não abordando questões que exigem memorização ou cálculos numéricos. Opção interessante de alternativa é considerar as concepções errôneas mais comuns entre os estudantes. Mazur (2015) aponta diversos exemplos de atividades conceituais relacionadas aos diferentes campos da Física. Um exemplo a ser considerado se encontra abaixo, na Figura 10, onde o estudante analisa conceitualmente o fenômeno para escolher a resposta correta.

Figura 10 - Exemplo de questão sobre conteúdo abordado brevemente

- 8 - Você arremessa uma bola diretamente para cima, no ar. No ponto de altura máxima,
1. a velocidade e a aceleração da bola são zero.
 2. a velocidade da bola não é zero, mas sua aceleração é zero.
 3. a aceleração da bola não é zero, mas sua velocidade é zero.
 4. a velocidade e a aceleração da bola são ambas diferentes de zero.

Fonte: Mazur (2015, p. 111).

Sem intercalar as questões com as exposições breves, o aluno pode se sentir desmotivado, pois uma exposição longa com diversos conceitos sendo abordados pode ficar maçante e confuso. Com isso, o aluno pode perder o interesse e não se sente como parte do processo de ensino e aprendizagem. Conforme apontam Petter, Espinosa e Araujo (2021) é esperado que o tempo em sala de aula seja preenchido com o envolvimento ativo do estudante e não com longas exposições do professor.

3.2.1.5 Reflexão Individual do Estudante para cada Teste Conceitual

Princípios pedagógicos relacionados à Reflexão Individual do Estudante para cada Teste Conceitual:

- O Desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação dos alunos pode auxiliar na compreensão conceitual dos conteúdos.
- O engajamento cognitivo dos discentes com atividades de ensino auxilia na promoção da aprendizagem.
- Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcançados se os alunos forem corresponsáveis por ela.
- A disponibilidade de tempo para que cada estudante reflita sobre os conceitos, no seu próprio ritmo, auxilia na aprendizagem.
- A compreensão conceitual é fundamental na aprendizagem de Física e auxilia na resolução de problemas.

Através desta característica o professor pode solicitar para que os alunos elaborem uma justificativa que seja capaz de convencer seus colegas de que sua resposta é a correta. Ao formalizar essa justificativa, o discente tem a possibilidade de desenvolver habilidades argumentativas e se engajar cognitivamente na atividade. Nesta etapa, o professor pode solicitar que o aluno indique o nível de confiança na resposta dada. Assim, faz com que o aluno pondere e analise todas as alternativas dispostas.

Sem este tempo para que o aluno possa analisar e mensurar ideias sobre as alternativas, pode implicar dos alunos não se comprometerem com a atividade ou não terem argumentos que possam gerar debates no momento da discussão com os colegas.

3.2.1.6 Primeira Votação dos Testes Conceituais Individual

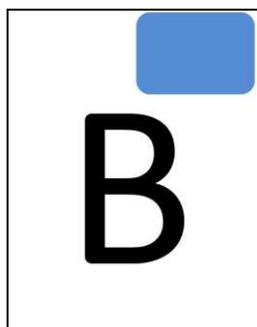
Princípios pedagógicos relacionados à Primeira Votação dos Testes Conceituais Individual:

- Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcançados se os alunos forem corresponsáveis por ela.

É importante destacar que o sucesso do método independe da forma de votação nas questões conceituais (LASRY, 2008). Como podemos observar no Quadro 3, o sistema de votação não se configura como um elemento fundamental para aplicação do IpC, tornando-o um quesito técnico. De acordo com Mazur (2015, p. 17) o mais importante é as respostas aos testes conceituais apresentarem “*feedbacks* imediatos sobre o nível de compreensão dos alunos” e não a maneira

pela qual são aferidas. Dentre as diversas formas que podemos utilizar como alternativas de votação encontram-se: (i) Levantar a mão: onde o professor lê as alternativas e os alunos levantam a mão, conforme a resposta escolhida. A vantagem dessa técnica é não necessitar de recurso financeiro ou material. Sua principal desvantagem é os alunos hesitarem em responder de imediato e levantarem a mão conforme a alternativa mais escolhida pela turma. Outro indício negativo é o tempo para que o professor conte as respostas dos alunos. (ii) Uso de *flashcards* ou cartão resposta: assim que terminado o tempo de reflexão da pergunta conceitual, cada aluno levanta o seu cartão resposta, semelhante ao da Figura 11.

Figura 11 - Exemplo de flashcards utilizado nos sistemas de votação



Fonte: Oliveira (2012, p. 230).

Cada aluno recebe a quantidade de cartões conforme as alternativas de resposta (A à E, para questões de cinco alternativas). A vantagem do uso de *flashcards* é ter um sigilo um pouco maior na resposta escolhida pelo aluno, visto que a alternativa de resposta estará voltada para o professor, dificultando que demais colegas sejam influenciados pela resposta do outro. A desvantagem é o tempo despendido para a elaboração e custo do material para imprimir os cartões resposta para cada um dos alunos, bem como, o tempo para contagem das respostas pelo professor. (iii) Uso de *clickers*: são dispositivos eletrônicos (FIGURA 12) onde cada aluno vota na alternativa que julgar correta. A vantagem deste método é o retorno das respostas de forma imediata para o professor, já que ele pode relacionar as respostas de toda a turma com o programa no computador. A principal desvantagem é o custo elevado dos aparelhos.

(iv) Uso de *Plickers*: são cartões com códigos (FIGURA 13), onde o professor escaneia com seu próprio celular, recebendo as respostas dos alunos

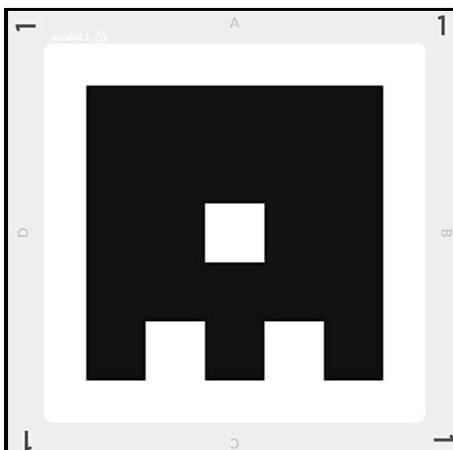
instantaneamente através do aplicativo. Cada aluno recebe seu cartão, onde a posição do cartão corresponde a alternativa escolhida. A vantagem desta ferramenta é o retorno rápido das respostas dos alunos; e comparado à alternativa dos *Clickers*, os *flashcards* possui um baixo custo.

Figura 12 - Modelo de *clickers* utilizado no sistema de votação



Fonte: <https://www.astronomy.ohio-state.edu/pogge.1/Ast161/Clickers/>

Figura 13 - Exemplo de código *Plickers* para utilizar na votação



Fonte: <https://www.plickers.com/>

Independente da forma de votação e contagem das respostas, esta característica do método não pode ser deixada de fora, já que é através dela que o professor consegue verificar como estão os índices de acertos da turma, orientando as ações seguintes. A distribuição de acertos é fundamental para a próxima etapa (C7), aspecto central do IpC.

3.2.1.7 Discussão entre os Colegas

Princípios pedagógicos relacionados à Discussão entre os Colegas:

- Um estudante pode aprender com o outro.
- O desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação dos alunos pode auxiliar na compreensão conceitual dos conteúdos.
- O engajamento cognitivo dos discentes com atividades de ensino auxilia na promoção da aprendizagem.
- O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.
- A compreensão conceitual é fundamental na aprendizagem de Física e auxilia na resolução de problemas.
- Os conhecimentos prévios dos alunos são essenciais para a aprendizagem.

Esta característica é ponto central do método. Através do debate entre os colegas e interação uns com os outros dentro do seu grupo, os alunos discutem qual seria a alternativa correta. Se caso na etapa anterior (Primeira votação dos testes conceituais – C6) algum aluno ficou com dúvida na resposta dada ou mesmo não sabia a resposta, na discussão entre os colegas as dúvidas podem ser sanadas. Muitas vezes um colega consegue explicar de uma maneira diferente do professor, o que faz com que os alunos compreendam os conceitos. Nessa etapa do método, ocorre um maior protagonismo dos alunos. O professor pouco intervém nos grupos. Cabe a ele acompanhar os grupos e guiar as discussões, mas sem fornecer informações sobre as respostas.

A ausência da característica C7 implica em negligenciar o princípio pedagógico que diz que um aluno pode aprender com o outro. Afinal, C7 é a única característica do método que contempla este princípio pedagógico. Por se tratar da etapa mais importante que configura o método, se for retirada, a metodologia realizada não condiz com o método IpC. Sua modificação pode impactar negativamente nos resultados da implementação do método (PETTER; ESPINOSA; ARAUJO, 2021).

3.2.1.8 Segunda Votação dos Testes Conceituais Individual

Princípios pedagógicos relacionados à Segunda Votação dos Testes Conceituais Individual:

- Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcançados se os alunos forem corresponsáveis por ela.

Após o debate entre o grupo, os alunos votam novamente na alternativa que julgam a correta. Os meios de votação seguem os mesmos apresentados anteriormente.

Agora, cientes das opiniões dos colegas de grupo, os alunos podem alterar sua resposta ou mesmo seguirem a que haviam votado anteriormente. Além de fazer com que os alunos se tornem responsáveis pela própria aprendizagem, C8 também é importante para que o docente verifique quanto as respostas da turma se alteraram ou não após a discussão com os colegas. A partir disso, ele decide se retoma o conceito estudado ou passa para um novo tópico.

Caso C8 não seja realizada, não se tem um retorno sobre as respostas dos alunos após a discussão em grupo, o que serve de direcionamento para as próximas etapas do método. Além disso, o professor não conseguirá avaliar os impactos da discussão em grupo nos conceitos assimilados pelos alunos.

3.2.1.9 Aplicação dos Testes Conceituais em Sala de Aula

Princípios pedagógicos relacionados à Aplicação dos Testes Conceituais em Sala de Aula:

- A compreensão conceitual é fundamental na aprendizagem de Física e auxilia na resolução de problemas.

Trazer os testes conceituais para a sala de aula contribui para que o professor explique os conceitos relacionado ao tópico em questão. A compreensão desses conceitos é de fundamental importância para que os alunos entendam os fenômenos físicos e, também, auxilia na resolução de problemas. A característica C9 nos remete a característica C4, onde falamos da importância das questões conceituais e sobre elas serem intercaladas com as exposições orais breves. Mazur (2015) aponta algumas características de bons testes conceituais como foco em um único conceito ou ideia, não ser resolvido algebricamente através de equações, ter alternativas

adequadas, evitar ambiguidades no enunciado, ser do nível adequado da turma e que evite apenas memorizações de sentenças.

3.2.1.10 Questões em sala de aula e testes conceituais, não são pontuadas por acerto e erro

Princípios pedagógicos relacionados à Questões em sala de aula, testes conceituais, não são pontuadas por acerto e erro

- Avaliações formativas auxiliam na aprendizagem.

O objetivo do método é a interação e aprendizagem entre os colegas, buscando uma aprendizagem conceitual dos conteúdos. Avaliar as questões de acordo que as respostas corretas recebam uma maior pontuação, pode gerar uma competição entre os alunos, deixando os alunos com maiores dificuldades com receio em responder as questões. Conforme apontam Araujo e Mazur (2013), alunos que possuem dificuldades de compreensão podem assumir uma atitude passiva, enquanto os que possuem uma maior facilidade podem acabar dominando as discussões. Os autores ainda destacam que quando a avaliação é feita apenas através da participação dos estudantes, as discussões se mostraram mais ricas e com a grande parte dos alunos contribuindo com suas ideias.

3.2.1.11 Tarefas de Preparação Prévia são avaliadas apenas por Esforço ou Participação

Princípios pedagógicos relacionados a avaliar as Tarefas de Preparação Prévia somente por Esforço ou Participação:

- Melhores resultados de aprendizagem podem ser alcançados se os alunos forem corresponsáveis por ela.
- O tempo em sala de aula deve ser valorizado com o engajamento ativo dos estudantes nas atividades.
- Avaliações formativas auxiliam na aprendizagem.
- O desenvolvimento de hábitos de estudo auxilia na aprendizagem.

Com este princípio pedagógico buscamos fazer com que os estudantes se sintam motivados a responder as questões e não preocupados se irão errá-las. O objetivo das tarefas prévias é verificar o que o estudante assimilou sobre o material disponível ou sobre o que ele já tinha como conhecimento relacionado ao tema, assim como a criação de hábitos de estudos prévios por parte do estudante. De acordo com Araujo e Mazur (2013) esta característica proporciona ao aluno o engajamento em formular argumentações sobre as questões apresentadas, onde o importante é analisar o esforço do aluno em elaborar argumentos que destaque uma tentativa concreta de explicar seu ponto de vista, seja ele correto no âmbito científico ou não. Espinosa, Araujo e Veit (2016) também apontam a importância de avaliar o raciocínio demonstrado pelo aluno e sua interação com a atividade. Com isso, o aluno reflete mais ativamente sobre o material, o que contribui para um feedback capaz de enriquecer as atividades em sala de aula.

3.2.2 Um breve levantamento das pesquisas com o método IpC

Müller *et al.* (2017) fez um levantamento dos artigos relacionados ao método IpC entre os anos de 1991 e 2015. Os autores identificaram que o método está concentrado em alguns temas de pesquisa, tais como os impactos da implementação do IpC na aprendizagem conceitual e nas habilidades de resolução de problemas e quais as atitudes dos estudantes frente ao novo método de ensino. O estudo verificou também lacunas na literatura, que correspondem à falta de pesquisa com o método na educação básica, no desenvolvimento da aprendizagem conceitual, desempenho em disciplinas, crenças, atitudes e motivação, bem como, as atitudes e crenças dos professores perante a implementação do método. Esses indícios corroboram que mais estudos são necessários para uma melhor compreensão dos impactos do IpC.

Através de uma busca mais recente sobre o método, englobando os anos entre 2016 e 2021, realizamos uma pesquisa nas bases internacionais: *Social Sciences Citation Index (SSCI)* e *Education Resources Information Center (ERIC)*. Estendemos a busca em periódicos *online*, classificados nos extratos A1, A2 e B1 na área de ensino, da plataforma Sucupira (Qualis 2013-2016).

Na base de dados SSCI, usamos como filtro o termo “*Peer Instruction*” no campo título, contido em artigos publicados entre os anos 2016 e 2021. Usamos, então, os filtros “artigos” em “tipo de documento” e “qualquer idioma” em “linguagem”. Colocamos, ainda, o filtro “periódicos revisados por pares”. Os 65 itens encontrados tiveram seus títulos e *abstracts* revisados manualmente em busca da palavra-chave “*Peer Instruction*”, bem como indícios de que a pesquisa se tratava sobre o método em questão. Ainda nessa análise, buscamos por artigos relacionados com o Ensino de Ciências Exatas, excluindo os artigos que estavam fora desse escopo. Após a leitura dos *abstracts*, 24 artigos foram excluídos pois não continham o termo *Peer Instruction* ou não eram relacionados com o Ensino de Ciências Exatas, 16 artigos não puderam ser abertos com problemas em seus *links* para o material, e ainda, dois artigos estavam repetidos. Desta forma, totalizando 23 artigos no escopo da pesquisa.

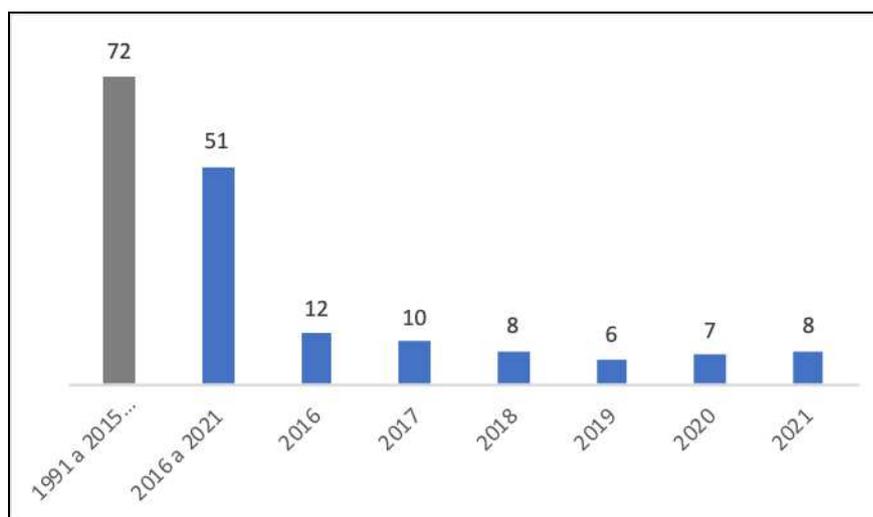
No banco de dados ERIC, usamos como filtro no campo de busca o termo “*Peer Instruction pubyearmin: 2016*”, com o intuito de buscar apenas artigos provenientes a partir deste ano. Resultaram desta busca 23 artigos, que foram analisados seus *abstracts* e título em busca do termo *Peer Instruction* ou se estavam no escopo do Ensino de Ciências Exatas. Foram excluídos dois artigos por não termos acesso ao material e 14 artigos por não corresponderem aos filtros de pesquisa. Restaram sete artigos.

Nos periódicos classificados nos extratos A1, A2 e B1 na área de Ensino, utilizamos como filtro os termos “*Peer Instruction*”, “Instrução pelos Colegas”, “Instrução pelos pares”, “*Instrucción pelos colegas*” e “*Instrucción por pares*”. Através das buscas, encontramos um total de 144 artigos. Após uma análise inicial, buscando os termos de pesquisa citados anteriormente no título e *abstracts* dos artigos, foram excluídos 95 artigos por não se adequarem a pesquisa. Após uma nova análise nesses 49 artigos restantes, excluimos os que não eram designados para o Ensino de Ciências Exatas, totalizando 28 artigos nesses periódicos.

Por conseguinte, chegamos a um número total de 58 artigos considerando todas as bases de pesquisa mencionadas. Ao analisá-los, percebeu-se que sete deles se repetiam, deixando nosso escopo de pesquisa com um total de 51 artigos sobre o IpC. O gráfico da Figura 14 apresenta a quantidade de trabalhos publicados

a cada ano. Para nível de comparação, as primeiras duas colunas do gráfico indicam os estudos realizados por Müller *et. al.* (2017) e o total de artigos relacionados por nossa pesquisa.

Figura 14 - Quantidade de artigos sobre IpC publicados a cada ano



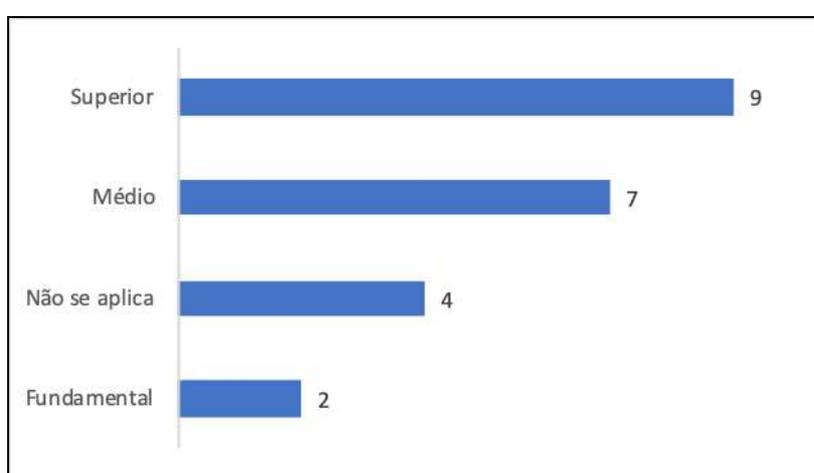
Fonte: elaborado pelo autor.

Os artigos compostos nessa revisão são referentes aos diferentes níveis de ensino: Ensino Fundamental (n = 2), Ensino Médio (n = 11) e Ensino Superior (n = 34). Consideramos como categoria “não se aplica” (n = 4) aqueles artigos que se referem a revisões de literatura ou reflexão teórica sobre a metodologia. Como podemos perceber, de acordo com o gráfico da Figura 15, há uma predominância de aplicação da metodologia no ensino superior (67%), o que contrasta com a pesquisa realizada por Muller *et. al.* (2017), onde cerca de 90% ficaram concentrados neste nível de ensino. Ao considerarmos os últimos três anos de pesquisa (2019 até 2021) temos no Ensino Superior (n = 9), Ensino Médio (n = 7), Ensino Fundamental (n = 2) e não se aplica (n = 3), no qual o percentual para o ensino superior fica em 43%, o que nos indica que há uma aparente tendência das pesquisas com o IpC serem realizadas na educação básica, suprimindo a lacuna apontada por Müller *et al.* (2017). Ainda assim são necessários mais trabalhos nesse nível de ensino.

Assim como destacado por Müller *et. al.* (2017) a concentração dos artigos no nível superior de ensino pode ser interpretada de algumas formas: as pesquisas sendo realizadas onde se encontram os grupos de pesquisa; as universidades

enfrentam diversos problemas relacionados à compreensão dos estudantes; índice de reprovação nas disciplinas introdutórias; e a baixa motivação em aprender conteúdo do curso. Tal como os autores indicaram em seu estudo, pesquisar os impactos do método em ambientes formais do ensino básico é necessário e como a análise dos estudos apresenta, isso vem aos poucos sendo implementado.

Figura 15 - Distribuição dos artigos dos últimos três anos (2019, 2020 e 2021) de acordo com os níveis de ensino onde o IpC foi aplicado



Fonte: elaborado pelo autor.

Em um primeiro momento, o objetivo do nosso trabalho não é analisar cada artigo que aborda o método, mas sim contextualizar o leitor perante os estudos que veem sendo realizados relacionados ao método IpC. Na continuidade do trabalho, ampliaremos a análise em termos do contexto de aplicação (e. g. educação básica e educação superior), dos impactos causados na aprendizagem (e. g. aprendizagem conceitual, resolução de problemas, diferença de gêneros e etnias, crenças e atitudes) e dos impactos instrucionais (e. g. variações em implementações do IpC e atitudes dos professores frente ao método) causados pelo método.

3.3 MÉTODOS ATIVOS E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA EM FÍSICA

Nesta seção, apresentamos uma revisão da literatura dos trabalhos de pesquisa relacionados à implementação de métodos ativos e o desenvolvimento de

crenças de autoeficácia discente no contexto do Ensino de Física. A seguir, apresentamos os procedimentos de busca realizados.

Buscamos em periódicos classificados na área de Ensino no quadriênio 2013-2016 do sistema Qualis-Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) classificados como A1, A2 e B1. Ao todo, selecionamos 63 periódicos (APÊNDICE A) que publicam trabalhos voltados para o Ensino de Ciências.

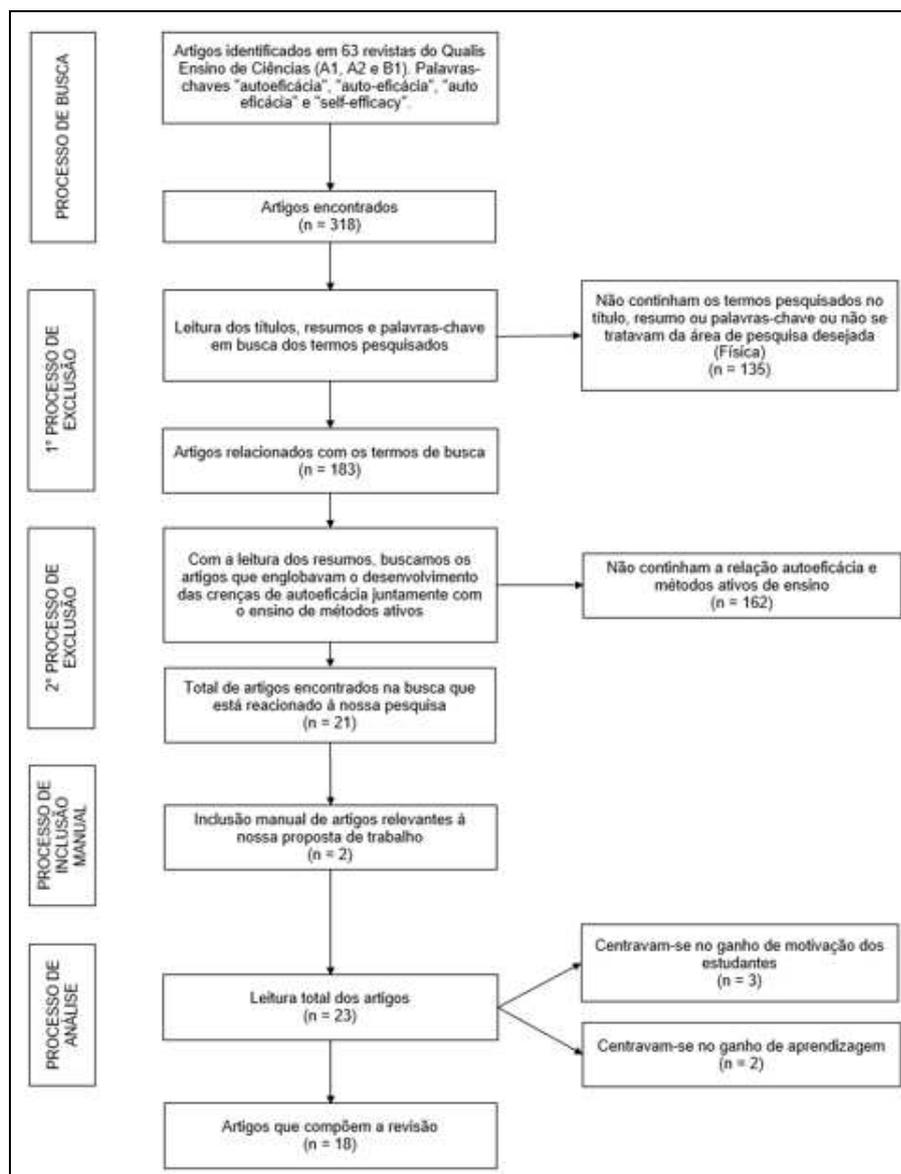
O processo de pesquisa foi dividido em cinco etapas: i) Processo de Busca; ii) 1º Processo de Exclusão; iii) 2º Processo de Exclusão; iv) Processo de Inclusão Manual; e v) Processo de Análise.

Na primeira etapa (Processo de Busca), utilizando as palavras “autoeficácia”, “auto-eficácia”, “auto eficácia” e “*self-efficacy*” nos *sites* dos periódicos previamente selecionados, encontramos 318 documentos. Na segunda etapa (1º Processo de Exclusão), verificamos os títulos, palavras-chave e resumos em busca dos termos pesquisados e área de pesquisa desejada (Física). Nessa etapa, 135 foram excluídos, pois não se enquadravam aos termos de busca. Para a terceira etapa (2º Processo de Exclusão), analisamos novamente os títulos, palavras-chaves e resumos dos 183 trabalhos restantes para verificar quais trabalhos possuíam temas voltados a métodos ativos. Através dessa análise, descartamos 162 artigos. Após esses procedimentos, restaram 21 artigos em nosso escopo de análise.

Para a quarta etapa (Processo de Inclusão Manual), incluímos no escopo de análise integral dois artigos que são de autores relevantes entre os artigos selecionados e/ou estavam nas referências dos trabalhos analisados (DOU *et al.*, 2016; ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2020). Por fim (Processo de Análise), realizamos a leitura integral dos 23 artigos selecionados. Na primeira análise dos artigos mapeamos o perfil da produção acadêmica dos trabalhos. Essa análise foi feita através de uma planilha virtual, destacando as características mais relevantes para nosso trabalho: título, autores, ano de publicação, periódico, metodologia de pesquisa, método de ensino utilizado, tema central do estudo, tipo de análise e impacto nas crenças de autoeficácia. Durante a leitura integral, verificamos que cinco artigos não correspondiam ao nosso propósito de pesquisa e foram excluídos das análises. Esses artigos focavam no ganho de motivação ($n = 3$) ou de

aprendizagem dos estudantes ($n = 2$) e não no desenvolvimento de crenças de autoeficácia. Ao finalizar a pesquisa, ficamos com 18 artigos no escopo de análise. Na Figura 16 apresentamos um esquema com o processo de seleção de artigos, sintetizando as informações apresentadas.

Figura 16 - Processo de exclusão e seleção de artigos



Fonte: elaborado pelo autor.

É exposto no Quadro 4 o título, autores e ano de publicação dos artigos analisados na íntegra, que retratam o uso de metodologias ativas juntamente com o desenvolvimento das crenças de autoeficácia.

Quadro 4 - Artigos analisados na íntegra, seus autores e ano de publicação

Título do artigo	Autor(es)	Ano de Publicação
<i>Instruction of problem solving strategies: effects on physics achievement and self-efficacy beliefs</i>	Serap Çaliskan, Gamze Sezgin Selçuk e Mustafa Erol	2010
<i>Elementary school pupil's self efficacy towards science and technology lesson</i>	Esra Uçak e Hüseyin Bag	2012
<i>Identifying events that impact self-efficacy in physics learning</i>	Vashi Sawtelle, Eric Brewe, Renee Michelle Goertzen e Laird H. Kramer	2012
<i>Conceptual question response times in Peer Instruction classrooms</i>	Kelly Miller, Nathaniel Lasry, Brian Luoff, Julie Schell e Eric Mazur	2014
<i>Making sense of confusion: Relating performance, confidence and self-efficacy to expressions of confusion in a introductory physics class</i>	Jason E. Dowd, Ives Araujo e Eric Mazur	2015
<i>Response switching and self-efficacy in Peer Instruction classrooms</i>	Kelly Miller, Julie Schell, Andrew Ho, Brian Lukoff e Eric Mazur	2015
<i>A Project-based learning approach to Teaching physics for pre-service elementary school Teacher Education students</i>	Olzan Goldstein	2016
<i>Beyond performance metrics: Examining a decrease in student's physics self-efficacy through a social networks lens</i>	Remy Dou, Eric Brewe, Justyna P. Zwolak, Geoff Potvin, Eric A. Williams e Laird H. Kramer	2016
<i>Gender, experience and self-efficacy in introductory physics</i>	Jayson M. Nissen e Jonathan T. Shemwell	2016
<i>Medidas de autoeficácia discente e métodos ativos de ensino de física: um estudo de caso exploratório</i>	Tobias Espinosa, Felipe Ferreira Selau, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit	2017
<i>Fontes de autoeficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório</i>	Felipe Ferreira Selau, Tobias Espinosa, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit	2018
<i>Understanding the development of interest and self-efficacy in active-learning undergraduate physics courses</i>	Remy Dou, Eric Brewe, Geoff Potvin, Justyna P. Zwolak & Zahra Hazari	2018
<i>Crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente: um estudo de caso com o método Team-Based learning em uma disciplina de Física Básica</i>	Tobias Espinosa, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit	2019
<i>Reducing the gender gap in student's physics self-efficacy in a team an Project-based introductory physics class</i>	Tobias Espinosa, Kelly Miller, Ives Araujo e Eric Mazur	2019
<i>A influência de métodos ativos de ensino na autoeficácia discente sobre aprender Física e</i>	Tobias Espinosa, Ives Solano Araujo, Eliane	2020

<i>trabalhar colaborativamente: um estudo de caso explanatório com o método Team-Based Learning</i>	Angela Veit	
<i>Impact of an active learning physics workshop on secondary student's self-efficacy an ability</i>	Jessie Durk, Ally Davies, Robin Hughes e Lisa Jardine-Wright	2020
<i>Métodos ativos de ensino podem ser entendidos como recursos para o combate à evasão em cursos de Ciências Exatas? Uma análise pautada nas ideias de Vincent Tinto</i>	Kaluti Moraes, Leonardo Heidemann, Tobias Espinosa	2020
<i>Increasing the effectiveness of active learning using deliberate practice: a homework transformation</i>	Kelly Miller, Kristina Callaghan, Logan S. McCarty e Louis Deslauriers	2021
TOTAL		18

Fonte: elaborado pelo autor.

Com um escopo de 18 artigos, analisamos todos os trabalhos para entender e mapear os estudos relacionados à autoeficácia discente em física em consequência da implementação de métodos ativos de ensino. Em virtude disso, procuramos responder as seguintes questões:

- (i) Qual o perfil acadêmico dos artigos que versam sobre os métodos ativos de ensino e o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física?
- (ii) Qual o impacto dos métodos ativos de ensino nos níveis de autoeficácia discente em física?
- (iii) Qual a contribuição dos métodos ativos de ensino na construção do desenvolvimento das crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?

Nas subseções seguintes apresentamos a análise dos artigos, buscando responder as questões citadas anteriormente.

3.3.1 Qual o perfil dos artigos que versam sobre os métodos ativos de ensino e o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física?

Para mapear o perfil da produção acadêmica classificamos os artigos selecionados quanto à natureza (pesquisa empírica ou pesquisa teórica), ano de publicação, país de publicação, nível de ensino (Fundamental, Médio ou Superior), metodologia de pesquisa utilizada (Bibliográfica, Qualitativa, Quantitativa ou Mista), método ativo de ensino implementado e foco de análise.

Quanto à natureza dos trabalhos, foram classificados em: (a) pesquisa empírica (n = 17), pois apresentavam questões de pesquisa, metodologia de pesquisa, análise e resultados referentes aos dados empíricos coletados e (b) reflexão teórica (n = 1) sobre o método ativo IpC apoiado em outros estudos, sejam eles teóricos ou empíricos.

Quanto ao ano de publicação, podemos perceber que o estudo dos métodos ativos atrelados ao desenvolvimento das crenças de autoeficácia é algo recente no ensino de Física, dentro do conjunto de revistas do nosso escopo, tendo seu primeiro trabalho publicado no ano de 2010. Para os demais anos de publicação temos quantidades relativamente semelhantes: para o ano de 2011 não encontramos nenhuma publicação relacionado ao tema; nos anos de 2010, de 2014, de 2017 e 2021 um artigo fora publicado em cada ano; já nos anos de 2012, de 2015, de 2018 e de 2019 dois artigos foram publicados em cada. Por fim, os anos de 2016 e 2020 apresentam três publicações cada. Podemos verificar que os últimos quatro anos correspondem a aproximadamente 44% das publicações.

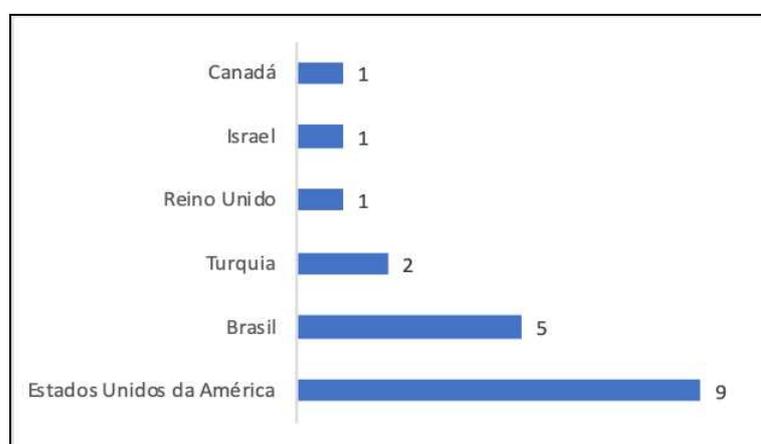
Quanto ao país de publicação, os 18 artigos selecionados expõem pesquisas em seis países diferentes. No gráfico da Figura 17 apresentamos a distribuição dessas publicações de acordo onde as pesquisas foram desenvolvidas. Dentro do nosso escopo, o país que lidera os estudos com os métodos ativos de ensino e o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física é os Estados Unidos da América com 9 artigos (50%). No Brasil, temos 5 artigos publicados (28%), seguido da Turquia, com 2 artigos (11%). Percebemos no gráfico da Figura 17 um total de 19 artigos. Isso ocorre porque em um dos estudos a pesquisa ocorre em duas universidades diferentes em países distintos (Estados Unidos da América e Canadá) e computamos um artigo para cada país.

Podemos verificar que, mesmo com as limitações de escopo da nossa pesquisa, os estudos sobre o impacto dos métodos ativos de ensino e o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física ocorrem em diferentes continentes (Europa, Ásia, América do Sul e América do Norte), não se concentrando em apenas uma região.

Quanto ao nível de ensino, classificamos os trabalhos em: (a) Ensino Fundamental, (b) Ensino Médio e (c) Ensino Superior. Para essa classificação temos

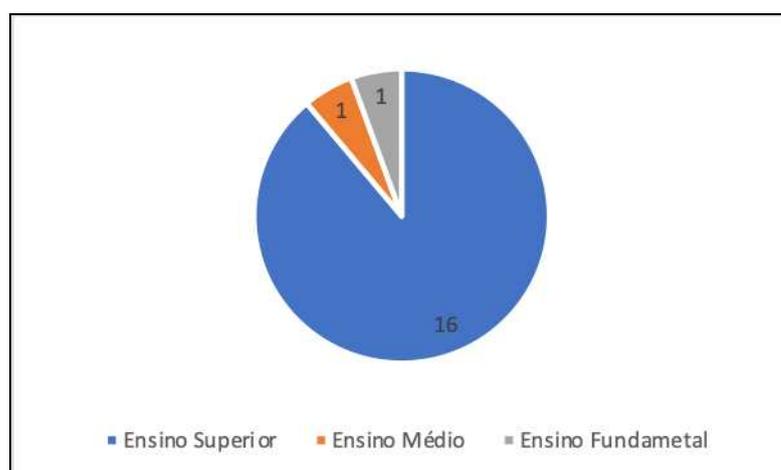
uma ampla concentração voltada ao Ensino Superior ($n = 16$), que engloba estudantes de graduação, pós-graduação e formação de professores, seguida do Ensino Médio e Fundamental ($n = 1$, cada). Essa classificação possibilitou verificar uma importante lacuna na produção sobre o desenvolvimento das crenças de autoeficácia vinculadas as metodologias ativas de ensino voltadas para o Ensino Fundamental ou Médio, reforçando o estudo e análise de Espinosa (2016). A distribuição dos artigos por nível de ensino em que os estudos foram realizados está exposta no gráfico da Figura 18.

Figura 17 - Países onde os artigos analisados foram publicados



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 18 - Distribuição dos artigos quanto ao nível de ensino

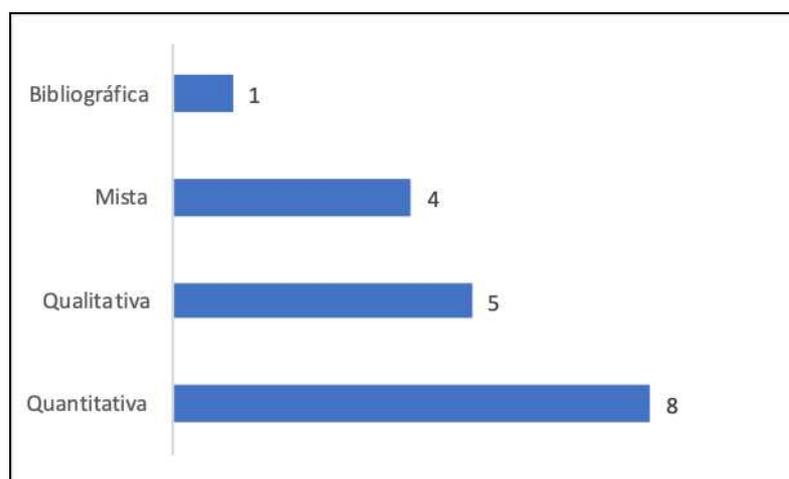


Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto à metodologia de pesquisa abordada nos artigos foi possível classificá-los como: (a) Bibliográfica, (b) Quantitativa, (c) Qualitativa e (d) Mista. Percebemos uma predominância de 44% da metodologia quantitativa ($n = 8$), enquanto a metodologia qualitativa corresponde a 28% dos artigos analisados ($n = 5$).

A maior parte dos estudos realizados ($n = 16$) utiliza questionários como o principal instrumento para a coleta de dados. Conforme destaca Espinosa (2016), os questionários são desenvolvidos através de afirmativas, com opção de resposta desde “concordo plenamente” até “discordo plenamente” ou escalas numeradas que identificam e expressam o nível de autoeficácia que o sujeito acredita possuir para determinadas atividades ou ações. No gráfico da Figura 19 expomos os dados relacionados à metodologia de pesquisa utilizada nesses artigos.

Figura 19 - Distribuição do tipo de metodologia de pesquisa realizada nos artigos

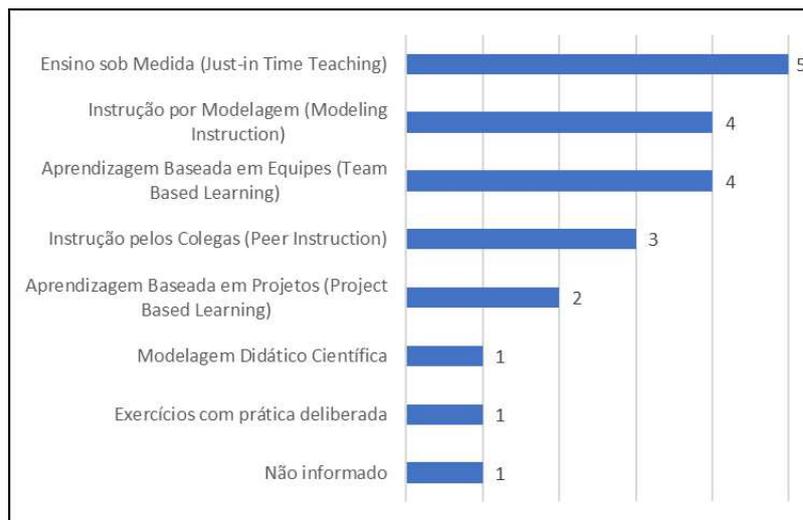


Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto ao método ativo de ensino utilizado nos artigos, temos cinco artigos com o método Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*), seguido por quatro trabalhos com o Instrução por Modelagem (*Modeling Instruction*) e quatro com Aprendizagem Baseada em Equipes (*Team-Based Learning*) e Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) com três. Destacamos também que os métodos Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida foram utilizados em conjunto em um dos artigos, quantificando um artigo para cada método ativo. Em dois artigos, os métodos Ensino sob Medida e Aprendizagem Baseada em Equipes foram utilizados em conjunto,

quantificando um artigo para cada método. No gráfico da Figura 20 exibimos os métodos ativos utilizados nos artigos estudados. No Quadro 5, identificamos os artigos que apresentaram estudos com cada um dos métodos de ensino, enquanto que na Figura 21, apresentamos o foco que cada artigo deu em seu estudo.

Figura 20 - Metodologia ativa de ensino utilizada nos artigos



Fonte: elaborado pelo autor.

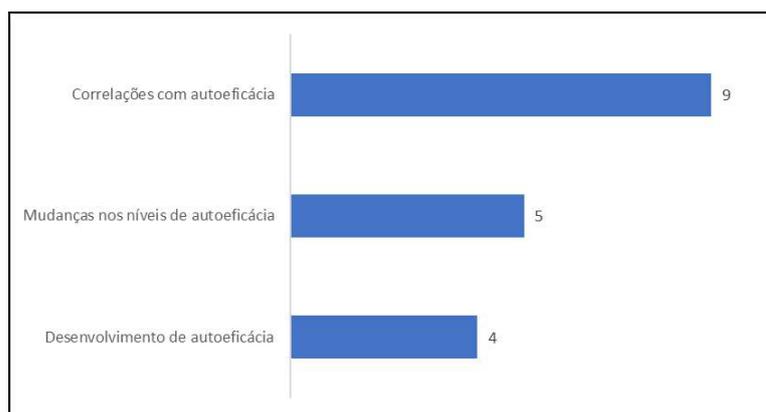
Quadro 5 - Artigos analisados e suas metodologias ativas de ensino

MÉTODO DE ENSINO	NÚMERO DE ARTIGOS	AUTORES
Instrução por Modelagem	4	Sawtelle <i>et. al.</i> (2012); Dou <i>et. al.</i> (2016); Espinosa <i>et. al.</i> (2017); Dou <i>et. al.</i> (2018).
Aprendizagem Baseada em Projetos	2	Çaliskan <i>et. al.</i> (2010); Goldstein (2016).
Aprendizagem Baseada em Equipes	2	Espinosa <i>et al.</i> (2019); Durk <i>et al.</i> (2020).
Aprendizagem Baseada em Equipes e Ensino sob Medida	2	Espinosa; Araujo; Veit, (2019; 2020).
Ensino sob Medida	2	Dowd; Araujo; Mazur (2015); Nissen; Shemwell (2016);
Instrução pelos Colegas	2	Miller <i>et. al.</i> (2014); Miller <i>et. al.</i> (2015).
Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida	1	Moraes; Heidemann; Espinosa (2020).

Modelagem Didático Científica	1	Selau <i>et al.</i> (2018)
Exercícios com prática deliberada	1	Miller <i>et. al.</i> (2021)
Não informado	1	Uçak; Bag (2012)

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 21 - Focos abordados pelos artigos



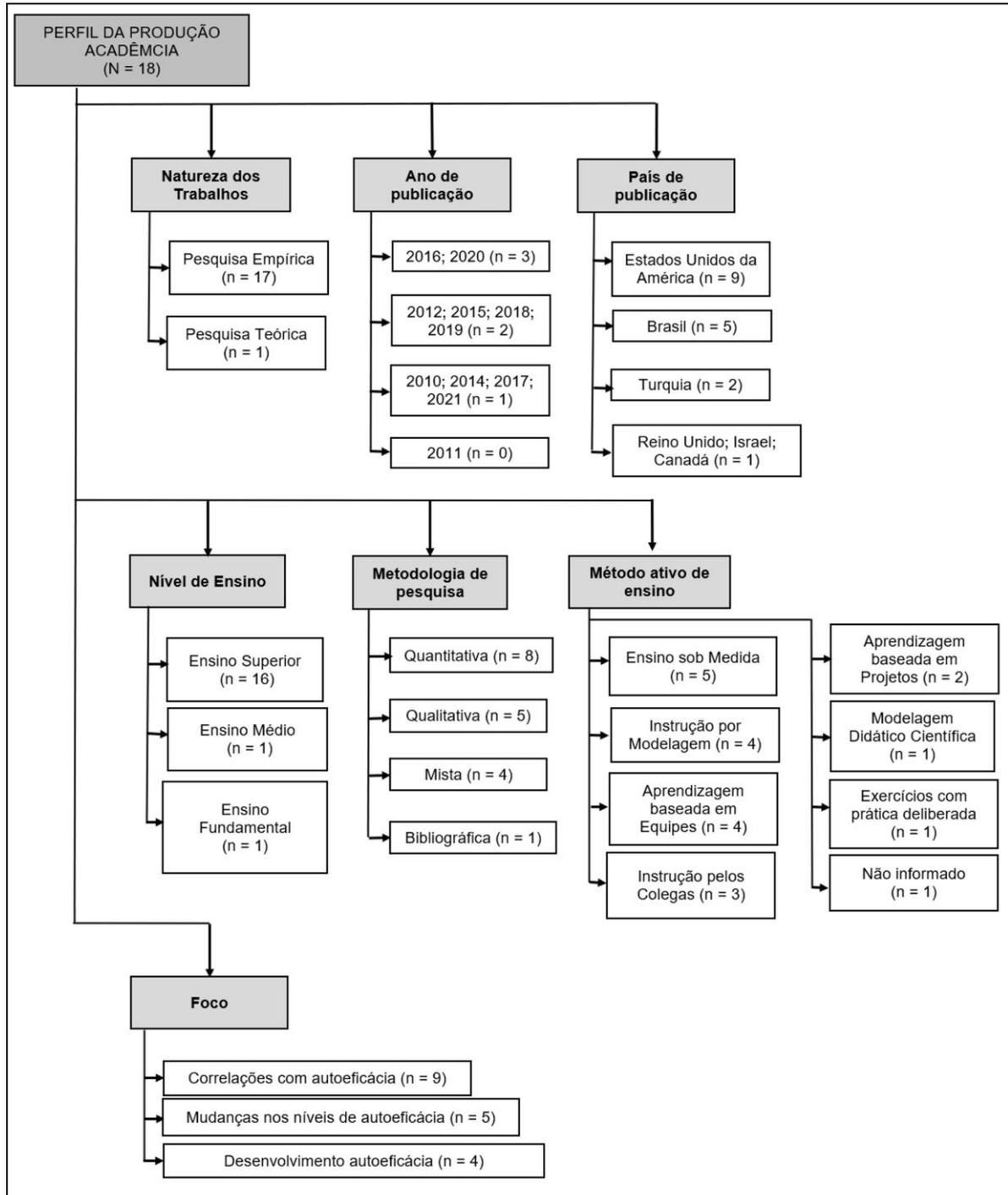
Fonte: elaborado pelo autor.

Realizando a classificação dos 18 artigos estudados integralmente quanto à sua natureza (pesquisa empírica ou pesquisa teórica), ano de publicação, país de publicação, ao nível de ensino (Fundamental, Médio ou Superior), metodologia de pesquisa utilizada (Bibliográfica, Qualitativa, Quantitativa ou Mista), método ativo de ensino utilizado e foco de análise foi possível obter um perfil da produção acadêmica sobre a utilização de métodos ativos de ensino relacionados com crenças de autoeficácia em física. A Figura 22 resume as categorizações adotadas para o desenvolvimento do perfil da produção acadêmica.

Em síntese, os trabalhos relacionados à pesquisa empírica ($n = 17$) são predominantes em nossa revisão. Em relação ao ano de publicação, a maioria dos artigos ($n = 8$) concentra-se nos últimos 4 anos. Quanto ao país, os Estados Unidos da América é o que possui mais publicações ($n = 9$). Quanto ao nível de ensino, percebemos uma lacuna voltada para o estudo das crenças de autoeficácia em consequência dos métodos ativos de ensino nos níveis Fundamental e Médio, predominando os estudos no ensino Superior ($n = 16$). Em relação à metodologia de pesquisa utilizada nos artigos, destaca-se a Quantitativa ($n = 8$). Em relação ao método ativo de ensino abordado, o Instrução por Modelagem e o Ensino sob Medida aparecem em cinco artigos publicados, ficando pouco à frente da Aprendizagem baseada em equipes ($n = 4$). E por fim, quanto aos temas abordados

nos artigos, ou seja, o foco central do estudo, temos nove trabalhos abordando correlação com as crenças de autoeficácia e cinco publicados analisando os níveis de crenças de autoeficácia em física, foco de nosso estudo.

Figura 22 - Síntese do perfil da produção acadêmica dos artigos que relacionam métodos ativos com crenças de autoeficácia em física



Fonte: elaborado pelo autor.

3.3.2 Qual o impacto dos métodos ativos de ensino nos níveis de autoeficácia em física?

No que diz respeito ao impacto no desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física resultante da aplicação de métodos ativos de ensino, constatamos uma predominância de resultados positivos. Apenas dois artigos (DOU *et al.*, 2018; DOU *et al.*, 2016) relatam em sua literatura ou resultados de pesquisa que as crenças de autoeficácia podem diminuir ou não tiveram avanços após a aplicação da metodologia ativa de ensino.

Para Dou *et al.* (2018) houve uma diminuição no interesse e autoeficácia relacionados à Física como decorrência da implementação do método Instrução por Modelagem. De acordo com os autores, os estudantes apresentaram menos confiança para a realização de tarefas relacionados à física, bem como menos interesse em assuntos relacionadas à física, além de mostrarem uma ligeira queda no interesse geral pela Ciência. Isso, de acordo com os autores, se alinha ao fato de os estudantes iniciarem as aulas com excesso de autoeficácia em física, ou expectativas irreais acerca das próprias capacidades. O contato com a aula pode fazer com que o aluno reavalie suas habilidades e as julgue mais baixas no final do semestre.

Em Dou *et al.* (2016) os autores apresentaram que independentemente de gênero, especialização ou etnia, os alunos tinham, em média, sua autoeficácia reduzida em concluir com êxito tarefas relacionadas à Física. Essa análise foi decorrente da implementação do método Instrução por Modelagem e eles sugerem que a diminuição nas crenças de autoeficácia em concluir as tarefas ocorreu pelo tamanho da turma e estrutura de dados, citando como exemplo a manipulação de dados ausentes. Ou ainda, pode refletir uma correção no excesso de confiança dos alunos.

Nos demais artigos deste estudo (ÇALISKAN *et al.*, 2010; SAWTELLE *et al.*, 2012; UÇAK; BAG, 2012; MILLER *et al.*, 2014; MILLER *et al.*, 2015; DOWD; ARAUJO; MAZUR, 2015; NISSEN; SHEMWELL, 2016; GOLDSTEIN, 2016; ESPINOSA *et al.*, 2017; ESPINOSA *et al.*, 2019; MORAES; ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019; 2020; DURK *et al.*, 2020; MORAES; HEIDEMANN; ESPINOSA, 2020; MILLER *et al.*, 2021) os autores mencionaram um impacto positivo dos métodos

ativos de ensino, gerando um aumento nos níveis das crenças de autoeficácia em aprender física, uma correlação positiva com a autoeficácia ou desenvolvimento positivo de fontes de autoeficácia. Na próxima subseção abordaremos alguns desses pontos positivos, buscando relacionar quais características, etapas ou condições, relacionadas ao método de ensino empregado, contribuíram para tais resultados.

3.3.3 Qual a contribuição dos métodos ativos de ensino na construção do desenvolvimento das crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?

Como vimos na seção anterior, a maioria dos artigos ($n = 16$) apresenta um impacto positivo da experiência dos estudantes com métodos ativos de ensino em suas crenças de autoeficácia em física. Apresentamos, na sequência, algumas das principais contribuições da implementação dos métodos que foram destacadas pelos autores como fundamentais para o desenvolvimento da autoeficácia discente em física.

Para Çaliskan, Selçuk e Erol (2010) em decorrência da implementação do método Aprendizagem Baseada em Projetos houve um aumento na crença de autoeficácia em física. Os autores trabalharam com dois grupos (um experimental e outro de controle). O método foi aplicado no grupo experimental, enquanto o grupo de controle recebeu uma instrução mais expositiva e tradicional. Os autores apontam que o grupo experimental obteve um aumento significativo nas crenças de autoeficácia em resolução de problemas, realização de atividades e aplicação de conhecimentos de física comparados ao grupo de controle. Em virtude deste aumento, os autores destacam a participação ativa dos estudantes durante a implementação do método através de perguntas, revisão do material e resolução dos problemas. Para o grupo de controle, os autores indicaram um pequeno decréscimo nos níveis de autoeficácia em física. Para eles, esse índice é atribuído ao método, que não conta com estratégias de resolução dos projetos e ainda, leva à falta de motivação dos alunos, incapacidade de autorrealização e passividade.

De acordo com Goldstein (2016), o uso da metodologia ativa de ensino Aprendizagem baseada em Projetos promoveu uma aprendizagem significativa,

maior autoeficácia e envolvimento dos alunos na aprendizagem durante as aulas; reduziu o medo em relação ao aprendizado de Física, aumentando sua autoeficácia e prazer de aprender. E ainda, fortaleceu as interações interpessoais e interculturais, as quais resultaram em um impacto positivo no clima social da turma.

No estudo de Espinosa *et al.* (2017, p. 8), os autores mencionam, a partir de uma análise da literatura, que em alguns estudos “não há alteração, ou mesmo que há redução, dos níveis de autoeficácia em aprendizagem de Física dos alunos ao trabalharem com métodos ativos de ensino.” Eles indicam que o estudante, ao ter contato com o método ativo pela primeira vez, ressignifica o seu entendimento sobre aprendizagem de Física e atividade experimental. Isso tem implicações na coleta de dados para aferir o impacto de métodos ativos nos níveis de autoeficácia dos estudantes para lidar com as demandas da aprendizagem de física (teórica e experimental). Afinal, nos tradicionais pré e pós-teste o sentido atribuído pelos alunos às ações necessárias para a aprendizagem de física se modificam, o que torna a medida da diferença menos confiável. Os autores mostram que a aplicação de um pré-teste retrospectivo (aplicado após o uso do método ativo, mas onde os alunos avaliam como eram suas crenças antes desse contato) pode ser mais fidedigno no caso em que a experiência com um método ativo é algo novo para os alunos.

No estudo de Selau *et al.* (2018) os autores destacaram que a utilização do método ativo de ensino Episódios de Modelagem contribuiu nas crenças de autoeficácia em aprender física. O objetivo dos autores era verificar a influência do método na ascensão das fontes de autoeficácia. Em relação as atividades experimentais, os autores comentam que não havia dados suficientes para esta análise, porém analisaram a autoeficácia em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Na questão de autoeficácia em aprender física os autores destacam resultados positivos através das experiências pessoais como: planejamento experimental, análise dos dados em sala de aula e apresentação desses resultados, e como persuasão social destacam os comentários da professora na correção dos relatórios feitos pelos estudantes. Quando se trata de trabalhar colaborativamente, os autores destacam o estímulo por parte da professora e do ambiente colaborativo em classe como indícios de persuasão social. As experiências

personais e vicárias destacadas pelos autores encontram-se na prática do trabalho em grupo e na divisão de tarefas.

Para Espinosa, Araujo e Veit (2019) os resultados de seu estudo obtiveram um aumento em decorrência da implementação do método Aprendizagem Baseada em Equipes com elementos do método Ensino sob Medida no senso de autoeficácia dos alunos em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Os autores destacam os principais itens que contribuíram com o aumento dos níveis de autoeficácia em aprender física. Entre as experiências pessoais positivas estão a resolução de problemas de aplicação contextualizados com o cotidiano do aluno, a resolução de questões conceituais e o estudo prévio orientado. Para as experiências vicárias apontam a interação dos alunos em suas equipes. Em persuasão social destacam o incentivo docente e o foco das aulas em conceitos. E por fim, a forma de avaliação como redução de estresse. Para a autoeficácia em trabalhar colaborativamente, apontam o entendimento dos conceitos e conseguir explicar e convencer os colegas como experiências pessoais positivas. E a prática de trabalho em equipe, interação e percepção do erro, como experiências vicárias e redução de estresse.

Discussões com colegas, incentivo docente e interação com a equipe foram elencados como os principais fatores para o aumento das crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente em Espinosa, Araujo e Veit (2020). Em decorrência da implementação do método Aprendizagem baseada em Equipes com elementos do método Ensino sob Medida, os autores destacam uma influência positiva nos níveis de autoeficácia citados. O estudo apresenta os resultados referentes a um aluno que possuía crenças sobre as próprias capacidades abaixo da média da turma. Como resultados, entre os principais fatores citado no início deste parágrafo, os autores destacam as discussões com os colegas, indício de experiências vicárias, como a principal causa da mudança de julgamento das capacidades deste estudante. Os autores apontam este resultado em comparação ao estudo realizado com a turma (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019), onde o principal fator responsável pelos níveis de autoeficácia em aprender física estava concentrado em resolução de problemas contextualizados e questões conceituais.

Com isso, ressaltam a importância das experiências vicárias em estudantes que possuem percepções iniciais muito baixas.

Conforme observamos em nossa revisão, as principais contribuições dos métodos ativos de ensino no desenvolvimento das crenças de autoeficácia estão relacionadas com as fontes de autoeficácia determinadas por Bandura (2008). As fontes podem ser articuladas com elementos práticos que se relacionam com a parte significativa dos métodos ativos, como a resolução de problemas em grupo. Além disso, destaca-se a importância do professor, que independe do método de ensino. A persuasão social realizada por ele pode ter impacto positivo no desenvolvimento da autoeficácia discente com relação a atividades acadêmicas.

Após a análise destes artigos, apesar de alguns trabalhos relatarem uma diminuição nas crenças de autoeficácia, a maior parte apresenta pontos positivos relacionados à implementação de métodos ativos de ensino. Entre esses pontos positivos, se tivéssemos que citar apenas uma característica que mais contribui para o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em física seria o envolvimento dos estudantes em atividades colaborativas. Essa característica possibilita a manifestação de todas as fontes de autoeficácia mencionada por Bandura.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo apresentamos os procedimentos de construção e implementação do produto educacional (Seção 4.1) e a metodologia da pesquisa (Seção 4.2) desenvolvida a fim de avaliar as questões de pesquisa propostas neste trabalho: (i) Qual o impacto da experiência com o método IpC no desempenho dos alunos em testes padronizados sobre corrente elétrica, potência e circuitos elétricos? (Subseção 4.2.1); (ii) Como a experiência com o método afeta o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente? (Subseção 4.2.2); (iii) Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para um método ativo de ensino? (Subseção 4.2.3).

4.1 CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desenvolvido é um material de apoio para professor. Esse material tem como objetivo auxiliar professores de Física a implementar o método IpC no ensino básico, juntamente com a temática de corrente elétrica, potência e circuitos elétricos.

Para a composição deste material, englobamos tarefas de leitura (composta por texto, vídeos e/ou simulações e questões), questões conceituais, problemas numéricos e atividade prática. O desenvolvimento do produto educacional levou em conta as principais concepções alternativas que os alunos possuem a respeito da temática proposta, de acordo com a literatura.

A aplicação deste produto educacional foi realizada em dois módulos (M1 e M2), conforme descrevemos a seguir:

M1: conceitos sobre corrente elétrica, potência, tensão e resistência;

M2: conceitos e concepções sobre circuitos elétricos;

As etapas do planejamento didático para implementação do produto educacional estão apresentadas no Quadro 6. Em cada encontro listado estão caracterizados o tempo do encontro, os conteúdos abordados, quais os resultados de aprendizagem esperados e quais as estratégias que foram utilizadas para atingir esses resultados.

Quadro 6 - Sequência de implementação do método IpC com o produto educacional elaborado

CONTEÚDOS ABORDADOS	RESULTADOS DE APRENDIZAGEM ESPERADOS	ESTRATÉGIAS
1º Encontro – 100 minutos		
- Todos os conteúdos a serem desenvolvidos durante o módulo didático.		- Aplicação do teste SMA inicial; - Aplicação do teste de crenças de autoeficácia inicial; - Envio do Arquivo e link contendo o Texto de apoio e a Tarefa de Leitura (corrente elétrica, potência, resistência, tensão e aparelhos elétricos).
2º Encontro – 50 minutos		
		- Apresentação oral sobre o método Instrução pelos Colegas.
3º Encontro – 100 minutos		
- Corrente elétrica; - Potência elétrica; - Resistência elétrica; - Resistividade; - Tensão elétrica; - Aparelhos elétricos no cotidiano.	- Compreender a corrente elétrica como a quantidade de carga que passa por um ponto por unidade de tempo; - Identificar que a corrente elétrica em geral se deve a elétrons de condução colocados em movimento; - Reconhecer que potência é a taxa de transferência de energia; - Identificar que elétrons perdem energia e não corrente elétrica ao atravessarem um componente resistivo; - Compreender que a resistência é a capacidade que um objeto tem de opor-se à passagem da corrente; - Conhecer a relação entre a corrente elétrica e a diferença de potencial do objeto; - Conhecer a relação entre resistência, resistividade, comprimento e área do objeto.	- Minixposições orais; - Debates e discussões em relação aos conceitos estudados; - Envio do arquivo e link contendo o Texto de apoio e a Tarefa de Leitura (Circuitos elétricos).
4º Encontro – 50 minutos		
- Corrente elétrica; - Potência elétrica;	- Empregar os conceitos trabalhados em problemas numéricos e resolvê-los.	- Apresentação de questões numéricas para serem resolvidas em grupos

- Resistência elétrica; - Resistividade; - Tensão elétrica; - Aparelhos elétricos no cotidiano.		(Relacionados à Tarefa de Leitura 1).
5º Encontro – 100 minutos		
- Circuitos elétricos (série, paralelo e mistos).	- Compreender a relação entre tensão, corrente elétrica, resistência e potência; - Descrever e reconhecer os diversos tipos de circuitos; - Compreender que em circuitos abertos a resistência tende ao infinito e em circuitos fechados (curto-circuito) a resistência tende a 0.	- Problematização inicial com discussão e situações que servem de motivação; - Minixposições orais sobre os conceitos de circuito elétrico; - Discussões e debates em relação aos conceitos estudados; - Envio do arquivo e link contendo o Texto de apoio e a Tarefa de Leitura (Circuitos elétricos).
6º Encontro – 100 minutos		
- Todos os conteúdos abordados.	- Empregar os conceitos trabalhados em problemas numéricos e resolvê-los.	- Resolução de problemas em grupo: Qual lâmpada acende?
7º Encontro – 50 minutos		
- Circuitos elétricos (série, paralelo e mistos).	- Aplicar os conceitos trabalhados em problemas numéricos e resolvê-los.	- Apresentação de questões numéricas para serem resolvidas em grupos (Relacionados a tarefa de leitura 2);
8º Encontro – 100 minutos		
		- Aplicação do teste SMA final; - Aplicação do teste de crenças de autoeficácia final.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Entre as metodologias de pesquisa, optamos pelo estudo de caso na compreensão de Robert Yin (2015), pois expressa uma boa alternativa para guiar pesquisas em que o estudo e seu contexto são inseparáveis e constantemente influenciados por diversos fatores. Como nos destaca Yin, o estudo de caso é uma investigação empírica, que estuda um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, em particular quando os limites entre esse fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. De acordo com os conceitos abordados por Yin (2015), nossa pesquisa engloba um estudo de caso do tipo exploratório,

único e com múltiplas unidades de análises. Exploratório, pois procura obter informações acerca do objeto de interesse, compreender um fenômeno pouco investigado, identificando categorias de observação ou geração de hipóteses para estudos posteriores. Único, por se tratar de um estudo que tem seu foco em apenas uma unidade (um objeto, um fenômeno). Múltiplas unidades de análises se referem ao fato de que analisaremos diversos sujeitos durante a pesquisa através de entrevistas, observações e questionários para coleta e análises dos dados.

A pesquisa de estudo de caso foi aplicada em duas turmas de terceira série do Ensino Médio, em uma escola privada da rede básica de ensino do estado do Rio Grande do Sul. Uma das turmas é composta por 21 estudantes, sendo 16 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. A outra turma é composta por 21 estudantes, sendo 11 do sexo feminino e 10 do sexo masculino. A implementação do método IpC ocorreu em uma das turmas e seus resultados comparados com a outra turma que teve um ensino tradicional, com aulas prioritariamente expositivas.

A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa e quantitativa. Para a coleta de dados de forma qualitativa, Yin (2016, p. 140) sugere alguns métodos com tipos e exemplos ilustrativos, conforme demonstramos no Quadro 7.

Quadro 7 - Métodos de coleta de dados e tipos de dados para pesquisa qualitativa

Método de Coleta de Dados	Tipos de dados ilustrativos	Exemplos de dados específicos
Entrevistas e conversas	Linguagem (verbal e corporal)	A explicação de outra pessoa para algum comportamento ou ação; uma recordação.
Observação	Gestos das pessoas; interações sociais; ações; cenas e ambiente físico	Quantidade e natureza da coordenação entre duas pessoas; organizações espaciais.
Coleta	Conteúdo: documentos pessoais, outros materiais impressos, elementos gráficos, registros arquivais e artefatos físicos	Títulos, textos, datas e cronologias; outras palavras escritas; entradas em um registro arquivado.
Sentimentos	Sensações	Temperatura de um lugar; tempo percebido; interpretação do conforto ou desconforto de outras pessoas.

Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de (YIN, 2016, p. 140).

Abordamos os métodos de coleta específicos para cada questão de pesquisa de nosso estudo nas subseções seguintes, visto que, cada questão aborda conceitos e análises diferentes de acordo com o que pretendemos mensurar.

Para os dados qualitativos, seguimos as orientações de Yin (2016) para análise qualitativa composta por cinco fases: (i) compilação dos dados, (ii) decomposição em partes menores, (iii) reagrupamento por categorias, (iv) interpretação e (v) conclusão. Conforme nos apresenta Yin (2016) A compilação dos dados tem como objetivo organizar os dados qualitativos de forma ordenada antes de iniciar a análise. Para a fase de decomposição o objetivo é separar os dados conforme os conceitos que abordam, natureza, notas, entre outros, podendo ser utilizado códigos que facilitem essa classificação. A terceira fase tem como objetivo a recomposição dos dados, que trata de agrupar esses dados em categorias mais amplas. Ao estabelecer a decomposição da fase anterior, muitas vezes, percebemos que conceitos se assemelham em categorias amplas, podendo ser agrupados de acordo com essas categorias. Na fase de interpretação o objetivo é desenvolver uma interpretação abrangente, levando em conta dados específicos, porém os principais temas serão a base para compreender todo o estudo. Por fim, na conclusão, são as declarações que elevam os resultados da pesquisa em um conceito mais elevado e um conjunto mais amplo de ideias. Ou seja, é nesta fase que tratamos do significado amplo do trabalho.

Nas próximas subseções abordaremos a coleta de dados referente a cada questão de pesquisa de nosso estudo.

4.2.1 Qual o impacto da experiência com o método IpC no desempenho dos alunos em teste padronizado sobre corrente elétrica, potência e circuitos elétricos?

Optamos pela aplicação do teste SMA (ANEXO A) pois ele atende os objetivos de nosso estudo.

Por meio do teste SMA, aplicado antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da intervenção didática, temos indícios da aprendizagem conceitual dos estudantes proveniente da implementação do produto educacional. O teste possui 14 questões de múltipla escolha referente aos conteúdos que foram abordados durante a

implementação do método. Cada pergunta do teste contém três alternativas de resposta, sendo uma delas de acordo com as concepções científicas aceitas e as outras duas de acordo com as principais concepções alternativas pesquisadas. Os estudantes receberam os testes impressos e após sua resolução o material foi recolhido e analisado. Com essa análise de pré e pós testes, conseguimos mensurar e avaliar essas concepções alternativas após a aplicação do método IpC.

Para esta análise de desempenho, verificamos em cada teste, a frequência de respostas corretas por questão. Em seguida, calculamos o ganho normalizado médio, ou ganho de Hake (1998), com o intuito de analisar a influência do IpC no desempenho dos alunos.

4.2.2 Como a experiência com o método afeta o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?

Buscamos através de questionário pré (APÊNDICE B) e pós método (APÊNDICE C), adaptado de Espinosa, Araujo e Veit (2019) analisar como os alunos expressam o seu nível de autoeficácia em física. Para analisar os níveis de autoeficácia, dividimos esse contexto em dois segmentos: (i) análise da autoeficácia em aprender física; (ii) análise da autoeficácia em trabalhar colaborativamente. O questionário possui duas partes, uma com perguntas referentes às atitudes dos alunos em relação à experiência de mudança do método (Subseção 4.2.3) e outra com questões afirmativas onde os discentes expressam seu nível de confiança sobre as crenças de autoeficácia em física.

As perguntas relacionadas aos níveis de autoeficácia foram elaboradas por Espinosa, Araujo e Veit (2019) seguindo as orientações de Bandura (2005) e Pajares e Olaz (2008). Bandura (2005) sugere uma escala de confiança, na qual os discentes expressam sua capacidade em realizar determinada ação. Os discentes avaliam esse grau de confiança registrando um número, conforme a escala descrita a seguir: escala de 0 a 100, sendo 0 referente à “não me considero capaz de”, 50 com “considero-me parcialmente capaz de” e 100 como “Considero-me totalmente capaz de”. Pajares e Olaz (2008) destacam a importância de colocar as informações de forma específica e não abrangente, aplicando questões pontuais com a utilização de conceitos de física em diferentes situações.

Portanto, cada questão do questionário está direcionada a uma ação específica dentro dos eixos da autoeficácia que serão analisados. Cada questão inicia com a afirmação apresentada na escala: “Não me considero capaz de”, “Considero-me parcialmente capaz de” ou “Considero-me totalmente capaz de”, complementada por:

- aplicar um conceito de física em diferentes situações.
- interpretar problemas de física.
- em uma discussão, ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando considero que estou certo.
- em atividades em grupo, encorajar meus colegas a participarem das discussões.

Essas são algumas questões do questionário, sendo as duas primeiras citadas referentes a autoeficácia em aprender física e as duas últimas relativas à autoeficácia em trabalhar colaborativamente.

O questionário pós-método foi avaliado também de forma retrospectiva, onde os discentes realizaram sua autoavaliação levando em consideração como estavam no início da implementação do IpC e como estavam no momento do teste. Essa aplicação retrospectiva é sugerida por Espinosa *et al.* (2017), pois no início da aplicação do método pode haver uma supervalorização, por parte dos alunos, de suas próprias capacidades. Ao aplicarmos o questionário pré-método e pós-método retrospectivo conseguimos verificar se houve essa tendência de supervalorização e os atuais níveis de autoeficácia dos alunos.

Através de entrevistas semiestruturadas (APÊNDICE D), avaliamos como a experiência com o método afeta o desenvolvimento das crenças de autoeficácia dos alunos. As questões da entrevista têm o objetivo de verificar as respostas que os alunos apresentaram no questionário e explorar mais a fundo alguns elementos que possam ser destacados por eles. A entrevista é um momento em que o estudante pode contar suas experiências com o método e como interpretaram as afirmativas do questionário, o que nos permite avaliar as fontes de autoeficácia utilizada pelo aluno. Ainda durante a entrevista, mostramos aos alunos as respostas dadas por eles nas afirmativas do questionário, e pedimos para que identifiquem quais os

fatores ou condições que possam ter influenciado em uma mudança na sua percepção de eficácia pessoal.

Durante o processo de aplicação do método, também analisamos o comportamento dos alunos perante o contexto da aplicação. O que o meio ambiente e as pessoas podem ter influenciado nos níveis de autoeficácia em física dos alunos, o comportamento dos alunos perante alguma situação ou atividade proposta e o que isso afetou no modo de agir dos estudantes. Essa observação vai ao encontro da TSC, onde o meio ambiente, as pessoas e o comportamento influenciam no desenvolvimento das crenças de autoeficácia. Possíveis influências climáticas, estrutura disponível para as aulas serão observadas durante a aplicação, com o intuito de avaliar essas influências nos sentimentos e comportamento dos alunos.

Através destas múltiplas fontes de evidência podemos inferir as principais influências da experiência didática proposta nos níveis de autoeficácia discente em aprender física e trabalhar colaborativamente.

4.2.3 Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para um método ativo de ensino?

Com a aplicação de um questionário (APÊNDICE C) pós-método, procuramos analisar as atitudes¹ dos alunos em relação à experiência da mudança de método (tradicional para o IpC). O questionário corresponde a sete perguntas que foram baseadas em outros estudos desenvolvidos para mensurar a atitude dos alunos em relação a troca de método (MÜLLER *et al.*, 2012; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015; ESPINOSA, 2016). Essa análise nos permitiu verificar o impacto do método IpC nos alunos e quais as etapas do método que mais influenciaram nas atitudes dos alunos.

Assim como na subseção anterior, através de entrevista semiestruturada avaliamos as atitudes dos alunos com a implementação do método IpC, principalmente a opinião dos discentes em relação a troca de método de ensino.

¹ Bandura (2005) refere-se a atitude como um sentimento favorável ou desfavorável que o sujeito tem sobre algo.

5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

Neste capítulo apresentamos um relato sobre as atividades realizadas e como foram os encontros durante a aplicação do material instrucional, via IpC, em uma turma do Ensino Médio de uma escola da rede privada da cidade de Taquara, Rio Grande do Sul, no período de 9 de setembro de 2022 a 14 de outubro do mesmo ano, totalizando 8 encontros.

O estudo foi desenvolvido em duas turmas da terceira série do ensino médio, no turno da manhã, na disciplina de Física. Em uma das turmas, composta por 21 alunos, sendo cinco do sexo masculino e 16 do sexo feminino, foi utilizado o método IpC. Na outra turma, composta por 18 alunos, sendo nove do sexo masculino e nove do sexo feminino, foi utilizado o método exclusivamente tradicional de ensino².

A disciplina possui três períodos de 50 minutos semanais e os tópicos que foram abordados neste estudo foram: corrente elétrica, potência elétrica, tensão, resistores e circuitos elétricos. Importante destacar que antes de qualquer aplicação do método IpC os alunos foram informados da proposta e levaram um Termo de Consentimento Informado e Esclarecido (APÊNDICE E) para assinatura de um responsável.

5.1 RELATO DAS ATIVIDADES E ENCONTROS COM O MÉTODO IPC

Para a implementação do material elaborado, utilizou-se dos principais fundamentos e práticas do método IpC. Os relatos e etapas desenvolvidas estão divididas conforme os encontros realizados e sequência apresentada na Seção 4.1. Na presente seção, optou-se pelo emprego da primeira pessoa do singular em detrimento da primeira pessoa do plural, tradicionalmente utilizada. Tal escolha se deve à natureza pessoal do relato dos encontros vivenciados pelo professor-pesquisador responsável pela presente dissertação.

² Aulas exclusivamente expositivas e dialogadas com a utilização do quadro. Os alunos copiavam o conteúdo e realizavam exercícios numéricos durante as aulas. O professor explicou os conceitos no quadro sem a utilização de vídeos ou textos de apoio.

5.1.1 Primeiro encontro

No primeiro encontro os estudantes responderam ao questionário de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente (APÊNDICE B) e ao teste padronizado sobre corrente elétrica e potência em circuitos (ANEXO A). Entreguei os testes padronizados para os alunos e assim que receberam houve reclamações sobre as questões e que não sabiam do conteúdo. Procurei tranquilizá-los quanto às respostas e que eles deveriam responder conforme achavam correto analisando cada circuito. Como não conheciam as partes de um circuito, expliquei brevemente qual a finalidade de um resistor, de um capacitor e de uma fonte. Os alunos tiveram dificuldades para a realização do teste padronizado. Os alunos foram devidamente informados de que o teste se referia especificamente às lâmpadas de LED, mais comumente encontradas em lojas locais, não se comportam da mesma forma em se tratando do brilho.

Foi nítido que alguns alunos não estavam nem sequer lendo as questões e estavam assinalando as respostas ao acaso, pois dois alunos entregaram o teste em menos de 10 minutos. Porém havia discentes que estavam concentrados e determinados a entender e responder corretamente (de acordo com suas concepções) as questões. Assim que os alunos foram terminando o teste padronizado foi-lhes entregue o teste sobre a Autoeficácia. Alguns alunos associaram seus índices com o conteúdo do teste padronizado, mesmo não sendo este o intuito. Ou seja, os alunos utilizaram o teste padronizado como parâmetro para indicar seus níveis de autoeficácia e como era o primeiro contato que eles estavam tendo com o conteúdo, isso pode ter influenciado o nível de autoeficácia em aprender física apontado pelos alunos. Ao verificar que os estudantes estavam utilizando suas percepções sobre o teste padronizado para responder seus níveis de autoeficácia expliquei e pedi para que relacionassem com o quanto se sentiam capazes de aprender física tendo em vista toda sua experiência na educação básica. Abordaremos alguns desses comentários nos resultados (Capítulo 6).

Ao final deste encontro enviei, via plataforma *Google Classroom*, o *link* para a Tarefa de Leitura 1 (TL1), com uma semana de antecedência para que os alunos lessem o material e respondessem o questionário em até 24 horas antes da aula. Foi enfatizada aos alunos a relevância de fornecer respostas críticas e

argumentativas, independentemente de estarem corretas ou não. Foi estabelecido um sistema de pontuação baseado na participação e argumentação na entrega do questionário. Questões que apresentam argumentos bem fundamentados e respostas críticas recebem 2 pontos, enquanto respostas superficiais sem argumentação recebem 1 ponto. Alunos que não responderam ao questionário, 0 pontos. Nas Figura 23 e 24 apresentamos um recorte da TL1 e alguns exemplos de perguntas abordadas no questionário, respectivamente.

Figura 23 - Recorte da Tarefa de Leitura 1

2. Corrente Elétrica

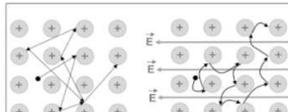
Vamos supor um carregador de celular, se conectarmos o carregador em uma tomada, teremos uma diferença de potencial. Se temos uma diferença de potencial entre dois pontos, teremos também um campo elétrico. Como vimos em estudos anteriores, quando temos um campo elétrico e cargas elétricas nesse campo, temos uma força de interação elétrica (FIGURA 1). Essa força provocará um movimento das cargas elétricas negativas em direção ao polo positivo da fonte, fazendo com que os elétrons se desloquem de forma ordenada, ou seja, passará a existir uma corrente elétrica.

► Importante

O termo "corrente elétrica" advém de uma antiga concepção (e errônea) de que a eletricidade age como um fluido, que poderia ser canalizada por condutores, semelhante à água corrente canalizada. Apesar de nomenclaturas semelhantes, elas possuem características diferentes uma da outra. Enquanto na água encanada o que movimenta é o líquido e qualquer partícula



Figura 1: Direção do campo elétrico e da força elétrica em um circuito.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 23 - Exemplo de questões abordadas no formulário da TL1

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade? *

Texto de resposta longa

Os quatro fios apresentados são feitos de metal. Ordene em sequência decrescente as correntes elétricas de "a" até "d". *



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: elaborado pelo autor.

Eu informei aos alunos que, caso tivessem quaisquer dúvidas durante a leitura, deveriam entrar em contato por meio da plataforma ou expressá-las ao responder o questionário. Posteriormente, recebi perguntas diretamente no questionário, e nenhum aluno contactou-me previamente para esclarecer suas dúvidas antes de responder às questões por meio da plataforma.

Após analisar as respostas dos alunos (n = 17) referentes à Tarefa de Leitura, preparei uma exposição breve com o intuito de abordar as principais dificuldades apresentadas pelos discentes. Essa exposição foi apresentada durante o terceiro encontro.

5.1.2 Segundo encontro

No segundo encontro foi realizada uma apresentação do método para a turma. Este encontro foi importante, pois foi o primeiro contato com as informações de como o método funcionaria.

Apresentei a importância de uma metodologia ativa de ensino e de o aluno ser o corresponsável pela sua aprendizagem. Enquanto explicava algumas formas de métodos ativos, percebia a empolgação deles em ter uma participação mais ativa em sala de aula.

Após uma explicação geral, abordei as etapas do método IpC e expliquei que esse seria o método que iríamos utilizar. A próxima etapa abordada foi uma simulação com alguns testes conceituais de conteúdos que eles já tiveram durante o ano. Distribuí os cartões *Plickers* para cada aluno, porém eles não compreenderam sua finalidade. Ao projetar a primeira questão e solicitar que votassem, expliquei-lhes o funcionamento do sistema, esclarecendo que deveriam girar o código de acordo com a alternativa de resposta escolhida. Assim que todos escolheram uma das respostas, posicionei o meu telefone com a câmera voltada para os códigos *Plickers* dos alunos e imediatamente os nomes deles foram assinalando como verificados na projeção. A empolgação com a ferramenta foi imensa e todos comentaram que foi “revolucionário”.

Após ler o código de todos os alunos, verifiquei que as respostas ficaram entre 30% e 70%. De acordo com o IpC, esse índice indica que os alunos discutam em grupos. Montei os grupos conforme as respostas de cada um, já que eu estava

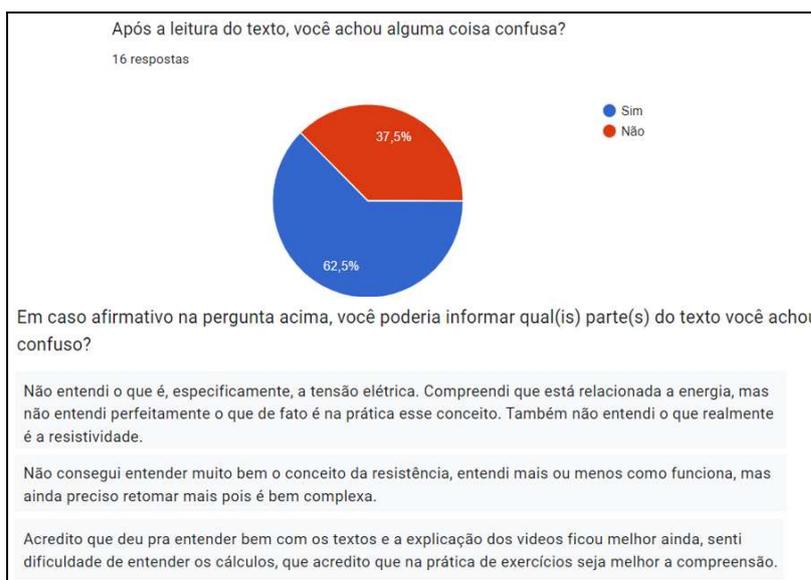
vendo-as no celular e dei um tempo para eles discutirem e argumentarem suas escolhas. Alguns alunos não gostaram e verbalizaram que não precisavam sair e montar grupos para verificar a resposta, mesmo assim, levantaram e fizeram a etapa. O método seguiu normalmente com mais questões conceituais sendo expostas para os alunos. Ao final da aula eles deram o retorno de que adoraram o método e estavam empolgados para realizá-lo na próxima aula.

Portanto, os alunos ficaram animados em participar de um novo método de ensino, principalmente onde eles poderiam ter uma participação mais ativa nas aulas. Através deste primeiro contato com o IpC expliquei as diretrizes e avaliações participativas que ocorreriam ao longo da aplicação.

5.1.3 Terceiro encontro

No terceiro encontro os alunos tiveram o primeiro contato ativo com o método IpC. Através do *feedback* dos alunos realizados pelo questionário (FIGURA 25), foi abordado de forma oral e breve os conceitos relacionados à TL1 e as dúvidas pontuais dos alunos.

Figura 24 - Feedback dos alunos após a TL1



Fonte: elaborado pelo autor.

Os materiais abordados nesse encontro como as exposições breves encontram-se no APÊNDICE F, assim como os testes conceituais no APÊNDICE G desse trabalho.

Comecei a aula explicando os conceitos relacionados a corrente elétrica e esclarecendo as dúvidas dos alunos (tanto as dúvidas colocadas no questionário quanto as que surgiram em sala de aula). Conforme etapas de aplicação do IpC, após breves exposições orais de conceitos, deve-se intercalar com questões relativas a este mesmo conceito abordado.

Dando sequência ao método, projetei os testes conceituais referentes aos conceitos de corrente elétrica. Assim que as questões começaram a ser apresentadas, as dúvidas surgiram imediatamente. Nas questões que envolviam a etapa de discussão com os colegas (conforme mostrado na Figura 27), houve diversas reclamações por parte dos alunos em relação à necessidade de formar grupos para debater, além do desejo de saber a resposta correta imediatamente. Mesmo assim, todas as etapas do método foram seguidas. Após avançar com um nível de acerto acima de 70% sobre o conceito de corrente elétrica, repetimos a sequência (exposição breve + questões intercaladas) para tensão, resistência e potência. As maiores dúvidas dos alunos estavam relacionadas com os conceitos de resistência e ficamos em torno de 15 minutos com exposição oral e dúvidas.

Figura 25 - Exemplo de questão abordada no formulário com algumas respostas dos alunos

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

16 respostas

concordo, a bateria armazena energia por meio de um eletrólito que dispersa o cátodo e o ânodo, quando a bateria é conectada a algum meio de circuito, os elétrons saem do ânodo e o oxidam

Discordo, porque a bateria não fornece elétrons, ela serve de "passagem" para eles pois possui um polo positivo e outro negativo. A partir disso, os elétrons seguem o sentido real do fluxo, ou seja, do polo negativo para o positivo.

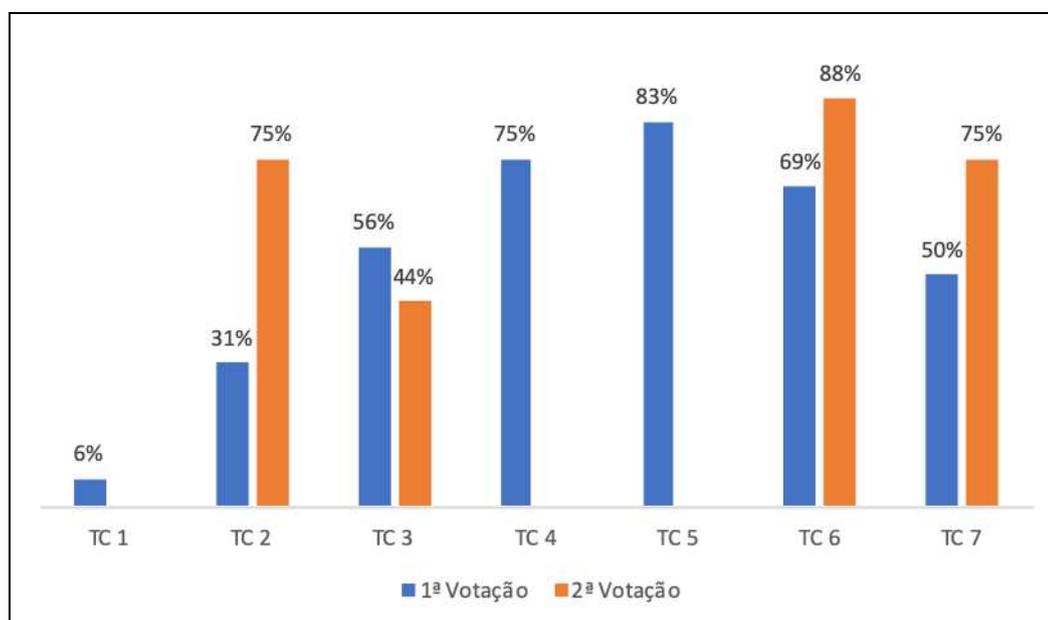
Eu concordo, pois a pilha ou bateria fornece elétrons para um circuito elétrico. Apesar de os fios/cabos que realizam o "transporte" dessa corrente estarem carregados de elétrons, e quando esses elétrons liberados pela bateria se encontram com os elétrons dos fios há uma troca entre eles, gerando então uma corrente elétrica. Dentro desse circuito, o polo negativo libera elétrons que passam pelo circuito até chegarem no polo positivo da pilha.

Fonte: elaborado pelo autor.

Durante as discussões com os colegas, alguns alunos relataram não gostar da etapa, pois estavam convergindo suas respostas corretas para uma resposta errada. Neste momento abordei a importância de elaborar um argumento convincente e crítico acerca da alternativa de resposta escolhida e induzir que os colegas acreditem naquele pensamento e concepção do fenômeno em questão. Afinal, em um método ativo de ensino, precisamos saber pontuar e dialogar ativamente com os colegas e professores. Ao final do encontro abordei todas as questões do formulário sobre a TL1, trazendo algumas respostas dos alunos, mas sem identificá-los. Na Figura 26 apresentamos uma dessas questões e respostas dos alunos.

Ao todo foram aplicados sete testes conceituais, considerando as quatro divisões estipuladas (corrente elétrica, tensão, resistência e potência). O gráfico com os percentuais de acertos de cada questão encontra-se na Figura 27.

Figura 26 - Índices percentuais de acertos para cada questão do Teste Conceitual 1



Fonte: elaborado pelo autor.

Podemos verificar, de acordo com o gráfico, que apenas uma questão ficou abaixo dos 30% de acertos na primeira votação. Duas questões ficaram com índices percentual de acertos acima de 70% na primeira votação. Enquanto quatro questões tiveram a etapa de discussão entre os colegas e conseqüentemente a segunda

votação. Este é um dado importante, visto que a etapa de discussão com os colegas é o ponto central do método. Após a discussão com os colegas três dessas questões convergiram para um índice de respostas acima de 70%, o que é um resultado positivo e está de acordo com os resultados encontrados na literatura abordada (e.g., MÜLLER *et al.*, 2017; MILLER *et al.*, 2015; MAZUR, 2015; OLIVEIRA, 2012). Outro ponto positivo que podemos destacar é a participação dos estudantes durante a aula. A participação e interesse no conteúdo foi perceptível frente ao método tradicional de ensino. Saliento que retomei e esclareci todas as questões para a turma após passarem pelas etapas do método, assim os alunos que tiveram dificuldades de assimilar ou mesmo não entenderam, puderam ter um parâmetro sobre a resposta correta. Na Figura 28 apresentamos um dos momentos de votação com o *Plickers* realizado pela turma.

Figura 27 - Momento de votação da resposta aos testes conceituais



Fonte: elaborado pelo autor.

Neste dia de aplicação do IpC tivemos cinco alunos faltantes, totalizando 16 alunos para a análise. Um ponto importante a se ressaltar é o fato de que três alunos presentes na aula não haviam lido a TL1 e estavam “perdidos” no conteúdo, assim como dos cinco alunos faltantes, três deles leram e responderam o formulário da TL1. Ao final do encontro sinalizei a disponibilidade de acesso para a Tarefa de Leitura 2 (TL2) que aborda os conceitos de circuitos elétricos e associação de resistores, juntamente com o questionário para que os alunos pudessem responder em até 24 horas antes do encontro. Novamente foi ressaltado a importância da

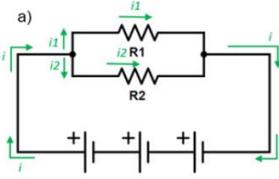
argumentação ao responder as questões e as pontuações, conforme a fundamentação das respostas. Na Figura 29 e 30 apresentamos um recorte da TL2 e alguns exemplos de perguntas abordadas no questionário, respectivamente.

Figura 28 - Recorte da Tarefa de Leitura 2

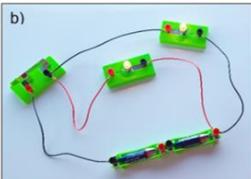
👤 3.2. Associação em Paralelo

Em decorrência da leitura até agora, podemos nos perguntar: **por qual razão quando queima alguma lâmpada em casa, nada acontece com as demais?** Diferente das ligações em série, circuitos residenciais apresentam mais de um caminho para a corrente elétrica, ocasionando uma associação em paralelo.

Dois ou mais resistores constituem uma associação em paralelo quando estão ligados de modo que a ddp entre seus terminais é a mesma. Ou seja, em circuitos elétricos associados em paralelo existem divisões, o que gera caminhos diferentes para o fluxo de elétrons. Diferente da associação em série, quando temos uma associação em paralelo e alguns dos componentes falhar, o fluxo de elétrons não fica suspenso, pois existem outras divisões por onde esse fluxo poderá passar.



a)



b)

Figura 14: Diagrama (a) e circuito real (b) com associação de resistores em paralelo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 29 - Exemplo de questões abordadas no formulário da TL2

*

Se os elétrons já estão presentes no condutor, de onde se originam os elétrons que produzem o choque elétrico quando você se encosta em um condutor eletrizado?

Texto de resposta longa

⋮

*

Quanto maior o número de cabines em funcionamento de um posto de pedágio, menor será a resistência enfrentada pelos carros em passar pelo pedágio. De que maneira isso se assemelha ao que ocorre quando mais ramos são adicionados, em paralelo, a um circuito?

Texto de resposta longa

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim como ocorreu na TL1, qualquer dúvida que os alunos tivessem ao realizar a leitura, eles poderiam entrar em contato através da plataforma ou expressá-las ao responder o questionário. Novamente recebi dúvidas apenas pelo questionário, nenhum aluno fez contato sobre dúvidas antes de responder as questões através da plataforma.

Conforme o método, após analisar as respostas dos alunos ($n = 17$) à respectiva Tarefa de Leitura, preparei uma nova exposição breve com o intuito de abordar as principais dificuldades apresentadas pelos discentes. Essa exposição foi apresentada durante o quinto encontro.

5.1.4 Quarto encontro

Para o quarto encontro, a turma foi dividida em grupos de três ou quatro alunos para a resolução de problemas numéricos relacionados à TL1. Para esta atividade, os alunos demonstraram que estavam com alguns conceitos bem definidos e assimilados, mas apresentaram algumas dificuldades em interpretar o que estava nos enunciados e relacionar com as equações dispostas.

Entreguei as folhas com as resoluções de problemas para cada integrante do grupo (APÊNDICE H). O intuito das questões era abordar os conceitos na forma numérica, com equações e, principalmente, com a participação ativa dos integrantes do grupo. Durante a atividade tive que explicar alguns conceitos e esclarecer algumas dúvidas, principalmente sobre as finalidades dos resistores e exemplos de resistores, que ainda não estavam tão claras para os estudantes.

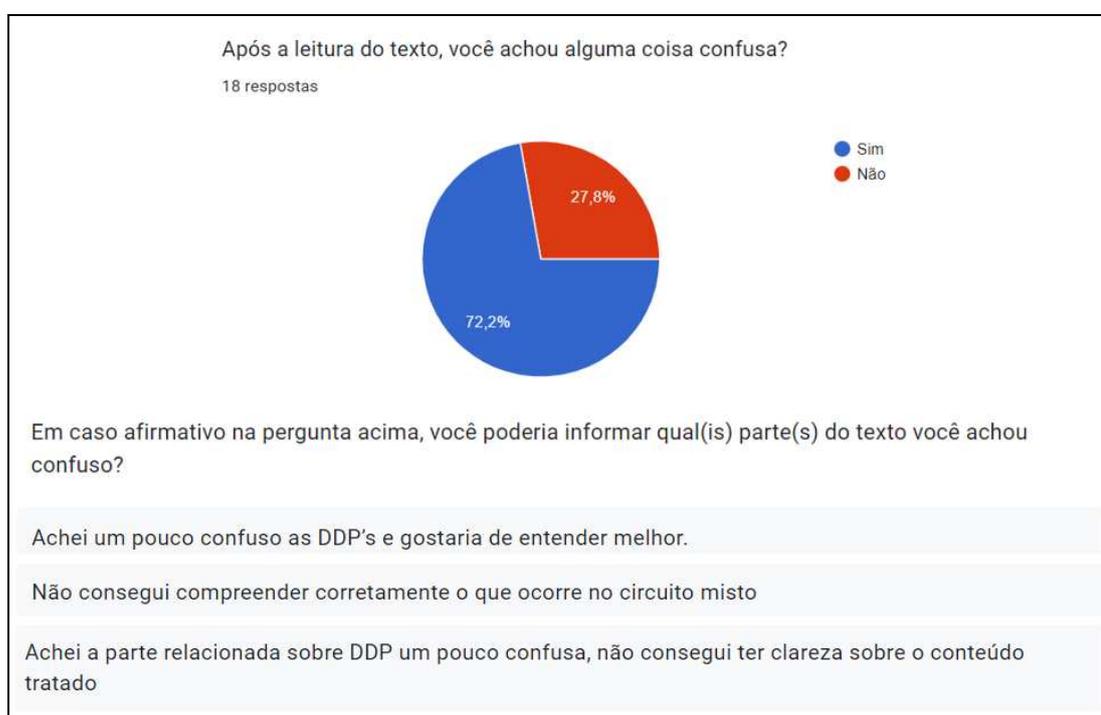
O encontro teve uma boa troca de conhecimento entre os integrantes do grupo, assim como entre os próprios grupos, que estavam realmente interessados em entender o conceito e não copiar as respostas dos colegas. Acredito que foi uma experiência interessante para os alunos relacionando conceitos e equações com os fenômenos físicos.

5.1.5 Quinto encontro

O quinto encontro ocorreu após duas semanas de realizado o quarto encontro. Isso se deve ao fato de um feriado e algumas programações internas da

escola. Devido a esta lacuna, foram necessários alguns minutos a mais nas exposições orais, pois grande parte dos alunos leram e responderam a TL2 no prazo pré-determinado e não retomaram a leitura após essas duas semanas. No quinto encontro tivemos a aplicação do IpC relativo à TL2. Através do *feedback* dos alunos realizados pelo questionário (FIGURA 31), abordei de forma oral e breve os conceitos principais e as dúvidas pontuais dos alunos.

Figura 30 - Feedback dos alunos após a TL2



Fonte: elaborado pelo autor.

Realizei uma breve abordagem acerca das dúvidas e conceitos relacionados a circuitos e associação de resistores, seguida pela apresentação das questões conceituais. Embora estivesse separado na Tarefa de Leitura 2, durante a aula expositiva apresentei os conceitos de circuitos e associação de resistores em uma única exposição oral, seguida pela projeção das questões do teste conceitual.

Os materiais abordados nesse encontro como as exposições breves encontram-se no APÊNDICE F, assim como os testes conceituais no APÊNDICE G desse trabalho.

Durante os testes conceituais foram esclarecidas dúvidas e concepções que os alunos tinham a respeito de como funciona um circuito. A principal concepção

abordada foi a concepção alternativa 3 (Seção 3.1.2). Essa concepção traz que a corrente se desgasta ao passar por obstáculos no circuito. Com o intuito de esclarecer para os alunos, expliquei a importância de se analisar o circuito como um todo, afinal, ele é um sistema e todos os componentes inseridos nele afetam a corrente. Em seguida, foram aplicados os testes conceituais seguindo o método IpC, de acordo com suas especificações, até a finalização da última questão relacionada ao conteúdo.

Ao final do encontro foi abordado todas as questões do formulário sobre a TL2, trazendo algumas respostas de cada um dos alunos, mas sem identificá-los. Na Figura 32 apresentamos uma dessas questões e respostas dos alunos.

Figura 31 - Exemplo de questão abordada no formulário com algumas respostas dos alunos

Quanto maior o número de cabines em funcionamento de um posto de pedágio, menor será a resistência enfrentada pelos carros em passar pelo pedágio. De que maneira isso se assemelha ao que ocorre quando mais ramos são adicionados, em paralelo, a um circuito?

18 respostas

Essa semelhança ocorre, pois em um circuito paralelo temos mais "caminhos" para a corrente passar então sua resistência fica menor. Então a corrente não enfrenta tantos "obstáculos" para passar pois tem mais liberdade de escolha.

A resistência diminui também

pois quanto mais ramos colocarmos, menor será a resistência geral que o circuito terá que suportar

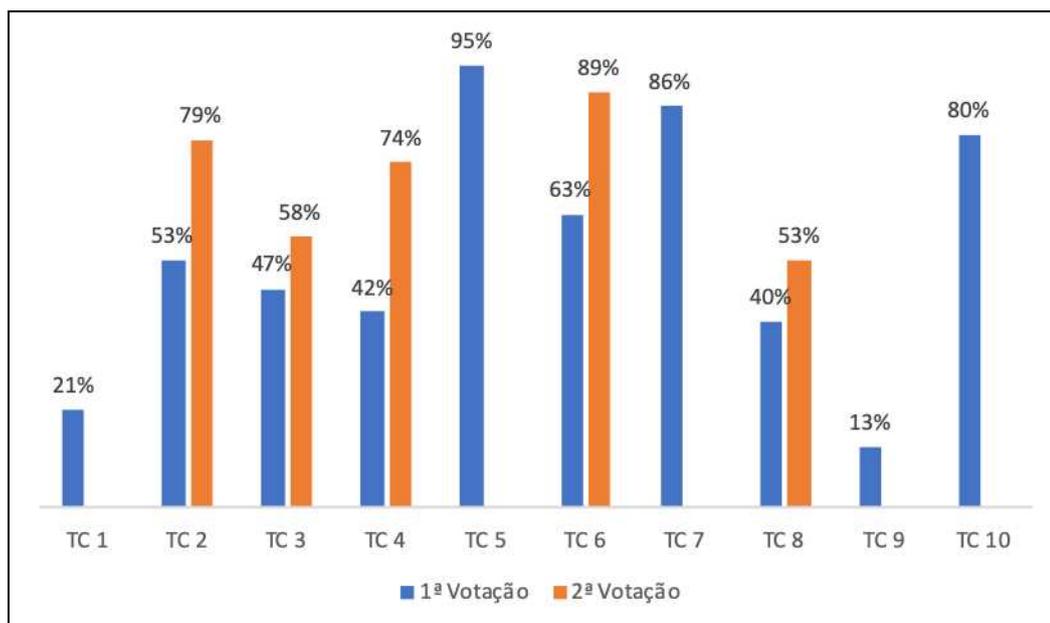
Fonte: elaborado pelo autor.

Neste encontro foram realizadas dez questões conceituais com os alunos. O gráfico com os percentuais de acertos de cada questão encontra-se na Figura 33. Assim como ocorreu ao ministrar as exposições e testes conceituais sobre a TL1, retomei e esclareci todas as questões da TL2 para a turma após passarem pelas etapas do método, assim os alunos que tiveram dificuldades de assimilar ou mesmo não entenderam, puderam ter um parâmetro sobre a resposta correta.

Durante esse encontro duas questões (20%) não atingiram o percentual mínimo de acerto, enquanto três questões (30%) ficaram com índices acima de 70%. As demais questões (50%) tiveram a etapa de discussão com os colegas. Como mencionado anteriormente, a etapa de discussão com os colegas é o ponto central

do método IpC e nesse encontro ficamos com 50% das questões com esta etapa. Não é um índice alto, porém podemos destacar que todas as questões que tiveram na segunda votação um índice maior de acertos, sendo que em três delas (60%) os percentuais foram acima de 70%.

Figura 32 - Índices de acertos para cada questão do Teste Conceitual 2



Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.6 Sexto encontro

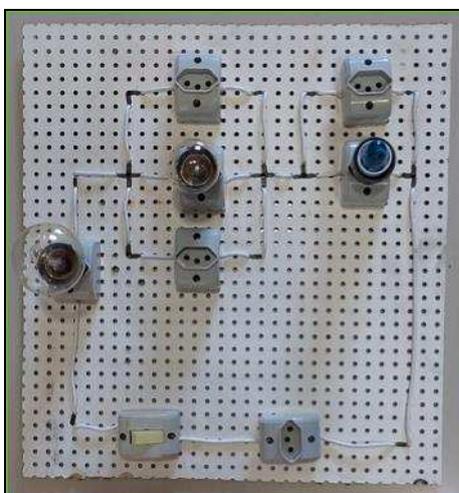
Para o sexto encontro foi programado uma atividade prática intitulada “Qual lâmpada acende?” O objetivo da atividade, adaptada de Silva (2011), é relacionar os conceitos aprendidos durante as aulas com atividades práticas e cálculos numéricos. Este sexto encontro ocorreu uma semana após o quinto encontro devido ao calendário interno da escola.

Primeiramente apresentei um circuito em série com algumas lâmpadas com potências diferentes (7 W, 15 W e 60 W). O objetivo da atividade era interpretar esse circuito, desenvolver equações (se necessário) e identificar as lâmpadas que acendem no circuito. Assim como o teste padronizado foi realizado com exemplos de lâmpadas incandescentes, utilizamos essas lâmpadas para a realização da atividade. Com as lâmpadas incandescentes, conseguimos visualizar o filamento enrubescido da lâmpada para determinada intensidade de corrente elétrica. Para

esta primeira etapa, apresentei e desenvolvi as equações sobre as potências dissipadas por cada lâmpada juntamente com os alunos e identificamos juntos as lâmpadas que acendiam (no caso, todas). De posse de algumas informações como as potências nominais de cada lâmpada, a tensão da rede (220 V), determinamos a corrente elétrica no circuito e a resistência de cada lâmpada. De posse dessas informações apresentei que cada lâmpada, com a corrente elétrica presente no circuito, acende com aproximadamente 100% de sua potência nominal. Ou seja, todas as lâmpadas acendem nesse circuito.

No segundo momento, apresentei um circuito que foi montado com lâmpadas em paralelo. Os alunos debateram em grupos e de forma conceitual alguns conseguiram identificar o seu funcionamento, porém não estavam conseguindo determinar se as lâmpadas acenderiam ou não. Através de cálculos, utilizando as equações apresentadas nas Tarefas de Leitura, os alunos determinaram a corrente elétrica em cada parte do circuito e as resistências de cada lâmpada (eram as mesmas já calculadas anteriormente). Com os dados em mãos, calcularam a potência real de cada lâmpada. Expliquei que se a potência calculada for em torno de 10% ou menos da potência nominal da lâmpada, ela não irá acender. Se ficar de 10% a 40%, somente o filamento ficará enrubescido. Acima de 45% para considerar que a lâmpada acendeu. Precisei auxiliar os alunos diversas vezes com relação ao procedimento para calcular essas informações, mas no final todos os grupos conseguiram identificar as lâmpadas que acendem no circuito.

Figura 33 - Exemplo de configuração de circuito elétrico realizado com a turma



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a terceira e quarta atividade montei dois circuitos de forma mista, diferentes um do outro. Os alunos fizeram os mesmos passos da atividade anterior. Primeiro tentaram determinar de forma conceitual e depois aplicar a análise numérica. Os alunos tiveram mais facilidade em calcular, porém precisei auxiliá-los na interpretação conceitual do circuito, explicando principalmente que em um circuito misto, um número maior de lâmpadas, não necessariamente indica em uma resistência maior. Com um auxiliando o outro e debatendo sobre suas descobertas, realizaram com êxito as atividades. Consegui identificar uma certa alegria nos alunos em relacionar equações com conceitos e visualizar suas respostas no circuito prático (acender ou não a lâmpada). Alguns relatos positivos surgiram durante os testes e avaliações que ocorreram no final da aplicação do método, os quais serão apresentados na seção de resultados. Na Figura 34 dispomos do exemplo do circuito em série realizado com os alunos. Demais disposições dos circuitos podem ser encontrados no trabalho de Silva (2011).

5.1.7 Sétimo encontro

Para o sétimo encontro, a turma novamente foi dividida em grupos de três ou quatro alunos para a resolução de problemas numéricos relacionados à TL2. Cada integrante do grupo recebeu uma folha da atividade, onde os alunos interpretaram circuitos de diferentes disposições (paralelo, série e misto) e relacionaram os diversos conceitos e equações abordadas durante as últimas semanas.

Expliquei novamente todas as concepções científicas (Seção 3.1.2) durante os exercícios, com isso os alunos ficaram mais seguros ao resolver as questões. Novamente os debates entre os integrantes dos grupos foram um ponto positivo, assim como algumas trocas de conceitos entre os grupos.

Com os conceitos sobre circuitos todos abordados, os alunos conseguiram realizar as atividades até o fim do encontro. Os problemas numéricos abordados neste encontro encontram-se no APÊNDICE H.

5.1.8 Oitavo encontro

No oitavo encontro foi aplicado os testes de Autoeficácia Retrospectivo/Atual e o teste sobre o método IpC (APÊNDICE C) e o teste padronizado sobre corrente elétrica e potências (ANEXO A).

Após dar as diretrizes sobre os testes, fiquei acompanhando os alunos responderem, sem intervir nas respostas de cada um. Expliquei a diferença entre os testes retrospectivo e atual e a importância de analisar o que cada etapa do método contribuiu para a aprendizagem deles.

O oitavo encontro foi o último a ser realizado para o acompanhamento deste estudo. Tínhamos como objetivo ter mais dois encontros para a confecção de um circuito na prática, feito pelos alunos, mas frente às programações internas que ocorreram na escola não tivemos tempo de realizá-los.

5.2 RELATO DAS ATIVIDADES E ENCONTROS COM O MÉTODO TRADICIONAL

Optamos por descrever de forma resumida os encontros realizados com o método tradicional, pois não é o foco principal do nosso trabalho. Essa descrição servirá apenas para fins de comparação com a turma que utilizou o método IpC. Nesta seção, escolhemos novamente utilizar a primeira pessoa do singular em vez da primeira pessoa do plural, que é tradicionalmente utilizada.

Inicialmente, no método tradicional, abordei a teoria de forma breve. Os conceitos foram escritos no quadro, incluindo desenhos e equações que seriam utilizados durante a explicação do conteúdo. Os conteúdos foram ministrados em um total de dez encontros, o que representa 150 minutos a mais em comparação com a turma que utilizou o método IpC. Essa diferença de tempo ocorreu porque a turma não foi impactada com a programação interna da escola durante as aulas de Física.

Durante esses encontros, o foco principal era a resolução de exercícios numéricos, como era comum nas aulas de Física. Não abordei os testes conceituais e outras etapas do método IpC. Durante esses encontros entreguei aos alunos os mesmos exercícios numéricos que foram utilizados com a outra turma e ambas fizeram a resolução em grupos. Em outros encontros realizei com os alunos, de forma individual, alguns exercícios numéricos da apostila. Portanto, enquanto a

turma com o IpC realizava as etapas do método em sala de aula, os alunos da turma tradicional faziam exercícios numéricos da apostila didática.

Como a turma tradicional não tinha contato com o conteúdo prévio, boa parte do tempo em sala de aula eu anotava os conceitos no quadro, os alunos tinham um tempo para copiar, e então, explicava aqueles conceitos juntamente com as equações envolvidas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo abordaremos os principais resultados sobre o desempenho dos estudantes no teste padronizado de corrente elétrica e potência (Seção 6.1), as atitudes em relação ao método IpC (Seção 6.2) e a autoeficácia dos alunos em aprender física e trabalhar colaborativamente (Seção 6.3). O capítulo está dividido em subcapítulos, buscando responder cada uma de nossas três questões de pesquisa.

6.1 DESEMPENHO NO TESTE PADRONIZADO

Qual o impacto da experiência com o método IpC no desempenho dos alunos em teste padronizado sobre potência e circuitos elétricos?

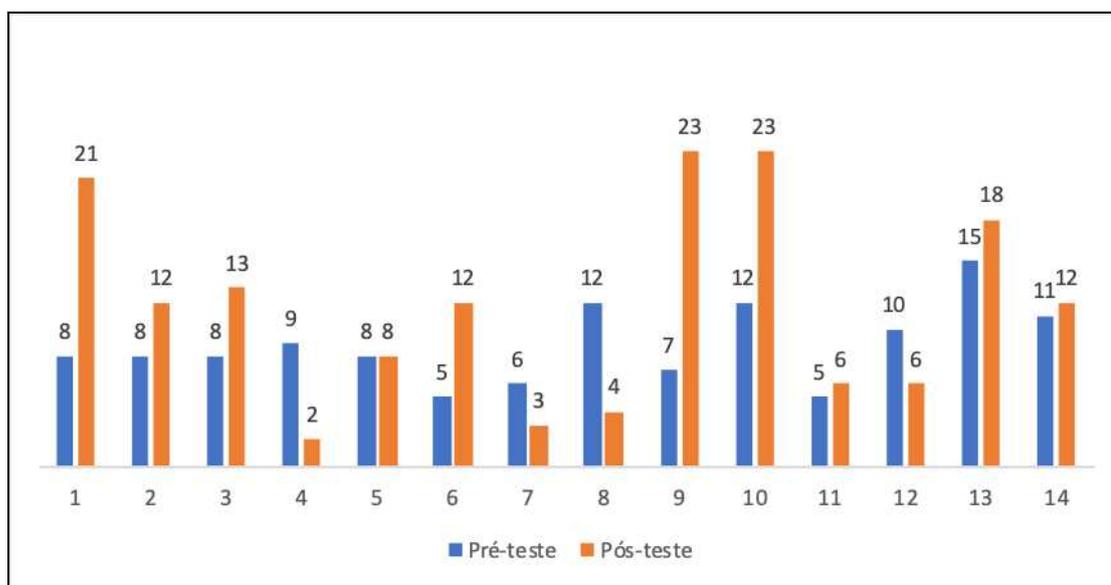
Esta questão nos motivou a avaliar, de forma exploratória, o quanto o método IpC pode influenciar em termos de desempenho em testes padronizados, a aprendizagem conceitual dos alunos. O teste utilizado foi o SMA (Silveira, Moreira e Axt; 1989) (ANEXO A).

No primeiro encontro com os estudantes de nosso estudo foi aplicado um teste padronizado, que chamaremos de Pré-teste, para verificar os conhecimentos que os alunos tinham a respeito dos conceitos que seriam abordados. Ao final dos encontros previstos com a utilização do método IpC, o mesmo instrumento foi aplicado, o qual chamaremos de Pós-teste. Ambos foram aplicados na turma que utilizamos o método IpC e na turma que utilizamos o método exclusivamente tradicional (turma de controle), sendo o Pré-teste aplicado em um total de 32 estudantes (15 da turma com o método tradicional e 17 com o método IpC) e o Pós-teste aplicado em um total de 33 estudantes (16 da turma com o método tradicional e 17 com o método IpC). Para nossa análise consideramos apenas os alunos que responderam as avaliações nos dois momentos. Com isso, no Pré-teste excluímos um dos alunos (da turma que foi aplicado o IpC) e no Pós-teste dois alunos foram excluídos da análise (um de cada turma), totalizando 31 alunos em cada uma das avaliações.

Para a avaliação do desempenho dos alunos no SMA foi considerado o escore 1 para as respostas corretas e 0 para as incorretas. Em cada teste, o número

máximo de acertos para cada questão foi de 31 pontos. Apresentamos na Figura 35 um parâmetro geral das respostas das duas turmas nas 14 questões.

Figura 34 - Números de acertos por questão considerando as duas turmas analisadas (N = 31)

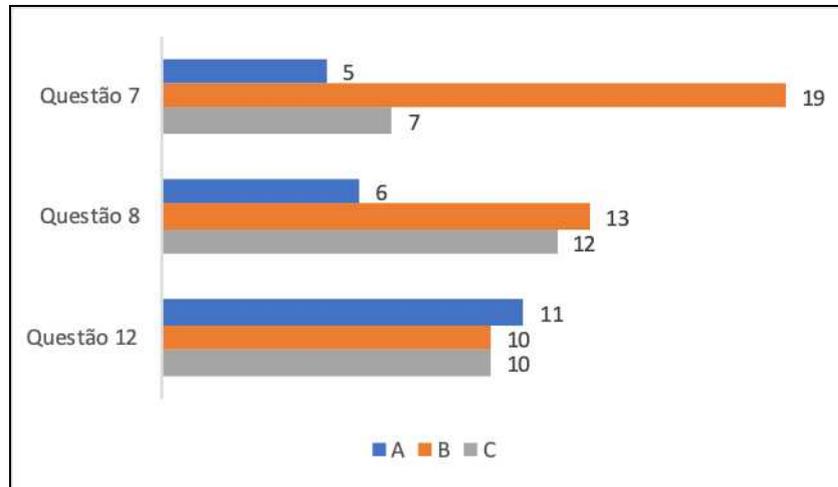


Fonte: elaborada pelo autor.

Podemos perceber que a maioria das questões ($n = 9$) tiveram um aumento nos índices de acertos no Pós-teste. Uma única questão manteve o patamar de acertos, enquanto apenas quatro questões obtiveram índices de acertos abaixo do que foi determinado no Pré-teste. Entre estas, três (questões 7, 8 e 12) repetem resultados deficitários conforme os estudos de Silveira, Moreira e Axt (1989) e Andrade *et al.* (2018).

De acordo com os índices apresentados, as concepções alternativas relacionadas às questões 7, 8 e 12 perpetuam há mais de três décadas e isso reforça a necessidade da abordagem dessas concepções na educação básica. Para analisar essas questões vamos nos remeter ao Quadro 1 sobre as principais concepções alternativas e científicas acerca de circuitos elétricos, apresentado na seção 3.1.2. O alto índice no Pré-teste e baixo índice no Pós-teste podem, ainda, indicar que os alunos acertaram ao acaso algumas questões do Pré-teste e não compreenderam suficientemente o conteúdo para responder o teste final e alcançar uma quantidade de acertos maior.

Figura 35 - Quantidade de escolhas por alternativa para as questões 7, 8 e 12 do teste SMA no pré-teste.



Fonte: elaborada pelo autor.

A questão 7 está disposta na Figura 37 e engloba a ideia de analisar o circuito como um todo (concepção científica 4). O circuito é um sistema e modificando uma de suas partes altera-se a corrente em outras partes. Na questão 7 temos um circuito em série, qualquer modificação na região mencionada irá alterar a intensidade da corrente, de forma igual, em todo o circuito. Verificamos que de todo o grupo de alunos ($n = 31$) que responderam à questão no pós-teste, uma grande maioria ($n = 20$) optou pela alternativa incorreta “b” (no pré-teste, 19 alunos escolheram a opção “b”). Essa alternativa indica que a análise do circuito não foi feita como um todo (concepção alternativa 4). A opção de incluir um resistor naquela região, alternativa “a”, traz para o aluno a concepção de que a corrente será “gasta” naquele ponto (concepção alternativa 3), portanto não mantendo a intensidade entre R_1 e R_2 .

Figura 36 - Questão 7 do teste SMA

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.

Figura 7

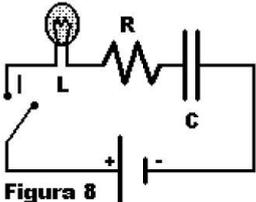
Fonte: Moreira, Silveira e Axt (1989).

Para a questão 8, disposta na Figura 38, todas as concepções são abordadas (concepções científicas 1, 2, 3 e 4), visto que, precisa de uma análise do circuito, o que acontece quando a chave seletora é ligada e há inclusão de um capacitor. As escolhas pelas alternativas errôneas ficaram bem divididas, 16 escolheram a alternativa “a” e 11 escolheram a alternativa “b” (no pré-teste, as quantidades foram de 6 e 13, respectivamente). Acreditamos, principalmente, que essa diversificação nas respostas tenha acontecido pelo fato de o componente capacitor não ter sido abordado com ênfase durante as aulas. Uma outra opção a ser considerada é que a concepção científica 4, a qual enfatiza que o circuito é um sistema e que ao se modificar uma parte dele, a corrente em outras partes também é afetada, ainda não está bem desenvolvida nos estudantes.

A questão 12 (Figura 39) busca, inicialmente, tratar a conservação de carga em um circuito misto, relacionando-a com a intensidade de corrente em um circuito similar, porém em série (concepção científica 4).

Figura 37 - Questão 8 do teste SMA

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.

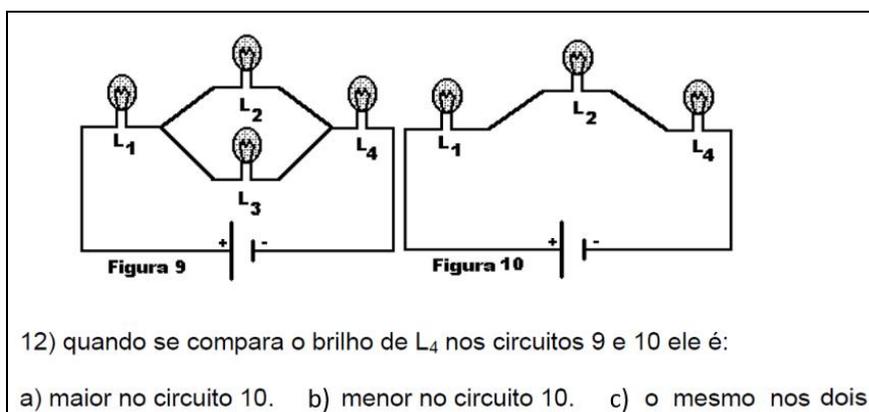
Figura 8

Fonte: Moreira, Silveira e Axt (1989).

A escolha errônea pela alternativa “a” ($n = 15$) demonstra que os estudantes possuem a concepção de que quanto mais resistores um circuito possui, mais resistência e gasto de corrente se tem (concepção alternativa 3). Como os circuitos de análise possuem quatro e três resistores, aquele que possui menos, deve ter maior intensidade de corrente elétrica, de acordo com os alunos. A escolha incorreta pela opção “c” pode indicar a concepção alternativa número 4, a qual faltou a análise do circuito como um todo (no pré-teste as quantidades foram de 11 para a alternativa “a” e 10 para a alternativa “b”). Se o circuito possui ramos em paralelo, a

resistência equivalente dele diminui, o que ocasiona uma maior intensidade de corrente no circuito como um todo.

Figura 38 - Questão 12 do teste SMA



Fonte: adaptado de Moreira, Silveira e Axt (1989).

As questões que obtiveram os maiores índices de acertos (questões 1, 9 e 10) também foram as com maiores números de acertos no estudo de Silveira, Moreira e Axt (1989) e estão entre as quatro que apresentaram mais acertos na pesquisa de Andrade *et al.* (2018).

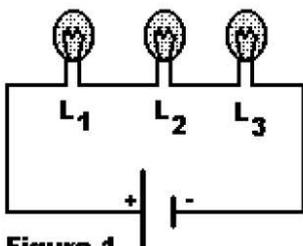
A questão 1 (Figura 40) trata-se de uma das clássicas questões que abordam as concepções alternativas 1, 3 e 4. Apesar da maioria dos alunos ($n = 21$) terem respondido corretamente esta questão, alguns ($n = 10$) não conseguiram fazê-lo. Analisando as respostas dos alunos que erraram, oito deles escolheram a alternativa de resposta “a”. Esta alternativa corresponde principalmente a concepção alternativa de número 3, a qual determina que a corrente parte do polo positivo para o negativo, se desgasta ao passar por obstáculos e conforme vai passando por esses obstáculos, vai ficando mais fraca. A escolha da alternativa “b” indica uma situação semelhante, porém que a corrente parte do polo negativo para o positivo.

A questão 9 apresentada na Figura 41 procura evidenciar se o aluno utiliza corretamente o conceito de conservação de carga. Se o discente domina este conceito, não importa o que há entre a lâmpada L_1 e L_4 , ele compreenderá que o brilho das duas tem que ser o mesmo. A questão aborda as concepções alternativas 3 e 4, principalmente quando retrata que a intensidade da corrente é determinada pelo local onde ela está “passando” e pelos locais que “já passou”. Ou seja, o

importante nessa questão é o aluno identificar o ramo em paralelo e determinar que a mesma intensidade que está em L_1 e L_4 está no ramo paralelo, dividindo essa intensidade nos dois ramos (dividida igualmente, pois tratamos as lâmpadas com mesmas características).

Figura 39 - Questão 1 do teste SMA

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 .

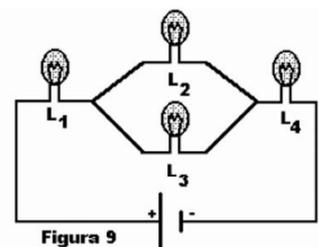
b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1 .

c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

Figura 1

Fonte: Moreira, Silveira e Axt (1989).

Figura 40 - Questão 9 do teste SMA



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 .

Figura 9

Fonte: Moreira, Silveira e Axt (1989).

Dos oito alunos que não acertaram a questão, seis deles escolheram a alternativa “b” como resposta. Essa escolha indica que os alunos podem acreditar que a corrente circula a partir do polo positivo e se desgasta conforme vai “passando” pelos demais componentes (concepção alternativa 3). A escolha da alternativa “c” indica que os alunos acreditam que a corrente circula a partir do polo negativo (concepção alternativa 3).

Já a questão 10, conforme Figura 42, segue o mesmo da questão 9. Se o aluno entende que há conservação de carga e que em um ramo paralelo ela se divide, consegue identificar que a intensidade de carga que existe em L_2 é menor do que L_4 (concepção científica 3).

Cinco alunos escolheram a alternativa “a”, indicando que trataram o circuito como um todo, porém no ramo em paralelo não compreenderam a conservação da carga (concepção alternativa 4). Para os alunos que escolheram a opção “b”, indica que a corrente chega em L_2 com determinada intensidade, se desgasta, e então, passa para L_4 com uma intensidade menor (concepção alternativa 3).

Nesta seção abordamos os índices de acertos das turmas referentes a este estudo (turma com IpC e turma tradicional), procurando destacar as principais concepções relacionadas a cada questão do SMA. Na seção seguinte, abordaremos os resultados de cada turma, relacionando os ganhos de uma turma com a outra.

Figura 41 - Questão 10 do teste SMA

<p>10) No circuito da figura 9 o brilho de L_2 é:</p> <p>a) igual ao de L_4. b) maior do que o de L_4. c) menor do que o de L_4.</p>
--

Fonte: Moreira, Silveira e Axt (1989).

6.1.1 Comparação entre turmas

A fim de realizar uma análise comparativa entre as duas turmas de nosso estudo, foram apresentados na Tabela 1 os resultados da média de acertos e o desvio-padrão em cada teste SMA, considerando os métodos de ensino utilizados.

Podemos observar que a turma que foi ministrada com o método exclusivamente tradicional obteve uma leve queda em sua média de acertos, assim como seu desvio padrão que passou de 2,03 para 1,75. Com a turma onde foi utilizado o método IpC obtivemos uma média de acertos superior ao Pré-teste, assim como seu desvio padrão que alterou de 1,59 para 2,07.

Para verificar se os dados obtidos foram estatisticamente significativos entre o Pré e o Pós-teste foi testado a seguinte hipótese nula (H_0):

Hipótese H_0 : as atividades com o IpC na turma deste estudo não promoveram um ganho estatisticamente significativo de desempenho no teste.

Tabela 1 - Média de acertos e desvio padrão de cada turma e teste
Média de acertos e desvio padrão de cada turma e teste

	Método	N	Média de Acertos	Desvio-padrão
Pré-teste	IpC	16	3.56	1.59
	Tradicional	15	4.62	2.03
Pós-teste	IpC	16	6.19	2.07
	Tradicional	15	4.15	1.75

Fonte: elaborado pelo autor.

A hipótese alternativa indica que os resultados não podem ser atribuídos ao acaso, logo, admitiremos que o método IpC empregado na turma contribui para esses resultados.

Para rejeitar a hipótese nula utilizamos um nível de significância de 0,05 como ponto de corte, ou seja, sendo o valor de $p < 0,05$, podemos rejeitar a hipótese nula.

Aplicando um teste t para amostras emparelhadas, verificamos que, para o grupo que experienciou o método IpC, a diferença entre a média do número de acertos do Pré-teste e Pós-teste é estatisticamente significativa ($p = 0,001$). Já para os estudantes do método tradicional essa diferença se mostrou estatisticamente não significativa ($p = 0,785$).

Para uma avaliação mais precisa do desempenho das turmas, calculamos o ganho normalizado $\langle g \rangle$, calculado pela equação abaixo, com base no desempenho dos alunos.

$$\langle g \rangle = \frac{(Pós - teste)\% - (Pré - teste)\%}{(100\% - (Pré - teste)\%)}$$

Apresentamos os valores necessários para a obtenção do ganho normalizado no Quadro 8. Os valores foram extraídos dos índices de respostas corretas apresentadas pelas turmas, bem como o total de acertos que poderiam obter com a realização do SMA.

Por meio de um teste t para amostras independentes, verificamos que a diferença entre os ganhos normalizados das turmas é estatisticamente significativa ($p = 0,01$).

Quadro 8 - Ganho normalizado entre os métodos IpC e Tradicional

Método	Percentual de Acertos (Pré-teste)%	Percentual de Acertos (Pós-teste)%	Ganho normalizado <g>
IpC	25,45%	44,20%	33,60%
Tradicional	31,90%	30,48%	-2,05%

Fonte: elaborada pelo autor.

A implementação do método de ensino IpC resultou em um ganho normalizado de 33,6%. Conforme Hake (1998), turmas submetidas a métodos interativos e ativos de ensino-aprendizagem, geralmente, obtêm ganhos na ordem de 30% e 70%. Esse resultado evidencia o êxito da implementação do material instrucional concebido para os estudos dos conceitos de circuitos elétricos. Apesar de outros estudos apresentarem, em outros contextos, ganhos médios normalizados superiores, como Vieira (2014) com 65% e Espinosa (2016) com 55%, o ganho obtido por nosso estudo, comparado ao resultado de menos de 9% de Dorneles (2005) realizado com um método tradicional, pode ser considerado significativo. Além disso, é importante ressaltar que o método utilizado em nosso estudo foi aplicado em oito encontros ao longo de seis semanas, com alguns imprevistos e interrupções. Por outro lado, os estudos de Vieira (2014) e Espinosa (2016) foram conduzidos ao longo de um semestre completo em instituições de ensino superior com alunos de Física, que geralmente apresentam maior interesse e disposição para estudar a disciplina.

O ganho normalizado obtido na turma onde foi aplicado o método tradicional foi de -2,05%. Como tivemos um índice menor de acertos, esse resultado pode indicar que durante o Pré-teste os alunos acertaram mais questões ao acaso e não aprenderam o suficiente para atingir uma maior quantidade de acertos ao final.

Como resposta a primeira questão de pesquisa, podemos dizer que houve uma melhora estatisticamente significativa no desempenho dos estudantes no teste

padronizado SMA, no qual obtivemos um ganho médio normalizado de 33,6%. Como tivemos um ganho normalizado positivo na turma onde foi utilizado o método IpC e um ganho normalizado negativo na turma com o método tradicional (e que essa diferença é estatisticamente significativa), podemos inferir que a implementação do método ativo de ensino *Peer Instruction* contribuiu para que esses resultados fossem positivos. Com o ganho normalizado alcançado com o IpC através de diversas etapas (tarefa de leitura, exposições breves, testes conceituais, discussão com os colegas, atividades numéricas e atividades práticas) podemos verificar a importância da metodologia nos índices de acertos dos estudantes. Em capítulos futuros analisamos se o método IpC foi uma atividade positiva para os estudantes e se sua vivência contribuiu para o desenvolvimento da autoeficácia dos alunos em aprender física e em trabalhar colaborativamente. Apesar do pouco tempo de aplicação do método, conseguimos um ganho que está de acordo com Hake (1998), assim como importantes relatos e atitudes positivas dos alunos que abordaremos nos próximos subcapítulos.

Importante ressaltar que a medida de desempenho nos testes padronizados é apenas um indício de aprendizagem conceitual. A medida de aprendizagem exige referencial teórico, instrumentos de coleta e análise de dados apropriados à complexidade do fenômeno, o que está fora do escopo do presente trabalho.

6.2 AUTOEFICÁCIA DOS ESTUDANTES

Como a experiência com o método IpC afeta o desenvolvimento de crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente?

Quando efetuamos a revisão da literatura constatamos uma falta de estudos relacionados às crenças de autoeficácia no ensino de Física vinculados com métodos ativos de ensino. Durante a análise desses poucos materiais, constatamos em alguns, que os métodos ativos de ensino podem modificar as crenças de autoeficácia dos indivíduos (ESPINOSA, ARAUJO, VEIT, 2020; ESPINOSA, ARAUJO, VEIT, 2019; SELAU *et. al*, 2018; ESPINOSA *et. al*, 2017; DOU *et. al*, 2016; ÇALISKAN, SELÇUK, EROL, 2010). Com base nisso, nossa intenção foi investigar e ratificar, juntamente com outros estudos, a possibilidade dessas

mudanças nas crenças, e identificar as fontes de autoeficácia que se relacionam com as etapas do processo de investigação científica.

Conforme abordamos em capítulos anteriores, autoeficácia é a percepção que o indivíduo tem sobre suas próprias capacidades para organizar e executar ações específicas (BANDURA, 1997). Ou seja, autoeficácia está sempre ligada ao ato de praticar alguma ação. Neste trabalho, analisamos as crenças de autoeficácia em dois eixos específicos: aprender física e trabalhar colaborativamente. Em aprender física buscamos analisar as crenças dos estudantes em como foi seu desempenho nas atividades que relacionavam o aprender física, como os testes conceituais, resolução de problemas, aplicação de conceitos na prática etc. Sobre trabalhar colaborativamente procuramos investigar as crenças que os discentes possuem nas atividades que envolvam trabalho colaborativo com seus colegas. Cada um destes eixos engloba diversas ações específicas abordadas no questionário (APÊNDICE B) que aplicamos ao final do estudo. Em cada ação específica disposta no questionário os estudantes colocavam um valor de 0 a 100 para cada afirmativa. Esses valores indicavam o quanto o estudante se sentia antes e depois da experiência nas aulas com o método IpC. A finalidade da análise desses níveis é verificar a existência ou não de uma variação nas crenças de autoeficácia dos estudantes nas dimensões supracitadas em função da experiência vivenciada por eles.

O questionário é composto por 15 questões, sendo oito delas relacionadas ao aprendizado de física e sete relacionadas ao trabalho colaborativo. Dentre as ações do eixo sobre aprender física, constavam assertivas que evidenciavam a aprendizagem em conceitos, assim como afirmativas que relacionavam a capacidade em atividades de resolução de problemas numéricos. No eixo relacionado ao trabalho colaborativo, foram apresentadas afirmações sobre a flexibilidade na realização de tarefas, a habilidade de escutar e respeitar os colegas, o espírito de coletividade e a capacidade de trabalho em equipe.

Durante a entrevista procuramos escutar os alunos sobre suas experiências com o método IpC e investigar mais a fundo as etapas do método que influenciaram nas mudanças dos níveis de autoeficácia dos alunos. Foram realizadas 16 entrevistas, um número que representa 100% dos estudantes que participaram das aulas com o IpC. Entrevistar todos os alunos que participaram do método resulta em

um estudo abrangente, que contempla opiniões e críticas de todos os estudantes, tanto aqueles que relataram experiências positivas quanto aqueles que mencionaram aspectos negativos ou críticas ao método. Decidimos não realizar um questionário para avaliar os níveis de crenças de autoeficácia dos estudantes em relação à aprendizagem de física antes e depois da utilização do método tradicional, pois nosso trabalho tem como foco principal abordar esses níveis no contexto da aplicação do método IpC. Da mesma forma, optamos por não realizar entrevistas com os alunos da turma.

Em nossa análise avaliamos as ocorrências das principais fontes de autoeficácia propostas por Bandura (1997), apresentadas no Capítulo 2. Para identificar essas fontes e o que consideramos como evidência de fonte de autoeficácia utilizamos um guia adaptado do estudo de Brand e Wilkins (2007). Esse guia está apresentado no Quadro 9, e sua análise é discutida em seções posteriores.

O questionário foi aplicado em duas turmas. Em uma delas utilizamos um método exclusivamente tradicional de ensino e na outra o método IpC, conforme abordamos em capítulos anteriores.

Quadro 9 - Guia analítico para indicar as fontes de autoeficácia a partir das respostas dos estudantes à entrevista semiestruturada

Fonte de autoeficácia	Descrição
Experiências pessoais	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 numéricos ou conceituais, leitura do material, atividade prática etc.) fazem parte desta categoria.
Experiências vicárias	São experiências nas quais o indivíduo se inspira pelo

	<p>sucesso de outra pessoa, que ele identifica como semelhante.</p> <p>Afirmações dos alunos que ressaltam a importância das experiências em grupo, como as discussões, são agrupadas nessa categoria.</p>
Persuasão social	<p>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 o apoio do ambiente (e.g. estrutura e “clima” da sala de aula e estrutura do método de ensino empregado).</p> <p>Declarações dos alunos que indicam um sentimento positivo em relação à estrutura do método, ao “clima” e relações interpessoais em sala de aula, pronunciamentos e dúvidas esclarecidas pelo professor são colocadas nessa categoria.</p>
Indicadores fisiológicos e afetivos	<p>É caracterizada pela redução ou eliminação de obstáculos emocionais que poderiam ser percebidos como incapacidade de realização de uma ação.</p> <p>Argumentos relacionados à redução de ansiedade ou medo oriundos do método de ensino ou experiências passadas são inseridos nessa categoria.</p>

Fonte: adaptado de Espinosa (2016) e Brand e Wilkins (2007).

O questionário aplicado antes (chamaremos de Pré-teste) e após aplicação dos métodos (IpC e tradicional). Para o teste aplicado após o método, os alunos avaliaram suas crenças de forma retrospectiva³ e agora (chamaremos de Teste Retrospectivo e Pós-teste, respectivamente).

Após a análise dos resultados constatamos um aumento nas crenças de autoeficácia dos alunos em aprender física e trabalhar colaborativamente que

³ Os alunos avaliaram atualmente como estavam suas crenças de autoeficácia antes da aplicação do método IpC, mas já tendo vivenciado as experiências proporcionadas por ele.

participaram do estudo. Abordaremos separadamente essas ações, identificando as fontes que evidenciaram o aumento das crenças de autoeficácia.

6.2.1 Crenças de autoeficácia em aprender física

De acordo com o questionário sobre autoeficácia, as questões 1 e de 3 a 9 dizem respeito às ações relacionadas ao aprendizado de física. Para verificar se os dados obtidos foram estatisticamente significativos entre o Pré-teste e o Pós-teste e entre o Teste Retrospectivo e o Pós-teste foi testada a seguinte hipótese nula (H_0):

Hipótese H_0 : as atividades com o IpC na turma deste estudo não promoveram um ganho estatisticamente significativo nas crenças de autoeficácia em aprender física.

A hipótese alternativa indica que os resultados não podem ser atribuídos ao acaso, logo, admitiremos que o método IpC empregado na turma contribuiu para esses resultados.

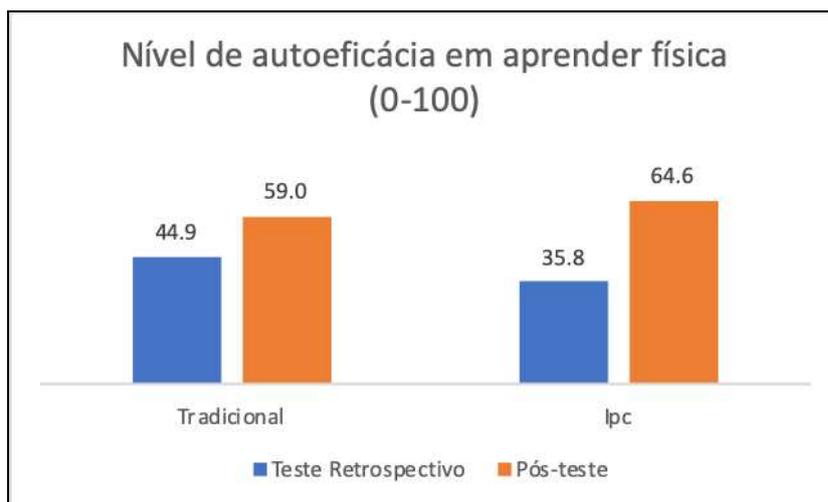
Para rejeitar a hipótese nula, utilizamos um nível de significância de 0,05 como ponto de corte, ou seja, sendo o valor de $p < 0,05$, podemos rejeitar a hipótese nula.

Aplicando um teste t para amostras emparelhadas, verificamos que os valores para a ação de aprender física, não foram estatisticamente significativas entre o Pré-teste e o Pós-teste no grupo que experienciou o método IpC ($p = 0,698$) e no grupo tradicional ($p = 0,397$). Para os valores entre o Teste Retrospectivo e o Pós-teste, as amostras foram estatisticamente significativas para os dois grupos deste estudo ($p < 0,001$).

Assim como no estudo de Espinosa *et al.* (2017), constatamos que no Pré-teste ocorreu uma supervalorização, por parte dos alunos, de suas próprias capacidades. Conforme foram vivenciando o método IpC em sala de aula houve a tendência de reajustar essa crença. Consequentemente, considerando que as análises realizadas entre o Pré-teste e o Pós-teste não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, optamos por comparar os níveis de autoeficácia na aprendizagem da Física por meio da análise entre o Teste Retrospectivo e o Pós-teste.

Em uma análise quantitativa podemos perceber que os dois grupos analisados (Tradicional e IpC) tiveram um aumento em suas percepções de autoeficácia em aprender física conforme apresentado na Figura 43.

Figura 42 - Gráfico com as médias do Teste Retrospectivo e Pós-teste em aprender física



Fonte: elaborado pelo autor.

A partir da análise da Figura 43, podemos observar que a turma que experienciou o método tradicional apresentou um ganho médio de 14,1 pontos no teste, enquanto a turma que vivenciou o método IpC teve um ganho médio de 28,8 pontos. Entretanto, a diferença entre os ganhos dos dois grupos não apresentou significância estatística ($p = 0,173$). Assim, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa entre os ganhos das duas turmas, constatamos que o método IpC obteve médias superiores em relação ao aprendizado de física.

Sabendo desse aumento nas crenças de autoeficácia dos estudantes em aprender física, buscamos verificar, através da entrevista semiestruturada, quais fatores e/ou situações influenciaram essa mudança na percepção dos próprios alunos que experienciaram o método IpC. Para a análise das entrevistas, selecionamos as repostas dos alunos e as categorizamos, em uma etapa de desagrupamento, segundo as quatro fontes de autoeficácia apresentadas por Bandura: experiências pessoais, experiências vicárias, persuasão social e indicadores fisiológicos e afetivos. Posteriormente reagrupamos as repostas

semelhantes para verificar os fatores relacionados com as atividades de ensino desenvolvidas que contribuíram para o aumento do senso de autoeficácia.

Conforme discutido adiante, a principal influência para o aumento das crenças de autoeficácia em aprender física provém das experiências pessoais dos alunos. Das 16 entrevistas realizadas, 13 estudantes mencionaram experiências que destacam a importância das experiências pessoais, seguidas pelas experiências vicárias, citadas por oito alunos, e pela persuasão social, mencionada por cinco alunos. Por fim, os indicadores fisiológicos e afetivos não foram mencionados pelos alunos.

Experiências pessoais

As experiências pessoais são uma das fontes responsáveis pelo aumento das crenças de autoeficácia dos indivíduos. As atividades relacionadas a essa fonte que mais contribuíram para esse aumento, segundo os alunos, foram: (i) Tarefa de Leitura – vídeos, textos e formulário; (ii) Engajamento discente em atividades relacionadas ao seu contexto; (iii) Resolução dos testes conceituais.

(i) Tarefa de Leitura – vídeos, textos e formulário

Quando questionados sobre quais experiências foram responsáveis pelo aumento de autoeficácia em aprender física, nove dos 16 alunos mencionaram que a Tarefa de Leitura e tudo que a compunha (textos, vídeos e formulário) foi responsável por esse aumento. Conforme apresentamos na seção 3.2.1 desta dissertação, a tarefa de leitura faz parte da etapa Preparação Prévia (C1) do método IpC. A seguir apresentamos alguns fragmentos da entrevista com a transcrição que nos remete a essa atividade.

“O que me auxiliou bastante na compreensão foram os vídeos anexados na Tarefa de Leitura. Além da teoria no texto, colocar em prática ajudou bastante a compreensão.”

Aluno 13

“Como os textos e os vídeos eles mostravam muita coisa, isso te leva a pensar não apenas naquele tipo de prática dentro da escola como conteúdo, mas o funcionamento dentro da minha casa, da escola, de um carro... coisas do dia a dia.”

Aluno 2

“Bem no início quando recebemos o material para ler e tínhamos que responder as perguntas. Isso foi muito, muito bom, eu senti que isso fixou muito o conteúdo.”

Aluno 14

“Porque antes, dentro da sala de aula, por ter conversa ou por ser grande grupo, não conseguia prestar tanta atenção. Para mim é mais difícil. Estando em casa é melhor para mim aprender e quando eu vinha para a aula tendo noção do conteúdo eu sabia sobre o que se estava falando. Então deu mais confiança. A impressão que me deu é que eu já sabia muito mais, pois já conhecia sobre o que estava sendo falado.”

Aluno 16

(ii) Engajamento discente em atividades relacionadas ao seu contexto

A utilização de contextos com o cotidiano do aluno juntamente com a resolução de problemas ou simulações foram mencionadas por três dos 16 estudantes ao serem indagados sobre os fatores e/ou experiências responsáveis pela mudança nos níveis de autoeficácia. Problemas conceituais, numéricos e até mesmo a atividade prática foram citadas por trazer o estudante mais próximo da realidade que o cerca. Podemos associar essas atividades com a característica C10 do método, onde questões em sala de aula, testes conceituais não são pontuados por acerto e erro. Apesar de não ser mencionado pelos alunos o fato de as questões não serem pontuadas por acerto e erro, verificamos a importância desta característica ao ponto de os estudantes citarem essas atividades.

“Conforme fomos fazendo os exercícios, eu vi que é uma coisa que usamos no dia a dia e conseguimos relacionar, então consegui aprender mais o conteúdo a partir disso, por conseguir relacionar com o dia a dia.”

Aluno 21

(iii) Resolução dos testes conceituais

Ao serem indagados sobre o que foi responsável para o aumento das crenças de autoeficácia, um dos alunos mencionou que a abordagem com ênfase em conceitos contribuiu para que se sentisse mais capaz de aprender física. A atividade voltada para responder os testes conceituais (relacionada à característica 4 do IpC) foi a mais significativa para esse estudante.

“Os testes conceituais ajudaram muito, pois eram questões conceituais vistas e diretas. Além de ser uma maneira diferente de responder, onde eu prestava mais atenção.”

Aluno 17

Experiências vicárias

O IpC é caracterizado pela interação entre os colegas, o que propicia o desenvolvimento das experiências vicárias. Os alunos apontaram a Discussão com os colegas como ação como responsável pelo aumento de seus níveis de autoeficácia em aprender física.

(i) Discussão com os colegas

A discussão com os colegas após a primeira votação nos testes conceituais e atividades em grupos com resolução de problemas foram apontadas pelos estudantes como atividades responsáveis pelo aumento da autoeficácia em aprender física. Muitos alunos não estavam acostumados com uma etapa de discussão com seus colegas e até reclamaram no momento que ocorreu após as votações, mas percebemos nos questionários e na entrevista a importância que deram a esse momento. A discussão com os colegas foi a segunda principal atividade responsável pelo aumento da autoeficácia em aprender física dos alunos, com oito menções dos 16 alunos analisados. Essa atividade é fundamental no

método IpC, sendo caracterizada pela sua ênfase na interação social e cooperação, o que está em consonância com a característica C7 do método.

“Depois dos testes com *QR Code (Plickers)* formávamos grupos, a gente precisava justificar a resposta. Ali cada um falava a percepção que teve para responder e cada um tem um jeito de interpretar diferente. Assim todos conversávamos juntos e trocávamos ideias.”

Aluno 9

“Eu senti que foi muito bom quando debatemos com os colegas. Isso foi o principal, porque a gente tem um ponto de vista muito fixo sobre um assunto e quando discutimos, temos outra visão a respeito. Explicávamos um para o outro tanto o conceito quanto a discussão da questão.”

Aluno 14

“Quando nos reunimos em grupos para fazer as questões eu consigo compartilhar o que entendi sobre a questão e debater com os colegas a respeito. Cada um vai trocando suas ideias para fazer o exercício.”

Aluno 21

“Quando fazíamos atividades em grupos eu me sentia mais à vontade para perguntar para os colegas e isso me ajudou bastante. Eles me incentivavam a perguntar para o professor ou então me explicavam.”

Aluno 1

Persuasão social

A fonte de autoeficácia denominada como persuasão social também foi mencionada pelos estudantes em dois momentos: (i) Estrutura do método de ensino; (ii) Modo de explicar e sanar dúvidas do professor.

(i) Estrutura do método de ensino

Durante a análise das entrevistas três alunos apontaram a estrutura do método como importante para o aumento de suas crenças. A maneira como foi

abordado o conteúdo, através de diversas atividades (textos, vídeos, tópicos conceituais, interação, prática etc.) contribuiu para o avanço das crenças dos estudantes sobre suas capacidades de aprender física.

“Acho que não sendo aulas com slides como estamos acostumados, me fez entender melhor. Lendo em casa consegui focar mais, diferente se fosse aula com slide ou escrita no quadro.”

Aluno 11

“As próprias atividades do QR Code (*Plickers*), as folhas, os exercícios, quanto mais eu pratico mais eu aprendo. Com os conceitos e tendo uma dinâmica maior eu aprendo melhor.”

Aluno 4

(ii) Modo de explicar e sanar dúvidas do professor

A abordagem do professor em sala de aula esclarecendo dúvidas ou mesmo quando abordou os conceitos na forma de tópicos foi mencionada por dois estudantes dos 16 analisados.

“Após ler em casa fiquei com bastante dúvidas. Senti que aprendi realmente após chegar na aula e tirar as dúvidas com o professor.

Aluno 10

Apresentamos no Quadro 10 uma síntese das menções que os alunos deram sobre as fontes de autoeficácia que mais contribuíram para a crença em aprender física.

Quadro 10 - Síntese das menções sobre as fontes de autoeficácia que mais contribuíram para o aprender física

Fontes	Quantidade de Menções
Experiências Pessoais	13
Experiências Vicárias	8

Persuasão Social	5
Indicadores Fisiológicos e Afetivos	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Podemos perceber através da análise das entrevistas e questionário, a importância de abordagens diferenciadas no ensino e o quanto elas ajudam no desenvolvimento das crenças de autoeficácia do estudante. Os diversos tipos de atividades (textos, vídeos, prática etc.) podem impactar um número maior de estudantes.

Assim como nos estudos de Espinosa, Araujo e Veit (2019) e Selau *et. al* (2018) a fonte que mais contribuiu para o desenvolvimento das crenças de autoeficácia em aprender física foi a experiência pessoal. Destacada como a principal fonte nesses trabalhos, as experiências pessoais, conforme Bandura (2008), são atividades ou tarefas que os indivíduos se engajam ativamente e após, interpretam os resultados de seus atos para desenvolver as crenças em sua capacidade de participar de ações subsequentes. Apesar de inseridos em contextos diferentes, esses estudos convergem quanto à importância da fonte de autoeficácia em aprender física.

Enquanto Selau *et. al* (2018) conduziram seu estudo com um pequeno grupo de sete alunos no ensino superior utilizando o método Episódios de Modelagem (BREWE, 2008; HEIDEMANN, ARAUJO, VEIT, 2016.) durante um semestre da graduação, Espinosa, Araujo e Veit (2019) aplicaram o método Aprendizagem Baseada em Equipes (MICHAELSEN, KNIGHT, FINK, 2004; FINK, 2004; MICHAELSEN, 2004.) com 27 alunos durante o mesmo período. Em ambos os estudos, os alunos relataram experiências positivas na disciplina. No estudo de Selau *et al.* (2018), o aumento da autoeficácia foi atribuído às experiências pessoais vivenciadas pelos alunos, sem mencionar alguma atitude específica. Já no estudo de Espinosa, Araujo e Veit (2019), os alunos destacaram a resolução de problemas contextualizados, questões conceituais e o estudo prévio orientado como fatores positivos.

É possível observar que os resultados de nosso estudo são semelhantes aos de Espinosa, Araujo e Veit (2019) no que diz respeito às experiências pessoais,

embora métodos ativos diferentes tenham sido utilizados em cada estudo. Isso sugere que, independentemente do método utilizado e do nível de ensino, atividades que incentivem os alunos a estudarem antes das aulas podem contribuir para o desenvolvimento dos níveis de autoeficácia na aprendizagem de física, assim como a contextualização do que está sendo abordado com o cotidiano do aluno.

Nos estudos de Britner (2008), Matsui, Matsui e Ohmishi (1990) e Zeldin, Britner e Pajares (2007) as experiências pessoais também são dominantes em se tratando de diferentes domínios de ação do contexto educacional, corroborando com a influência das experiências pessoais no desenvolvimento das crenças de autoeficácia.

Além das experiências pessoais, percebemos a importância de atividades de interação entre os estudantes. Momentos de troca de conhecimento, como vimos, são um dos grandes responsáveis pelo aumento das crenças de autoeficácia. A importância da abordagem do professor e estar aberto para a resolução de dúvidas também consta em uma importante fonte de autoeficácia, a persuasão social.

Ao considerarmos a análise realizada previamente entre nosso estudo e os trabalhos de Espinosa, Araujo e Veit (2019) e Selau *et. al* (2018), podemos observar divergências e semelhanças em alguns aspectos. No estudo de Selau *et al.* (2018), as experiências vicárias não foram mencionadas como um fator determinante para o aumento das crenças de autoeficácia em aprender física. No entanto, em Espinosa, Araujo e Veit (2019), a interação da equipe foi destacada como um fator positivo para o aumento dessas crenças. Essa constatação está em consonância com nosso estudo, no qual enfatizamos a importância de atividades que envolvam a interação entre os alunos. Essas atividades estão relacionadas com a característica C7 (discussão entre os colegas) como momentos específicos do método IpC que proporcionam experiências vicárias.

Quanto à fonte de persuasão social, Selau *et al.* (2018) destaca a forma de avaliação do professor como a mais citada pelos alunos, enquanto Espinosa, Araujo e Veit (2019) estão em consonância com nosso estudo ao enfatizar a estrutura do método como um fator influenciador para o aumento das crenças de autoeficácia em aprender física.

Através das atividades do método pontuadas pelos alunos na entrevista, conseguimos verificar a importância que elas possuem no desenvolvimento das crenças de autoeficácia dos indivíduos, apontar suas principais características e etapas a que essas atividades estão relacionadas ao método IpC.

6.2.2 Crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente

De acordo com o questionário sobre autoeficácia, as questões 2 e de 10 a 15 dizem respeito às ações relacionadas ao trabalho colaborativo. Da mesma forma que foi determinado anteriormente, para verificar se os dados obtidos foram estatisticamente significativos entre o Pré-teste e o Pós-teste e entre o Teste Retrospectivo e o Pós-teste foi testada a seguinte hipótese nula (H_0):

Hipótese H_0 : não houve aumento estatisticamente significativo nas crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente na turma deste estudo após a realização das atividades com o método IpC.

A hipótese alternativa sugere que os resultados não surgiram por acaso, o que significa que podemos confirmar que o método IpC utilizado na turma teve um impacto na obtenção desses resultados.

Para rejeitar a hipótese nula, adotamos um limite de significância de 0,05. Em outras palavras, se o valor de $p < 0,05$, podemos descartar a hipótese nula.

Considerando as ações de trabalhar colaborativamente, aplicamos um teste t para amostras emparelhadas e percebemos que entre o Pré-teste e o Pós-teste tivemos resultados estatisticamente significativos ($p = 0,045$) para o grupo ministrado com o IpC, porém não significativo ($p = 0,232$) para o grupo com método tradicional. Para os valores entre o Teste Retrospectivo e o Pós-teste, as amostras foram estatisticamente significativas entre o grupo que vivenciou o IpC ($p < 0,001$) e o grupo tradicional ($p = 0,007$).

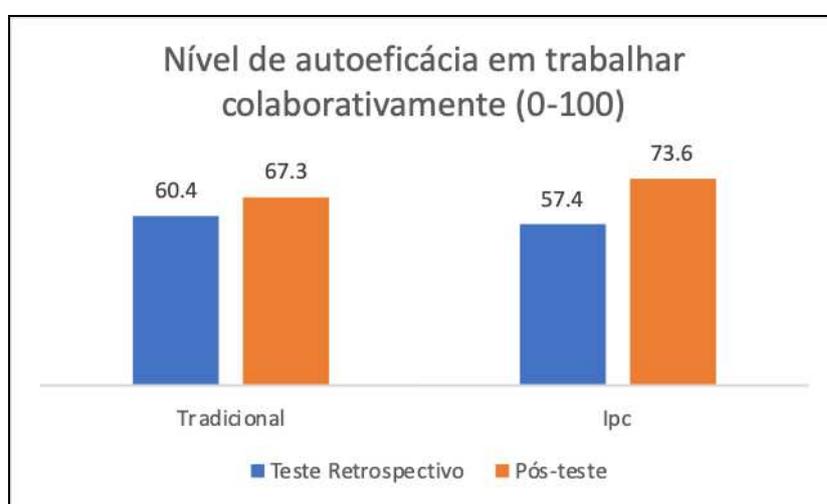
Como apresentamos anteriormente e de acordo com o estudo de Espinosa *et al.* (2017), constatamos que no Pré-teste ocorreu uma supervalorização em trabalhar colaborativamente, por parte dos alunos. Conforme foram vivenciando o método IpC em sala de aula houve um reajuste dessa crença.

Uma vez que a análise entre o Pré-teste e o Pós-teste não evidenciou diferença estatisticamente significativa para o método tradicional, e apesar de

significativa, mas com valor de p próximo ao limite máximo, optamos por realizar uma comparação dos níveis de autoeficácia em trabalhar colaborativamente por meio da análise entre o Teste Retrospectivo e o Pós-teste.

Em uma análise quantitativa podemos perceber que os dois grupos analisados (Tradicional e IpC) tiveram um aumento em suas percepções de autoeficácia em trabalhar colaborativamente, conforme apresentado na Figura 44.

Figura 43 - Gráfico com as médias do Teste Retrospectivo e Pós-teste em trabalhar colaborativamente



Fonte: elaborado pelo autor.

Embora a análise da Figura 44 revele que a turma que vivenciou o método tradicional obteve um ganho médio de 6,9 pontos na pontuação do teste, enquanto a turma que experienciou o método IpC teve um ganho médio de 16,2 pontos, a diferença entre os ganhos dos dois grupos não foi estatisticamente significativa ($p = 0,057$). No entanto, observa-se que o método IpC apresentou médias superiores em relação ao aprendizado de física.

Com base no aumento das crenças dos estudantes em trabalhar colaborativamente, procuramos, por meio da análise da entrevista semiestruturada, identificar os fatores e/ou situações que influenciaram essa mudança na percepção dos alunos que participaram do método IpC.

Da mesma forma apresentada para a análise das crenças de autoeficácia em aprender física, na análise das entrevistas, selecionamos as repostas dos alunos e as categorizamos, em uma etapa de desagrupamento, segundo as quatro fontes de

autoeficácia apresentadas por Bandura: experiências pessoais, experiências vicárias, persuasão social e indicadores fisiológicos e afetivos. Posteriormente reagrupamos as respostas semelhantes para verificar os fatores relacionados com as atividades de ensino desenvolvidas que contribuíram para o aumento do senso de autoeficácia em trabalhar colaborativamente.

Como vemos na sequência, a principal influência para o aumento das crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente provém das experiências vicárias dos alunos. As experiências vicárias foram mencionadas por nove dos 16 estudantes, seguida das experiências pessoais, com três menções. Persuasão social foi apontado por dois estudantes, enquanto indicadores fisiológicos e afetivos não foram identificados nas falas dos alunos.

Experiências pessoais

De acordo com os alunos, quando questionados sobre as atividades que contribuíram para o aumento de suas crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente, a atividade mais apontada foi a de assistir vídeos e ler textos relacionados à tarefa de leitura.

(i) Vídeos e textos da tarefa de leitura

Citada por três alunos, esta atividade contribuiu para que os alunos chegassem em aula e tivessem uma maior confiança em explicar para os colegas os conceitos aprendidos. A atividade está relacionada com a característica C1 do método, que retrata a preparação prévia do estudante.

“Primeiro a compreensão parte da gente ao ler os textos e assistir os vídeos em casa, assim a gente consegue entender e consegue explicar para os colegas os conceitos que estão envolvidos. Ver os vídeos nos leva a prática daquele conteúdo e um entendimento mais visual”

Aluno 18

“Tendo feito a leitura em casa, eu tenho mais confiança nos debates com os colegas. Eu tendo um caminho para poder argumentar com os colegas me deixa mais confiante para isso.”

Aluno 16

Experiências vicárias

Responsável pelo maior número de menções, esta fonte de autoeficácia foi apontada por nove estudantes e todos citaram como atividade responsável o momento de discussão com os colegas após a primeira votação nos testes conceituais. Esta atividade é a principal etapa do método IpC e ela ser a atividade que obteve maior número de apontamentos demonstra a importância desta etapa para o aumento das crenças de autoeficácia. Como relatado na seção anterior, a discussão com os colegas remete à característica C7 do método, principal etapa do IpC.

“O que me ajudou bastante foi aquele diálogo que a gente teve depois do *QR Code (Plickers)*, porque ali eu tinha um ponto do conteúdo e quando conversava com os outros a gente ia complementando as ideias um do outro até chegar em um resultado. Isso me ajudou bastante, tanto trabalhar em equipe quanto conversarmos para chegar em uma definição.”

Aluno 13

“Como eu senti que todo mundo estava compreendendo a matéria, a gente conseguiu trabalhar melhor em equipe e aí eu acho que o coletivo me ajudou também. Porque se eu não entendia alguma coisa, alguma colega entendia e me explicava, então melhorou muito e gostei bastante. As vezes em Física eu queria fazer sozinha porque eu conseguia ficar mais focada e compreender melhor, mas como todo mundo estava entendendo parelho, acabava que o coletivo ficava melhor e a gente conseguia evoluir mais juntos.”

Aluno 18

“Quando a gente teve esses momentos em grupo, o que foi muito benéfico é que não teve competição. Todo mundo estava tentando se explicar, colocar sua

ideia e ajudar o outro. Todo mundo debateu bem em prol do conteúdo e entendimento”

Aluno 7

Persuasão social

Nesta fonte de autoeficácia, observamos que o processo e a condução do método foram significativos no aumento da percepção da autoeficácia em trabalhar colaborativamente, conforme dois apontamentos pelos estudantes.

“O que me deu muita confiança foi o jeito que a gente aprendeu, porque eu nunca tinha aprendido um conteúdo dessa forma. Desse jeito parece que não teve uma pressão, uma coisa maçante, parece que foi tudo fluindo. Parece que foi bem mais fácil, bem mais legal”

Aluno 9

Apresentamos no Quadro 11 uma síntese das menções que os alunos deram sobre as fontes de autoeficácia que mais contribuíram para a crença em trabalhar colaborativamente.

Quadro 11 - Síntese das menções sobre as fontes de autoeficácia que mais contribuíram para o trabalhar colaborativamente

Fontes	Quantidade de Menções
Experiências Vicárias	9
Experiências Pessoais	3
Persuasão Social	2
Indicadores Fisiológicos e Afetivos	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme a análise das entrevistas, no que se refere às crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente, a fonte mais mencionada pelos alunos foi classificada como experiência vicária. Conforme Bandura (2008), as experiências vicárias se referem ao processo de aprender por meio da observação de outras

peças executando uma determinada tarefa. Essa fonte é poderosa quando os indivíduos não estão confiantes em suas capacidades ou então não tiveram muitas oportunidades de vivenciar uma determinada ação. Com isso, os sujeitos passam a confiar no outro e creditar um avanço de suas crenças na capacidade que o outro possui. Ou seja, “se meu colega consegue, eu também consigo”.

A atividade que foi citada como principal responsável pelo desenvolvimento das crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente foi a discussão com os colegas após a primeira votação em cada teste conceitual. Todos os alunos que relataram atividades e/ou fatores que classificamos como fonte de autoeficácia as experiências vicárias (n = 9) apontaram a atividade de discussão com os colegas como fator determinante. Essa atividade, inclusive, é a principal etapa do método IpC (ARAUJO, MAZUR, 2013; PETTER, ESPINOSA, ARAUJO, 2021; PERCHERON *et. al*, 2021) e conseguimos verificar sua importância e seu reflexo nas respostas dos alunos no questionário e entrevista.

O principal objetivo do IpC, como já mencionado, é orientar a troca de conhecimento entre os pares, o que foi evidenciado ao ser a fonte mais referenciada pelos estudantes. Corroborando com nosso estudo, Espinosa, Araujo e Veit (2019) apontam as experiências vicárias como principal fonte das crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente. Como apontado, em nosso estudo a discussão com os colegas após a primeira votação dos testes conceituais foi o fator mais determinante para o aumento da percepção de eficácia dos estudantes na ação de trabalhar colaborativamente. Em Espinosa, Araujo e Veit (2019) os autores destacam a interação prolongada com a equipe, a prática de trabalho em equipe e a percepção de erro. Os autores destacam que a interação prolongada com a equipe pode mudar as crenças de autoeficácia dos indivíduos em trabalhar colaborativamente. No estudo desses autores, os encontros eram de 6 horas semanais e os grupos de alunos eram fixos ao longo de um semestre, o que difere radicalmente de nosso estudo, que contou com apenas duas aplicações do IpC em sala de aula (com discussão entre pares), com cerca de 100 minutos cada. Em nosso estudo, as crenças de autoeficácia foram influenciadas pelo momento de discussão com os colegas, apesar de haver menos tempo disponível semanalmente.

Para o estudo de Selau *et. al* (2018) que fizeram uso de Episódios de Modelagem, as fontes de experiências pessoais foram as mais apontadas pelos estudantes como responsáveis pelo aumento de autoeficácia em trabalhar colaborativamente. Os autores destacam que o envolvimento ativo dos alunos fez com que se sentissem mais confiantes e capazes de realizarem ações voltadas para o trabalho colaborativo. A interação com os colegas, mencionadas logo após as experiências pessoais, também influenciou alguns alunos a aumentar suas crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente. Podemos perceber apontamentos diferentes para as fontes que ocasionaram aumento nas crenças de autoeficácia em trabalhar colaborativamente (experiências vicárias e experiências pessoais). Esse fator se refere a métodos diferentes de ensino-aprendizagem realizados, bem como contextos e períodos diferentes onde foram aplicados.

6.3 ATITUDES EM RELAÇÃO AO MÉTODO IPC

- Quais as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino tradicional para um método ativo de ensino?

Ao analisar as respostas ao questionário do método IpC e as entrevistas realizadas, foi possível verificar que, de uma forma geral, todos os 16 alunos que participaram de todas as atividades relativas ao método IpC apresentaram uma atitude positiva em relação ao método. Abaixo, transcrevemos alguns extratos que ilustram esse resultado.

“A dinâmica das aulas tem sido mais eficaz para compreensão e fixação do conteúdo. A diferente forma de aplicação torna as aulas mais interativas e motiva a participar. Tenho gostado mais das aulas dessa forma.”

Aluno 16

“Gostei muito dessa metodologia de ensino. Achei diferente de qualquer coisa que já tínhamos visto antes e achei que favoreceu nosso aprendizado, sem ser maçante ou chato.”

Aluno 14

“Eu gostei muito, foi muito diferente. Nunca tive aulas assim, porque elas sempre foram seguindo o padrão de didática normal, básica. Então esta metodologia me surpreendeu muito e positivamente.”

Aluno 9

“Minha experiência na disciplina de Física nestas últimas semanas foi muito boa, porque o formato das aulas e dinâmicas facilitou para a minha compreensão no conteúdo.”

Aluno 1

Mesmo que todos os alunos tenham citado pontos positivos com relação à experiência com o método IpC, houve alunos que citaram pontos negativos e que talvez poderiam ser melhorados, como o depoimento abaixo:

“Aulas menos informativas com um tempo para aprendizagem menor, a turma se concentra muito mais em competir para quem acerta a maior quantidade de questões ao contrário de manter o foco e estudar.”

Aluno 5

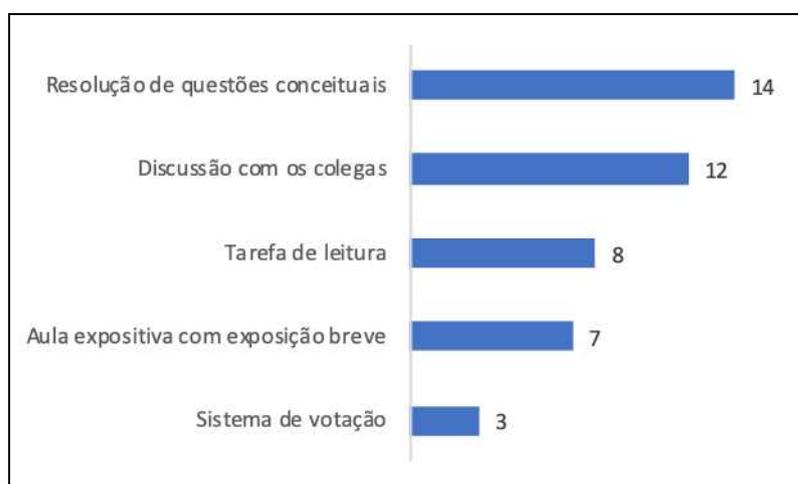
Fora essa visão mais ampla, verificamos, especificamente, os principais elementos positivos e negativos mencionados pelos alunos no questionário sobre o IpC (APÊNDICE C), os quais refletem a experiência dos estudantes na disciplina através do método ativo de ensino. Dentre essas perspectivas, identificamos os principais elementos positivos e negativos a partir da análise das respostas dos alunos à entrevista e às questões 1, 2 e 3 do questionário IpC. Essa análise nos permitiu verificar os fatores que, na perspectiva dos estudantes, mais contribuíram, ou não, para o seu aprendizado de Física.

As respostas dos alunos foram compiladas, desagrupadas e reagrupadas a fim de permitir a nossa interpretação. Dividiremos esta seção em Atitudes Positivas e Atitudes Negativas para melhor explorar cada uma delas.

6.3.1 Atitudes Positivas

Na Figura 45 apresentamos a frequência com que cada elemento positivo foi mencionado pelos alunos nas três questões citadas anteriormente.

Figura 44 - Quantidade de menções para cada elemento positivo abordado no questionário



Fonte: elaborado pelo autor.

Dentre os elementos mencionados, a Resolução de questões conceituais figura no mais citado pelos estudantes ($n = 14$), seguido da Discussão com os colegas ($n = 12$), Tarefas de leitura ($n = 8$), Aula expositiva com exposição breve ($n = 7$) e o Sistema de votação ($n = 3$).

Abordaremos os principais elementos separadamente, visto que cada um possui suas singularidades e motivos de receberem essa quantidade de menções.

Resolução de questões conceituais

Esta etapa foi a mais citada pelos estudantes como positiva e aborda as questões projetadas após as explicações do professor. Nos testes conceituais estão empregados os principais conceitos abordados nas tarefas de leitura e nas exposições orais do professor, como corrente elétrica, potência, resistores e circuitos elétricos. Assim, como destaca Mazur (2015) com os testes conceituais os

estudantes focam em conceitos que servirão de base para o fundamento físico. Um bom teste não é aquele onde a resposta está implícita nas alternativas, mas aquele onde o estudante precisa pensar e argumentar de forma crítica o conceito envolvido.

Apresentamos alguns relatos extraídos do questionário ou entrevista em que os estudantes citam a resolução de questões conceituais como elemento positivo.

“Acredito que os questionários com *QR Code (Plickers)* ajudaram muito, pois com os erros damos ênfase e vamos desenvolvendo e relacionando com as respostas corretas.”

Aluno 11

“O que mais me ajudou foi as atividades com *QR Code, (Plickers)* onde pudemos aplicar os conhecimentos aprendidos.”

Aluno 2

“Achei interessante como foram abordados os conteúdos, na forma de atividades alternativas (*Plickers*), pois fez com que a turma se envolvesse mais para achar uma resposta para as questões.”

Aluno 14

Apesar de alguns relatos indicarem o uso do sistema de votação, após análise e entrevista constatamos que o aluno estava se referindo a resolução de questões conceituais, como exemplo, apresentamos o extrato do Aluno 17.

“[...] as atividades no quadro com o *QR Code (Plickers)* me ajudaram muito na compreensão do conteúdo.”

Aluno 17

Ao ser indagado durante a entrevista se o aluno estava se referindo as atividades ou o uso do *QR Code* como elemento positivo, o Aluno 17 destacou as duas etapas como positivas, mas nesse extrato se referia a resolução das questões conceituais.

Discussão com os Colegas

Esta etapa é o ponto central do método IpC e foi o segundo elemento positivo mais citado em relação ao método. Após os alunos responderem as questões e o índice de acertos ficar entre 30% e 70%, os alunos eram distribuídos em pequenos grupos para debater as respostas escolhidas.

O Aluno 4 cita os testes conceituais e a discussão com os colegas em sua resposta ao questionário.

“Os positivos foram os *QR Codes (Plickers)* e a decorrência que eles geraram na hora de discutir determinadas questões.”

Aluno 4

O Aluno 10 mencionou apenas a "Discussão com os colegas" como um elemento positivo. Durante a entrevista, buscamos aprofundar a intenção do aluno ao responder dessa forma. O aluno apontou que através da discussão “há trocas de conhecimento e pontos de vista sobre o conceito”. Isso nos traz a importância da discussão entre os colegas para o aprendizado discente.

Tarefa de Leitura

O terceiro elemento positivo mais votado foi as Tarefas de Leitura que engloba o texto, vídeos e formulários que são lidos pelos alunos em casa, antes de cada aula.

A importância de um material bem elaborado e com conceitos que podem ser abordados através de textos e vídeos abrange diferentes tipos de alunos, que possuem diferentes formas de aprendizagem. Apresentamos alguns extratos de alunos que relatam essa importância.

“Eu gostei bastante da didática e conjunto de atividades propostas foram ótimas, pois os exemplos e os vídeos ajudaram muito na compreensão dos textos.”

Aluno 2

“[...] As leituras fizeram que eu conseguisse ter uma base dos conceitos para depois colocar em prática[...].”

Aluno 18

“Achei importante a leitura em casa e depois tirar as dúvidas no formulário ou em sala.”

Aluno 3

Outros elementos foram citados como positivos, porém com menos menções pelos alunos. Aulas expositivas com exposições breves e o sistema de votação serão abordados com mais ênfase ainda neste capítulo.

À semelhança dos estudos realizados por Espinosa, Araújo e Veit (2019), Oliveira Araujo e Veit (2014) e Vieira (2014), nosso estudo também obteve resultados positivos em relação às atitudes dos alunos. Importante ressaltar que desses autores supracitados, o estudo de Espinosa, Araujo e Veit (2019) corresponde ao método Aprendizagem baseada em equipes e os demais abordam o método IpC. Enquanto os estudos acima destacam a Tarefa de Leitura como o principal elemento responsável pelas atitudes positivas dos alunos, nosso estudo enfatiza a Resolução de Questões Conceituais como o principal fator. No entanto, as Tarefas de Leitura foram identificadas como um dos três principais elementos favoráveis às atitudes positivas dos alunos. Oliveira, Araujo e Veit (2014) destacam que a Tarefa de Leitura foi citada pelos estudantes argumentando que a partir do estudo prévio, há uma melhor compreensão dos conceitos que eram vistos em aula. Análogo a esses autores, Vieira (2014) destaca que o fato de os alunos conhecerem o conteúdo que será visto em aula torna o ensino mais eficaz.

Como discutido no Capítulo 3, a Resolução de Questões Conceituais baseia-se no princípio pedagógico de que a compreensão conceitual é fundamental para a aprendizagem e auxilia na resolução de problemas. O fato de esse elemento ser o principal responsável pelas atitudes positivas dos alunos em nosso estudo, destaca

a importância de uma abordagem conceitual em sala de aula. O estudo de Oliveira Araujo e Veit (2014) corrobora com nossa análise ao que os autores destacam que os alunos participaram ativamente e bastante empolgados com o processo de votação e discussão com os colegas.

Portanto, assim como os estudos apresentados neste trabalho (e.g. MILLER *et. al*, 2021; ESPINOSA, 2016; SANTOS, 2016; VIEIRA, 2014; OLIVEIRA, 2012), obtivemos, de modo geral, *feedback* positivo em relação ao método IpC.

6.3.2 Atitudes Negativas

Na Figura 46 apresentamos a frequência com que cada elemento negativo foi mencionado pelos alunos nas três questões citadas.

Figura 45 - Quantidade de menções para cada elemento negativo no questionário



Fonte: elaborado pelo autor.

Embora a maioria dos comentários sobre as atitudes tenha sido positiva, alguns apontamentos negativos foram levantados pelos estudantes: Ausência de resumos na tarefa de leitura ($n = 3$), Obrigatoriedade de leituras em casa ($n = 3$), Insuficiência de atividades com cálculos ($n = 2$), Explicações excessivamente elaboradas/longas ($n = 1$) e Instigação à competição entre os alunos ($n = 1$).

Vamos abordar separadamente os principais elementos, pois cada um tem suas singularidades e motivos específicos para receber essa quantidade de menções.

Ausência de resumos na Tarefa de Leitura

Dentre as atitudes negativas, a maior crítica recebida foi a ausência de resumos nas tarefas de leitura para copiar no caderno, conforme relatos dos Alunos 2 e 13.

“Poderia ser passado resumos para os alunos copiarem no caderno.”

Aluno 2

“Fazer um resumo geral das tarefas de leitura, com algumas frases "chaves" no caderno.”

Aluno 13

O fato de alguns alunos (n = 3) citarem que deveria haver resumos para copiar no caderno fez com que abordássemos essa questão durante as entrevistas. Durante a entrevista, procuramos enfatizar a importância da metodologia ativa e do aluno ser corresponsável por sua aprendizagem, incentivando-o a criar seus próprios tópicos e resumos sobre o conteúdo. O professor também exemplificou que, se houvesse apenas resumos das tarefas de leitura, alguns alunos poderiam não ler os conceitos na íntegra e ter uma compreensão superficial do conteúdo. A falta de resumos ser mencionada por três estudantes nos fez indagá-los durante a entrevista se as tarefas de leituras estavam extensas e cansativas. Dois desses alunos citaram que os textos estavam longos e um dos alunos apenas citou que um resumo com palavras-chave ou tópicos ajudaria aquele estudante que aprende escrevendo. Uma das maneiras de melhorarmos esse elemento negativo seria incluir esse resumo durante as apresentações conceituais breves ou então, enviar um pequeno resumo aos alunos após a abordagem de cada tópico do IpC. Nos comprometemos em incluir essa etapa em futuras aplicações do método.

Obrigatoriedade de leitura em casa

Apontado por 3 alunos, o fato de ler em casa gerou algumas críticas ao método, conforme podemos observar nos trechos abaixo.

“Pontos negativos: a leitura, não consigo focar e acabo captando migalhas do conteúdo.

Aluno 17

“O único aspecto negativo foi ler em casa, eu aprendo melhor escrevendo e explicando em aula.”

Aluno 21

Como pudemos observar, apesar da Tarefa de Leitura configurar entre os 3 fatores indicados como influente na atitude positiva, temos alguns alunos que à criticaram.

Como mencionado pelos alunos, a falta de foco para a leitura faz com que o aluno não consiga compreender os conceitos apresentados. Um pouco disso provavelmente provém da cultura da turma em questão, que experienciava exclusivamente aulas tradicionais, que pouco ou nada aborda a preparação prévia do aluno para aula. Como vimos, a preparação prévia do aluno é importante para que ele tenha autonomia e corresponsabilidade em sua aprendizagem, contribuindo com a característica C1 do IpC. Essa característica, que corresponde à preparação prévia do estudante, aborda o engajamento e corresponsabilidade do aluno, a participação dos estudantes em sala, o desenvolvimento do hábito de leitura e a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos.

Insuficiência de atividades com cálculos

Mencionado por 2 estudantes, a falta de atividades que envolvessem questões numéricas gerou algumas críticas à aplicação do método.

“Os conceitos foram mais bem trabalhados, porém sentia falta de cálculos que acaba atrapalhando na hora da prova que se mantém muito mais em cálculos do que conceitos.”

Aluno 5

Considerando que a maioria dos alunos teve experiências anteriores com métodos tradicionais de ensino, nos quais o ensino da Física é dominado por

equações e cálculos, alguns manifestaram apreensão diante da escassez de atividades que abordassem essa abordagem. Apesar da estrutura do método e nossa organização de aplicação envolver encontros exclusivamente com resolução de problemas, ainda assim, houve críticas com relação à ausência de mais atividades do tipo.

Conforme já evidenciamos, embora muitos estudantes mencionem diversas formas de contato com o conteúdo, como textos e vídeos, como facilitadores para assimilar conceitos físicos, alguns alunos (Alunos 17 e 21) gostariam breves textos para copiar e, assim, internalizar esses conceitos. E uma das formas citadas pelos alunos que pode contribuir para essa internalização dos conceitos é ter pequenos resumos ou tópicos do conteúdo para que pudessem copiar ou relacionar esses tópicos aos conceitos estudados.

Podemos remeter essa necessidade à falta de metodologia ativa pelos demais componentes curriculares da turma ou, então, à falta de hábito de leitura dos estudantes em questão, para que eles próprios desenvolvam seus textos resumidos para aprendizagem. Ainda em se tratando da preparação prévia dos alunos, a obrigatoriedade da leitura em casa contrasta com os resultados de Espinosa, Araujo e Veit (2019) que apontam o tempo/esforço exigido para a disciplina como ponto negativo e com Vieira (2014) onde menciona o volume de leitura exigido na disciplina e a dificuldade de apontar pontos interessantes dos textos.

Com relação à quantidade reduzida de cálculos abordados durante as aulas e à preocupação dos alunos em relação a uma possível ênfase excessiva nesse aspecto nas avaliações trimestrais, procuramos tranquilizá-los, informando que a avaliação seria composta por diferentes formas de abordagem, incluindo questões conceituais, sem a necessidade de cálculos, bem como questões numéricas que abordariam conceitos por meio de problemas práticos. Essas informações foram bem recebidas pelos alunos, que se sentiram mais tranquilos em relação ao processo avaliativo.

Na questão 5 do questionário, que solicitava sugestões para melhorar a aplicação do método para turmas futuras, alguns alunos ($n = 2$) recomendaram mais aulas práticas e novamente os mesmos alunos ($n = 3$) recomendaram resumos para a tarefa de leitura. Outras três sugestões foram apontadas por alunos diferentes,

como: uma maior quantidade de testes conceituais para que ocorra a interação e discussão com os colegas; uma tarefa de leitura mais objetiva e; focar mais tempo em um só conceito antes de passar para o próximo, mesmo com a turma atingindo 70% de acertos.

A questão 6 do questionário questionava se os alunos recomendariam o método para ser utilizado no ano seguinte. Todos os alunos (n = 17) recomendaram a aplicação do método em turmas futuras. Alguns comentários feitos pelos alunos são apresentados a seguir.

“Sim, pois há várias formas de aprender nessa metodologia, sem prejudicar ninguém.”

Aluno 2

“Com certeza. Envolve e captura a atenção dos alunos e o envolvimento de todos.”

Aluno 7

“Sim, recomendo. Evita com que o conteúdo acabe se tornando tedioso, envolve mais os alunos.”

Aluno 14

Através da questão 7 buscamos saber se havia algum comentário que gostariam de fazer e não tinha sido abordado nas perguntas anteriores. Alguns alunos (n = 9) mencionaram a utilização do *Plickers* como maravilhosa e um diferencial no método.

Ao serem questionados sobre a utilização de outra forma para considerar as respostas, se esta, prejudicaria a aprendizagem, os alunos falaram que não, porém o uso do *Plickers* era tecnológico e chamava a atenção e interesse deles.

“O uso do *QR Code (Plickers)* foi uma das melhores partes. Muito divertido e eu consegui aprender.”

Aluno 3

De acordo com o estudo de Lasry (2008), o uso de diferentes tipos de meios para votação não oferece vantagem de aprendizado significativo. A vantagem de meios tecnológicos está voltada mais para o ensino do que para a aprendizagem. O autor relata, ainda, que enquanto meios mais tradicionais de votação, como levantar a mão ou cartas com as opções das alternativas levam mais tempo para computar os dados, meios tecnológicos facilitam esse *feedback*, além de registrar e salvar esses dados.

Ainda em relação à questão 7, alguns alunos (n = 3) apresentaram interesse e sugeriram a construção de um circuito elétrico, o que estava em nosso planejamento, porém devido a problemas com datas da escola, não tivemos tempo hábil para a atividade.

“Podíamos ter construído o circuito, seria legal, porém não deu tempo.”

Aluno 13

Em suma, identificamos pontos negativos relacionados às Tarefas de Leitura, tal como também foi apontado no estudo de Vieira (2014). Enquanto o autor destacou a dificuldade dos alunos em identificar pontos importantes do conteúdo de forma independente, em nosso estudo, alguns alunos manifestaram a necessidade de ter resumos das Tarefas de Leitura. Esse fato corrobora com a afirmação de Vieira (2014, p. 109), "a relutância em aprender a aprender fica evidente", seguida por uma declaração de um aluno que expressa a dificuldade de aprender sozinho o que ainda não sabe. Contudo, todos sugeriram a aplicação do método em turmas futura e houve apontamentos de que a utilização do *Plickers* foi incrível e divertida.

Devido à quantidade significativa de menções positivas (n = 44) em relação às negativas (n = 10), podemos considerar que a utilização do método IpC foi bem-sucedida quando considerada as atitudes dos estudantes. No entanto, para futuras aplicações do método, levaremos em consideração os pontos negativos relatados pelos alunos e analisaremos a possibilidade de fazer alterações.

6.3.3 Importância de cada etapa envolvendo o IpC para a percepção de aprendizagem de física dos estudantes

Na questão 4 do questionário foi solicitado que os alunos distribuíssem um total de 100 pontos para cada etapa que envolvia o método IpC, que identificavam fatores que podem ou não ter contribuído para sua aprendizagem. Na Tabela 2 estão dispostas as médias das pontuações dos alunos (n = 17) para cada item.

Verificamos que, em média, a turma aponta que as aulas expositivas do professor através de exposições breves foi a etapa que mais contribuiu como positiva para o aprendizado. Apesar desta atividade ter sido mencionada por apenas 7 estudantes durante as questões dissertativas, através desta tabela podemos verificar como foi considerada importante para os alunos de maneira geral.

Outros aspectos apontados como importantes para a aprendizagem foram a influência do sistema de votação nas respostas e as questões conceituais intercaladas com as exposições. Aqui houve uma mistura e equívoco por parte dos alunos. Alguns alunos atribuíram pontuações altas para a etapa “influência do sistema de votação nas respostas”, o que foi esclarecido melhor durante a entrevista. Durante a entrevista verificamos que alguns alunos atribuíram a influência do sistema de votação, porém o que de fato significou como atitude positiva foram as questões conceituais. Portanto algumas dessas pontuações se referem a etapa “questões conceituais intercaladas com as exposições”. A menção desta etapa vai ao encontro do que foi analisado nas respostas dissertativas como elementos que geraram atitudes positivas nos alunos.

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 aplicação do método

Itens que a turma julga ter contribuído para o aprendizado de Física	Distribuição média dos pontos correspondentes à contribuição para aprendizagem de Física
Aulas expositivas do professor através de exposições breves;	21

Influência do sistema de votação nas respostas;	19
Questões conceituais intercaladas com as exposições;	18
Discussão com os colegas;	12
Questões sobre as tarefas de leitura;	11
Reflexão individual sobre as questões dos testes conceituais;	9
Tarefas de leitura realizadas em casa;	7
Apostila didática.	2
TOTAL	100

Fonte: elaborado pelo autor.

A etapa de discussão com os colegas obteve uma média de 12 pontos no questionário, sendo a quarta situação mais importante responsável por atitudes positivas na aprendizagem dos alunos. Apesar de ser uma das mais citadas pelos alunos responsáveis pelas atitudes positivas, não está entre as três principais mais importantes responsáveis pela aprendizagem dos alunos de forma geral. O que nos chama a atenção foi a etapa sobre a Tarefa de Leitura que não obteve muitos pontos atribuídos, porém foi bastante mencionada nas atitudes positivas. Ou seja, apesar de considerarem importante esta etapa para as atitudes positivas, ela não foi mencionada como gerador de atitudes positivas quando pensam na aprendizagem. E a etapa “apostila didática” recebeu uma média de 2 pontos. Isso nos surpreendeu, pois não foi utilizado e nem solicitado para os alunos o uso da apostila didática durante nosso estudo.

Cabe ressaltar que, de acordo com os depoimentos de alguns alunos, eles gostaram muito do professor e isso parece refletir nas atitudes positivas apresentadas pelos discentes.

“A explicação do professor é muito boa, o que facilita o aprendizado.”

Aluno 18

“Excelente professor.”

Aluno 16

“Aquele que trabalha com o que gosta em um ambiente com pessoas que gosta, parece não estar trabalhando, e este é um sentimento que o professor passa.”

Aluno 7

Foi identificado que as aulas expositivas do professor, por meio de exposições breves, foi o principal fator que contribuiu para atitudes positivas na aprendizagem dos alunos, seguido da influência do sistema de votação nas respostas, questões conceituais intercaladas com exposição e discussão com os colegas. Embora Espinosa, Araujo e Veit (2019) tenha utilizado um método de ensino diferente (Aprendizagem Baseada em Equipes), seu estudo também indicou que as exposições dialogadas feitas pelo professor foram o principal elemento elencado pelos estudantes como contribuinte para sua aprendizagem. Deslauriers *et. al* (2018) apontam que embora os estudantes que experienciem métodos ativos de ensino tenham desempenhos melhores que aqueles que vivenciam métodos tradicionais (aulas exclusivamente expositivas), sua percepção de aprendizagem é menor. Ou seja, a sensação de aprendizagem dos estudantes de nosso estudo, atribuída às aulas expositivas do professor, pode não corresponder àquilo que fez diferença para sua aprendizagem. Os autores do estudo citado sugerem que escolher os métodos de ensino com base na percepção dos alunos pode levar os docentes a optarem por métodos inferiores.

Verificamos que as atitudes positivas em relação ao método IpC se destacaram durante a análise. Em resumo, os elementos positivos incluíram a resolução de questões conceituais, a discussão com os colegas e as tarefas de leitura. Já os aspectos negativos foram a ausência de resumos para a tarefa de leitura, a realização insuficiente de cálculos e a leitura em casa. Ao analisar o que gerou atitudes positivas e quais atividades mais contribuíram para a aprendizagem dos alunos, surgem alguns indicadores sobre a turma que participou do método IpC. Embora a resolução de questões conceituais tenha sido apontada como a atividade que mais gerou atitudes positivas através de uma escolha ampla, as aulas expositivas do professor, com explicações breves, foi a ação mais apontada quando listada etapas do método. A discussão com os colegas, principal elemento do método, ficou em segundo lugar como responsável pelas atitudes positivas lembrada

pelos alunos, mas foi a quarta situação apontada quando listada na questão de distribuição de pontos.

Dessa forma, cada análise buscou identificar as principais atividades que geraram atitudes positivas nos alunos. Enquanto as questões dissertativas destacaram as atividades ou elementos que causaram atitudes positivas ou negativas nos alunos de forma geral e ampla, a classificação por pontos procurou identificar as ações ou atividades elencadas do método, que na visão do aluno, resultaram em atitudes positivas. Por exemplo, embora a resolução de questões conceituais tenha sido apontada como a principal causa de atitudes positivas, foi classificada como a terceira mais importante para a aprendizagem. A importância de cada etapa do método reside precisamente na possibilidade de proporcionar diferentes experiências e formas de aprendizagem para os alunos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando falamos no ensino de Física, abordagens expositivas que enfatizam a memorização de equações e não estão conectadas com a realidade cotidiana dos alunos tendem a tornar a disciplina desinteressante e desanimadora. Outro fator que contribui para os problemas no ensino de Física é a desmotivação dos estudantes, que está relacionada diretamente com a crença de autoeficácia. E uma das formas de aumentar essa crença de autoeficácia em ações específicas da aprendizagem de física é investir em métodos ativos de ensino, como o método Instrução pelos Colegas (IpC), abordado nesta dissertação.

O objetivo geral deste trabalho foi investigar o impacto da implementação do método IpC nas crenças, atitudes e desempenho dos alunos de uma turma da rede privada de ensino da educação básica. Norteados por esse objetivo realizamos um estudo de caso em uma escola da rede privada de ensino, no estado do Rio Grande do Sul. Através desse estudo, buscamos conhecer os impactos da experiência com o método no desempenho dos alunos em teste padronizado sobre corrente elétrica, potência e circuitos elétricos, como a experiência com o método afeta o desenvolvimento da autoeficácia dos estudantes em aprender física e trabalhar colaborativamente e as atitudes dos alunos em relação à mudança de método de ensino. Bem como, construir um material de apoio ao professor capaz de fomentar a aprendizagem conceitual dos estudantes em circuitos elétricos e criar possibilidades para o desenvolvimento de sua autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente. Seguindo a metodologia de estudo de caso de Yin, escolhemos duas unidades de análise: uma turma onde aplicamos o método IpC e outra onde o ensino foi exclusivamente tradicional. Como resultado do nosso estudo exploratório, propomos futuros trabalhos e questões que possam ser abordadas.

Em termos do desempenho dos alunos em teste padronizado, obtivemos índices de acertos superiores na turma onde foi aplicado o método IpC em relação a turma que teve o método tradicional. Esses acertos culminaram em um ganho normalizado de 33,6% na turma onde foi aplicado o IpC, enquanto a turma com o método tradicional teve um ganho normalizado negativo. Essa diferença é estatisticamente significativa e nos faz atribuir que o método IpC contribuiu para esse aumento no número de acertos.

Em se tratando da autoeficácia dos alunos em aprender física e trabalhar colaborativamente, obtivemos resultados positivos pela turma, como constatamos pelas respostas ao questionário e entrevista. Entre os resultados podemos destacar em cada ação específica, as principais fontes apontadas pelos alunos como responsáveis por desenvolver as crenças de autoeficácia, são elas: (i) aprender física: experiências pessoais através da leitura das TLs; experiências vicárias, na discussão com os colegas; persuasão social, referente a estrutura do método de ensino; (ii) trabalhar colaborativamente: experiências pessoais ao acompanhar/ler vídeos e textos das TLs; experiências vicárias, na discussão com os colegas e; persuasão social, através do processo e condução do método.

Concluimos que os estudantes que participaram das atividades com o método IpC aumentaram seu senso de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente. Esse aumento nos faz crer que os alunos podem persistir diante de futuras adversidades e não as encarar como ameaças. Assim como encarar debates futuros como forma de se posicionar de maneira crítica e expor suas ideias e opiniões sem medo e receio de julgamentos.

Em relação as atitudes, nosso estudo evidenciou que todos os alunos apontaram como positiva a experiência com o método IpC. Os aspectos gerais mais destacados como positivos foram a resolução de questões conceituais, a discussão com os colegas, as tarefas de leitura, aulas expositivas com explicações breves e o sistema de votação. Quando listadas as etapas do método, os alunos apontaram como aspectos positivos as aulas expositivas do professor através de exposições breves, a influência do sistema de votação e as questões conceituais intercaladas com as exposições. Enquanto estava ocorrendo a discussão com os colegas, muitos comentaram que não seria necessário fazer as junções dos grupos, que queriam saber a resposta correta e que estavam alterando suas respostas para outra incorreta. Porém, percebemos o quão importante essa etapa foi para os alunos ao ser a que recebeu maior destaque como aspecto positivo. Mesmo com todos os estudantes destacando a vivência com o método IpC como positiva, tivemos alguns apontamentos negativos: ausência de resumos na TL, obrigatoriedade de leituras em casa, insuficiência de atividades com cálculos.

A constatação de atitudes predominantemente positivas em relação ao método IpC indica que os alunos se adaptaram bem à mudança de método de ensino. Isso nos levou a concluir que fomos bem-sucedidos em adaptar o método IpC ao nosso contexto de ensino, especialmente em relação à receptividade dos alunos. Com base no *feedback* dos alunos, identificamos novas estratégias para explorar ainda mais o potencial do método IpC em futuras implementações, como a criação de textos complementares de apoio para explicar as principais dúvidas dos alunos que surgiram durante as aulas e um breve resumo dos principais conceitos abordados ao final de cada aula.

Como perspectiva de continuação do presente trabalho, acreditamos que a elaboração de materiais como textos de apoio, simulações e testes conceituais sejam importantes para esclarecer as principais dúvidas que foram indagadas pelos alunos. A elaboração de um novo material para outros conteúdos também seria importante, visto que, como abordamos, temos poucos materiais de apoio ao professor. A curto prazo, pretendemos elaborar artigos científicos referente a esse nosso estudo, focando em pontos principais como o relato de experiência com o método e as crenças de autoeficácia e suas fontes. Com base nos resultados obtidos, uma das questões que permanece em aberto é se o impacto na autoeficácia dos alunos é duradouro ou se ao retornarem para um método tradicional, eles voltam para os níveis de autoeficácia iniciais. Realizar um estudo que analise as características isoladas do método IpC e como elas impactam nas crenças de autoeficácia do estudante, assim como uma análise mais aprofundada dos princípios pedagógicos envolvidos e o quanto eles influenciam nas crenças de autoeficácia também estão em planos futuros.

Um estudo que explore indicadores de aprendizagem conceitual, como a capacidade do estudante em relacionar os conceitos e aplicá-los em contextos do mundo real ou situações desafiadoras, pode oferecer uma visão mais abrangente e profunda sobre os efeitos dos métodos ativos, expandindo nosso referencial teórico para além das medidas com testes padronizados.

No contexto do relacionamento do professor com o aluno, seria interessante realizar um estudo que analise a influência que o professor e sua relação com os estudantes impactam na autoeficácia. Ao investigar essa interação, podemos

entender como a atenção pedagógica impacta na crença de autoeficácia dos alunos e o quão receptivo eles são com o método ativo. Explorar a autoeficácia dos docentes para implementar um método ativo também pode ser um estudo promissor, visto que compreender os desafios e as necessidades dos professores pode levar a intervenções que venham apoiar sua capacitação e aumentar sua confiança na implementação de métodos ativos.

Essas são algumas ideias de pesquisa para aprofundar nosso estudo nas crenças de autoeficácia e os efeitos de métodos ativos de ensino na educação básica, em particular, no ensino de física. Ao explorarmos essas áreas, poderemos aperfeiçoar estratégias de ensino que promovam a autoeficácia discente em aprender física e trabalhar colaborativamente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. A. L. DE et al. Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 23 abr. 2018.

ARAUJO, A. A. V. de. **Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Nilópolis - RJ. p. 72, 2017.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de Ensino- aprendizagem. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.

AUSUBEL, D. P. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. **Journal of Education Psychology**, v. 51, n. 5, p. 267-272, 1960.

BANDURA, A. **Self-efficacy: the exercise os control**. New York: W. H. Freeman, 1997.

BANDURA, A. Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. **Annu. Rev. Psychol**, v. 52, p. 1-26, 2001.

BANDURA, A. **The Evolution of Social Cognitive Theory**. In: SMITH K. G.; HITT, M. A. (Org.). *Great Minds in Management*. Oxford: Oxford University Press, p. 9-35, 2005.

BANDURA, A. **Teoria social cognitiva: conceitos básicos**. Tradução de Roberta Gurgel Azzi e Soely Polydoro. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BERNARDES, J. **Aplicação do método peer instruction na abordagem das leis de newton no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. p. 112, 2016.

BRAND, B. R.; WILKINS, J. L. M. Using self-efficacy as a construct for evaluating science and mathematics methods courses. **Journal os Science Teacher Education**, 18, p. 297-317, 2007.

BREWE, E. Modeling theory applied: Modeling Instruction in introductory physics. **American Journal of Physics**, 76, 2008.

BRITNER, S. L. Motivation in High School Science Students: A Comparison of Gender Differences in Life, Physical, na Earth Science Classes. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 8, p. 955-970, 2008.

BZUNECK, J. A. **As Crenças de autoeficácia e o seu papel na motivação do aluno**. In E. Boruchovitch & J.A. Bzuneck (Org.) *A Motivação do Aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea*. Petrópolis: Editora Vozes, 2001.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten Years of experience and results. **American Journal os Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

CUMMINGS, K. et al. **A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students**. AIP CONFERENCE PROCEEDINGS. Anais...AIP, 2008.

ÇALISKAN, S.; SELÇUK, G. S.; EROL, M. Instruction of problem solving strategies effects on physics achievement and self-efficacy beliefs. **Journal of Baltic Science Education**, v. 9, n. 1, p. 20–34, 30 jan. 2010.

DANCY, M. H.; HENDERSON, C. Pedagogical practices and instructional change of physics faculty. **American Journal of Physics**, 2010.

DANCY, M. H.; HENDERSON, C.; TURPEN, C. How faculty learn about and implement research-basea instructional strategies: The cas of Peer Instruction. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 1, 2016.

DE BARROS, A.; REMOLD, J.; DA SILVA, G. S. F.; TAGLIATI, J. R. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Física**, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.

DESLAURIERS, L. et al. Measuring actual learning versus feeling of learnig in response to being actively engaged in the classroom. **PNAS Latest Article**, p. 1-7, 2018.

DOMINGUEZ, M. E.; MOREIRA, M. A. Deteccion de conceptos intuitivos em electricidad a traves de entrevistas clinicas. **Revista de Enseñanza de La Física**, v. 2, n. 1, p. 7-15, 1988.

DORNELLES, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuário da ferramenta computacional Modellus**. Dissertação (Mestrado em Física) - Curso de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. p. 141, 2005.

DOU, R. et al. Beyond performance metrics: Examining a decrease in students' physics self-efficacy through a social networks lens. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 2, 9 ago. 2016.

DOU, R. et al. Understanding the development of interest and self-efficacy in active-learning undergraduate physics courses. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 13, p. 1587–1605, 2 set. 2018.

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, 3 mar. 2015.

DUIT, R. The constructivist view in science education -- what it has to offer and what should not be expected from it. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 40-75, 1996.

DUIT, R.; RHONECK, C. Learning and understanding key concepts of electricity. In: TIBERGHIE, A.; JOSSEM, E. L.; BAROJAS, J. (Ed.). **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**. Cambridge: International Commission on Physics Education, p. 1-6, 1998.

DURK, J. et al. Impact of an active learning physics workshop on secondary school students' self-efficacy and ability. **Physical Review Physics Education Research**, v. 16, n. 2, 22 out. 2020.

ENGELHARDT, P. V.; BEICHNER, R. J. Students understanding of direct current resistive electrical circuits. **American Journal of Physics**, v. 72, n. 1, p. 98-115, 2004.

ESPINOSA, T. **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**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. p. 209, 2016.

ESPINOSA, T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. z um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

ESPINOSA, T. et al. Medidas de autoeficácia discente e métodos ativos de ensino de física: um estudo de caso explanatório. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 29, n. 2, p. 14, 2017.

ESPINOSA, T. et al. Reducing the gender gap in students' physics self-efficacy in a team- and project-based introductory physics class. **Physical Review Physics Education Research**, v. 15, n. 1, 28 maio 2019.

ESPINOSA, T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de física. **Revista Física na escola**, v. 14, n. 2, 2016.

ESPINOSA, T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente: um estudo de caso com o método team-based learning em uma disciplina de física básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, 13 mar. 2019.

ESPINOSA, T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A influência de métodos ativos de ensino na autoeficácia discente sobre aprender Física e trabalhar colaborativamente: um estudo de caso explanatório com o método Team-Based Learning. Amazônia - **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 16, n. 36, p. 5-22, 2020.

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, 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.

GOK, T. **The effects of peer instruction on students' conceptual learning and motivation**. v. 13, n. 1, p. 17, 2012.

GOLDSTEIN, O. A project-based learning approach to teaching physics for pre-service elementary school teacher education students. **Cogent Education**, v. 3, n. 1, 31 dez. 2016.

GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B.; Mudança nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 16, n. 1-4, 1994.

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.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 38, n. 1, 2016.

HENDERSON, C. The challenges of instructional change under the best of circumstances: a case study of one college physics instructor. **American Journal of Physics**, College Park, v. 73, n. 8, p. 778-786, 2005.

KÖHNLEIN, J. F. K. **Um estudo sobre as concepções alternativas de calor e temperatura**. Monografia (Curso de Especialização em Ensino de Física), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, p. 83, abr. 2001.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 3 out. 2011.

LASRY, N. Clickers or Flashcards: Is there really a difference? **The Physics Teacher**, v. 46, n. 4, p. 242, 2008.

LEAO, N. M. M.; KALHIL, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 9, n. 4, dez. 2015.

LIN, J. W. a cross-grade study validating the evolutionary pathway of student mental models in electrical circuits. **EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education**, v. 13, n. 7, 2017.

MARIN, N. Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 80-92, 1999.

MAZUR, E. **Peer instruction: A user's manual**. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 1997. p. 253.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MAZUR, E.; WATKINS, J. **Just-in-Time Teaching and Peer Instruction**. In: SIMKINS, S.; MAIER, M. (Eds.). **Just-In-Time Teaching: Across the Disciplines, Across the Academy** Just-In-Time Teaching. 1. ed. Sterling: Stylus Publishing, 2010. p. 39-62.

MCDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. Research as a guide for curriculum development: Na example from introductory electricity. part i: Investigation of student understanding. **American Journal of Physics**, v. 60, n. 11, 1992.

MCDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. **Tutorials in introductory physics**. Tutorials in introductory physics / Lillian C. McDermott ; Peter S. Shaffer. 1 ed ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2002.

MEDEIROS, P. C. et al. A auto-eficácia e os aspectos comportamentais de crianças com dificuldades de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, p. 327-336, 2000.

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; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004. p. 229-239.

MILLER, K. et al. Conceptual question response times in Peer Instruction classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 2, 19 ago. 2014.

MILLER, K. et al. Response switching and self-efficacy in Peer Instruction classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 11, n. 1, 3 fev. 2015.

MILLER, K. et al. Increasing the effectiveness of active learning using deliberate practice: A homework transformation. **Physical Review Physics Education Research**, v. 17, n. 1, 23 abr. 2021.

MITSUI, T.; MITSUI, K.; OHNISHI, R. Mechanisms Underlying Math Self-Efficacy Learning of College Students. **Journal of Vocational Behavior**, 37, p. 225-238, 1990.

MORAES, K.; HEIDEMANN, L.; ESPINOSA, T. Métodos ativos de ensino podem ser entendidos como recursos para o combate à evasão em cursos de graduação em Física? Uma análise das relações entre os fundamentos de métodos ativos e a evasão universitária com base nas ideias de Vincent Tinto. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 369–405, 12 ago. 2020.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 73–80, dez. 2018.

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 1, mar. 2000.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; SANTOS, C. A. dos. The influence of content organization on students cognitive structure in thermodynamics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 18, p. 525-531, 1981.

MORTIMER, E. Conceptual evolution as epistemological profile's change. Trabajo presentado em el **III Seminario Internacional sobre Concepciones Alternativas y Estrategias Educativas em Ciencias y Matemática**, Cornell University, 1995.

MÜLLER, M. G. et al. Implementação do método de ensino Peer Instruction com auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 29, p. 491-524, 2012.

MÜLLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, 13 mar. 2017.

NISSEN, J. M.; SHEMWELL, J. T. Gender, experience, and self-efficacy in introductory physics. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 2, 1 ago. 2016.

NOVAK, G. M. et al. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação vinculado ao

Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. p. 236, 2012.

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. Self-efficacy beliefs in academic settings. **Review of Educational Research**, v. 66, ed. 4, p. 543-578, 1996

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, p. 97-114, 2008.

PERCHERON, F. et al. Análise praxeológica do método peer instruction: construção de um ponto de referência para o estudo de suas modificações e adaptações para diferentes contextos de ensino. **ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 2, p. 36-52, 13 maio/ago. 2021.

PETTER, A. A.; ESPINOSA, T.; ARAUJO, I. S. Inovação didática no Ensino de Física: um estudo sobre a adoção do método Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) no contexto de Mestrados Profissionais em Ensino no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivation in education**: theory, research, and applications, 2 ed. Nova Jersey: Pearson Education, 2002.

RODRIGUES, L. C.; BARRERA, S. D. Auto-eficácia e desempenho escolar em alunos do Ensino Fundamental. **Psicologia em Pesquisa**, p. 41-53, 2007

SANTOS, M. B. dos. **Uma sequência didática com os métodos Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e Ensino sob Medida (Just-in-time Teaching) para o estudo de Ondulatória no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. p. 174, 2016.

SAWTELLE, V. et al. Identifying events that impact self-efficacy in physics learning. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 8, n. 2, 28 set. 2012.

SELAU, F. F. et al. Fontes de autoeficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, 8 out. 2018.

SHAFFER, P. S.; MCDERMOTT, L. C. Research as a guide for curriculum development: Na example from introductory electricity. part ii: Design of instructional strategies. **American Journal of Physics**, v. 60, n. 11, 1992.

SHIPSTONE, D. M. et al. A study of students understanding of electricity in five european countries. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 3, p. 303-316, 1988.

SILVA, M. C. da. Quais lâmpadas acendem? Entendendo os funcionamentos dos circuitos elétricos. **Física na escola**, v. 12, n. 1, 2011.

SILVEIRA, F. L. da. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos elétricos simples. **Física no ensino médio: folhas e soluções**, p. 61-67, 2011.

SILVEIRA, F. L. da; MOREIRA, M. A.; AXT, R. **Validação de um teste para verificar se um aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuito simples**. Ciência e Cultura, São Paulo, 41(11): 1129-1133, nov. 1989.

SOLANO, F. et al. Persistência de preconcepciones sobre los circuitos electros de corriente continua. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 4, p. 460-470, 2002.

UČAK, E.; BAĞ, H. ELEMENTARY SCHOOL PUPILS' SELF EFFICACY TOWARDS SCIENCE AND TECHNOLOGY LESSON. **Journal of Baltic Science Education**, v. 11, n. 3, p. 203–215, 15 set. 2012.

VIEIRA, A. S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método peer instruction (Instrução pelos Colegas)**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. p. 235, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, p. 290, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZANATTA, R. P. P.; SAAVEDRA FILHO, N. C. O Ensino de Ciências e a leitura da modernidade e da pós-modernidade por Bruno Latour: reflexões acerca do surgimento de pós-verdades e concepções alternativas no Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental II. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1469–1495, 16 dez. 2020.

ZELDIN, A. L.; BRITNER, S. L.; PAJARES, F. A Comparative Study of the Self-Efficacy Beliefs of Successful Men and Women in Mathematics, Science, and Technology Careers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 9, p. 1036-1058, 2008.

APÊNDICE A – LISTA DE PERIÓDICOS ANALISADOS

No Apêndice A apresentamos os periódicos analisados, onde quantificamos os trabalhos que foram trazidos com os termos de busca pesquisados (Encontrados), apontamos a quantidade de artigos que apresentavam em seus títulos, palavras-chave ou resumo os termos pesquisados, bem como se estavam inseridos na área de Física (Relacionados) e apontamos os artigos que constavam na análise, a vinculação de métodos ativos de ensino e o estudo das crenças de autoeficácia em física (M.A.+C.A.).

	PERIÓDICOS	ENCONTRADOS	RELACIONADOS	M.A. + CA
1	Ciência & Educação (Online)	3	0	0
2	Educación Química	0	0	0
3	Ensaio: Pesquisa Em Educação Em Ciências (Online)	0	0	0
4	Journal Of Baltic Science Education	47	23	3
5	Physics Education (Bristol. Print)	17	17	0
6	Revista De Educacion De Las Ciencias	0	0	0
7	Science (Online)	7	5	0
8	Science Education (Salem, Mass. Print)	0	0	0
9	American Journal Of Physics	0	0	0
10	Enseñanza De Las Ciencias	2	2	0
11	European Journal Of Physics (Print)	20	19	0
12	Interciencia (Caracas)	0	0	0
13	International Journal Of Science Education	27	27	1
14	Journal Of Science Education And Technology	20	15	0
15	Physical Review Special Topics. Physics Education Research	33	33	11
16	Revista Brasileira De Ensino De Física (Online)	14	1	1
17	Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias	0	0	0
18	Science & Education (Dordrecht)	0	0	0
19	The Physics Teacher	18	18	0
20	Acta Scientiae: Revista De Ensino De Ciências E Matemática	3	1	0
21	Acta Scientiarum. Education (Online)	3	0	0
22	Alexandria (Ufsc)	2	1	0
23	Areté - Revista Amazônica De Ensino De Ciências	0	0	0
24	Caderno Brasileiro De Ensino De Física (Online)	3	3	1
25	Ciência E Cultura	0	0	0
26	Comciência (Unicamp)	0	0	0
27	Contexto & Educação	0	0	0
28	Dynamis (Furb. Online)	0	0	0

29	Educação Unisinos (Online)	0	0	0
30	Enseñanza De Las Ciencias De La Tierra	0	0	0
31	Interfaces Científicas - Educação	0	0	0
32	Investigações Em Ensino De Ciências (Online)	3	0	0
33	Latin - American Journal Of Physics Education	0	0	0
34	Rbpg - Revista Brasileira Da Pós-Graduação	0	0	0
35	Reec. Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias	0	0	0
36	Revista Brasileira De Ensino De Ciência E Tecnologia	8	8	2
37	Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências	3	1	0
38	Revista De Educação, Ciências E Matemática	0	0	0
39	Revista De Ensino De Ciências E Matemática (Rencima)	1	1	0
40	Revista Electrónica De Investigación En Educación En Ciencias (En Línea)	9	0	0
41	Revista Tempos E Espaços Em Educação (Online)	11	0	0
42	Ciência & Ensino (Online)	0	0	0
43	Ciencia, Docencia Y Tecnología	0	0	0
44	Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista	0	0	0
45	Experiências Em Ensino De Ciências	0	0	0
46	La Fisica Nella Scuola	0	0	0
47	Revista Ciencia E Tecnologia	0	0	0
48	Revista De Enseñanza De La Física	5	5	1
49	Revista De La Facultad De Ciencia Y Tecnologia	0	0	0
50	Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar	0	0	0
51	Science Education International (Online)	0	0	0
52	Science In School	0	0	0
53	Tear - Revista De Educação, Ciência E Tecnologia	1	0	0
54	Themes In Science And Technology Education	1	0	0
55	Eccos Revista Científica (Online)	6	1	0
56	Foundations Of Science (Print)	0	0	0
57	Cogent Education	1	1	1
58	Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias	1	0	0
59	Cognition Instruction	10	1	0
60	Computers & Education (Inglaterra)	39	0	0
61	Journal Of Computer Assisted Learning	0	0	0
62	Journal Of Research In Science Teaching	0	0	0
63	Latin American Journal Of Physics Education	0	0	0
64	Outras Fontes	2	2	2

ENCONTRADOS	RELACIONADOS	M.A + C.A.
318	183	23

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOBRE AUTOEFICÁCIA

Neste apêndice, apresentamos o questionário a ser aplicado antes e depois da implementação do método de ensino IpC. O objetivo do questionário é coletar dados e analisar uma possível variação nas crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente dos estudantes.

Autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente

Por favor, classifique o quanto você acredita que é capaz de fazer cada uma das atividades descritas nas sentenças, escrevendo um número adequado de acordo com a escala apresentada. Você deverá atribuir um valor para quando começamos a utilizar a nova metodologia e agora no final, tendo em vista sua experiência na disciplina.

Avalie seu grau de confiança registrando um número de 0 a 100, utilizando a escala 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)
1) aprender conceitos de física	
2) explicar conceitos de física para meus colegas	
3) resolver questões conceituais de física	
4) aplicar um conceito de física em diferentes situações	
5) resolver problemas de física	
6) articular os conceitos físicos necessários para resolver um problema	
7) interpretar problemas de física	
8) desenvolver os procedimentos matemáticos necessários para resolver problemas de corrente elétrica, potência e circuitos	

elétricos	
9) avaliar a plausibilidade física de resultados de problemas de física	
10) explicar, para meus colegas, os procedimentos necessários para resolver um problema	
11) trabalhar em equipe	
12) em uma discussão, ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando considero que estou certo(a)	
13) em trabalhos/tarefas em grupo, contribuir positivamente para as discussões	
14) em atividades em grupo, encorajar meus colegas a participarem das discussões	
15) Durante atividades em grupo, ser flexível diante de conflitos e discordâncias	

16) Existe algum aspecto que não foi destacado nos itens 1 a 15 que gostaria de mencionar?

17) Neste espaço, você pode fazer comentários que esclareçam as suas respostas e/ou comentar sobre algo que julgue pertinente.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SOBRE IpC E AUTOEFICÁCIA (RETROSPECTIVO E ATUAL)

Neste apêndice, apresentamos os questionários a serem aplicados após implementação do método de ensino IpC. O objetivo do questionário sobre o IpC é obter informações sobre as atitudes que a mudança de métodos de ensino (tradicional para IpC) ocasionou nos alunos. Para o questionário sobre a autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente, o objetivo é coletar dados e analisar uma possível variação nas crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente dos estudantes.

Questionário sobre IpC

- 1) Comente sobre sua experiência na disciplina nestas últimas semanas.
- 2) Quais os principais aspectos positivos e negativos na forma como o conteúdo de corrente elétrica, potência e circuitos elétricos 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 a a j, quantos você atribuiria em relação à contribuição de cada um para a aprendizagem de física, que você julga ter alcançado durante este conteúdo? 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 realizada em casa (páginas, texto);	
b.	Questões sobre as tarefas de leitura;	
c.	Aulas expositivas do professor através de exposições breves;	

d.	Questões conceituais serem intercaladas com as exposições;	
e.	Reflexão individual sobre as questões dos testes conceituais;	
f.	Discussão com os colegas;	
g.	Influência do sistema de votação nas respostas;	
h.	Apostila didática;	

Espaço para comentário sobre a pontuação:

5) Pensando em aplicações futuras da metodologia de ensino empregada nestas últimas semanas, o que você pensa que poderia ser feito para melhorá-la?

6) Você recomendaria utilizar esta mesma metodologia em outros conteúdos ou no ano que vem? Comente sua resposta.

7) Por favor, comente qualquer ponto que você considere relevante e não tenha sido abordado nas questões anteriores.

Autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente

Por favor, classifique o quanto você acredita que é capaz de fazer cada uma das atividades descritas nas sentenças, escrevendo um número adequado de acordo com a escala apresentada. Você deverá atribuir um valor para quando começamos a utilizar a nova metodologia e agora no final, tendo em vista sua experiência na disciplina.

Avalie seu grau de confiança registrando um número de 0 a 100, utilizando a escala 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	Agora
1) aprender conceitos de física		
2) explicar conceitos de física para meus colegas		
3) resolver questões conceituais de física		
4) aplicar um conceito de física em diferentes situações		
5) resolver problemas de física		
6) articular os conceitos físicos necessários para resolver um problema		
7) interpretar problemas de física		
8) desenvolver os procedimentos matemáticos necessários para resolver problemas de corrente elétrica, potência e circuitos elétricos		
9) avaliar a plausibilidade física de resultados de problemas de física		
10) explicar, para meus colegas, os procedimentos necessários para resolver um problema		
11) trabalhar em equipe		
12) em uma discussão, ouvir a opinião dos colegas, mesmo quando considero que estou certo(a)		
13) em trabalhos/tarefas em grupo, contribuir positivamente para as discussões		
14) em atividades em grupo, encorajar meus colegas a participarem das discussões		
15) Durante atividades em grupo, ser flexível diante de conflitos e discordâncias		

16) Existe algum aspecto que não foi destacado nos itens 1 a 15 que gostaria de mencionar?

17) Neste espaço, você pode fazer comentários que esclareçam as suas respostas e/ou comentar algo que julgue pertinente.

APÊNDICE D – ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Neste apêndice, apresentamos o roteiro da entrevista semiestruturada que será aplicada no final da implementação do método IpC. Com ela, procuramos coletar dados sobre as atitudes dos alunos em relação a mudança de método de ensino e possíveis motivos para a variação na autoeficácia em física dos estudantes.

Roteiro para entrevista semiestruturada

Instrução pelos Colegas (IpC)

- 1) Nestas últimas semanas, nós trabalhamos de uma maneira diferenciada. Comparado aos outros trimestres, como você avalia essa mudança?

Autoeficácia em física

- 2) No questionário, você mostrou uma evolução em suas crenças na capacidade de aprender física e trabalhar colaborativamente. Cite possíveis fatores e/ou situações que contribuíram para essa evolução.

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO**TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO**

Eu, _____,
RG _____, responsável pelo(a) aluno(a)
_____ da turma _____ do
Colégio Santa Teresinha – Rede Notre Dame, declaro por meio deste termo que autorizo a participação do(a) aluno(a) acima citado(a) na coleta de dados da pesquisa científica sobre a metodologia de ensino empregada na disciplina. A pesquisa será realizada pelo aluno de mestrado Eduardo Dancler Hennemann, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de Rio Grande, sob a orientação do professor Tobias Espinosa de Oliveira. Declaro que fui informado de que as informações coletadas a partir desta pesquisa serão utilizadas apenas em situações acadêmicas (e.g. elaboração de artigos científicos, palestras, seminários, trabalhos de conclusão de curso etc.), sem trazer a identificação do aluno(a). Autorizo, somente para uso acadêmico, as fotos e filmagens que porventura forem obtidas durante a participação na pesquisa. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (e.g. livros, artigos, slides etc.), em favor dos pesquisadores da pesquisa acima especificados. Estou ciente de que posso cancelar a participação na pesquisa a qualquer momento, bastando apenas informar essa vontade ao pesquisador. A colaboração terá início quando o(a) aluno(a) entregar este presente termo devidamente assinado, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

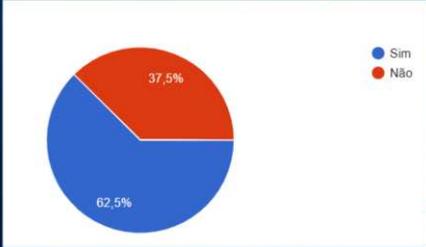
Taquara, _____ de 20 ____.

Tobias Espinosa de Oliveira

Eduardo Dancler Hennemann

Assinatura do Responsável

APÊNDICE F – MATERIAL DAS EXPOSIÇÕES BREVES

<p>ELETRICIDADE</p> <p>Corrente elétrica, tensão, potência e resistência</p>  <p>Prof. Eduardo Hennemann</p> <p>1</p>	<p>Após a leitura do texto, você achou alguma coisa confusa?</p>  <p>2</p>
<p>Em caso afirmativo na pergunta acima, você poderia informar qual(is) parte(s) do texto você achou confuso?</p> <ul style="list-style-type: none"> - RESISTIVIDADE - RESISTÊNCIA <p>3</p>	<p>Em caso afirmativo na pergunta acima, você poderia informar qual(is) parte(s) do texto você achou confuso?</p> <ul style="list-style-type: none"> - RESISTIVIDADE - RESISTÊNCIA <p>Não entendi o que é, especificamente, a tensão elétrica. Compreendi que está relacionada a energia, mas não entendi perfeitamente o que de fato é na prática esse conceito. Também não entendi o que realmente é a resistividade.</p> <p>4</p>
<p>Em caso afirmativo na pergunta acima, você poderia informar qual(is) parte(s) do texto você achou confuso?</p> <ul style="list-style-type: none"> - RESISTIVIDADE - RESISTÊNCIA <p>Não entendi o que é, especificamente, a tensão elétrica. Compreendi que está relacionada a energia, mas não entendi perfeitamente o que de fato é na prática esse conceito. Também não entendi o que realmente é a resistividade.</p> <p>Achei confusa a parte onde explica como se calcula a intensidade da corrente elétrica, não entendi muito bem o que seria aqueles 1C e o ampère.</p> <p>5</p>	<p>Em caso afirmativo na pergunta acima, você poderia informar qual(is) parte(s) do texto você achou confuso?</p> <ul style="list-style-type: none"> - RESISTIVIDADE - RESISTÊNCIA <p>Não entendi o que é, especificamente, a tensão elétrica. Compreendi que está relacionada a energia, mas não entendi perfeitamente o que de fato é na prática esse conceito. Também não entendi o que realmente é a resistividade.</p> <p>Achei confusa a parte onde explica como se calcula a intensidade da corrente elétrica, não entendi muito bem o que seria aqueles 1C e o ampère.</p> <p>Fiquei com dúvidas em relação as medidas de tensão, seria por Joule ou o joule seria para a medida de potencial?</p> <p>6</p>
<p>Dentre os conceitos que aprendeu, qual o que achou mais importante?</p> <ul style="list-style-type: none"> - RESISTÊNCIA - CORRENTE ELÉTRICA <p>7</p>	<p>Dentre os conceitos que aprendeu, qual o que achou mais importante?</p> <ul style="list-style-type: none"> - RESISTÊNCIA - CORRENTE ELÉTRICA <p>Eu acredito que todos, pois eles estão interligados entre si de certa maneira, como um complemento, e, é necessário o conjunto dos conceitos para uma plena compreensão do conteúdo. Além do mais, é importante ter conhecimento desses conceitos, pois eles estão relacionados com a nossa vida no cotidiano, ajudando assim na solução e compreensão de certos problemas que estão, muitas vezes, presente no nosso dia a dia.</p> <p>8</p>



Corrente elétrica

9

Corrente elétrica

É o fluxo ordenado dos portadores de carga em um condutor.

Intensidade da corrente elétrica

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Tipos de corrente elétrica

- Corrente Contínua (CC)
- Corrente Alternada (CA)

10



Tensão elétrica

11

Tensão elétrica

- + Tensão \Rightarrow + força exercida pelo campo elétrico
- + Tensão \Rightarrow maior corrente elétrica

12



Potência elétrica

13

Potência elétrica

Quantidade de energia consumida em um determinado de tempo.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

14



Resistência elétrica

15

Resistência elétrica

Elementos que influenciam no movimento de avanço dos portadores de cargas em um condutor.

1ª Lei de Ohm
(quando materiais ôhmicos)

$$R = \frac{U}{i}$$

\curvearrowright constante

2ª Lei de Ohm

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

16

Resistência elétrica

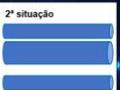
2ª Lei de Ohm

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

1ª situação



2ª situação



3ª situação



4ª situação



17

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

a eletricidade tem mais facilidade de passar
menos facilidade

18

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

a eletricidade tem mais facilidade de passar
menos facilidade

Se maior a voltagem maior a corrente, se maior a resistência menor a corrente, menos voltagem menos corrente, menor resistência maior corrente.

19

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

a eletricidade tem mais facilidade de passar
menos facilidade

Se maior a voltagem maior a corrente, se maior a resistência menor a corrente, menos voltagem menos corrente, menor resistência maior corrente.

Se tanto a voltagem quanto a resistência forem dobradas teremos uma diminuição da corrente, pois quanto maior a resistência menor será a corrente e a voltagem também vai diminuir pois ela é proporcional à corrente. Se ambas forem reduzidas teremos um aumento da corrente, pois a resistência é inversamente proporcional a corrente então menos resistência mais corrente e mais tensão pois ambas são proporcionais.

20

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

Não será alterado nada, tanto se dobrar ou reduzir a resistência (não entendi muito bem)

21

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

Não será alterado nada, tanto se dobrar ou reduzir a resistência (não entendi muito bem)

Não vai ocorrer nada já que elas são proporcionais. Se uma reduz a outra a acompanha sua redução.

22

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

Não será alterado nada, tanto se dobrar ou reduzir a resistência (não entendi muito bem)

Não vai ocorrer nada já que elas são proporcionais. Se uma reduz a outra a acompanha sua redução.

Se tanto a voltagem quanto a resistência forem dobradas, não acontecerá nada. Se forem reduzidas pela metade, também não.

23

Qual será o efeito sobre a corrente em um fio se tanto a voltagem através dele quanto sua resistência forem dobradas? E se ambas forem reduzidas à metade?

Não será alterado nada, tanto se dobrar ou reduzir a resistência (não entendi muito bem)

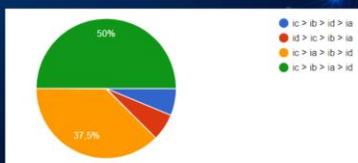
Não vai ocorrer nada já que elas são proporcionais. Se uma reduz a outra a acompanha sua redução.

Se tanto a voltagem quanto a resistência forem dobradas, não acontecerá nada. Se forem reduzidas pela metade, também não.

Se forem dobradas isolando a corrente I na lei de ohms nenhuma alteração será feita, a corrente será a mesma.
Se ambas forem reduzidas pela metade, o mesmo processo acontece.

24

Os quatro fios apresentados são feitos de metal. Ordene em sequência decrescente as correntes elétricas de "a" até "d".



25

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

concordo, pois a bateria possui os polos positivo e negativo, ânodo e cátodo, elétrons positivos e negativos

26

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

concordo, pois a bateria possui os polos positivo e negativo, ânodo e cátodo, elétrons positivos e negativos

Concordaria parcialmente, vão existir elétrons não fios também, o que irá mudar vai ser a intensidade que eles vão se "bater"

27

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

concordo, pois a bateria possui os polos positivo e negativo, ânodo e cátodo, elétrons positivos e negativos

Concordaria parcialmente, vão existir elétrons não fios também, o que irá mudar vai ser a intensidade que eles vão se "bater"

Eu concordo, pois a pilha ou bateria fornece elétrons para um circuito elétrico. Apesar de os fios/cabos que realizam o "transporte" dessa corrente estarem carregado de elétrons, e quando esses elétrons liberados pela bateria se encontram com os elétrons dos fios há uma troca entre eles, gerando então uma corrente elétrica. Dentro desse circuito, o polo negativo libera elétrons que passam pelo circuito até chegarem no polo positivo da pilha.

28

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

Discordo, pois o circuito já deve ter elétrons para que possa "funcionar".

29

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

Discordo, pois o circuito já deve ter elétrons para que possa "funcionar".

discordo, pois o fluxo já está ocorrendo pois os elétrons já estão presentes.

30

Um amigo seu afirma que uma bateria fornece os elétrons para um circuito elétrico. Você concorda ou discorda dele? Justifique sua resposta.

Discordo, pois o circuito já deve ter elétrons para que possa "funcionar".

discordo, pois o fluxo já está ocorrendo pois os elétrons já estão presentes.

À bateria gera um fluxo elétrico por dentro do mesmo, para gerar esse fluxo os elétrons já precisam estar presente no circuito, então eu discordo desse amigo.

31

CIRCUITOS ELÉTRICOS

Associação de Resistores em Série, Paralelo e Misto

Eduardo Hennemann

1

FEEDBACK DA LEITURA

Após a leitura do texto, você achou alguma coisa confusa?

18 respostas

2

Em caso afirmativo na pergunta acima, você poderia informar qual(is) parte(s) do texto você achou confuso?

Associação mista, não entendi como funciona.

Sobre as DDP dos circuitos, fiquei meio confusa

tive dificuldade em entender os aparelhos de medidas.

Achei a parte relacionada sobre DDP um pouco confusa, não consegui ter clareza sobre o conteúdo tratado

Sobre dpp tive dificuldade de entender

3

Qual é o erro em se dizer que a fonte dos elétrons em um circuito é a bateria ou o gerador?

O erro dessa afirmação é que a bateria ou gerador irá fornecer elétrons para o circuito. O correto seria afirmar que os elétrons já se encontram presentes no circuito em estado de "dormência", mas quando uma pilha ou bateria é ligada ao circuito ela causa uma "agitação" nos elétrons que fazem estes se moverem, ocasionando assim uma aceleração no fluxo de elétrons pelo circuito.

O erro se dá, pois a bateria produz corrente elétrica através de uma reação e o gerador transforma qualquer energia em energia elétrica, eles não são as fontes dos elétrons mas sim serve para "alimentar" o circuito com energia, sua fonte é os fios condutores. Como o fio de cobre.

4

Se os elétrons já estão presentes no condutor, de onde se originam os elétrons que produzem o choque elétrico quando você se encosta em um condutor eletrizado?

do nosso próprio corpo.

Deve haver uma diferença de potencial entre dois pontos distintos do corpo humano

O condutor originalmente já possui elétrons, assim como o corpo humano. Dessa forma, quando encostamos em um condutor eletrizado, os elétrons presentes nele e os presentes no nosso corpo entram em contato, o que acaba ocasionando o choque que sentimos.

Acredito que já temos elétrons em nosso corpo assim como em condutores a afins e tomamos esse choque devido a diferença de carga e de potencial

5

Quanto maior o número de cabines em funcionamento de um posto de pedágio, menor será a resistência enfrentada pelos carros em passar pelo pedágio. De que maneira isso se assemelha ao que ocorre quando mais ramos são adicionados, em paralelo, a um circuito?

porque quanto mais ramos ela tiver que passar maior serão as possibilidade de caminho da corrente logo ela terá menos resistência pois possui mais "caminhos" para seguir não precisa se concentrar e empurrar todo mundo por um único corredor. + resistor em paralelo + caminhos - resistência + corrente

Quanto mais ramos no circuito, maior será a intensidade da corrente elétrica, afinal terão mais "caminhos" para o fluxo de elétrons, ou seja, mais elétrons poderão passar. Além de que há uma menor chance de ocorrer uma falha no sistema porque existem outros "caminhos" para a corrente elétrica passar.

Quanto mais ramos são adicionados a um circuito, menor será a resistência geral

6

RESISTORES EM SÉRIE

$i_s = i_1 = i_2 = i_3$

$V_s = V_1 + V_2 + V_3$

$R_s = R_1 + R_2 + R_3$

a)

7

RESISTORES EM SÉRIE

$i_s = i_1 = i_2 = i_3$

$V_s = V_1 + V_2 + V_3$

$R_s = R_1 + R_2 + R_3$

a)

numa associação em série, como a intensidade é igual entre os resistores mas a tensão, não?

8

RESISTORES EM PARALELO

a)

$i_p = i_1 + i_2 + i_3$

$V_p = V_1 = V_2 = V_3$

$R_p = \frac{R}{n}$

$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

9

RESISTORES MISTOS

10

RESISTORES MISTOS

11

RESISTORES MISTOS

12

SOBRECARGA DE UM CIRCUITO E CURTO-CIRCUITO

Companhia geradora

20A

A 2A, B 10A, C 8A, D 3A

Não entendi exatamente como acontece a sobrecarga de energia, seria só pela tensão?

13

APARELHOS DE MEDIDA E MEDIÇÕES

a) Voltímetro

a) Amperímetro

14

As lâmpadas são idênticas. Um amperímetro é conectado em diferentes lugares do circuito, como indicado. Ordene as leituras do amperímetro em sequência decrescente de valor.

18 respostas

A > B < C	27,0%
A > B = C	11,1%
A < B < C	22,2%
A < B > C	38,8%

15

APÊNDICE G – TESTES CONCEITUAIS

CORRENTE ELÉTRICA, TENSÃO, POTÊNCIA E RESISTÊNCIA

1) (Hewitt, 2015) Fazendo uma analogia com uma banda marcial em fila, qual dessas situações, melhor representa o movimento dos elétrons em um fio condutor:

- a) Dando um empurrão no último da fila que se propaga em cascata até a primeira pessoa da fila.
- b) Em determinado momento a banda move-se sozinha.
- c) Gritando o comando "À frente, em marcha!"
- d) Nenhuma dessas relações análogas.

Resposta: C

2) (Hewitt, 2015) Se duas patas de um pássaro sobre o fio de uma linha de transmissão estiverem muito afastadas uma da outra, o que pode acontecer com o pássaro?

- a) Um leve choque, mas sem machucar o animal.
- b) Um choque intenso, o que acarreta a morte do animal.
- c) Uma descarga elétrica não tão intensa, mas que pode machucar o animal.
- d) Não acontece nada.

Resposta: D

3) (ENEM, 2021) A tabela apresenta as áreas e comprimentos de alguns fios. Considere que a resistividade é constante para todas as geometrias. As resistências elétricas dos fios, em ordem crescente, são:

- a) $R1 < R2 < R3 < R4$
- b) $R2 < R1 < R3 < R4$
- c) $R2 < R3 < R1 < R4$
- d) $R4 < R1 < R3 < R2$

	Área	Comprimento	Resistência elétrica
Fio 1	9	312	R1
Fio 2	4	47	R2
Fio 3	2	54	R3
Fio 4	1	106	R4

Resposta: C

4) (Adaptado de Pietrocola *et al.*, 2016) Um fluxo de carga flui...

- a) Somente quando ocorre uma junção de dois ou mais condutores.
- b) Para dentro de um condutor.
- c) Para fora de um condutor.
- d) Através de um condutor.

Resposta: D

5) (Hewitt, 2015) Qual é a condição necessária para que exista um fluxo de carga elétrica através de um condutor?

- a) A existência de um campo elétrico.
- b) A existência de corrente elétrica no condutor.
- c) A existência de um componente resistor.
- d) Nenhuma das alternativas anteriores.

Resposta: A

6) (ENEM, 2015) A rede elétrica de uma residência tem tensão de 110 V e o morador compra, por engano, uma lâmpada incandescente com potência nominal de 220 V. Se essa lâmpada for ligada na rede de 110 V, o que acontecerá?

a) A lâmpada brilhará normalmente, mas como a tensão é a metade da prevista, a corrente será o dobro da normal, pois a potência elétrica é o produto de tensão pela corrente.

b) A lâmpada não acenderá, pois ela é feita para trabalhar apenas com tensão de 220 V e não funciona com tensão abaixo desta.

c) A lâmpada irá brilhar fracamente, pois com a metade da tensão nominal, a corrente elétrica também será menor e a potência dissipada será menos da metade da nominal.

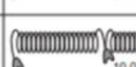
d) A lâmpada queimará, pois como a tensão é menor do que a esperada, a corrente será maior, ultrapassando a corrente para a qual o filamento foi projetado.

Resposta: C

7) (ENEM, 2021) Nos chuveiros elétricos, a água entra em contato com uma resistência aquecida por efeito Joule. A potência dissipada pelo aparelho varia em função da tensão e de sua resistência, de acordo com a chave seletora. No quadro estão indicados os valores de tensão e resistências de quatro modelos de chuveiros. Qual modelo apresenta a maior potência elétrica?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

Resposta: C

Chuveiro	Tensão	Posição de seleção da resistência elétrica
A	127 V	 5,0 Ω
B	127 V	 3,2 Ω 6,2 Ω
C	220 V	 8,0 Ω 17,3 Ω
D	220 V	 10,0 Ω 12,1 Ω 23,0 Ω

8) (Adaptado de Luz, Alvarenga e Guimarães, 2016) Um fio condutor está submetido a um campo elétrico E , da esquerda para a direita. Qual será o sentido convencional da corrente neste condutor?

- a) Da direita para esquerda.
- b) O campo elétrico não determina o sentido da corrente.
- c) Da esquerda para a direita.

Resposta: C

9) (ENEM, 2010) A condutividade caracteriza a estrutura do material e o quanto ele pode conduzir o fluxo de cargas. De acordo com as informações, mantendo as mesmas dimensões geométricas, de que é feito o fio que apresenta menor resistência elétrica?

- a) Tungstênio
- b) Alumínio
- c) Prata
- d) Ferro

Resposta: C

Tabela de Condutividade	
Material	Condutividade (S.m/mm ²)
Alumínio	34,2
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

10) (Hewitt, 2015) O que ocorre com a corrente elétrica se a voltagem aplicada através de um condutor se mantém constante enquanto a resistência dobra de valor?

- a) Diminui pela metade.
- b) Também dobra de valor.
- c) Não altera.
- d) Diminui em $1/4$ o seu valor.

Resposta: A

11) (Adaptado de Silva, 2015) Uma tensão pode produzir intensidades diferentes de corrente elétrica. Qual a propriedade que confirma isso?

- a) Potência.
- b) Resistência.
- c) Material do condutor.
- d) Resistividade.

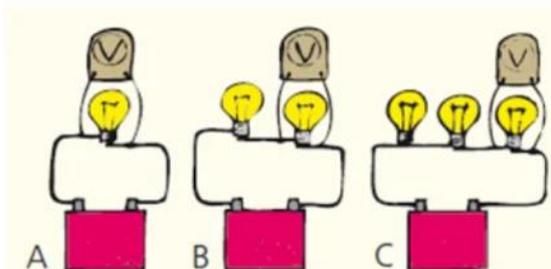
Resposta: B

CIRCUITOS ELÉTRICOS

1) (Hewitt, 2015) No seguinte circuito todas as lâmpadas são idênticas. Um voltímetro é ligado em paralelo com uma única lâmpada para medir a queda de voltagem através dela. Ordene em sequência decrescente de valor as medidas de voltagem.

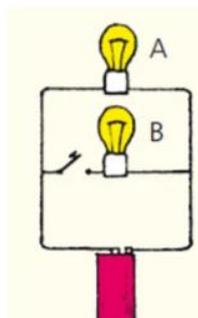
- a) A, B, C.
- b) A, C, B
- c) C, B, A
- d) $C = A = B$

Resposta: A



2) (Hewitt, 2015) O que acontecerá ao brilho da lâmpada A quando a chave for fechada e a lâmpada B passar a brilhar?

- a) Diminuirá o brilho.
- b) Aumentará o seu brilho.
- c) Continuará com o mesmo brilho.
- d) Ocorrerá um curto-circuito.



Resposta: C

3) (Hewitt, 2015) O que acarretaria à rede elétrica se mais aparelhos elétricos forem introduzidos em série no circuito?

- a) Aumentaria a tensão da rede.
- b) Aumentaria a corrente elétrica.
- c) Diminuiria a corrente elétrica.
- d) Diminuiria a resistência total do circuito.

Resposta: C

4) (Hewitt, 2015) O que acarretaria a linha da tomada elétrica se mais aparelhos elétricos forem introduzidos em paralelo no circuito?

- a) Aumentaria a tensão da rede.
- b) Aumentaria a corrente elétrica.
- c) Diminuiria a corrente elétrica.
- d) Aumentaria a resistência do circuito.

Resposta: B

5) (Adaptado de Hewitt, 2015) Seu amigo, técnico em eletrônica necessita de um resistor de $20\ \Omega$, mas só tem a sua disposição resistores de $40\ \Omega$. Ele afirma que pode combiná-los de modo a obter um resistor de $20\ \Omega$. Como?

- a) Através de uma associação em paralelo.
- b) Através de uma associação em série.
- c) Através de uma associação mista de três resistores.
- d) Ele está enganado. isto não é possível.

Resposta: A

6) (Adaptado de Hewitt, 2015) Seu amigo, técnico em eletrônica necessita de um resistor de $10\ \Omega$, mas só tem a sua disposição resistores de $40\ \Omega$. Como ele poderia combinar esses resistores para obter um equivalente a $10\ \Omega$?

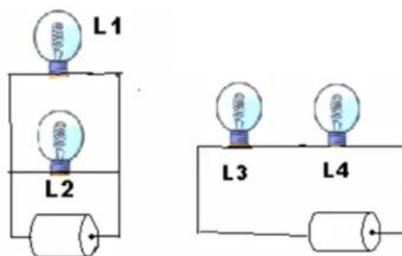
- Associando quatro resistores em série.
- Associando quatro resistores em paralelo.
- Associando dois resistores em série.
- Associando dois resistores em paralelo.

Resposta: B

7) (Moraes, 2006) Analise os circuitos e assinale a alternativa correta:

- L1, L2, L3 e L4 têm o mesmo brilho.
- L3 e L4 brilham mais do que L1 e L2.
- L1 brilha mais do que L2.
- L1 e L2 brilham mais do que L3 e L4.

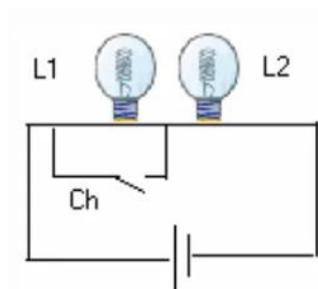
Resposta: D



8) (Moraes, 2006) No circuito abaixo, a chave ou interruptor está aberta. Ao fechar a chave:

- Aumentará o brilho de L1.
- Aumentará o brilho de L2.
- Ambas as lâmpadas não sofrem alterações em seu brilho.
- Diminuirá o brilho de L2.

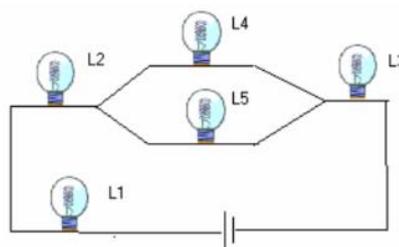
Resposta: B



9) (Moraes, 2006) No circuito abaixo, assinale a afirmativa correta:

- O brilho de L1 é maior que o de L3.
- O brilho de L1 é maior que o de L5.
- O brilho de L4 é maior que o de L5.
- O brilho de L1 é menor do que de L5.

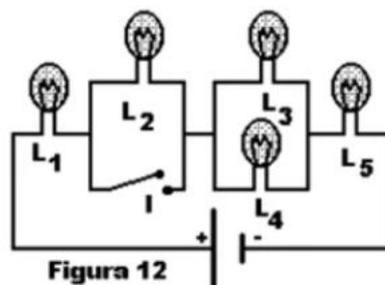
Resposta: B



10) (Silveira, Moreira e Axt, 1989) No circuito da figura, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L3 e L4 deixam de brilhar, embora L2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L1 e L5?

- a) Nem L1 e nem L5 brilham.
- b) L1 brilha e L5 não brilha.
- c) L1 não brilha e L5 brilha.
- d) L1 e L5 brilham.

Resposta: D



APÊNDICE H – PROBLEMAS NUMÉRICOS ABORDADOS NOS ENCONTROS**ENCONTRO 4****Exercícios sobre Corrente elétrica, tensão, potência e resistência.**

- 1) Pela seção de um condutor metálico submetido a uma tensão elétrica, atravessam 4×10^{18} elétrons em 20 segundos. A intensidade média da corrente elétrica, em ampere, que se estabelece no condutor corresponde a:
 - a) $1,0 \times 10^{-2}$
 - b) $3,2 \times 10^{-2}$
 - c) $2,4 \times 10^{-3}$
 - d) $4,1 \times 10^{-3}$

- 2) Em residências conectadas à rede de tensão igual a 220V, uma lâmpada comumente utilizada é a de filamento incandescente de 60W. Qual a corrente elétrica, em amperes, nessa lâmpada ao conectá-la nesta tensão?

- 3) Uma torradeira elétrica consome uma potência de 1200W, quando a tensão eficaz da rede elétrica é igual a 120V. Como seria esta potência se a torradeira for ligada a uma tensão de 96V?

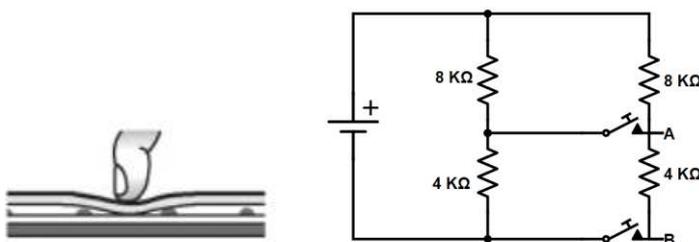
- 4) Considere um fio com área de 4mm^2 . Este fio está sob uma tensão de 200V e corrente elétrica de 20A. Determine o comprimento deste fio sabendo que sua resistividade é de $2 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$.

- 5) Considere um chuveiro com as seguintes características: 4400W – 220V está instalado corretamente. Determine:
 - a) A intensidade de corrente que o percorre;
 - b) A sua resistência elétrica.

ENCONTRO 7

Exercícios sobre Circuitos elétricos.

1 - Muitos *smartphones* e *tablets* não precisam mais de teclas, uma vez que todos os comandos podem ser dados ao se pressionar a própria tela. Inicialmente essa tecnologia foi proporcionada por meio das telas resistivas, formadas basicamente por duas camadas de material condutor transparente que não se encostam até que alguém as pressione, modificando a resistência total do circuito de acordo com o ponto onde ocorre o toque. A imagem é uma simplificação do circuito formado pelas placas, em que **A** e **B** representam pontos onde o circuito pode ser fechado por meio do toque.



Qual é a resistência equivalente no circuito provocada por um toque que fecha o circuito no ponto **A**?

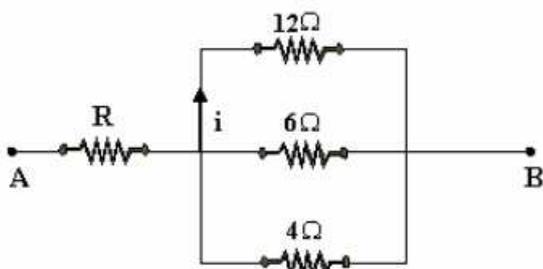
- a) 24 KΩ
- b) 12 KΩ
- c) 8 KΩ
- d) 6 KΩ
- e) 4 KΩ

2 - Uma lâmpada possui a seguinte inscrição 10 W e 4 V. Quais os valores da resistência elétrica e da corrente elétrica desta lâmpada?

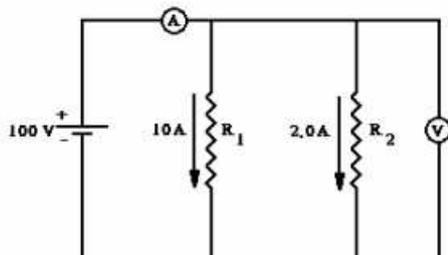
3 - Três resistores de resistências iguais a 5 Ω, 10 Ω e 15 Ω são associados em paralelo. Determine a resistência equivalente dessa associação.

4 - Um resistor ôhmico de resistência elétrica igual a $2,0 \Omega$ é atravessado por uma corrente elétrica de $1,5 \text{ A}$. Determine a quantidade de energia elétrica dissipada por esse resistor a cada segundo.

5 - No trecho de circuito elétrico a seguir, a ddp entre A e B é 60V e a corrente i tem intensidade de 1A . Calcule o valor da resistência R :



6 - No circuito da figura adiante, A é um amperímetro ideal, V é um voltímetro ideal. A resistência interna da bateria é nula.



- Qual é a intensidade da corrente medida pelo amperímetro?
- Qual é a voltagem medida pelo voltímetro?
- Quais são os valores das resistências R_1 e R_2 ?

ANEXO A – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE SMA

Neste anexo, apresentamos o questionário SMA que será utilizado para obter índices de concepções alternativas dos alunos referentes ao conteúdo de corrente elétrica, potência e circuitos elétricos.

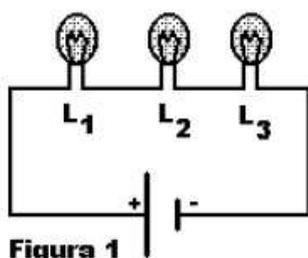
Respostas corretas do teste SMA: 1-C; 2-A; 3-B; 4-A; 5-B; 6-B; 7-C; 8-C; 9-A; 10-C; 11-B; 12-B; 13-A; 14-C.

Teste Silveira, Moreira e Axt

Nome: _____

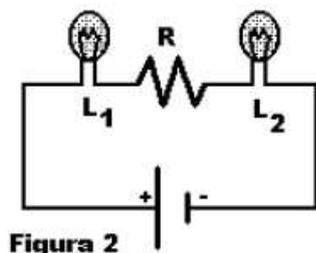
Em todas as questões deste teste admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) No circuito da figura 1 pode-se afirmar que:



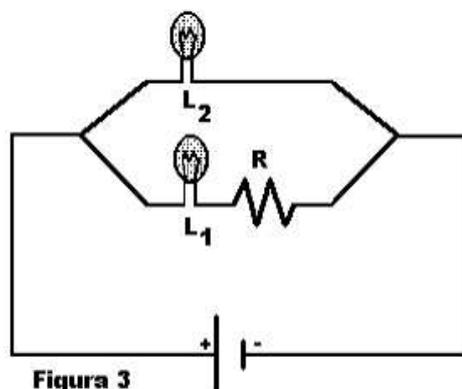
- a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_3 .
- b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1 .
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

2) No circuito da figura 2, R é um resistor. Neste circuito:



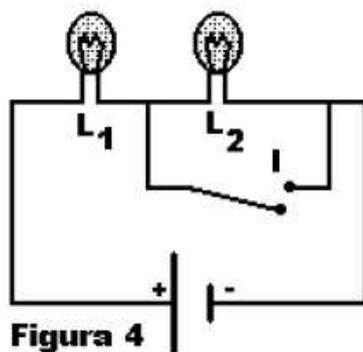
- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
- b) L_1 brilha mais do que L_2 .
- c) L_2 brilha mais do que L_1 .

3) No circuito da figura 3, R é um resistor. Neste circuito:



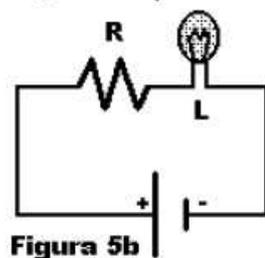
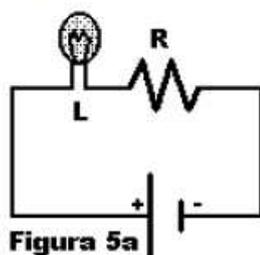
- a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2 .
- b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- c) L_1 brilha mais do que L_2 .

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:

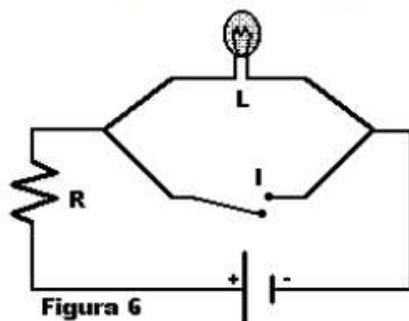


Figura 6

- 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:

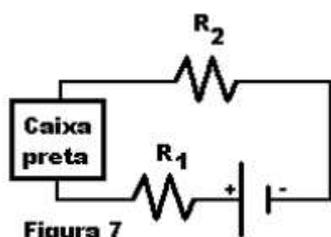


Figura 7

- 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:

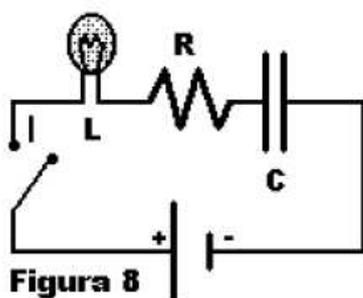
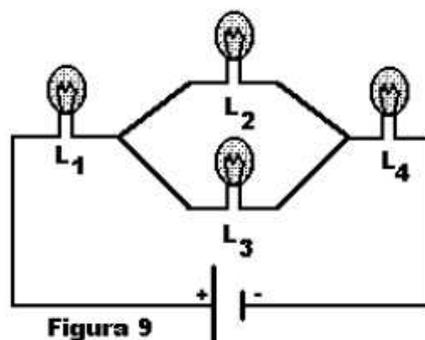


Figura 8

- 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.



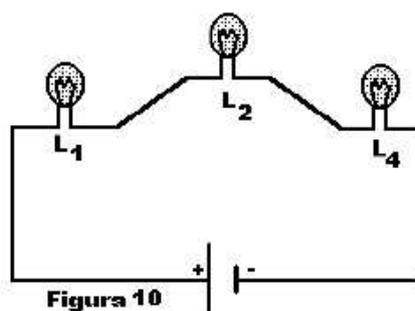
9) No circuito da figura 9 o brilho de L_1 é :

- 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_3 . O novo circuito é, então, o da figura 10.



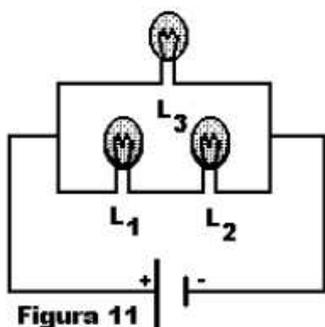
11) Quando se compara o brilho de L_1 nos circuitos 9 e 10 ele é:

- a) maior no circuito 10. B) menor no circuito 10. C) o mesmo nos dois.

12) quando se compara o brilho de L_4 nos circuitos 9 e 10 ele é:

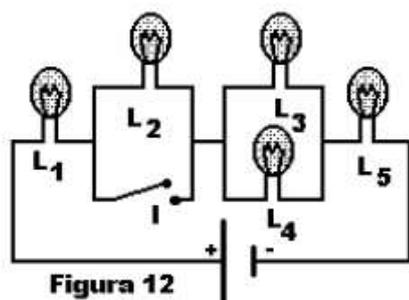
- a) maior no circuito 10. B) menor no circuito 10. C) o mesmo nos dois.

13) No circuito da figura 11:



- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3 .
- b) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3 .
- c) L_1, L_2 e L_3 brilham igualmente.

14) No circuito da figura 12, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L_3 e L_4 deixam de brilhar, embora L_2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L_1 e L_5 ?



- a) nem L_1 , nem L_5 brilham.
- b) L_1 brilha e L_5 não brilha.
- c) L_1 e L_5 brilham.