

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

DALTE DA SILVA SANTOS

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: IMPLEMENTAÇÃO DA
METODOLOGIA ATIVA INSTRUÇÃO POR PARES (*PEER INSTRUCTION*) NA FÍSICA
DE ENSINO MÉDIO**

SÃO MATEUS

2023

DALTE DA SILVA SANTOS

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: IMPLEMENTAÇÃO DA
METODOLOGIA ATIVA INSTRUÇÃO POR PARES (*PEER INSTRUCTION*) NA FÍSICA
DE ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Orientador: Prof.º Dr. Franklin Noel dos Santos

SÃO MATEUS

2023

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S237m Santos, Dalte da Silva, 1986-
Metodologias ativas no ensino de ciências : implementação da metodologia ativa instrução por pares (peer instruction) na física de ensino médio / Dalte da Silva Santos. - 2023.
126 f. : il.

Orientador: Franklin Noel dos Santos.
Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Educação. 2. Ensino. 3. Metodologia de ensino. I. dos Santos, Franklin Noel. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 37

DALTE DA SILVA SANTOS

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA INSTRUÇÃO POR
PARES (PEER INSTRUCTION) NA FÍSICA DE ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 30 de junho de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA

Franklin Noel dos Santos

Prof. Dr. Franklin Noel dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

André Luiz Alves

Prof. Dr. André Luiz Alves
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola
Universidade Federal do Espírito Santo





DALTE DA SILVA SANTOS Capa de Aprovação

Data e Hora de Criação: 16/08/2023 às 18:13:51

Documentos que originaram esse envelope:

- DALTE DA SILVA SANTOS Capa de Aprovação.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)



Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: 2bfd9158cceaccf031f6481184d1735a39be406877984aef5eef70a47a20877a

[SHA512]: cd1e6373ca3df42f4c86328fe3be952147a1e8041015cf878445f678c629e8b5f59c92436ee5e814050645d5a1b01ca68805d51ee29e5e7a297e50b33302a17e

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - Andre Luíz Alves (andre.alves@ufes.br)

Data/Hora: 17/08/2023 - 08:28:19, IP: 177.98.185.170, Geolocalização: [-18.713804, -39.852441]

[SHA256]: 1c8a5a44da0f2c23a9d6202c3452c1fe2dcd46b4e394ebd6cc9cd13a42cb3f0



ASSINADO - Franklin Noel dos Santos (franklin.santos@ufes.br)

Data/Hora: 17/08/2023 - 11:57:27, IP: 189.91.157.74, Geolocalização: [-18.730188, -39.836057]

[SHA256]: 8b04b9a8c2772ce69e77855aeb108dc3677a1248293822e092fa3ada73f5f7a3



ASSINADO - Gustavo Viali Loyola (gustavo.loyola@ufes.br)

Data/Hora: 17/08/2023 - 07:30:35, IP: 177.98.190.59, Geolocalização: [-18.713952, -39.821065]

[SHA256]: 111d95f2577a6cc0922f11e05ade421b8767c346ef54b980f9ee2a0ef052904f

Histórico de eventos registrados neste envelope

17/08/2023 11:57:27 - Envelope finalizado por franklin.santos@ufes.br, IP 189.91.157.74

17/08/2023 11:57:27 - Assinatura realizada por franklin.santos@ufes.br, IP 189.91.157.74

17/08/2023 11:56:31 - Envelope visualizado por franklin.santos@ufes.br, IP 189.91.157.74

17/08/2023 08:28:19 - Assinatura realizada por andre.alves@ufes.br, IP 177.98.185.170

17/08/2023 08:27:49 - Envelope visualizado por andre.alves@ufes.br, IP 177.98.185.170

17/08/2023 07:30:35 - Assinatura realizada por gustavo.loyola@ufes.br, IP 177.98.190.59

17/08/2023 07:29:26 - Envelope visualizado por gustavo.loyola@ufes.br, IP 177.98.190.59

16/08/2023 18:17:38 - Envelope registrado na Blockchain por fabricio.nobrega@ufes.br, IP 200.137.72.162

16/08/2023 18:17:37 - Envelope encaminhado para assinaturas por fabricio.nobrega@ufes.br, IP 200.137.72.162

16/08/2023 18:13:51 - Envelope criado por fabricio.nobrega@ufes.br, IP 200.137.72.162

Ao meu pai, Almir Coelho dos Santos (in memoriam), a quem tenho total gratidão por tudo que fez em minha vida. Estará em minhas lembranças eternamente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof.º Dr. Franklin Noel dos Santos, por compartilhar suas experiências e conhecimentos e pela dedicação e presteza ao me guiar e auxiliar na concepção, elaboração e conclusão dessa dissertação.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação Em Ensino Na Educação Básica (PPGEEB) do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES-UFES), pelas aprendizagens e conhecimentos construídos em cada uma das disciplinas cursadas. As contribuições dadas por esses profissionais à minha formação acadêmica e profissional e para a construção e conclusão dessa dissertação são incomensuráveis.

Aos colegas de curso do Mestrado em Ensino na Educação Básica, pelas experiências, saberes e conhecimentos compartilhados durante as aulas.

Aos diretores do Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, que possibilitaram a realização dessa pesquisa nas dependências desta instituição.

Aos meus amigos professores do Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, pelas aprendizagens, experiências e conhecimentos compartilhados durante nossa prática docente.

À minha esposa, Hosana Preciosa, por estar sempre ao meu lado e ter me apoiado em todos os momentos da minha vida.

“O aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam.”

VYGOTSKY, L. S. (1991)

Resumo

As contribuições teórico-metodológicas encontradas nas obras e estudos de Vygotsky à Educação e à prática docente têm fomentado a implementação de metodologias ativas de ensino na educação escolar. Essas metodologias, diferentemente das metodologias tradicionais de ensino, buscam colocar o aluno no centro do processo educativo e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais exitoso. Na presente pesquisa, fazemos uma reflexão sobre o papel desempenhado pela educação escolar no processo de formação dos educandos sob a ótica vygotskyana e apresentamos uma análise da metodologia ativa de ensino Instrução por Pares (IpP), destacando as suas principais características e potenciais contribuições dadas à prática docente. Analisamos e discutimos os resultados da implementação da metodologia IpP na abordagem do conteúdo de Mecânica Clássica – Dinâmica da partícula – realizada em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio Regular do Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, vinculado à Secretaria da Educação do Estado da Bahia, localizado na cidade de Teixeira de Freitas – Bahia. Os dados coletados durante a realização dessa pesquisa foram analisados de acordo com a técnica de Análise de Conteúdo segundo Laurence Bardin. Os principais aspectos e características da metodologia IpP foram analisados sob a perspectiva vygotskyana, onde destacamos como estes dialogam de forma acentuada com a teoria de desenvolvimento e aprendizado relacionados aos conceitos de Mediação Semiótica e da Zona de Desenvolvimento Proximal ou Potencial propostos por Vygotsky. Essa análise corrobora a metodologia IpP, tendo em vista que esta possui aporte teórico-metodológico alinhado aos preceitos fundamentados nas teorias de Vygotsky para os processos de desenvolvimento e aprendizado. A análise dos dados coletados nesta pesquisa durante a implementação da IpP em sala de aula demonstra que a esta metodologia tem potencial na promoção das interações sociais qualificadas em sala de aula, na centralização do educando no processo de ensino-aprendizagem, no desenvolvimento da argumentação e do raciocínio fundamentado nos conceitos científicos dos conteúdos em estudo e no estímulo ao desenvolvimento de hábitos autônomos de estudos e na resolução de problemas. Essa análise demonstra que a metodologia IpP traz contribuições relevantes à prática docente quando implementada em sala de aula, se constituindo com uma alternativa promissora às metodologias tradicionais de ensino.

Palavras-chave: Aprendizagem; Ensino de Física; Mediação Semiótica; Metodologia Ativa; Instrução por Pares.

Abstract

The theoretical-methodological contributions to Education and teaching practice found in Vygotsky's works and studies have fomented the implementation of active teaching methodologies in school education. These methodologies, differently from the traditional teaching methodologies, seek to place the student at the center of the educational process and make the learning-teaching process more successful. In the present research, we reflect upon the role developed by school education in the students' formation process under the "vygotskian" optic, and presents an analysis of the active teaching methodology Peer Instruction (PI), highlighting its main characteristics and potential contributions given to teacher's practices. We analyze and discuss the results of the implementation of the active methodology PI on the topic of Classical Mechanics – Particle dynamics – performed in two regular 1st year high school classes of the Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, regulated by the Secretaria da Educação do Estado da Bahia (Bahia State Department of Education), located in the city of Teixeira de Freitas – Bahia. The data collected during the conduction of this research were analyzed according to Laurence Bardin's Content Analysis technique. The main aspects and characteristics of the PI methodology were analyzed under the "vygotskyan" perspective, where we highlight the way in which they discourse with the theory of development and learning related to the concepts of Semiotic Mediation and of the Zone of Proximal or Potential Development proposed by Vygotsky. This analysis corroborates the PI methodology, acknowledging that it possesses a theoretical-methodological groundwork aligned with the precepts founded in Vygotsky's theories for the development and learning processes. The analysis of the data collected through this research during the implementation of the PI in the classroom demonstrates that this methodology has potential in the promotion of qualified social interaction in classroom, in the centralization of the student in the learning-teaching process, in the development of argumentation and reasoning grounded on scientific concepts of a subject in study, and in the stimulus of self-studying habits and problem solving. This analysis demonstrates that the PI methodology yields relevant contributions to teaching practices when implemented in classrooms, establishing itself as a promising alternative to traditional teaching methodologies.

Keywords: Active Methodology; Learning; Semiotic Mediation; Physics Education; *Peer Instruction*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama do processo de implementação do método IpP (Peer Instruction)	43
Figura 2 - Cartões resposta Plickers.....	47
Figura 3 - Print da tela de exibição das questões para os alunos	48
Figura 4 - Alunos apresentando suas respostas.....	49
Figura 5 - Cartão resposta Plickers	54
Figura 6 - Grupo A.....	54
Figura 7 - Grupo B.....	55
Figura 8 - Exibição da questão conceitual para os estudantes	56
Figura 9 - Coleta de resposta.....	57
Figura 10 - Questão com mais de 70% de acertos respondida pelos alunos do Grupo A.....	58
Figura 11 - Questão com mais de 70% de acertos respondida pelos alunos do Grupo B.....	59
Figura 12 - Alunos do grupo A na etapa de discussão das questões conceituais.....	60
Figura 13 - Desempenho geral dos alunos do grupo A na aula 7	61
Figura 14 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 1 da aula 7	61
Figura 15 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 2 da aula 7	62
Figura 16 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 3 da aula 7	62
Figura 17 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 4 da aula 7	63
Figura 18 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 5 da aula 7	63
Figura 19 - Desempenho geral dos alunos do grupo B na aula 7.....	64
Figura 20 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 1 da aula 7.....	64
Figura 21 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 2 da aula 7.....	65
Figura 22 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 3 da aula 7.....	65
Figura 23 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 4 da aula 7.....	66
Figura 24 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 5 da aula 7.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categoria: A IpP e o processo de ensino-aprendizagem.....	70
Tabela 2 - Categoria: Contribuições das etapas da IpP para o processo de ensino-aprendizagem....	72
Tabela 3 - Categoria: A prática docente e o espaço escolar.....	74
Tabela 4 - Categoria: Estudo prévio	75
Tabela 5 - Categoria: Atividades extraclasse	76
Tabela 6 - Categoria: Implementação da metodologia IpP na perspectiva dos educandos	78

LISTA SIGLAS

BA – Bahia

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CAC – Caderno de Atividades de Classe

CEUNES – Centro Universitário Norte do Espírito Santo

CSN – Conselho Nacional de Saúde

EJA – Educação de Jovens e Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EUA – Estados Unidos da América

GRF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

IpC – Instrução por Colegas

IpP – Instrução por Pares

MEC – Ministério da Educação

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DESAFIOS PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
3.1 VYGOTSKY: CONTRIBUIÇÕES	23
3.2 VYGOTSKY: EDUCAÇÃO ESCOLAR	25
3.3 VYGOTSKY: DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM.....	26
3.4 VYGOTSKY: MEDIAÇÃO SEMIÓTICA E LINGUAGEM	28
4 A METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO INSTRUÇÃO POR PARES (IpP) SOB A PERSPECTIVA DAS TEORIAS DE VYGOTSKY	30
5 METODOLOGIA	37
5.1 METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS.....	40
5.2 LOCAL DE APLICAÇÃO: A INSTITUIÇÃO DE ENSINO E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA	41
5.3 METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO INSTRUÇÃO POR PARES (IPP): DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DE IMPLEMENTAÇÃO	42
5.4 FERRAMENTAS DIDÁTICO-METODOLÓGICAS AUXILIARES	43
5.5 ORIENTAÇÕES GERAIS AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	50
6 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA INSTRUÇÃO POR PARES (IpP) EM SALA DE AULA	53
6.1 AS AULAS: DESCRIÇÃO GERAL	53
6.2 APLICATIVO <i>PLICKERS</i> : REGISTRO DA RESPOSTAS DOS ESTUDANTES	54
6.3 AS AULAS EM ETAPAS.....	55
6.4 DADOS REGISTRADOS NO APLICATIVO <i>PLICKERS</i>	60
6.5 RESPOSTA DOS ESTUDANTES ÀS ATIVIDADES EXTRACLASSE	67
7 ANÁLISE DE DADOS.....	68
7.1 CATEGORIA 1: “A IPP E O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM”.....	70
7.2 CATEGORIA 2: “CONTRIBUIÇÕES DAS ETAPAS DA IPP PARA O PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM”.....	72
7.3 CATEGORIA 3: “A PRÁTICA DOCENTE E O ESPAÇO ESCOLAR”	73
7.4 CATEGORIA 4: “ESTUDO PRÉVIO”.....	75

7.5 CATEGORIA 5: “ATIVIDADES EXTRACLASSE”	76
7.6 CATEGORIA 6: “A IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA IPP NA PERSPECTIVA DOS EDUCANDOS”	77
8 DISCUSSÃO	80
9 CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS.....	98
APÊNDICES.....	101
APÊNDICE A – CONJUNTO DE QUESTÕES CONCEITUAIS UTILIZADAS POR AULA	101
AULA 01 – INTRODUÇÃO: O QUE É UMA FORÇA	101
AULA 02 – IDENTIFICANDO FORÇAS: NATUREZA DAS FORÇAS; EFEITOS DE UMA FORÇA	102
AULA 03 – FORÇAS DE CONTATO E FORÇAS DE AÇÃO À DISTÂNCIA	104
AULA 04 – DESENHANDO DIAGRAMA DE FORÇAS.....	106
AULA 05 - A PRIMEIRA LEI DE NEWTON	110
AULA 06 – 2ª E 3ª LEIS DE NEWTON – APLICANDO AS LEIS DE NEWTON I	112
.....	112
AULA 07 –APLICAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON II	114
AULA 08 – APLICAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON III.....	116
ANEXOS	118
ANEXO A – CADERNO DE ATIVIDADE DE CLASSE: TUTORIAIS EM FÍSICA INTRODUTÓRIA	118

1 INTRODUÇÃO

Metodologias ativas de ensino aplicadas à Educação Básica e Superior são objetos de pesquisas em universidades do Brasil e do mundo (CORTIANO; MENEZES, 2020), na qual pesquisadores e especialistas em educação têm realizado diversos estudos que indicam avanços relevantes que essas metodologias podem promover, quando comparadas às metodologias tradicionais de ensino, no processo de ensino e aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018).

Bacich e Moran (2020) destacam ainda que as metodologias ativas de ensino permitem uma interação maior entre o professor e os alunos e destes entre si, contribuindo assim, para que os estudantes participem ativamente do processo de ensino-aprendizagem e de construção do conhecimento. Segundo Rosa e Kalhil:

As metodologias e abordagens tradicionais utilizadas para o ensino da disciplina já não atendem às necessidades impostas pelas mudanças radicais da sociedade, em especial, às atreladas aos avanços da informática e tecnologia. Esses avanços vêm acompanhados de uma evolução de pensamento e comportamento dos alunos que se reflete em seus anseios e demandas que por sua vez influenciam diretamente o tipo de ensino que lhes pode atender. [...]

[...] As chamadas metodologias ativas de ensino e a reinvenção de metodologias tradicionais parecem apontar um caminho. O termo metodologia ativa diz respeito à adoção de abordagens nos processos de ensino e aprendizagem em que há uma subversão do modelo tradicional. Nessas metodologias, o professor deixa de ser o elemento central do processo. Essa posição passa a ser ocupada pelo aluno que tem no professor o mediador de sua aprendizagem (2019, p.123).

Com efeito, o trabalho do professor com o uso das metodologias ativas de ensino ganha uma nova e importante atribuição que praticamente inexistia nos métodos tradicionais de aulas expositivas. Com essa nova atribuição, o professor passa a atuar como mediador no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os alunos ocupem um papel central no processo educativo. Nesse sentido, Rosa e Kalhil, baseados na obra de Freire, concluem:

Nessa relação, entre professor e aluno, o diálogo, os conhecimentos prévios, a problematização e a contextualização adquirem status de fundamentos do processo. Há um processo de retroalimentação entre o ensinar e o aprender. Nas palavras de Freire (2015, p. 95) “[...] o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo [...]”. Dentro dessa perspectiva, o professor tem ao seu dispor várias possibilidades para o desenvolvimento de metodologias: aprendizagem baseada em problemas, simulações, aula laboratório, aula invertida, ensino por projetos, entre outras. O ensino de Física, assim como o de outras ciências, é um campo fértil para a adoção de metodologias que busquem minimizar as dificuldades dos processos de ensino e aprendizagem (2019, p.124).

Com a utilização das metodologias ativas de ensino, o professor se torna um agente facilitador no processo educativo, acompanhando e orientando os educandos durante as

aulas, enquanto no modelo tradicional, prevalece a concepção bancária como forma de ensino, na qual o professor transmite o conhecimento para os alunos, e esses o recebem de forma passiva, não participando, portanto, ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

Para Freire, na concepção bancária:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los (2017, p. 80).

Dentro dessa perspectiva, a pesquisa desenvolvida e descrita no presente trabalho foi norteada pela seguinte questão-problema: “A utilização da metodologia ativa de ensino Instrução por Pares (IpP) possibilita uma participação ativa dos educandos no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Física na Educação Básica?”

Dessa forma, apresentamos na presente pesquisa uma discussão dos principais desafios no ensino de Física na Educação Básica e propomos a utilização da metodologia ativa de ensino Instrução por Pares (IpP) no Ensino Médio. Em seguida, apresentamos a análise e a discussão dos resultados da implementação da referida metodologia de ensino no estudo da Mecânica Clássica – Dinâmica da partícula – em duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio regular do Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, vinculado à Secretaria da Educação do Estado da Bahia, localizado na cidade de Teixeira de Freitas – Bahia.

A escolha em limitar a aplicação deste trabalho de pesquisa às turmas de primeiro ano do Ensino Médio faz-se necessária, pois é nessa série que ocorre o primeiro contato dos educandos com as disciplinas de Física, Química e Biologia como componentes curriculares da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, exigindo desses um maior aprofundamento em todos os conhecimentos desenvolvidos ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental.

Para a implementação da metodologia IpP, os seguintes procedimentos foram adotados: i) disponibilização de material existente na literatura (livro didático Moderna Plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Caderno de Atividades de Classe (CAC) – traduzido e adaptado da 1ª edição do livro “*Tutorials in Introductory Physics*” de autoria de Lillian C. McDermott, Peter S. Shaffer e o volume 1 do livro “Leituras de Física GREF – Mecânica: para ler, fazer e pensar” elaborado e publicado pelo GREF para a utilização dos educandos em seus estudos prévios; ii) utilização em sala de aula da ferramenta de tecnologia

da informação e comunicação *Plickers*¹ como recurso didático tecnológico complementar; iii) elaboração ou adaptação de um conjunto de 40 questões conceituais para serem trabalhadas durante as aulas presenciais com os estudantes participantes da pesquisa; iv) confecção de um conjunto de 63 cartões resposta *Plickers* para serem utilizados pelos estudantes na etapa de coleta das repostas dadas às questões conceituais propostas e; v) distribuição do Caderno de Atividades de Classe (CAC) para os estudantes participantes da pesquisa para serem respondidos após cada aula presencial.

O conjunto contendo 40 questões conceituais utilizado nessa pesquisa foi composto por 5 questões adaptadas (1 questão do CAC e 4 questões de exames vestibulares ou Enem) e por 35 questões inéditas e de autoria própria, com o objetivo de relacionar os principais conceitos científicos dos conteúdos em estudo com situações que despertassem o interesse dos educandos e estimulasse o diálogo e a interação entre estes na etapa de discussão com os colegas de classe. Destacamos, entretanto, que as 35 questões inéditas utilizadas nos testes conceituais não foram validadas.

¹ Ferramenta educacional de propriedade da *Plickers* Inc. que permite ao professor criar atividades ou provas digitalmente e realizar a coleta dos resultados de forma instantânea.

2 DESAFIOS PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ao concluir o Ensino Fundamental, os estudantes ingressam no Ensino Médio e têm acesso a um conjunto de disciplinas distribuídas em quatro áreas de conhecimento, a saber, Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Cada uma dessas áreas possui um determinado número de disciplinas que objetivam aprofundar as aprendizagens e conhecimentos desenvolvidos pelos estudantes ao longo da etapa de ensino anterior (BRASIL, 2018).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), “no Ensino Médio, os jovens intensificam o conhecimento sobre seus sentimentos, interesses, capacidades intelectuais e expressivas; ampliam e aprofundam vínculos sociais e afetivos; e refletem sobre a vida e o trabalho que gostariam de ter” (BRASIL, 2018, p. 47). Com efeito, é no Ensino Médio que os estudantes têm acesso a conhecimentos cada vez mais complexos construídos pela humanidade ao longo de sua história. Para Maciel:

É o ensino médio a última etapa da educação básica, quando o aluno inicia e desenvolve os conhecimentos e se aprimora para melhor conseguir desenvolver seu senso crítico. É nele que o aluno descobre novos horizontes e novas oportunidades, em resumo é o seu primeiro contato com a “ciência” (2022, p 23).

Em se tratando especificamente da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, esta é composta pelas disciplinas de Física, Química e Biologia, que de acordo com a BNCC, deve, entre outros, possibilitar, criar e desenvolver saberes e aprendizagens que permitam aos estudantes “[...] explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas” (BRASIL, 2018, p. 537).

Cada uma dessas disciplinas possui diversos conteúdos (definições, leis e conceitos específicos) que são comumente ensinados aos estudantes de forma descontextualizada, isto é, não relacionados com a realidade e as vivências cotidianas dos alunos. De fato, o ensino descontextualizado dos conteúdos das diversas disciplinas na Educação Básica tem se constituído como um dos grandes desafios da prática educativa moderna. Moreira pontua essa problemática, citando o que ocorre comumente no ensino da Física:

É comum começar o ensino da Física com situações que não fazem sentido para os alunos e, muitas vezes, em níveis de abstração e complexidade acima de suas capacidades cognitivas. É nesse começo que o ensino da Física “perde” os alunos que, por sua vez, começam a não gostar da Física (2020, p. 2).

Soma-se a essa problemática, o fato de os conteúdos de cada disciplina que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias serem comumente ensinados de forma fragmentada (AGUIAR et al.). Os autores destacam ainda que:

Desde os séculos passados, até o presente momento diversas áreas do conhecimento, principalmente a educação, desenvolveram-se e mantiveram-se até hoje baseados no paradigma cartesiano-newtoniano, não buscando uma reflexão do indivíduo, determinando a fragmentação do conhecimento. Portanto, os assuntos do conhecimento eram tratados como partes isoladas e não como conhecimento absoluto.

Devido a paradigmas em especial o paradigma newtoniano-cartesiano o conhecimento foi fragmentado, com a humanidade tendo uma ideia organizacional, o conhecimento deixou de ser conhecimento completo, mais a divisão em partes deste, portanto perdeu-se a parte humanística, como o sentimento e a ação social (AGUIAR et al., 2020, p. 3- 5).

Com efeito, a fragmentação dos conteúdos e o seu ensino descontextualizado contribuem para que os alunos tenham dificuldades em aprender e desenvolver os saberes e aprendizagens envolvidos em cada uma das disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tornando assim, o processo de ensino-aprendizagem demasiado complexo e pouco exitoso. A BNCC (BRASIL, 2018, p. 15) destaca que é imperativo que haja “[...] superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida”. Fundamentada nos pressupostos de Vygotsky, Rego destaca que:

A escola desempenhará bem seu papel, na medida em que, partindo daquilo que a criança já sabe (o conhecimento que ela traz de seu cotidiano, suas ideias a respeito dos objetos, fatos e fenômenos. suas "teorias" acerca do que observa no mundo), ela for capaz de ampliar e desafiar a construção de novos conhecimentos (2014, p.108).

Em se tratando especificamente da disciplina de Física no Ensino Médio, esta possui diversos conceitos, leis e definições particulares que descrevem, dentro de certas limitações, fenômenos e situações corriqueiras que estão presentes na natureza e no cotidiano dos alunos. Não obstante, a linguagem matemática está constantemente presente nestes conceitos, leis e definições. Este fato faz com que o ensino de Física seja considerado demasiado difícil, abstrato, e na maioria das vezes, sem conexão com a realidade e com o cotidiano dos alunos (MOREIRA, 2020). Cardoso e Dickman destacam que:

Apesar das inúmeras pesquisas na área de Ensino de Física que buscam formas diversificadas de ensino ou práticas pedagógicas eficazes, novas formulações de currículo e mudanças na maneira de avaliar a aprendizagem, em geral pressupõe-se que, na Física, o aluno ainda seja um observador, memorizando fórmulas e exercícios já usualmente trabalhados. Nesse contexto, o aluno frente a uma situação inusitada tende a ficar desestruturado, pois não possui elementos na sua estrutura cognitiva que o auxiliem na confecção de um raciocínio para resolver o problema. O aprendiz que somente faz uso de uma aprendizagem mecânica, ou seja,

caracterizada pelo armazenamento temporário de informações de forma arbitrária e sem conexão com os conhecimentos prévios da sua estrutura cognitiva, terá uma imensa dificuldade em resolver problemas novos [...] (2012, p. 897).

Outrossim, o foco dado pelo professor na aplicação direta de fórmulas, na resolução de exercícios e exemplos de maneira mecânica e na memorização de conceitos, definições e equações contribui para que a aprendizagem dos alunos em Física seja insuficiente (MOREIRA, 2020). Nesse sentido, o autor destaca as principais implicações de tais práticas metodológicas no processo de ensino-aprendizagem:

Aprender “respostas corretas”, sem compreensão, para apresentá-las nas provas, é aprendizagem mecânica. Decorar fórmulas, sem entendê-las, para aplicá-las em problemas já conhecidos é também aprendizagem mecânica. É o mais comum no ensino da Física, ou seja, um ensino que estimula a aprendizagem mecânica de fórmulas, definições, leis, respostas, para usá-las, e passar, nas provas, esquecendo tudo pouco tempo depois. Não é exagero, grande parte do ensino da Física na educação básica e superior assim, no Brasil e no exterior (MOREIRA, 2020, p. 3).

Moreira (2020, p. 2) destaca ainda que “[...] no ensino da Física é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas. As fórmulas contêm conceitos. Não tem sentido decorar fórmulas sem entender os conceitos que as constituem”. Dessa forma, o professor estará contribuindo para que a aprendizagem do aluno deixe de ser mecânica, automatizada e superficial. Com efeito, se durante o ensino da Física, o docente “[...] der mais atenção aos conceitos físicos do que ao formalismo matemático estará contribuindo para uma maior compreensão da Física e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes” (MOREIRA, 2020, p. 2).

Objetivando contribuir para a melhoria do ensino e da prática educativa, a BNCC, um documento normativo que tem como função definir um nível comum de aprendizagem para todos os estudantes da Educação Básica, estabelece as “[...] aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento [...]” (BRASIL, 2018, p. 7). Este documento define, também, um conjunto de competências e habilidades que deve ser desenvolvido pelos estudantes em cada uma das áreas de conhecimento ao longo de toda a Educação Básica, objetivando garantir uma formação integral aos educandos, isto é, que esses tenham acesso a uma educação que possua “[...] um compromisso com a formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica” (BRASIL, 2018, p. 16), possibilitando assim, que esses tenham uma participação ativa, crítica e reflexiva na vida em sociedade.

A BNCC, em relação ao ensino na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, esclarece que:

[...] aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza.

Na área de Ciências da Natureza, os conhecimentos conceituais são sistematizados em leis, teorias e modelos. A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Portanto, no Ensino Médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos (2018, p. 547-548).

Portanto, a articulação entre esses diversos conhecimentos e saberes, assim como as aprendizagens específicas de cada disciplina que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, segundo os autores, são fundamentais para que os educandos tenham um desenvolvimento pleno do pensamento crítico-científico e dos saberes envolvidos no processo de construção do conhecimento sistematizado pela humanidade ao longo de sua história, tornando assim, o processo de ensino-aprendizagem mais exitoso e contextualizado.

Com efeito, entendemos que o professor precisa observar as diversas particularidades do processo educativo, como a metodologia de ensino a ser utilizada, o contexto social no qual os educandos se encontram inseridos, os recursos didáticos disponíveis na escola e os conhecimentos prévios trazidas pelos estudantes de suas experiências cotidianas.

Dessa forma, objetivando transformar a realidade no ensino da Física e sua prática docente, o professor precisa se apropriar de conhecimentos relacionados a novas metodologias de ensino, práticas educativas, teorias relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem, ferramentas didáticas e tecnológicas, entre outros, para que possa tornar suas aulas e os conteúdos a serem ensinados mais significativos para os alunos, possibilitando assim, que os educandos desenvolvam competências e habilidades necessárias para uma formação básica adequada em Física (MOREIRA, 2020).

Trata-se, portanto, de uma tarefa complexa, que exige uma reflexão de todos os agentes envolvidos no processo educativo. Sobre esse ponto, Pelizzari et al. destacam o importante papel do professor na educação:

O próprio educador, praticante da sua área de conhecimento, é uma ferramenta do saber do aluno. Se ele for apaixonado pela sua área de conhecimento e for capaz de encantar, o aluno poderá talvez perceber que existe algo pelo qual alguém de fato se interessou e que talvez possa valer a pena seguir o mesmo caminho. Mas se essa não for a realidade vivida pelo professor, se ele apenas transmitir aquilo que

leu nos livros, por mais que ele fale de determinado assunto, todo corpo estará dizendo o contrário e o aluno provavelmente terá aquele conhecimento como algo para apenas ser cumprido, porque a mente humana é capaz de fazer leituras bastante profundas dos detalhes aparentemente insignificantes, mas que certamente têm um grande poder de semear profundo significados (2002, p. 38).

O professor precisa atuar de forma reflexiva sobre todos os aspectos de sua prática docente, de modo a compreender que a sua contribuição como agente facilitador no processo de construção do conhecimento do educando se constitui como parte fundamental do processo educativo.

Portanto, a utilização de metodologias de ensino que permitam ao professor atuar como mediador no processo de ensino-aprendizagem, colocando os educandos no centro do processo educativo e tornando-os protagonistas do seu próprio aprendizado podem contribuir para tornar o processo educativo e o ensino de Física mais exitosos

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A implementação de novas metodologias de ensino como ferramenta didático-metodológica na prática docente tem estimulado o interesse de pesquisadores e docentes na realização de pesquisas e estudos nas áreas de Educação e Ensino que objetivam verificar as contribuições dadas por essas metodologias aos processos de ensino e aprendizagem na Educação Básica e Superior (BACICH; MORAN, 2018). Nessa perspectiva, as teorias e trabalhos de Vygotsky têm traçado um panorama promissor para a realização de pesquisas científicas nessas áreas, que objetivam melhorar a nossa compreensão dos processos de ensino e aprendizagem na dinâmica do espaço escolar (REGO, 2014).

Suas teorias relacionadas aos processos de desenvolvimento e aprendizagem e aos conceitos de Mediação Semiótica e de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal nos permitem vislumbrar uma nova forma de realização do trabalho docente dentro da sala de aula (REGO, 2014). De fato, a educação escolar, a mediação do professor no processo educativo e o uso da linguagem, de instrumentos e de símbolos e signos são elementos fundamentais que integram os processos de ensino e aprendizagem e de construção do conhecimento humano (VYGOTSKY, 2010).

Nesse sentido, dando ênfase às questões teórico-metodológicas da prática docente, o presente capítulo apresenta uma reflexão sobre os principais aspectos das teorias de Vygotsky que estão relacionados à educação e ao ensino, especificamente, aos processos de desenvolvimento e aprendizagem e de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Apresenta também, uma breve análise, destacando como as teorias de desenvolvimento e aprendizagem, os conceitos de Mediação Semiótica e de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal, propostos por Vygotsky, dialogam com a metodologia IpP.

Dada a complexidade e abrangência das teorias presentes no paradigma Histórico-Cultural proposto por Vygotsky, é importante destacar que o presente trabalho discute os aspectos da perspectiva de Vygotsky relacionados aos processos de desenvolvimento e aprendizagem e como as intervenções deliberadas realizadas pela educação escolar e pela prática docente contribuem para o desenvolvimento do homem como indivíduo e ser social. A seguir, apresentamos as principais ideias presentes na teoria de Vygotsky e como estas contribuem para a compreensão da importância da educação escolar e da prática docente no processo de formação do homem (REGO, 2014).

3.1 VYGOTSKY: CONTRIBUIÇÕES

Segundo Rego (2014), a Teoria Histórico-Cultural proposta por Vygotsky representa um importante paradigma para a compreensão de como ocorrem os processos de desenvolvimento e aprendizado do ser humano e como estes se desenvolvem ao longo de sua vida. Nessa teoria, Vygotsky leva em consideração não apenas os aspectos biológicos do desenvolvimento humano, mas também, os aspectos sociais e culturais do meio onde este se encontra inserido. Segundo Rego:

Vygotsky afirma que as características tipicamente humanas não estão presentes desde o nascimento do indivíduo, nem são mero resultado das pressões do meio externo. Elas resultam da interação dialética do homem e seu meio sócio-cultural. Ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma-se a si mesmo. Em outras palavras, quando o homem modifica o ambiente através de seu próprio comportamento, essa mesma modificação vai influenciar seu comportamento futuro (2014, p. 41).

A autora destaca ainda que “uma das principais características das obras de Vygotsky é a riqueza e diversidade dos assuntos que abordou” (REGO, 2014, p 37). De fato, as obras e teorias de Vygotsky possuem um grande espectro de abrangência, tendo contribuído para o desenvolvimento de diversas linhas de pesquisas científicas nas mais variadas áreas de estudo. Segundo a autora, Vygotsky:

Dedicou-se à análise de diversos temas relacionados a seu problema central, dentre eles, a crise da psicologia, as diferenças entre o psiquismo animal e humano, a gênese social das funções psicológicas superiores, as relações entre pensamento e linguagem, a questão da mediação simbólica, as relações entre desenvolvimento e aprendizagem e os processos de aprendizagem que ocorrem no contexto escolar e extra-escolar, o problema das deficiências física e mental, o papel das diferentes culturas no desenvolvimento das funções psíquicas, a questão do brincar, a evolução da escrita na criança e a psicologia da arte (REGO, 2014, p. 37).

É importante destacar que os projetos de pesquisa e trabalhos desenvolvidos por Vygotsky e seus colaboradores possuem diversas ideias e teorias sistematizadas que são utilizadas como referência em diversos estudos e pesquisas acadêmicas nas áreas de psicologia, educação e ensino (REGO, 2014). “Essa variedade era coerente com seu projeto que visava articular informações dos diferentes componentes que integram os processos mentais: neurológico, psicológico, linguístico e cultural” (REGO, 2014, p. 37).

Conforme destaca Palangana (2015, p. 76) “[...] Vigotski abriu as fronteiras na área de psicologia, tornando-se pioneiro na descrição dos mecanismos pelos quais a cultura incorpora-se na natureza de cada pessoa, enfatizando as origens sociais da linguagem e do pensamento”. Em seu trabalho, Vygotsky buscou fundamentar como a cultura se encontra atrelada ao processo de desenvolvimento humano e de suas funções cognitivas superiores. Palangana esclarece que:

Pretendendo sistematizar uma abordagem fundamentalmente nova sobre o processo de desenvolvimento do pensamento, que desse contas das funções cognitivas complexas de um sujeito contextualizado e, portanto, histórico, Vigotski empreendeu um estudo aprofundado das concepções teórico-metodológicas com as quais a psicologia contava para explicar seus fenômenos (2015, p. 78).

Vygotsky concluiu que as concepções teórico-metodológicas da psicologia existentes à época da realização de seus estudos eram insuficientes para o desenvolvimento de uma teoria fundamentada que fosse capaz de explicar, de forma satisfatória, os aspectos mais complexos do desenvolvimento humano (REGO, 2014). Assim, “era preciso desenvolver um método que possibilitasse a compreensão da natureza do comportamento humano como parte do desenvolvimento histórico geral da espécie” (PALANGANA, 2015, p. 78). Sendo assim, Vygotsky se apoiou nas concepções do Materialismo Dialético propostas por Karl Marx e Friedrich Engels para o desenvolvimento de suas ideias e teorias. Segundo Rego:

O pensamento marxista também foi para ele uma fonte científica valiosa. Podemos identificar os pressupostos filosóficos, epistemológicos e metodológicos de sua obra na teoria dialético-materialista. As concepções de Marx e Engels sobre a sociedade, o trabalho humano, o uso dos instrumentos, e a interação dialética entre o homem e natureza serviram como fundamento principal às suas teses sobre o desenvolvimento humano profundamente enraizado na sociedade e na cultura (2014, p. 32).

Nesse sentido, Luria (2010, p. 25) afirma que “influenciado por Marx, Vygotskii concluiu que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser achadas nas relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior”. Mais especificamente, Vygotsky utilizou-se dos aspectos cultural e histórico da teoria marxista para fundamentar suas obras e estudos. Para Vygotsky, o aspecto cultural está relacionado à forma como a sociedade organiza o conhecimento e o uso de instrumentos, símbolos e signos e o aspecto histórico está relacionado ao caráter historicamente constituído desses instrumentos, símbolos e signos utilizados pelo homem ao longo do seu desenvolvimento.

Vygotsky estrutura uma importante hipótese de sua teoria que descreve como ocorre o processo de construção do conhecimento humano. Nesse sentido, Palangana destaca:

[...] o processo de apropriação do conhecimento se dá, segundo a teoria vigotskiana, no decurso do desenvolvimento de relações reais, efetivas, do sujeito com o mundo. Vale ressaltar que essas relações não dependem da consciência do sujeito individual; elas são determinadas pelas condições histórico-sociais nas quais ele está inserto e, ainda, pelo modo como sua vida se forma nessas condições (2015, p. 110).

Nesse sentido, Vygotsky estabelece uma relação importante entre desenvolvimento e aprendizagem. Ele destaca que esses dois processos possuem significados distintos e são não coincidentes, isto é, não ocorrem de forma simultânea. Fundamentada nos pressupostos de Vygotsky, Palangana (2015, p. 110) destaca que o “[...] desenvolvimento progride sempre de forma mais lenta que o processo de aprendizagem. Essa teoria permite que se estabeleça uma

unidade, mas não uma identidade, entre aprendizagem e desenvolvimento. Ela pressupõe que um processo é convertido no outro".

Portanto, percebemos que a Teoria Histórico-Cultural proposta por Vygotsky traz importantes contribuições para a educação e para a prática docente. Sendo assim, destacamos a seguir as principais concepções presentes nessa teoria que nos permitem compreender a importância da educação escolar no processo de formação do homem.

3.2 VYGOTSKY: EDUCAÇÃO ESCOLAR

Dentro da amplitude e complexidade dos trabalhos de Vygotsky, encontram-se diversas contribuições para a educação, pedagogia e prática docente. Em um contexto mais fundamental, a perspectiva Histórico-Cultural proposta por Vygotsky, de acordo com Rego (2014, p. 93), estabelece “[...] que o homem constitui-se como tal através de suas interações sociais, portanto, é visto como alguém que transforma e é transformado nas relações produzidas em uma determinada cultura”. Nesse sentido, Luria destaca uma conclusão importante de Vygotsky:

[...] concluiu que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser achadas nas relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior. Mas o homem não é apenas um produto de seu ambiente, é também um agente ativo no processo de criação deste meio (2010 p. 25).

Com efeito, a escola se constitui como um ambiente no qual a interação social é parte integrante de sua concepção, sendo, portanto, um local propício para que haja interação e contato social entre os diversos sujeitos, historicamente constituídos, que compõem a comunidade escolar (professores, alunos, direção da escola, pedagogos, pais, entre outros) (REGO, 2014). Esse fato nos permite compreender que o ambiente escolar possui uma importância fundamental no processo de construção do conhecimento, no desenvolvimento e na aprendizagem dos estudantes, pois, de acordo com Vygotsky (2010, p. 110), “[...] a aprendizagem escolar dá algo de completamente novo ao curso do desenvolvimento da criança”, tendo em vista que é na educação escolar que se estabelece o contato deliberado do estudante com o conhecimento construído historicamente e constituído culturalmente pela humanidade. Nesse sentido, Rego esclarece que:

Na escola, as atividades educativas, diferentes daquelas que ocorrem no cotidiano extra-escolar, são sistemáticas, têm uma intencionalidade deliberada e compromisso explícito (legitimado historicamente) em tornar acessível o conhecimento formalmente organizado. Nesse contexto, as crianças são desafiadas a entender as bases dos sistemas de concepções científicas e a tomar consciência de seus próprios processos mentais.

Ao interagir com esses conhecimentos, o ser humano se transforma: aprender a ler e a escrever, obter o domínio de formas complexas de cálculos, construir significados a partir das informações descontextualizadas, ampliar seus conhecimentos, lidar com conceitos científicos hierarquicamente relacionados, são atividades extremamente importantes e complexas, que possibilitam novas formas de pensamento, de inserção e atuação em seu meio. Isto quer dizer que as atividades desenvolvidas e os conceitos aprendidos na escola (que Vygotsky chama de científicas) introduzem novos modos de operação intelectual: abstrações e generalizações mais amplas acerca da realidade (que por sua vez transformam os modos de utilização da linguagem). Como consequência, na medida em que a criança expande seus conhecimentos, modifica sua relação cognitiva com o mundo (2014, p. 104).

Portanto, de acordo com os pressupostos presentes nos trabalhos de Vygotsky, a escola desempenha um papel relevante na formação sócio-histórica do homem, se constituindo como uma importante etapa no processo de desenvolvimento e aprendizado dos estudantes. Com efeito, é através da escola que o conhecimento científico, constituído histórico e culturalmente pela humanidade, se torna acessível às gerações futuras.

3.3 VYGOTSKY: DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM

Em suas pesquisas sobre os processos de desenvolvimento e aprendizagem, Vygotsky propôs uma teoria que traz grandes contribuições para a prática docente. Nessa teoria, Vygotsky (2010) esclarece que os processos de desenvolvimento e aprendizagem estão inter-relacionados desde o nascimento da criança. Dessa forma, ele propõe o conceito de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal, que parte do pressuposto segundo o qual “[...] a aprendizagem escolar nunca começa no vácuo, mas é precedida sempre de uma etapa perfeitamente definida de desenvolvimento, alcançado pela criança antes de entrar para a escola” (VYGOTSKY, 2010, p. 110). De acordo com Rego, Vygotsky:

[...] analisa essa complexa questão sob dois ângulos: um é o que se refere à compreensão da relação geral entre o aprendizado e o desenvolvimento; o outro, às peculiaridades dessa relação no período escolar. Faz esta distinção porque acredita que, embora o aprendizado da criança se inicie muito antes dela frequentar a escola, o aprendizado escolar introduz elementos novos no seu desenvolvimento (2014, p. 72).

As interações da criança com os diversos sujeitos e objetos do seu meio sócio-histórico são partes indispensáveis no seu desenvolvimento e aprendizado, mas é na escola, constituída historicamente como ambiente formal de ensino, que ela tem acesso deliberado ao conhecimento construído pela humanidade ao longo da história (REGO, 2014).

Ao propor o conceito de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal, Vygotsky (2010, p. 111) define, como ponto de partida, “[...] o fato fundamental e incontestável de que existe uma relação entre determinado nível de desenvolvimento e a capacidade potencial de

aprendizagem”. Assim, Vygotsky define dois níveis de desenvolvimento para uma criança: o nível de desenvolvimento real ou efetivo e o nível de desenvolvimento potencial. De acordo com Rego:

O nível de desenvolvimento real pode ser entendido como referente àquelas conquistas que já estão consolidadas na criança, aquelas funções ou capacidades que ela já aprendeu e domina, pois já consegue utilizar sozinha, sem assistência de alguém mais experiente da cultura (pai, mãe, professor, criança mais velha etc.). Este nível indica, assim, os processos mentais da criança que já se estabeleceram, ciclos de desenvolvimento que já se completaram.

O nível de desenvolvimento potencial também se refere àquilo que a criança é capaz de fazer, só que mediante a ajuda de outra pessoa (adultos ou crianças mais experientes). Nesse caso, a criança realiza tarefa e soluciona problemas através do diálogo, da colaboração, da imitação, da experiência compartilhada e das pistas que lhe são fornecidas (2014, p. 72-73).

Assim, a diferença entre o nível de desenvolvimento real ou efetivo e o nível de desenvolvimento potencial de uma criança é chamado de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal (VYGOTSKY, 2010). Essa zona de desenvolvimento distingue aquilo que a criança pode fazer sozinha, isto é, de forma autônoma, daquilo que ela só consegue fazer com o auxílio de outras pessoas do seu meio social (REGO, 2014). Sendo assim, Vygotsky enfatiza que:

[...] é necessário sublinhar que a característica essencial da aprendizagem é que engendra a área de desenvolvimento potencial, ou seja, que faz nascer, estimula e ativa na criança um grupo de processos internos de desenvolvimento no âmbito das inter-relações com outros, que, na continuação, são absorvidos pelo curso interior de desenvolvimento e se convertem em aquisições internas da criança. Considerada deste ponto de vista, a aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características humanas não-naturais, mas formadas historicamente (2010, p.115).

Portanto, o conceito de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal possibilita uma compreensão de como ocorre o processo de desenvolvimento e como este se relaciona com a aprendizagem. Ela permite aos docentes e educadores o desenvolvimento e a adoção de estratégias e metodologias de ensino que favoreçam a interação social e a troca de conhecimento entre os alunos e seus pares e entre estes e o professor. Dessa forma, os estudantes mais experientes, isto é, que já tenham completado os seus ciclos de desenvolvimento, podem auxiliar aqueles estudantes que necessitam de ajuda em determinadas tarefas, atividades ou problemas propostos pelo professor (OLIVEIRA, 2009).

3.4 VYGOTSKY: MEDIAÇÃO SEMIÓTICA E LINGUAGEM

Segundo Oliveira, o conceito de Mediação Semiótica também suscita discussões e reflexões relevantes na área da educação e das práticas pedagógicas. A autora destaca que o conceito de “mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 2009, p. 28). A autora esclarece ainda que:

A presença de elementos mediadores introduz um elo a mais nas relações organismo/meio, tornando-as mais complexas. Ao longo do desenvolvimento do indivíduo as relações mediadas passam a predominar sobre as relações diretas. Vygotsky trabalha, então, com a noção de que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas, fundamentalmente, uma relação mediada. As funções psicológicas superiores apresentam uma estrutura tal que entre o homem e o mundo real existem mediadores, ferramentas auxiliares da atividade humana (OLIVEIRA, 2009, p. 29).

Vygotsky conclui que essa relação de mediação entre o homem e o meio sócio-histórico onde este está inserido é feita com a utilização de signos ou instrumentos. Rego (2014, p. 42) esclarece que “são os instrumentos técnicos e os sistemas de signos, construídos historicamente, que fazem a mediação dos seres humanos entre si e deles com o mundo”. O instrumento é um objeto social físico, que é utilizado na mediação da relação entre o indivíduo e o seu meio social. Já os signos são elementos internos relacionados aos processos psicológicos do próprio indivíduo, constituídos historicamente, que são utilizados na mediação da relação deste consigo mesmo, com outras pessoas e com o mundo (OLIVEIRA, 2009).

De acordo com a teoria de Vygotsky, a linguagem pode ser compreendida como um elemento de fundamental importância no processo de Mediação Semiótica. Nesse sentido, Rego (2014, p. 54) destaca que “a linguagem é um sistema de signos que possibilita o intercâmbio social entre indivíduos que compartilhem desse sistema de representação da realidade”. Em um sentido mais amplo, Rego destaca ainda, baseada na obra de Vygotsky, que a linguagem é:

[...] entendida como um sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos, elaborado no curso da história social, que organiza os signos em estruturas complexas e desempenha um papel imprescindível na formação das características psicológicas humanas. (2014, p. 53)

No contexto da educação e das práticas pedagógicas, o conceito de Mediação Semiótica nos leva a uma profunda reflexão sobre a prática docente. Ela nos possibilita olhar, sob um novo prisma, a relação existente entre a escola e a sociedade, entre os professores e os alunos e destes entre si, e entre os processos de ensino-aprendizagem e de construção do

conhecimento. Ela nos permite, também, compreender a importância do trabalho docente no processo de ensino-aprendizagem, no qual o professor atua como mediador em sua prática docente, e não mais como um profissional que somente transmite seus conhecimentos para os alunos (REGO, 2014).

Ao mediar o acesso dos estudantes aos diversos sujeitos, saberes e aprendizagens historicamente constituídos presentes no processo educativo, o professor favorece o desenvolvimento de relações e interações sociais e estimula a troca de conhecimentos, saberes e aprendizagens entre esses sujeitos. Possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento cognitivo das funções psicológicas superiores dos educandos (OLIVEIRA, 2009)

Portanto, os trabalhos e teorias propostos por Vygotsky formam um vasto paradigma que pode auxiliar pesquisadores e profissionais da área de Educação e Ensino na busca por conhecimento e pelo desenvolvimento de novas teorias que possibilitem uma melhor compreensão dos aspectos sócio-históricos relacionados aos processos de desenvolvimento e aprendizagem e de construção do conhecimento no ambiente escolar, pois “a escola, por oferecer conteúdo e desenvolver modalidades de pensamento bastante específicos, tem um papel diferente e insubstituível, na apropriação pelo sujeito da experiência culturalmente acumulada” (REGO, 2014, p. 103).

4 A METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO INSTRUÇÃO POR PARES (IpP) SOB A PERSPECTIVA DAS TEORIAS DE VYGOTSKY

Os avanços científicos e tecnológicos nas áreas de Tecnologias da Informação e Comunicação que ocorreram nas últimas décadas e o uso cada vez maior de dispositivos eletrônicos (computadores, *tablets*, *smartphones*, etc.) conectados à rede mundial de computadores provocaram mudanças acentuadas no acesso à informação e ao conhecimento (BRASIL, 2018). Com efeito, atualmente dispomos de acesso praticamente ilimitado ao conhecimento construído pela humanidade ao longo de sua história. Esse acesso está a um “clique de distância”, disponível em sites de universidades, institutos de pesquisa, órgãos governamentais, museus virtuais, em jornais, revistas e livros eletrônicos, entre outros.

De fato, é nessa nova realidade que os nossos alunos estão inseridos, em que basta uma pesquisa na internet para buscar por informações sobre o assunto ou conteúdo que está sendo abordado ou discutido em sala de aula pelo professor. Nesse sentido, Mamede-Neves e Duarte destacam:

[...] a escola precisa se deslocar das concepções de ensino/aprendizagem, nas quais o livro e ela própria se configuram como únicas possibilidades de aquisição de conhecimento e de cultura (tomada apenas como erudição), em direção a outras concepções, em que conhecimento, cultura e comunicação se aproximam, na medida em que são pensados a partir de novos parâmetros teórico/conceituais (2008, p. 782).

As autoras esclarecem ainda que “[...] as tecnologias digitais podem contribuir com a tarefa de ensinar, sobretudo no que se refere ao acesso, organização e gestão dos conteúdos a serem ensinados/aprendidos” (MAMEDE-NEVES; ROSALIA DUARTE, 2008, p. 784).

Portanto, a escola como espaço privilegiado e formal de educação, precisa se adaptar às novas Tecnologias da Informação e Comunicação e ao uso cada vez mais constante dessas tecnologias por parte dos seus estudantes, de forma que possibilite a estes uma participação mais ativa no processo de ensino-aprendizagem e uma maior autonomia em seus estudos e na busca por informação e conhecimento, tendo em vista que estes alunos se encontram inseridos em uma sociedade cada vez mais conectada, dinâmica e com o acesso à informação e ao conhecimento cada vez mais facilitado (BRASIL, 2018).

Dentre as metodologias de ensino utilizadas na prática docente, as metodologias ativas têm como principal característica permitir a participação ativa dos educandos no processo de ensino-aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018). Sendo assim, a implementação dessas metodologias na prática docente se torna fundamental pois, de acordo com Ferreira e Kempner-Moreira:

Entendendo que o ator principal do ensino-aprendizagem é o aluno, essas metodologias o trazem para o centro do processo, tirando-o do papel passivo para ser o responsável pela sua evolução no conhecimento, enquanto que o professor assume a responsabilidade de auxiliar essa evolução como um mentor, orientando e auxiliando nas dificuldades que o aluno encontrar (2017, p. 2).

Dessa forma, de acordo com Ferreira e Kempner-Moreira (2017), a implementação de metodologias ativas de ensino como ferramenta didática possibilita aos educandos uma participação ativa e centralizada no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Bacich e Moran, essas metodologias:

[...] procuram criar situações de aprendizagem nas quais os aprendizes possam fazer coisas, pensar e conceituar o que fazem e construir conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, bem como desenvolver a capacidade crítica, refletir sobre as práticas realizadas, fornecer e receber feedback, aprender a interagir com colegas e professor, além de explorar atitudes e valores pessoais (2018, p. 27).

É nessa perspectiva que a implementação da metodologia Instrução por Pares (IpP), como ferramenta didático-metodológica de ensino, se fundamenta, pois, ao utilizá-la, o professor passa a mediar o acesso dos educandos aos diversos sujeitos, saberes e objetos, historicamente constituídos, envolvidos em todas as etapas da prática educativa, possibilitando assim, a participação ativa e centralizada dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem e de construção do conhecimento, permitindo assim, que os educandos sejam protagonistas do seu próprio aprendizado.

A metodologia ativa de ensino Instrução por Pares (IpP), do original em inglês *Peer Instruction*, foi proposta pelo Físico Eric Mazur, professor da Universidade de Harvard (EUA), para ser aplicada no Ensino Superior na década de 90. O autor enfatiza que:

Os objetivos básicos da Peer Instruction são: explorar a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e focar a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento. Em vez de dar a aula com o nível de detalhamento apresentado no livro ou nas notas de aula, as aulas consistem em uma série de apresentações curtas sobre os pontos-chave, cada uma seguida de um teste conceitual – pequenas questões conceituais abrangendo o assunto que está sendo discutido. (MAZUR, 2015, p. 26)

O quadro a seguir, apresenta uma síntese das etapas que compõe a metodologia IpP:

Quadro 1 - Etapas da metodologia ativa de ensino Instrução por Pares (IpP)

Etapa	Atividade desenvolvida/aplicada
1	Uma curta apresentação dialogada sobre os elementos centrais de um dado conceito ou teoria é feita por cerca de 20 minutos.
2	Uma pergunta de múltipla escolha, geralmente conceitual, denominada Teste Conceitual, é colocada aos alunos sobre o conceito (teoria) apresentado na exposição dialogada.
3	Os alunos têm entre um e dois minutos para analisar individualmente, a questão apresentada.
4	Os estudantes registram suas respostas individualmente e as mostram ao professor usando algum sistema de respostas (por ex., <i>clickers</i> ou <i>flashcards</i>).
5	De acordo com a distribuição de respostas, o professor pode passar para o passo seis (quando a frequência de acertos está entre 35% e 70%), ou diretamente para o passo nove (quando a frequência de acertos é superior a 70%).
6	Os alunos discutem a questão com seus colegas por um ou dois minutos.
7	Os alunos registram sua resposta revisada e as mostram ao professor usando o mesmo sistema de respostas do passo 4.
8	O professor tem um retorno sobre as respostas dos alunos a partir das discussões e pode apresentar os resultados para os alunos.
9	O professor então explica a resposta da questão aos alunos e pode, ou apresentar uma nova questão sobre o mesmo conceito ou passar ao próximo tópico da aula, voltando ao primeiro passo.

Fonte: adaptado de Müller et al., 2017.

Esse método ganhou notoriedade e se difundiu rapidamente nos meios acadêmicos e escolares, tornando-se objeto de teses e estudos no Brasil e no mundo, pois trata-se de uma metodologia ativa de ensino que “[...] reúne elementos das pedagogias centradas nos aprendizes (*learner-centered teaching*), na qual o estudante possui papel central no processo de aprendizagem” (MÜLLER et al., 2017, p. 3). Sobre esse método, Araújo e Mazur esclarecem que:

[...] busca promover a aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor[...]

[...] pode ser descrito como um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhes as informações presentes nos livros-textos, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de

questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas (2013, p. 364-367).

Com a utilização da metodologia IpP, o professor torna-se um agente facilitador no processo de construção do conhecimento, acompanhando e orientando os educandos em todos os momentos do processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, Mazur destaca:

As vantagens da Peer Instruction são numerosas. As “discussões para convencer o colega” quebram a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas, e, mais importante, os estudantes não se limitam a simplesmente assimilar o material que lhes é apresentado; eles devem pensar por si mesmos e verbalizar seus pensamentos (2015, p. 31).

Em recente estudo de revisão de literatura de artigos e trabalhos de pesquisa publicado por Müller et al. (2017), acerca da implementação da metodologia IpP, compreendendo o período de 1991 e 2015, foram encontrados um total de 72 artigos publicados em periódicos classificados nos extratos A1, A2 e B1, dos quais, somente 5 artigos tratam da aplicação da IpP no Ensino Médio, 64 no ensino superior e 1 em ambas as etapas de ensino. Nesse sentido, os autores concluem que:

Há enorme predomínio no número de publicações cujo contexto de pesquisa é a universidade (aproximadamente 90%). A grande predominância de publicações no Ensino Superior pode ser interpretada de algumas maneiras. Em primeiro lugar, muitas pesquisas são realizadas onde os grupos de pesquisa em ensino estão situados. Dessa forma, o ambiente foco de pesquisa acaba sendo a instituição de nível superior. Além disso, as universidades enfrentam muitos problemas relacionados ao baixo nível de compreensão dos estudantes, ao índice de reprovação nas disciplinas introdutórias e a baixa motivação dos estudantes em aprender os conteúdos do curso. Adotar, portanto, novas metodologias de ensino, bem como compreender suas respectivas eficiências, é de extrema importância (MÜLLER et al., 2017, p. 4).

Os autores destacam ainda que, do total de publicações analisadas, 42 se encontram na América do Norte (36 somente nos Estados Unidos), 12 na Europa, 9 na Ásia, 6 na América do Sul e 1 na África e Oceania e 1 em local não especificado. Dado o pequeno número de publicações de trabalhos e artigos científicos relacionados à implementação da metodologia IpP na América do Sul no período considerado, se torna patente a necessidade de realização de mais pesquisas científicas relacionadas à utilização desta metodologia no sistema educacional brasileiro, em particular, nas instituições de ensino públicas de Educação Básica.

Para o período de 2017 até 2021, Camillo e Graffunder (2022) apresentam, em seu trabalho de revisão de literatura sobre as contribuições da IpP para o ensino de ciências, um total de 11 artigos analisados. Desse total, 28% dos artigos tratam da aplicação da IpP no ensino fundamental, 36% no Ensino Médio e 36% no Ensino Superior (CAMILLO; GRAFFUNDER, 2022, p. 11).

A pequena quantidade de estudos e pesquisas realizadas sobre a implementação da metodologia IpP no Ensino Médio nos mostra uma linha de pesquisa promissora, tendo em vista que o ensino na Educação Básica tem “[...] problemas similares aos do Ensino Superior, especialmente no que se refere a motivação dos estudantes em aprenderem os conteúdos abordados em sala de aula” (MÜLLER et al., 2017, p. 5).

Segundo Bacich e Moran (2018), o ensino na Educação Básica tem sido objeto constante de pesquisas e estudos que objetivam investigar os efeitos da implementação de recursos didático-metodológicos e da reformulação das práticas pedagógicas a fim de trazer melhorias à prática educativa e ao processo de ensino e aprendizagem nesta etapa de ensino.

Um outro dado importante destacado por Müller et al. (2017, p. 16), diz respeito ao referencial teórico adotado nos 72 trabalhos revisados, “[...] apenas 10 mencionaram, de maneira explícita, a adoção de algum referencial teórico para dar suporte aos achados empíricos apresentados”.

Considerando a importância das obras e a relevância das contribuições de Vygotsky à Educação e à prática educativa, e dada a importância da utilização de um referencial teórico adequado para a estruturação e embasamento de uma metodologia de ensino, apresentamos a seguir, uma análise das principais características da metodologia IpP, destacando como estas dialogam de forma acentuada com as principais teorias relacionadas aos processos de desenvolvimento e aprendizado presentes nos obras de Vygotsky.

Araújo e Mazur destacam que a metodologia IpP pode ser compreendida segundo as perspectivas presentes nos trabalhos de Vygotsky:

O grande potencial do IpC², sob uma óptica vygotskyana, estaria na promoção de interações sociais qualificadas entre quem compartilha os significados socialmente aceitos pela comunidade científica, o professor, e os alunos, e deles entre si. Aqueles alunos que já conseguiram construir adequadamente seus conhecimentos, ou estão próximos disso, passam a auxiliar o professor negociando os significados desejados, tendo a vantagem de naturalmente se expressarem de forma mais próxima ao usual no diálogo entre seus colegas. Dessa forma, uma dinâmica de interlocução entre os alunos, que podem se revezar no papel de “parceiro mais capaz”, encontra uma forma de viabilização efetiva em sala de aula (2013, p.373).

Oliveira (2009, p. 39) esclarece, baseada na teoria de Vygotsky, que “[...] a interação social, seja diretamente com outros membros da cultura, seja através dos diversos elementos do ambiente culturalmente estruturado, fornece a matéria-prima para o desenvolvimento psicológico do indivíduo”. Nesse contexto, a metodologia IpP se torna uma alternativa viável

² Sigla de "Instrução por Colegas", termo equivalente a "Instrução por Pares", mera tradução alternativa de *Peer Instruction*

às metodologias tradicionais de ensino. Araújo e Mazur destacam alguns pontos relevantes acerca da metodologia IpP:

Seus pontos fortes estão em considerar o conhecimento prévio do aluno, favorecer interações sociais voltadas para a construção do conhecimento e estabelecer as bases para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, começando pela criação de hábitos de estudos por parte dos alunos (2013, p. 380).

A metodologia IpP permite uma maior interação entre o professor e os alunos durante as aulas e ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem. Essa característica possibilita uma maior troca de conhecimentos entre os alunos e seus pares, e entre estes e o professor, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e motivador. Gehlen et al. destacam, fundamentados nas teorias de Vygotsky, que:

No processo de ensino e aprendizagem em Física vemos como essenciais tanto a mediação do outro quanto a mediação semiótica, uma vez que as ações realizadas com a colaboração de alguém mais capaz, no âmbito da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) – isto é, dentro dos limites da capacidade de entendimento dos estudantes, considerando o seu nível de desenvolvimento real e projetando atividades que o levem para além deste – podem potencializar a aprendizagem (2012 p. 78).

Portanto, observamos que a metodologia IpP dialoga com os pressupostos apresentados por Vygotsky em sua teoria, pois a utilização desta metodologia objetiva permitir que os estudantes mais experientes, com o auxílio do professor, possam atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal dos seus pares que ainda necessitam de ajuda com as atividades ou tarefas que não estão plenamente interiorizadas em sua estrutura cognitiva (ARAÚJO e MAZUR, 2013). Além disso, por estarem em um mesmo grupo social (grupo de estudantes), a comunicação dialogada entre esses estudantes ocorre de forma mais natural e efetiva, pois fazem uso de um vocabulário semelhante (OLIVEIRA, 2009).

O conceito de Mediação Semiótica e da linguagem proposto por Vygotsky em sua obra também fundamenta os principais aspectos da metodologia IpP. Oliveira destaca que:

Os sistemas de representação da realidade – e a linguagem é o sistema simbólico básico de todos os grupos humanos – são, portanto, socialmente dados. E o grupo cultural onde o indivíduo se desenvolve que lhe fornece formas de perceber e organizar o real, as quais vão constituir os instrumentos psicológicos que fazem a mediação entre o indivíduo e o mundo (2009, p. 36).

A autora destaca ainda que o “processo de internalização como a utilização de sistemas simbólicos são essenciais para o desenvolvimento dos processos mentais superiores e evidenciam a importância das relações sociais entre os indivíduos na construção dos processos psicológicos” (OLIVEIRA, 2009, p. 36). Gehlen et al. destacam, fundamentados nas teorias de Vygotsky, que:

[...] como papel central a questão da linguagem não só quanto ao aspecto comunicativo, mas em especial o fator organizador do pensamento e constitutivo quanto à tomada de consciência, a qual vai se configurando ao longo da vida de

uma pessoa mediante as suas interações com outros, seja de forma assistemática (em seu cotidiano) ou de forma sistemática (no contexto escolar) (2012 p. 79).

Ao utilizar metodologia IpP, o professor possibilita o acesso dos estudantes a diferentes linguagens relacionadas aos aspectos intrínsecos do processo de ensino-aprendizagem, tendo em vista que este é composto por diferentes sujeitos, historicamente constituídos, que estão em constante diálogo no ambiente escolar. Esta característica favorece o desenvolvimento de relações sociais, a troca de informações e conhecimentos e o auxílio mútuo entre estes sujeitos, que se encontram em um processo de constante construção e constituição sócio-históricas, pois, segundo Rego (2014), o processo de construção do conhecimento humano é direcionado do social para o individual.

Gehlen et al. Destacam, fundamentados nas teorias de Vygotsky, que:

[...] ao se utilizar das palavras adequadas nas interações e considerando que vários são os sentidos (compreensões dos estudantes) que interferem no processo, o professor poderá traçar suas estratégias para que os significados em constituição [...] possam ocorrer sistematicamente. No tratamento dos conteúdos escolares, o papel da palavra enquanto instrumento material e psicológico, isto é, um signo que tanto pode indicar o objeto em estudo quanto representá-lo como conceito (um instrumento do pensamento), constitui fator essencial na formação do pensamento teórico e na composição da linguagem escrita (como um sistema simbólico). Assim, os estudantes estarão realizando internalizações dos conhecimentos [...] que lhes permitirão novas compreensões da situação em foco e a tomada de consciência (2012 p. 78-79).

Portanto, as teorias propostas por Vygotsky nos mostram uma nova maneira de compreender a dinâmica do processo de ensino-aprendizagem. Essas teorias possibilitam à pesquisadores e especialistas em educação o desenvolvimento de novas concepções e abordagens teórico-metodológicas que objetivam tornar a prática educativa e o trabalho docente mais efetivos no ambiente escolar (REGO, 2014).

Entretanto, Araújo e Mazur destacam que a implementação de uma nova metodologia de ensino requer, por parte do docente, planejamento prévio, estruturação dos objetivos que se deseja alcançar e atenção às particularidades das turmas e do local de aplicação:

[...] a implementação eficaz de tais métodos, assim como de qualquer inovação didática, que seja capaz de transformar a realidade em sala de aula demanda comprometimento e dedicação. Principalmente nas primeiras aplicações, o professor precisa superar o desafio de adequar o currículo, seus materiais, estratégias e avaliações para que formem uma linha de trabalho coerente. Não se pode esperar alcançar resultados diferentes, fazendo o que sempre se faz. (2013, p. 380).

Portanto, para obter o maior aproveitamento possível das potencialidades de uma nova metodologia de ensino ou ferramenta didático-metodológica a ser implementada em sala de aula, o professor precisa realizar as adaptações necessárias para que estas possam atender a sua realidade escolar e de prática docente.

5 METODOLOGIA

As pesquisas científicas em Educação no Brasil têm passado por um momento de constante análise crítico-reflexiva em relação às metodologias de pesquisa utilizadas nos trabalhos acadêmicos, bem como dos instrumentos teórico-metodológicos utilizados para a coleta de dados no âmbito da pesquisa propriamente dita, conforme destaca Zanette (2017, p. 158) afirmando que “tais iniciativas comprovam que, para compreender e interpretar as questões e os problemas da área da Educação, torna-se necessário recorrer a diferentes enfoques entre as múltiplas disciplinas e campos teóricos”. O autor destaca ainda que:

Ganha força a propagação de metodologias e técnicas de estudos do tipo etnográfico, estudo de caso, pesquisa-ação, análise de discurso e de narrativas, estudos de memória, história de vida e história oral. Portanto, no início dos anos 1980, ao lado de uma descrença nas soluções técnicas para resolver os problemas da educação brasileira, tais estudos fazem mudar o perfil da pesquisa educacional, proporcionando reflexões mais críticas (ZANETTE, 2017, p. 158).

Nesse sentido, as metodologias quantitativas e qualitativas de pesquisa possuem características particulares que devem ser levadas em consideração pelo pesquisador no momento da escolha do enfoque que será dado em seu trabalho. Para Zanette, os principais pontos que caracterizam um estudo quantitativo e qualitativo, respectivamente, são:

Em linhas gerais, num estudo quantitativo o pesquisador conduz seu trabalho a partir de um plano estabelecido a priori, com hipóteses claramente especificadas e variáveis operacionalmente definidas. Preocupa-se com a medição objetiva e a quantificação dos resultados. Busca a precisão, evitando distorções na etapa de análise e interpretação dos dados, garantindo assim uma margem de segurança em relação às inferências obtidas. De maneira diversa, a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo (2017, p. 58).

Nesse ponto, é importante destacar, que não se trata de criar um grau de hierarquização entre as metodologias quantitativas e qualitativas de pesquisa, pois estas têm por objetivo, de acordo com Godoy (1995, p. 58) “[...] um esforço cuidadoso para a descoberta de novas informações ou relações e para a verificação e ampliação do conhecimento existente [...]”. Sendo assim, Zanette conclui:

Na atualidade, é pacífico que a produção do conhecimento na área das Ciências Humanas e Sociais não elimina a imbricação entre técnicas quantitativas e qualitativas; e que o valor dos estudos não se mede pela dimensão de uma ou outra abordagem, mas pela concepção que determina a orientação dos resultados e os vínculos estabelecidos com os sujeitos e os problemas investigados (2017 p. 160).

Sendo assim, a utilização de metodologias qualitativas de pesquisa permite “aproximar o sujeito e o objeto a ser investigado no seu contexto histórico-cultural” (ZANETTE, 2017, p.153). Essa aproximação se faz necessária, pois possibilita ao pesquisador uma maior integração e interação com o ambiente, os objetos e os sujeitos da pesquisa, objetivando uma compreensão ampla do fenômeno estudado em seus aspectos sociais, políticos, econômicos e ideológicos. Zanette destaca ainda a relevância das metodologias qualitativa de pesquisa nas produções acadêmicas em Educação no Brasil, enfatizando que:

O uso do método qualitativo gerou diversas contribuições ao avanço do saber na dinâmica do processo educacional e na sua estrutura como um todo: reconfigura a compreensão da aprendizagem, das relações internas e externas nas instâncias institucionais, da compreensão histórico-cultural das exigências de uma educação mais digna para todos e da compreensão da importância da instituição escolar no processo de humanização (2017, p. 159).

As metodologias qualitativas de pesquisa possuem diversos aspectos relevantes que possibilitam ao pesquisador realizar uma análise profunda dos sujeitos ou objetos em estudo, dentre as quais, destacamos a “[...] escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos” (FLICK, 2009, p. 23). O autor destaca ainda que, nas pesquisas qualitativas, os métodos utilizados para a coleta de dados:

[...] consideram a comunicação do pesquisador em campo como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo. A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, constituindo parte da interpretação e são, portanto, documentadas em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto (FLICK, 2009, p. 25).

No contexto das abordagens metodológicas das pesquisas qualitativas, a técnica de coleta de dados com a utilização de um grupo focal que, segundo Cardano (2017, p. 223) consiste em “[...] uma técnica de pesquisa qualitativa concebida para gerar uma discussão focalizada dentro de um grupo sobre um tema proposto pelo grupo de pesquisa aos participantes” se constitui como uma relevante técnica para a obtenção de dados em pesquisa qualitativa, pois possibilita uma maior compreensão do meio e das relações subjetivas existentes entre os diversos sujeitos e objetos da pesquisa e do contexto sociocultural onde estes estão inseridos. Segundo Gatti:

O trabalho com grupos focais permite compreender processos de construção da realidade por determinados grupos sociais, compreender práticas cotidianas, ações e reações a fatos e eventos, comportamentos e atitudes, constituindo-se como uma

técnica importante para o conhecimento das representações, percepções, crenças, hábitos, valores, restrições, preconceitos, linguagens e simbologias prevalentes no trato de uma dada questão por pessoas que compartilham alguns traços em comum, relevantes para o estudo do problema visado (2012, p. 11).

Desse modo, a utilização dessa técnica de pesquisa possibilita aos pesquisadores a obtenção de dados e “[...] permite fazer emergir uma multiplicidade de pontos vistas e processos emocionais, pelo próprio contexto de interação criado, permitindo a captação de significados, que com outros meios, poderiam ser difíceis de se manifestar” (GATTI, 2012, p. 9).

Portanto, em uma sociedade cada vez mais dinâmica, plural e diversificada, as metodologias qualitativas de pesquisa contribuem para uma maior compreensão das relações subjetivas entre os sujeitos e objetos da pesquisa e do contexto político-socio-cultural do meio onde os estes estão inseridos.

Dessa forma, utilizamos na presente pesquisa, a metodologia qualitativa de pesquisa na coleta e análise de dados obtidos durante a aplicação da metodologia IpP, objetivando verificar as contribuições dadas por essa metodologia às etapas do processo educativo durante o ensino da Física de Ensino Médio e investigar os principais desafios existentes na implementação de novas metodologias de ensino na Educação Básica.

Seguindo os preceitos legais para a realização de pesquisa com seres humanos, esta encontra-se registrada no Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Norte do Espírito Santos (CEUNES-UFES) da Universidade Federal do Espírito Santos (UFES) sob CAAE 56115522.5.0000.5063 e aprovada sob o parecer nº 5.385.419 em 03 de maio de 2022.

De acordo com a Resolução 466/12, os participantes da pesquisa foram devidamente informados sobre os riscos e benefícios aos quais estariam expostos mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Para mitigar ou evitar que haja qualquer constrangimento ou danos materiais ou psicológicos aos participantes da pesquisa, todas as etapas deste estudo foram realizadas dentro das normas dispostas nas Resoluções nº 466 de 12 de dezembro de 2012 e nº 510 de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde. Portanto, este pesquisador esclarece que, havendo aceitação do convite por parte dos estudantes, esses, doravante designados participantes da pesquisa, foram assegurados, por meio de termo devidamente assinado:

- a manutenção e sigilo de suas informações pessoais;
- acesso aos resultados desta pesquisa;
- ressarcimento de todas as despesas, caso a pesquisa venha lhe causar algum dano;

- acesso aos registros de produção escrita, áudio e vídeo e fotos obtidos ou produzidos no decorrer de pesquisa, sempre que julgar necessário – os dados coletados ou produzidos durante a pesquisa serão armazenados por um período de 5 anos.
- a participação voluntária na pesquisa, estando livre para solicitar o seu desligamento a qualquer momento.

Os detalhes específicos, os benefícios, os riscos e a relevância da pesquisa foram apresentados para cada um dos estudantes, potenciais candidatos participantes deste estudo, com a devida antecedência. Cada estudante foi informado ainda, que a sua participação é facultativa, não havendo, portanto, nenhuma obrigatoriedade ou imposição para a sua participação na pesquisa.

Para o participante da pesquisa menor de idade, sua participação foi documentada por meio da assinatura do TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução CNS 510/2016), em duas vias, destinado aos seus pais ou responsáveis legais. Para o participante da pesquisa maior de idade, sua concordância em participar da pesquisa foi documentada por meio da assinatura do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução CNS 510/2016), em duas vias. Os documentos acima citados foram encaminhados presencialmente, para os participantes da pesquisa ou seus pais ou responsáveis legais.

Após o TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ser devidamente assinado, foi encaminhada uma via para o participante da pesquisa ou seu responsável ou representante legal, e a outra via devolvida a este pesquisador, presencialmente, que foi anexada à pesquisa.

5.1 METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS

A metodologia IpP foi implementada no ensino do conteúdo de Mecânica Clássica (Dinâmica da Partícula) em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio, em aulas presenciais de 50 min, que ocorreram uma vez por semana, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2022. Os participantes da pesquisa eram compostos por um total de 55 estudantes regularmente matriculados no Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, com faixa etária compreendida entre 14 e 18 anos de idade.

O levantamento e a coleta dos dados relacionados à implementação da metodologia IpP e às aprendizagens dos conteúdos e conceitos de Física desenvolvidos pelos participantes da pesquisa ao longo do processo de ensino-aprendizagem foram realizados mediante o

acompanhamento de todas as etapas da prática educativa e da dinâmica da sala aula, com a realização de anotações e observações diversas produzidas por este pesquisador, objetivando acompanhar todos os momentos do processo de construção do conhecimento.

Também foram utilizadas como dados na presente pesquisa as anotações feitas pelos estudantes ao responderem o Caderno de Atividades de Classe (CAC) e o registro das respostas dadas por estes às questões conceituais propostas.

Por fim, utilizamos, a técnica de grupo focal para a coleta de dados relacionados à percepção dos alunos em relação à implementação da metodologia IpP em suas classes.

5.2 LOCAL DE APLICAÇÃO: A INSTITUIÇÃO DE ENSINO E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi aplicada em duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio regular do Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa, vinculado à Secretaria da Educação do Estado da Bahia, localizado na cidade de Teixeira de Freitas, no estado da Bahia.

O Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa foi fundado em 1988 com os cursos de Magistério e Administração de empresas. Em 2010, foi ampliado através da sua unificação com o Colégio Estadual Miguel Ângelo Magalhães, sendo classificado como escola de porte especial, devido a quantidade total de alunos que atendia.

O colégio está situado na região central da cidade de Teixeira de Freitas, na Rua Leur Lomanto, s/nº, atendendo a crianças e adolescentes de diversas regiões da cidade, concluintes do Ensino Fundamental em escolas municipais e da rede privada de ensino, além de jovens e adultos que buscam a modalidade de ensino EJA (Educação de Jovens e Adultos) para concluir o Ensino Médio.

A estrutura do colégio é antiga, sendo composta por 18 salas de aula, uma biblioteca, uma cozinha, um refeitório, um auditório, uma sala de vídeo. Todos esses ambientes não são climatizados. Possui também, duas quadras poliesportivas, sendo que somente uma possui cobertura, onde são realizadas as atividades de educação física e eventos diversos previstos no calendário anual escolar.

Atualmente, o Colégio Estadual Democrático Ruy Barbosa funciona em três turnos (matutino, vespertino e noturno), atendendo à 1.028 alunos matriculados nos três anos do Ensino Médio e 203 alunos matriculados nas modalidades de ensino EJA e Tempo Juvenil. A equipe docente é composta por 44 profissionais, entre licenciados, especialistas, mestres e doutores.

5.3 METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO INSTRUÇÃO POR PARES (IPP): DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DE IMPLEMENTAÇÃO

A metodologia IpP usualmente se divide em etapas, que podem ser adaptadas para atender à realidade das turmas e aos objetivos definidos pelo professor. Nessa perspectiva, realizamos pesquisas na literatura para a obtenção de informações relativas à implementação da IpP e para o levantamento de ferramentas didático-metodológicas complementares que foram utilizadas durante as aulas. A seguir, apresentamos uma descrição metodológica de aplicação da metodologia IpP, que utilizamos na presente pesquisa.

Inicialmente, o professor solicita aos estudantes que realizem estudos prévios dos conteúdos que serão apresentados em sala de aula nos materiais de estudos disponibilizados previamente para cada aluno. Já em sala de aula, o professor divide o tempo total da aula em pequenas séries de 20 minutos aproximadamente, na qual realiza exposições dialogadas dos principais conteúdos e conceitos que foram estudados pelos alunos em seus estudos prévios e apresenta questões conceituais que estes devem responder.

Assim, após a exposição dialogada do conteúdo, o professor apresenta para a turma uma questão conceitual, geralmente de múltipla escolha, sobre os conteúdos estudados, solicitando aos alunos que respondam apresentando a respectiva justificativa. Inicialmente, os estudantes respondem a essa questão de forma individual, e, posteriormente, é realizado um mapeamento das respostas dadas por cada estudante e abre-se uma votação para se obter o percentual de respostas corretas dadas à questão proposta.

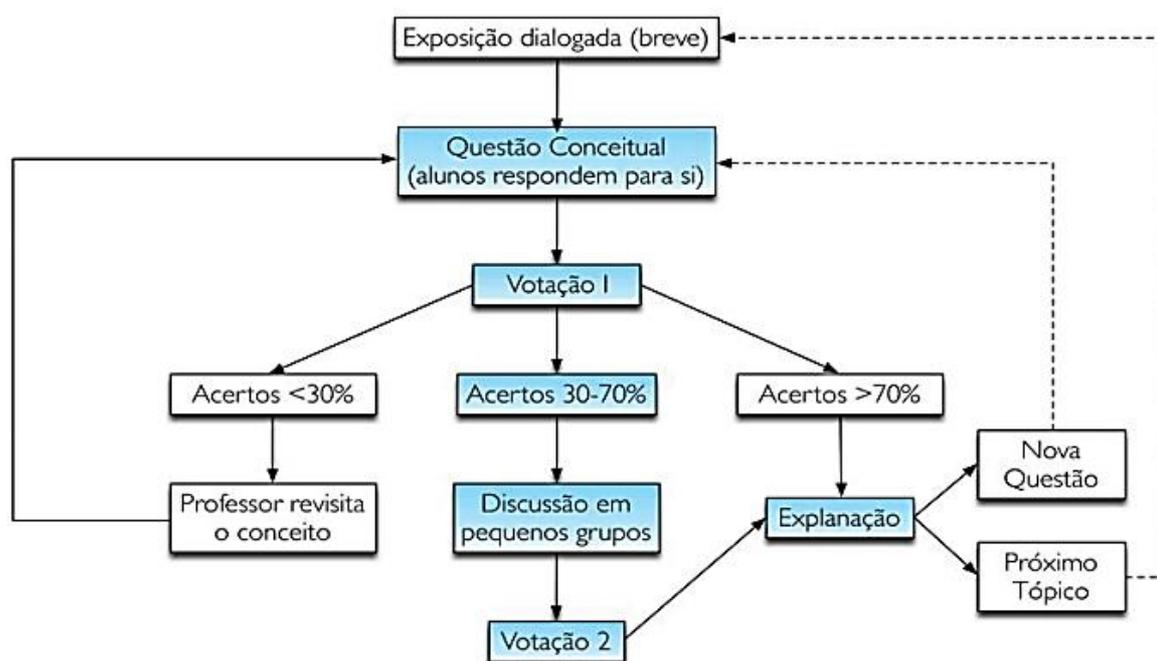
Baseado nas respostas dos estudantes, o professor pode continuar a exposição dialogada de um novo tópico se mais de 70% dos alunos responderem à questão de forma correta. Caso o percentual de acertos esteja entre 30% e 70%, o professor poderá agrupar os alunos que responderam de forma diferente e pedir que estes tentem convencer uns aos outros usando sua justificativa individual utilizada para responder à questão conceitual proposta na etapa anterior. Dessa forma, o professor possibilita e estimula o desenvolvimento de diálogos entre os estudantes centrados nos conteúdos em estudo, permitindo que estes compartilhem e comparem suas respostas com as dos seus colegas de classe ao discutirem cada questão apresentando as suas respectivas justificativas.

Em seguida, o professor abre novamente o processo de votação e explica novamente a questão conceitual. Se for necessário, o professor pode formular novas questões sobre o mesmo tópico. Caso o percentual de acertos da questão conceitual seja inferior a 30%, o

professor deve realizar novamente a exposição dialogada do conceito central e apresentar uma nova questão conceitual, reiniciando todo o processo.

A Figura 1 a seguir, ilustra o processo de aplicação da metodologia IpP de forma sistematizada, destacando as principais etapas do processo:

Figura 1 - Diagrama do processo de implementação do método IpP (*Peer Instruction*)



Fonte: Araújo e Mazur (2013, p. 370).

5.4 FERRAMENTAS DIDÁTICO-METODOLÓGICAS AUXILIARES

A realização de estudos prévios feito pelos alunos dos conteúdos a serem apresentados em sala de aula pelo professor representa uma importante etapa de aplicação da metodologia IpP. De fato, ao estudar previamente os materiais disponibilizados pelo professor, os alunos possibilitam que o tempo em sala de aula seja utilizado para realização de discussões centradas em questões conceituais que estejam relacionadas aos conteúdos constantes nos materiais de estudos previamente disponibilizados.

Segundo Araújo e Mazur (2013, p 376) a metodologia IpP se fundamenta na promoção da “[...] interação social voltada para a aprendizagem dos conteúdos que se dá ao colocar o aluno no centro do processo educativo, atuando o professor como um facilitador dessa aprendizagem”.

Sendo assim, foram disponibilizados os seguintes materiais de estudos para os alunos das classes nas quais a metodologia IpP foi aplicada:

- i) 1ª edição do livro didático “Moderna Plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Conteúdo: Conhecimento Científico” da coleção “Moderna Plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias” publicado pela editora “Moderna LTDA” em 2020, fornecido pela própria instituição de ensino;
- ii) versão impressa e digital (.pdf) do Caderno de Atividades de Classe (CAC) – caderno este, utilizado na disciplina de Física por Atividades do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Fluminense – traduzido e adaptado da 1ª edição do livro “*Tutorials in Introductory Physics*” de autoria de Lillian C. McDermott, Peter S. Shaffer e do grupo de ensino de Física do departamento de Física da Universidade de Washington;
- iii) versão digital (.pdf) do volume 1 do livro “Leituras de Física GREF – Mecânica: para ler, fazer e pensar” elaborado e publicado pelo GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física do Instituto de Física da USP), que é parte integrante da Coleção “Leituras de Física GREF – pra ler, fazer e pensar” composta por três volumes, que fez parte do projeto financiado e apoiado pelo Convênio USP/MEC-FNDE, Subprograma de educação para as Ciências (CAPES-MEC), FAPESP/MEC – Programa Pró-Ciências e pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, cujo objetivo foi a elaboração de uma coleção de livros para serem utilizados no ensino de Física no Ensino Médio.

O livro didático foi utilizado como material de estudos prévios para todos os estudantes participantes da pesquisa, pois cada aluno possui um exemplar deste livro sobre sua posse, que foi distribuído pela instituição de ensino onde a presente pesquisa foi realizada. Assim, cada educando pôde realizar seus estudos prévios sem a necessidade de utilização de qualquer outro recurso adicional que pudesse gerar algum tipo de ônus.

Este livro possui uma linguagem clara e concisa, destacando os pontos conceituais de cada conteúdo de maneira simples e objetiva. Os conteúdos presentes neste livro estão de acordo com os pressupostos previstos na BNCC, isto é, foram elaborados de modo a possibilitar o desenvolvimento de competências gerais relacionadas à etapa do Ensino Médio e de competências específicas e habilidades relacionadas a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Já o Caderno de Atividades de Classe (CAC), foi disponibilizado em versão impressa e digital para todos os alunos participantes da pesquisa para ser utilizado como material complementar de estudos. O CAC possui um conjunto de questões conceituais que apresenta fundamentação teórica relevante dos principais fenômenos, leis e definições presentes na Física básica introdutória. Este material se destaca por estimular o desenvolvimento de habilidades específicas voltadas para a construção de um raciocínio científico centrado nos conceitos fundamentais dos conteúdos de Física e por possibilitar a participação ativa dos estudantes na busca pelas soluções dos problemas qualitativos propostos.

Sendo assim, foi proposto aos alunos que essas questões fossem respondidas como atividades extraclasse, de forma individual ou em grupo, objetivando favorecer o diálogo e a interação entre os estudantes. Para tanto, após a leitura prévia dos conteúdos disponibilizados previamente e a participação em cada uma das aulas presenciais, os alunos estariam aptos a resolver as questões constantes no CAC.

O volume 1 do livro “Leituras de Física GREF – Mecânica: para ler, fazer e pensar” foi disponibilizado para que os estudantes o utilizassem como material de leitura e estudos complementares, tendo em vista que este livro apresenta os conteúdos e conceitos de Física em linguagem clara, concisa, contextualizada e com aplicações práticas, de modo a possibilitar aos alunos que, em suas leituras e estudos individuais, compreendam mais facilmente os conteúdos de Física apresentados, relacionando estes com suas experiências cotidianas.

É importante destacar que a contextualização dos conteúdos é um aspecto relevante deste material, pois apresenta os conceitos de Física destacando os principais fenômenos que estão presentes em nosso dia a dia. Este material faz parte de uma coleção de livros em três volumes destinada ao ensino de Física no Ensino Médio que foi elaborado e publicado em 2006 pelo GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física do Instituto de Física da USP). Para a elaboração desses da referida coleção, o GREF contou ainda com a colaboração e a participação de docentes vinculados à rede estadual paulista de ensino público e professores universitários. Estes professores contribuíram de forma contínua com o aperfeiçoamento e correções dos materiais que foram utilizados na versão final desta coleção.

Já para auxiliar os estudantes no esclarecimento de dúvidas surgidas durante as aulas presenciais ou nos momentos de estudos individuais, utilizamos o Google Sala de Aula como canal de comunicação oficial com os estudantes.

O Google Sala de Aula é uma plataforma digital de ensino e aprendizagem que faz parte do pacote de serviços fornecidos pelo *Google For Education* pertencentes a empresa *Alphabet*.

Essa plataforma de ensino facilita a comunicação do professor com os alunos, além de possibilitar ao docente a criação ou indicação de conteúdos de estudos, elaboração e aplicação de provas, testes, listas de exercícios e formulários online, entre outros. No ambiente virtual do Google Sala de Aula, os estudantes foram orientados a postar suas dúvidas ou dificuldades relacionadas aos conteúdos apresentados na sala de aula ou relacionados às leituras prévias do livro didático, do livro complementar “Leituras de Física GREF – Mecânica” e das questões propostas no CAC. Neste ambiente virtual de ensino, disponibilizamos, também, o CAC (que também foi disponibilizado em versão impressa), o livro complementar “Leituras de Física GREF – Mecânica”, o cronograma de aulas semanais com as leituras prévias a serem realizadas e o respectivo conteúdo a ser trabalhado em cada aula.

Dessa forma, buscamos possibilitar aos estudantes das duas turmas onde a IpP foi aplicada, diferentes maneiras de ter acesso aos materiais de estudos que foram utilizados nessa pesquisa, para que os alunos pudessem, de acordo com seus interesses, necessidades e possibilidades, realizar seus estudos prévios individuais.

Em sala de aula, uma etapa importante da implementação da metodologia IpP está relacionada à coleta das respostas dos estudantes dadas às questões conceituais propostas, pois é em função destas respostas, que o professor obtém as informações necessárias relativas ao desempenho dos estudantes sobre o conteúdo estudado, de modo que este possa decidir em apresentar um novo conteúdo, ou continuar a explanação do conteúdo já dado através de uma nova abordagem. Mazur esclarece:

Se a maioria dos estudantes escolher a resposta correta do teste conceitual, a aula prossegue para o próximo tópico. Se a porcentagem de respostas corretas for muito baixa (digamos, menos de 30%), eu ensino novamente o mesmo tópico com mais detalhes e mais devagar e faço uma nova avaliação com outro teste conceitual. Essa abordagem de repetir se necessário evita a formação de um abismo entre as expectativas do professor e a compreensão dos estudantes – um abismo que, uma vez formado, só aumentará com o tempo até que a aula fique inteiramente perdida (2015, p. 27).

Para coletar as respostas dos estudantes dadas às questões conceituais propostas durante as aulas, utilizamos o aplicativo *Plickers*, que é uma ferramenta educacional gratuita e acessível de propriedade da *Plickers Inc*. Essa ferramenta educacional permite que o professor crie atividades diversas ou provas para seus alunos e realize a coleta dos resultados de forma instantânea dentro de sala de aula. Essa ferramenta funciona através de um

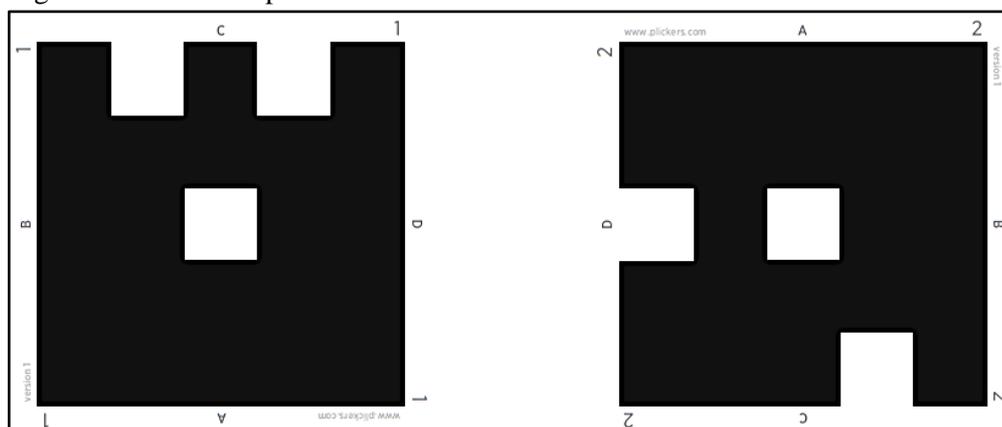
navegador de internet, e seu uso se dá em conjunto com um *smartphone* ou *tablet* com o aplicativo *Plickers* devidamente instalado. Sua principal função é realizar o registro das respostas dadas pelos estudantes às questões propostas pelo professor e exibi-las imediatamente.

Utilizamos, nesta pesquisa, a versão 4.5.5 do aplicativo *Plickers* para *smartphone* para a coleta das respostas dos estudantes às questões conceituais propostas em sala de aula. As duas turmas que foram registradas neste aplicativo foram denominadas de Grupo A e Grupo B, sendo o Grupo A composto por 28 alunos e o Grupo B por 27 alunos.

Para ter acesso aos recursos do aplicativo, o professor/usuário precisa se cadastrar, gratuitamente, no site *Plickers*. A seguir, apresentamos uma descrição detalhada de utilização do aplicativo *Plickers*, destacando suas principais funcionalidades:

- 1) O professor/usuário deve instalar previamente o aplicativo *Plickers* em um *smartphone* ou *tablet* e, em seguida, realizar o seu registro ou cadastramento no aplicativo.
- 2) Utilizando um computador, na página da internet do *Plickers*, o professor deve realizar *login* com a conta cadastrada na etapa anterior para realizar o cadastramento prévio dos alunos, designando um número de referência para cada um. Esse número está relacionado ao cartão *plickers* que o aluno irá utilizar para responder as questões propostas durante as aulas.
- 3) Também na página de internet *Plickers*, o professor faz o cadastramento das questões conceituais que serão apresentadas aos estudantes durante as aulas.
- 4) Posteriormente, o professor faz a impressão e distribuição dos cartões *plickers* correspondentes para cada um dos alunos cadastrados. A Figura 2 abaixo destaca dois dos cartões *plickers*:

Figura 2 - Cartões resposta *Plickers*

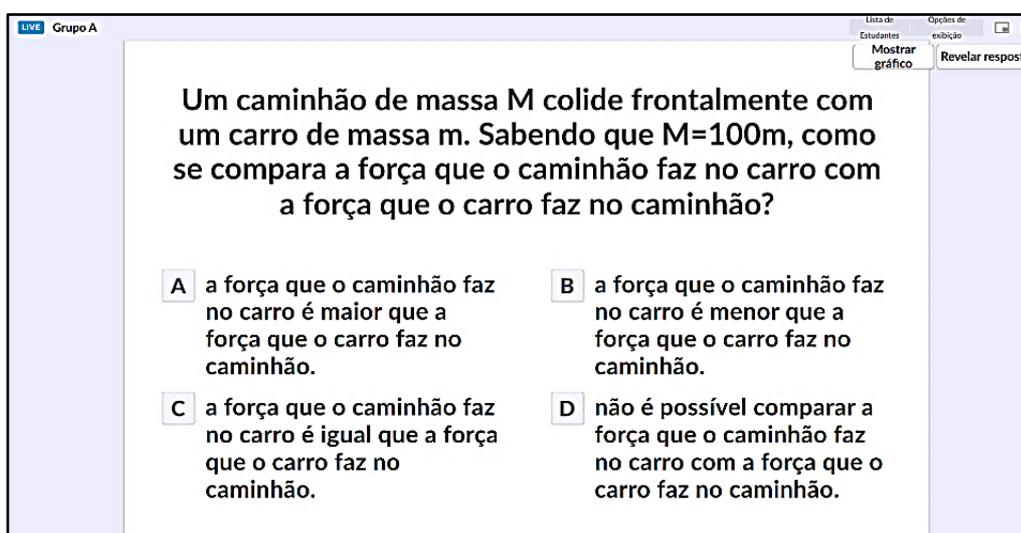


Fonte: www.plickers.com.

Nesses cartões, o numeral representa o estudante cadastrado previamente pelo professor. É possível utilizar um total de 63 cartões, onde cada um deles estará associado a um aluno. Em cada lado da figura presente no cartão, está associada uma letra (A, B, C e D), que representa a resposta do estudante a uma dada questão. O aluno deve posicionar o seu cartão, quando solicitado pelo professor, de tal forma que a letra que este julgar como sendo a resposta correta à questão, esteja voltada para cima. Como exemplo: na Figura 2 acima, o aluno 1 está apontando a alternativa C como correta; já para o aluno 2, a alternativa A está correta.

- 5) Com o *smartphone*, o professor/usuário utiliza o aplicativo *Plickers* para escolher o conjunto de questão a ser respondidas em sala de aula e controlar a sua exibição.
- 6) Em seguida, o professor exibe as questões conceituais que estão cadastradas na sua conta pessoal *Plickers* para os estudantes utilizando a tela de um computador (ou com o auxílio de um data show ou tv conectada ao computador). A Figura 3 a seguir apresenta a tela exibida aos alunos durante a aplicação da metodologia IpP com o auxílio do aplicativo *Plickers*:

Figura 3 - Print da tela de exibição das questões para os alunos



Fonte: www.plickers.com.

O controle da exibição é feito pelo *smartphone* ou *tablet* com o aplicativo devidamente instalado e logado na conta correspondente

- 7) Após a exibição da questão, o professor solicita aos alunos que apresentem suas respostas à questão proposta levantando seus cartões. Em seguida, o professor usa o aplicativo *Plickers* no *smartphone*, que com o auxílio da câmera do aparelho, faz a

contagem e o armazenamento das respostas dos estudantes dadas à questão, de acordo com a Figura 4 abaixo:

Figura 4 - Alunos apresentando suas respostas



Fonte: adaptado de *Plickers* – Loja de aplicativos do Google Play para dispositivos móveis.

A quantidade de respostas corretas e incorretas dadas às questões é exibida em tempo real para o professor na tela do *smartphone*, possibilitando que este obtenha informações imediatas sobre o desempenho geral da turma e também de cada um dos estudantes da classe.

- 8) Por fim, as respostas dos estudantes são armazenadas na conta *Plickers* pessoal do professor, permitindo que este gere relatórios sobre o desempenho da turma e de cada aluno ao responder as questões apresentadas em cada aula.

Um diferencial do aplicativo *Plickers* é que este pode ser usado completamente *offline*, isto é, sem necessidade de nenhuma conexão com a internet. Para isso, basta que o professor utilize a versão móvel do aplicativo em um *smartphone* e realize a coleta das respostas dos estudantes conforme destacado na etapa 6 acima. As respostas coletadas e o percentual de acertos são exibidos imediatamente para o professor em sala de aula.

Posteriormente, após conectar o *smartphone* à internet, os dados armazenados serão transferidos para a conta *Plickers* pessoal do professor, que poderá analisar as informações mais detalhadamente. No entanto, não é possível exibir as questões para os alunos quando o aplicativo não está conectado à internet. Dessa forma, o professor pode utilizar outro meio

para fazer a apresentação das questões, como por exemplo: i) exibir uma versão em arquivo digital (.pdf, .docx, entre outras) das questões na tv ou tela de um computador; ii) escrever as questões na lousa ou; iii) distribuir uma versão impressa das questões para cada um dos estudantes.

Outro aspecto relevante é que não há necessidade do uso de nenhum dispositivo eletrônico por parte dos alunos, isso torna as aulas com a utilização do aplicativo *Plickers* como ferramenta didática potencialmente inclusivas, permitindo a participação de todos os alunos da classe, uma vez que este exige que os estudantes façam uso somente dos cartões *plickers*.

Em nossa pesquisa, a utilização do aplicativo *Plickers* se mostrou extremamente relevante e proveitosa, pois nos permitiu otimizar do tempo de cada aula ao eliminarmos a necessidade de dispêndio de tempo de aula para a realização da contagem manual do número de respostas certas dos alunos dadas as questões conceituais propostas e do cálculo do percentual de acertos. Com efeito, o aplicativo *Plickers* faz o registro das respostas dos estudantes às questões e realiza, instantaneamente, o respectivo cálculo do percentual de acertos. Dessa forma, o aplicativo possibilitou o desenvolvimento correto e otimizado da etapa de coleta de respostas dos estudantes, que representa uma importante etapa prevista nos pressupostos da metodologia IpP.

5.5 ORIENTAÇÕES GERAIS AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os estudantes participantes da pesquisa foram devidamente informados sobre as principais características e objetivos da metodologia IpP, bem como sobre os nossos objetos ao propor a utilização desta metodologia em suas respectivas classes. É importante destacar que durante a apresentação da metodologia IpP, os alunos se mostraram bastante empolgados e surpresos ao saberem que a implementação dessa metodologia possibilitaria que estes tivessem uma participação mais ativa durante as aulas, não ficando restritos somente a decorar fórmulas ou expressões matemáticas ou a copiar o conteúdo exposto no quadro.

Os educandos também foram orientados quanto à importância da realização dos estudos prévios dos materiais disponibilizados, uma vez que essa etapa corresponde à um importante momento do processo de ensino-aprendizagem e contribui para o desenvolvimento de hábitos de estudos individuais e da autonomia no processo de construção do conhecimento. Nesse sentido, os alunos foram informados que a implementação da

metodologia IpP em suas respectivas classes exigiria uma maior responsabilidade e dedicação de cada um.

Objetivando auxiliar os estudantes no esclarecimento de dúvidas em relação aos conteúdos estudados previamente ou na realização das atividades extraclasse propostas, estes foram orientados a encaminhar suas dúvidas, questionamento e perguntas através da plataforma do Google Sala de Aula ou por e-mail, que foi disponibilizado previamente.

O cronograma de aulas semanais, destacado no Quadro 2 a seguir, apresenta a divisão dos conteúdos de Dinâmica da Partícula que foram apresentados durante as aulas presenciais utilizando a metodologia IpP. Esta divisão de aulas está relacionada com cada uma das seções do Caderno de Atividades de Classe (CAC):

Quadro 2 - Cronograma de aulas semanais

CRONOGRAMA DE AULAS SEMANAIS	
Caderno de Atividades de Classe	Aula presencial
Seção 1	Aula 01 – Introdução: O que é uma força?
	Aula 02 – Seção 1.1 - Identificando forças: natureza das forças; efeitos de uma força – efeito estático e dinâmico
	Aula 03 – Seção 1.2 - Desenhando diagrama de forças
	Aula 04 – Seção 1.3 - Forças de contato e forças de ação à distância
	Aula 05 – A Primeira Lei de Newton
Seção 2	Aula 06 – Seção 2.1 - Segunda e terceira leis de Newton – aplicando as leis de Newton a objetos que interagem: velocidade constante
	Aula 07 –Aplicação das Leis de Newton I: Seção 2.2 a 2.4 - Aplicando as leis de Newton a objetos que interagem: velocidade variável; aplicando as leis de Newton a objetos interagentes; interpretando diagramas de forças
Seção 3	Aula 08 – Aplicação das Leis de Newton II: Seção 3.1 a 3.3 - Tensão: blocos ligados por uma corda; blocos por um barbante muito leve; a máquina de Atwood

Fonte: do próprio autor.

Já no Quadro 3 a seguir, apresentamos a distribuição das leituras prévias a serem realizada pelos estudantes relacionadas com cada uma das aulas semanais. Esta distribuição destaca as leituras a serem realizadas pelos alunos no livro didático e no livro Leituras de

Física GREF e as respectivas atividades extraclasse a serem feitas no CAC ao longo de toda a pesquisa:

Quadro 3 - Material de leitura prévio

MATERIAL DE LEITURA PRÉVIA			
Livro Didático	Leituras de Física GREF – Mecânica: para ler, fazer e pensar	Caderno de Atividades de Classe	
Cap. 12 – Leis de Newton	Seção 1 – Conceito de força	Capítulo 11 – Coisas que controlam os movimentos	Aula 01 – Introdução: O que é uma força
	Seção 1 – Conceito de força Seção 2 – As leis de Newton – 1ª Lei de Newton ou princípio da inércia	Capítulo 12 – Onde estão as forças? Capítulo 13 – Peso, massa e gravidade Capítulo 14 – Medindo forças Capítulo 15 – Quando é difícil parar Capítulo 16 – Batendo, rolando e esfregando Capítulo 17 – O ar que ter segura	Aula 02 – Seção 1.1 - Identificando forças: natureza das forças; efeitos de uma força – efeito estático e dinâmico
			Aula 03 – Seção 1.2 - Desenhando diagrama de forças
			Aula 04 – Seção 1.3 - Forças de contato e forças de ação à distância
			Aula 05 – A Primeira Lei de Newton
	Seção 2 – As leis de Newton – 2ª Lei de Newton ou princípio fundamental da Dinâmica Seção 2 – As leis de Newton – 3ª Lei de Newton ou princípio da ação e reação	Capítulo 16 – Batendo, rolando e esfregando Capítulo 17 – Acelera! Capítulo 18 – O ar que ter segura	Aula 06 – Seção 2.1 - Segunda e terceira leis de Newton – aplicando as leis de Newton a objetos que interagem: velocidade constante
			Aula 07 – Aplicação das Leis de Newton I: Seção 2.2 a 2.4 - Aplicando as leis de Newton a objetos que interagem: velocidade variável; aplicando as leis de Newton a objetos interagentes; interpretando diagramas de forças
	Seção 3 – Forças: Força elástica (de deformação); Força gravitacional e força peso; Força de reação normal do apoio e força de atrito	Capítulo 17 – Acelera! Capítulo 18 – O ar que ter segura Capítulo 19 – Quem com ferro fere... Capítulo 20 – <i>Pit Stop</i> para um <i>test drive</i>	Aula 08 – Aplicação das Leis de Newton II Seção 3.1 a 3.3 - Tensão: blocos ligados por uma corda; blocos por um barbante muito leve; a máquina de Atwood

Fonte: do próprio autor.

6 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA INSTRUÇÃO POR PARES (IpP) EM SALA DE AULA

Na presente seção, apresentamos uma descrição detalhada de implementação da metodologia IpP nas aulas dadas às duas turmas (doravante denominados de grupo A e grupo B) durante a realização desta pesquisa.

6.1 AS AULAS: DESCRIÇÃO GERAL

Em cada uma das turmas, as aulas ocorreram em dias e horários distintos, sendo que o conteúdo e as etapas seguidas durante a implementação da metodologia IpP foram rigorosamente as mesmas nos dois grupos.

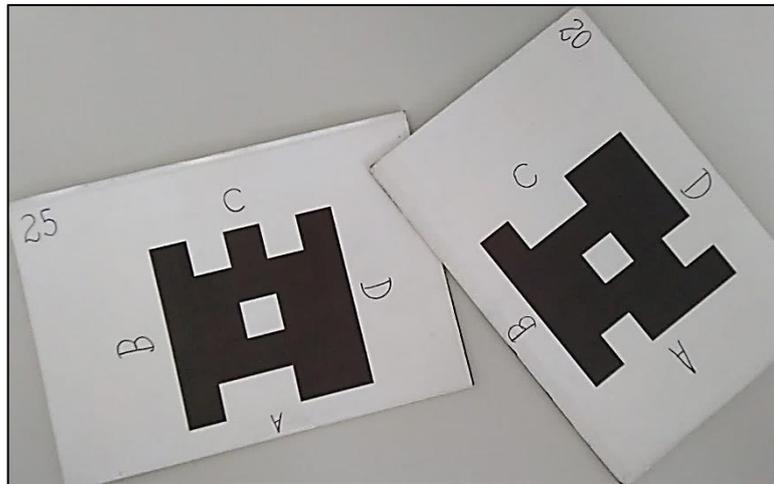
Um total de 8 aulas foram ministradas durante a realização desta pesquisa, sendo que cada uma destas foi iniciada com uma breve exposição dialogada, por um período de tempo que variava entre 10 e 20 minutos, do conteúdo Dinâmica da Partícula definido previamente. Durante essa parte expositiva, para cada uma das aulas ministradas, foram feitas anotações na lousa para a apresentação e discussão dos principais conteúdos trabalhados com os estudantes, objetivando reforçar as aprendizagens desenvolvidas por estes em seus estudos prévios dos materiais disponibilizados. Para cada aula, após a exposição dialogada, foi apresentado um conjunto com 5 questões conceituais (Apêndice A) para serem respondidas pelos estudantes.

Para realizar a exibição destas questões, foi utilizado um computador conectado a um aparelho de televisão. A resposta dos alunos a cada uma das questões foi analisada de acordo com a metodologia IpP, da seguinte forma: para cada questão respondida individualmente com percentual de acertos geral da turma superior a 70%, passávamos para a próxima questão; se esse percentual estivesse compreendido entre 30% e 70%, os alunos eram instruídos a discutirem a questão entre si por um certo período de tempo de aproximadamente 3 minutos, de modo a convencer os demais colegas de classe que a sua resposta à questão proposta está correta; em seguida, um novo registro de respostas é realizado e o novo percentual de acertos é analisado; já se o percentual de acerto fosse inferior a 30%, uma nova exposição dialogada do conteúdo era iniciada, objetivando corrigir as lacunas nas aprendizagens e nos conhecimentos dos conteúdos apresentados durante a aula; em seguida, é realizado um novo registro de respostas e o percentual de acertos é novamente analisado, dando continuidade às etapas da metodologia IpP.

6.2 APLICATIVO *PLICKERS*: REGISTRO DA RESPOSTAS DOS ESTUDANTES

O registro das respostas dadas por cada um dos estudantes a cada uma das questões conceituais propostas foi realizado com o auxílio do aplicativo *Plickers* previamente instalado em um *smartphone*. Para tanto, cada aluno recebeu um cartão resposta *Plickers*, de acordo com Figura 5 a seguir, confeccionado previamente e registrado nominalmente na página eletrônica do aplicativo:

Figura 5 - Cartão resposta *Plickers*



Fonte: arquivo pessoal.

Quando solicitado a apresentar sua resposta à questão proposta, o aluno deve levantar seu cartão resposta de acordo com as instruções dadas, e em seguida, a resposta é registrada com o auxílio da câmera do *smartphone*. As Figuras 6 e 7 a seguir, destacam a etapa na qual os alunos do grupo A e do grupo B apresentam suas respostas a uma dada questão conceitual apresentada em uma determinada aula:

Figura 6 - Grupo A



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 7 - Grupo B



Fonte: arquivo pessoal.

Todas as respostas dadas a cada uma das questões registradas com o aplicativo *Plickers* são exibidas instantaneamente para o professor através da tela do *smartphone*, onde é destacado o percentual de acertos geral da turma.

Essas respostas também podem ser exibidas para os estudantes através aparelho de televisão, bastando para isso que o docente execute um determinado comando no *smartphone*. É importante ressaltar que os registros das respostas ficam armazenadas na conta pessoal do professor, podendo ser analisadas posteriormente de forma mais minuciosa.

6.3 AS AULAS EM ETAPAS

Na presente seção, apresentamos uma descrição geral das aulas ministradas durante a realização desta pesquisa, destacando as seguintes etapas relacionadas à utilização da IpP em sala de aula para cada um dos dois grupos: exposição dialogada do conteúdo; dinâmica da sala de aula durante a apresentação das questões conceituais; respostas individuais às questões conceituais; discussão dos alunos entre si.

Etapa 1 - Exposição dialogada do conteúdo

Cada uma das aulas ministradas foi iniciada com uma breve exposição dialogada do conteúdo por um período de tempo que variava entre 10 minutos e 20 minutos (a duração desta etapa dependia do grau de dificuldade e do volume de conteúdo a ser apresentada aos estudantes), conforme previsto nos pressupostos de implementação da metodologia IpP. O objetivo principal desta etapa é, além de apresentar um novo conteúdo a ser estudado, proporcionar aos alunos de ambos os grupos a possibilidade de esclarecer as principais

dúvidas e questionamentos que possam ter surgido na realização do estudo prévio dos materiais complementares disponibilizados.

Para cada um dos conteúdos estudados no decorrer das aulas, buscamos trazer os alunos para as discussões conceituais apresentando situações e exemplos práticos nos quais os conceitos físicos presentes estivessem contextualizados com a realidade e vivências destes, para tornar o conteúdo em estudo mais significativos para os educandos, pois conforme destaca Moreira (2020, p. 1) “ensina e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido [...]”.

Etapa 2 – Dinâmica da sala de aula durante a apresentação das questões conceituais

Neste momento, após a parte expositiva dialogada da aula, um conjunto contendo 5 questões conceituais foi apresentado aos alunos. As questões eram exibidas no aparelho de televisão de forma sequencial para todos os estudantes, de acordo com a Figura 8 a seguir:

Figura 8 - Exibição da questão conceitual para os estudantes

3 - O gif abaixo mostra um carro colidindo contra um obstáculo em um teste de segurança veicular. Como se compara a intensidade da força que o carro faz no obstáculo com a força que o obstáculo faz no carro

A A força feita pelo obstáculo sobre carro é maior que a força feita pelo carro sobre o obstáculo, pois o carro fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton

B não há como comparar a intensidade das forças

C São iguais, pela 3ª lei de Newton

D A força feita pelo carro sobre o obstáculo é maior que a força feita pelo obstáculo sobre o carro, pois o obstáculo fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton



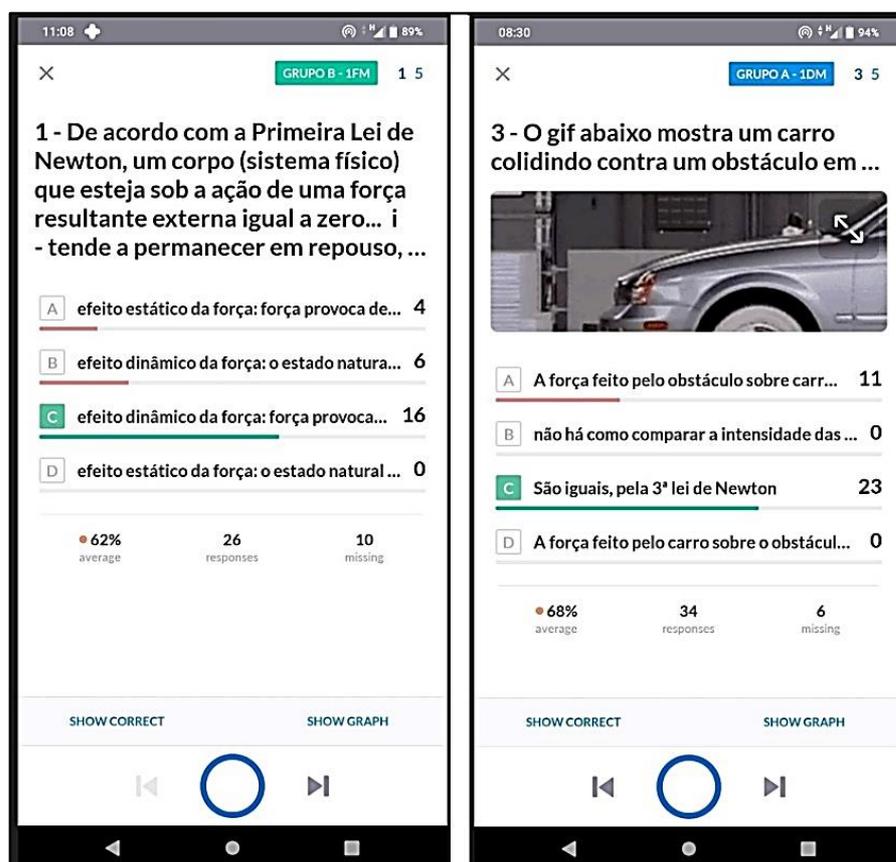
Fonte: www.plickers.com.

Em seguida, após a disponibilização de um certo tempo para a leitura de cada questão, os estudantes eram solicitados a apresentar a sua resposta mediante a utilização do seu respectivo cartão resposta. Neste momento, de acordo com a metodologia IpP, as próximas etapas a serem seguidas eram definidas após a análises do percentual de acertos do grupo para cada uma das questões conceituais proposta. Esse percentual era calculado instantaneamente com o auxílio do aplicativo *Plickers*.

Etapa 3 - Respostas individuais às questões conceituais

Ao propor as questões conceituais, de acordo com a metodologia IpP, os estudantes eram solicitados a respondê-las de forma individual. Os registros destas respostas foram feitos com a utilização do aplicativo *Plickers* e do cartão individual de respostas que cada aluno recebia no início de cada aula. A Figura 9 abaixo destaca o registro das respostas dos estudantes coletadas na aula 5 no grupo B e na aula 7 no grupo A respectivamente:

Figura 9 - Coleta de resposta



Fonte: www.plickers.com.

Ao efetuar o registro das respostas, o aplicativo *Plickers* mostra ao professor instantaneamente a resposta correta e o percentual de acertos geral da turma, além de destacar o quantitativo de alunos que escolheu cada uma das alternativas apresentadas. Caso seja necessário, é possível verificar nominalmente os alunos em função da alternativa escolhida.

Essa é uma etapa fundamental para a implementação exitosa da metodologia IpP, pois permite que o docente receba as informações relacionadas ao desempenho geral da turma e possa decidir qual etapa da IpP deverá seguir posteriormente.

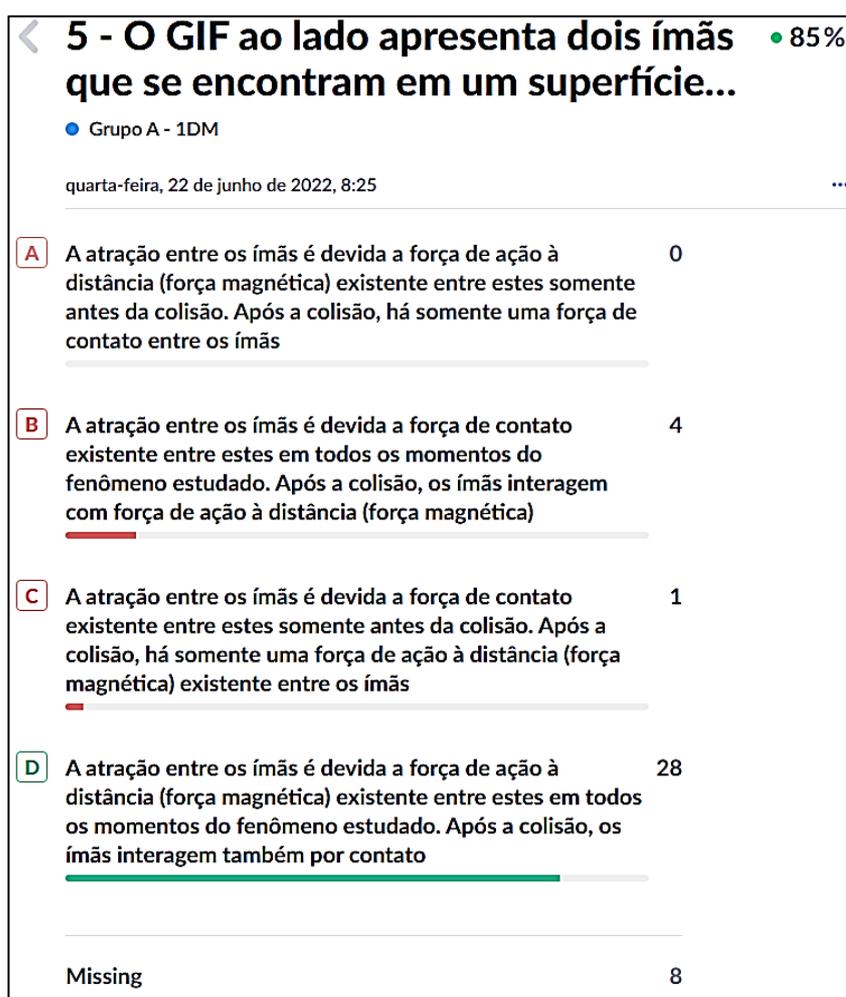
As questões conceituais foram elaboradas, de acordo com a metodologia IpP, de maneira a focar nos pontos centrais dos conceitos estudados, evitando problemas que exijam

o emprego direto de fórmulas ou algoritmos padronizados de resolução. Ainda, de acordo com a metodologia IpP, essas questões não devem possuir um grau de dificuldade muito baixo nem muito elevado, de forma a permitir que os alunos possam resolvê-las dentro do período das aulas. Todas as questões utilizadas na presente pesquisa se encontram disponíveis no Apêndice A deste trabalho.

Devido ao fato de as questões conceituais apresentarem graus variados de dificuldade, os estudantes foram orientados a apresentar em sala de aula as suas dúvidas quanto aos pontos não compreendidos na realização da leitura dessas questões.

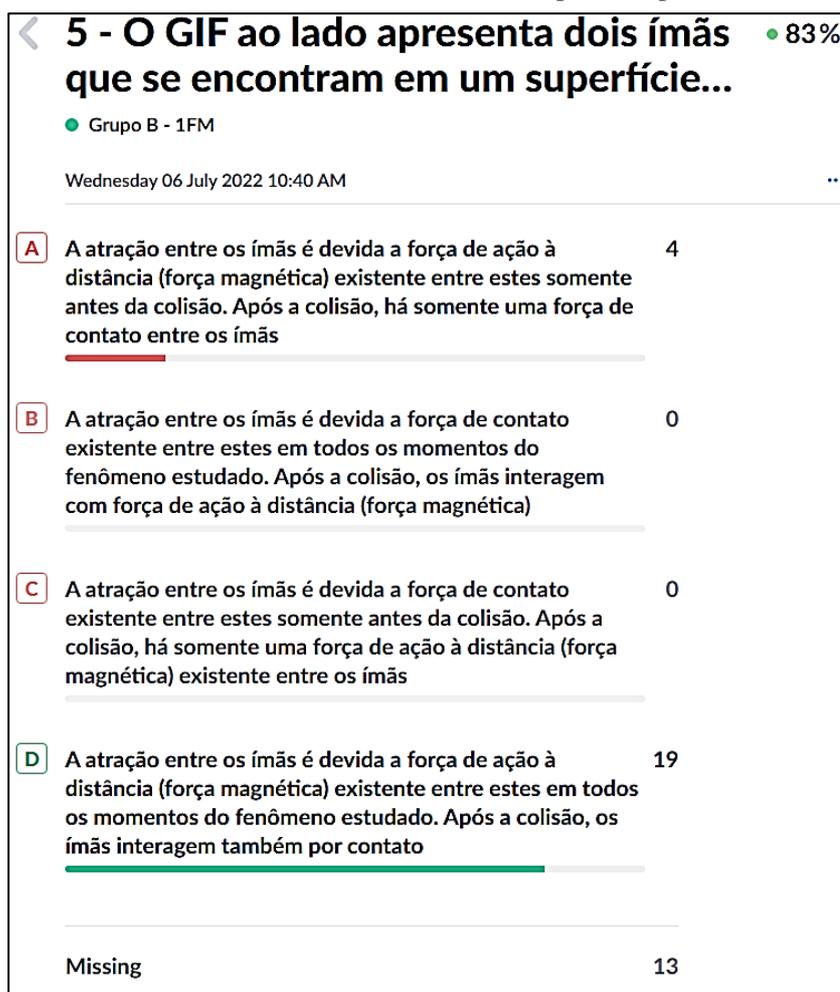
Nesta etapa, se o percentual de acertos à uma dada questão for superior a 70%, uma nova questão é apresentada. As Figura 10 e 11 abaixo apresentam o percentual de acertos da questão 5 que foi respondida na aula 3 pelos alunos grupos A e B respectivamente:

Figura 10 - Questão com mais de 70% de acertos respondida pelos alunos do Grupo A



Fonte: www.plickers.com.

Figura 11 - Questão com mais de 70% de acertos respondida pelos alunos do Grupo B



Fonte: www.plickers.com.

Para os dois grupos, ao longo das aulas ministradas, houve questões em que o percentual de respostas foi superior ao percentual mencionado. Nesses casos, para possibilitar o desenvolvimento de diálogos entre os estudantes, buscávamos incentivar estes a justificar conceitualmente as suas escolhas.

Etapa 4 - Discussão dos alunos entre si

A partir dessa etapa da aula, caso o percentual de acertos do grupo a uma dada questão conceitual fosse maior ou igual a 30% e menor que 70%, os estudantes deviam discutir com os seus colegas de classe a questão proposta. A Figura a seguir destaca os alunos do grupo A na etapa de discussão de uma determinada questão conceitual em sala de aula:

Figura 12 - Alunos do grupo A na etapa de discussão das questões conceituais



Fonte: arquivo pessoal.

Na etapa de discussão com os colegas de classe, os estudantes eram orientados a justificar, fundamentados nos aspectos conceituais dos conteúdos apresentados, a sua alternativa de escolha à questão conceitual proposta ou solicitar esclarecimentos sobre pontos não compreendidos desta questão com o professor.

6.4 DADOS REGISTRADOS NO APLICATIVO *PLICKERS*

As respostas dos estudantes de ambos os grupos dadas às questões conceituais propostas foram registradas e salvas na conta pessoal do professor no aplicativo *Plickers*. As Figuras de 13 a 18 abaixo, destacam os dados coletados do grupo A relacionados às respostas coletadas com o aplicativo *Plickers* durante a aula 7 (as tarjas pretas na figura foram utilizadas para cobrir os nomes dos alunos, garantindo o direito destes ao anonimato):

Figura 13 - Desempenho geral dos alunos do grupo A na aula 7



Fonte: www.plickers.com.

Figura 14 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 1 da aula 7

PERGUNTAS TODO RESPONDEU

91%

1 - A figura ao lado representa um caminhão de 5.000 kg que se move sobre uma superfície horizontal e plana sob a ação de 4 forças. Podemos afirmar que a resultante das forças que atua sobre o caminhão é:

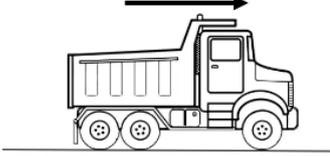
A Zero
 B 60 N, com direção vertical e sentido para cima
 C 60 N, com direção horizontal e sentido para a esquerda
 D 60 N, com direção horizontal e sentido para a direita

Fonte: www.plickers.com.

Figura 15 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 2 da aula 7

2 - A figura ao lado apresenta um caminhão que se move cada vez mais rapidamente para a direita sobre uma superfície horizontal e plana. Qual dos diagramas abaixo melhor representa as forças que atuam sobre o caminhão:

Sentido do movimento



Four force diagrams (A, B, C, D) are shown below, each with a progress bar:

- A**: A central dot with four arrows pointing up, down, left, and right, representing balanced forces.
- B**: A central dot with a long arrow pointing left and a shorter arrow pointing right, representing a net force to the left.
- C**: A central dot with a long arrow pointing right and a shorter arrow pointing left, representing a net force to the right.
- D**: A central dot with a single long arrow pointing right, representing a net force to the right.

The progress bars show that option C is the correct answer, with a green bar indicating 76% of the group selected it.

Fonte: www.plickers.com.

Figura 16 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 3 da aula 7

3 - O gif abaixo mostra um carro colidindo contra um obstáculo em um teste de segurança veicular. Como se compara a intensidade da força que o carro faz no obstáculo com a força que o obstáculo faz no carro



Four options (A, B, C, D) are provided for comparison:

- A**: A força feito pelo obstáculo sobre carro é maior que a força feita pelo carro sobre o obstáculo, pois o carro fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton
- B**: não há como comparar a intensidade das forças
- C**: São iguais, pela 3ª lei de Newton
- D**: A força feito pelo carro sobre o obstáculo é maior que a força feita pelo obstáculo sobre o carro, pois o obstáculo fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton

The progress bars show that option C is the correct answer, with a green bar indicating 71% of the group selected it.

Fonte: www.plickers.com.

Figura 17 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 4 da aula 7

91%

4 - O gif abaixo mostra um cavalo puxando uma carroça. Considere que ambos (cavalo + carroça) se deslocam com velocidade constante. Como se compara a força que com cavalo faz na carroça com a força que a carroça faz no cavalo?



NETFLIX

A A força que o cavalo faz na carroça é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

B são iguais, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

C são iguais, pela 1ª lei de Newton - princípio da inércia

D A força que a carroça faz no cavalo é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

Fonte: www.plickers.com.

Figura 18 - Desempenho dos alunos do grupo A na questão 5 da aula 7

50%

5 - O gif abaixo mostra um cavalo puxando uma carroça. Considere que ambos (cavalo + carroça) se deslocam cada vez mais rapidamente. Como se compara a força que com cavalo faz na carroça com a força que a carroça faz no cavalo?



NETFLIX

A A força que o cavalo faz na carroça é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

B são iguais, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

C são iguais, pela 1ª lei de Newton - princípio da inércia

D A força que a carroça faz no cavalo é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

Fonte: www.plickers.com.

Já as Figuras de 19 a 24 abaixo, destacam os dados coletados do grupo B relacionados às respostas coletadas com o aplicativo *Plickers* durante a aula 7 (as tarjas pretas na figura foram utilizadas para cobrir os nomes dos alunos, garantindo o direito destes ao anonimato):

Figura 19 - Desempenho geral dos alunos do grupo B na aula 7

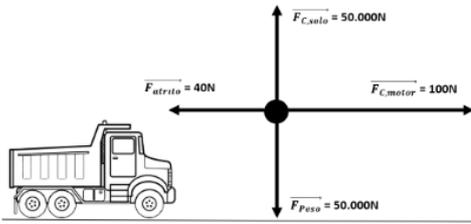


Fonte: www.plickers.com.

Figura 20 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 1 da aula 7

83%

1 - A figura ao lado representa um caminhão de 5.000 kg que se move sobre uma superfície horizontal e plana sob a ação de 4 forças. Podemos afirmar que a resultante das forças que atua sobre o caminhão é:



A Zero

C 60 N, com direção horizontal e sentido para a esquerda

B 60 N, com direção vertical e sentido para cima

D 60 N, com direção horizontal e sentido para a direita

Fonte: www.plickers.com.

Figura 21 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 2 da aula 7

2 - A figura ao lado apresenta um caminhão que se move cada vez mais rapidamente para a direita sobre uma superfície horizontal e plana. Qual dos diagramas abaixo melhor representa as forças que atuam sobre o caminhão:

Sentido do movimento



Four force diagrams (A, B, C, D) are shown below, each with a progress bar indicating the percentage of correct answers:

- A**: A central dot with four arrows pointing up, down, left, and right. Progress bar: 79% (green).
- B**: A central dot with three arrows: one pointing up, one pointing down, and one pointing left. Progress bar: 0% (red).
- C**: A central dot with three arrows: one pointing up, one pointing down, and one pointing right. Progress bar: 0% (red).
- D**: A central dot with one arrow pointing right. Progress bar: 0% (red).

Fonte: www.plickers.com.

Figura 22 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 3 da aula 7

3 - O gif abaixo mostra um carro colidindo contra um obstáculo em um teste de segurança veicular. Como se compara a intensidade da força que o carro faz no obstáculo com a força que o obstáculo faz no carro



Four options (A, B, C, D) are shown below, each with a progress bar indicating the percentage of correct answers:

- A**: A força feito pelo obstáculo sobre carro é maior que a força feita pelo carro sobre o obstáculo, pois o carro fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton. Progress bar: 0% (red).
- B**: não há como comparar a intensidade das forças. Progress bar: 0% (red).
- C**: São iguais, pela 3ª lei de Newton. Progress bar: 83% (green).
- D**: A força feito pelo carro sobre o obstáculo é maior que a força feita pelo obstáculo sobre o carro, pois o obstáculo fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton. Progress bar: 0% (red).

Fonte: www.plickers.com.

Figura 23 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 4 da aula 7

50%

4 - O gif abaixo mostra um cavalo puxando uma carroça. Considere que ambos (cavalo + carroça) se deslocam com velocidade constante. Como se compara a força que com cavalo faz na carroça com a força que a carroça faz no cavalo?



A A força que o cavalo faz na carroça é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

B são iguais, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

C são iguais, pela 1ª lei de Newton - princípio da inércia

D A força que a carroça faz no cavalo é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

Fonte: www.plickers.com.

Figura 24 - Desempenho dos alunos do grupo B na questão 5 da aula 7

31%

5 - O gif abaixo mostra um cavalo puxando uma carroça. Considere que ambos (cavalo + carroça) se deslocam cada vez mais rapidamente. Como se compara a força que com cavalo faz na carroça com a força que a carroça faz no cavalo?



A A força que o cavalo faz na carroça é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

B são iguais, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

C são iguais, pela 1ª lei de Newton - princípio da inércia

D A força que a carroça faz no cavalo é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

Fonte: www.plickers.com.

Os dados relativos às respostas individuais dos alunos dadas a cada uma das questões propostas também ficam armazenados, podendo ser consultados a qualquer momento pelo professor, inclusive, durante as aulas, para que assim, o docente possa decidir qual estratégia adotar para melhorar o desempenho dos estudantes que apresentam maior dificuldade durante as aulas.

6.5 RESPOSTA DOS ESTUDANTES ÀS ATIVIDADES EXTRACLASSE

O CAC (Anexo A) foi apresentado e distribuído aos estudantes de ambos os grupos na primeira aula ministrada. As questões constantes nesse caderno eram estritamente discursivas (diferentemente das questões conceituais apresentadas em sala de aula, de caráter objetivo), centradas nos principais pontos conceituais apresentados durante as aulas expositivas e nos conteúdos constantes nos materiais de estudos.

Cada uma das seções do CAC estava relacionada com o cronograma de aulas semanais e com os respectivos capítulos e seções dos materiais de estudos. Assim, ao final de cada aula, os estudantes eram orientados a responder as atividades constantes neste caderno à medida em que fossem realizadas as leituras dos materiais complementares de estudo.

Ao disponibilizarmos as atividades do CAC para os estudantes, tínhamos por objetivo o desenvolvimento de hábitos autônomos de estudos e de construção de uma argumentação fundamentada para responder cada uma das questões discursivas propostas.

Por conseguinte, o desenvolvimento de uma argumentação fundamentada nos conceitos físicos dos conteúdos estudados é necessário para que o aluno justifique as suas respostas dadas durante a etapa de discussão das questões conceituais propostas em sala de aula, permitindo, assim, que o processo de ensino-aprendizagem e a troca de saberes entre os educandos nesse momento da aula sejam mais exitosos.

Nesse sentido, os alunos foram devidamente informados sobre os objetivos do CAC bem como da necessidade de este ser entregue devidamente respondido ao final da realização dessa da pesquisa.

7 ANÁLISE DE DADOS

Para a análise dos dados obtidos na presente pesquisa, utilizamos a técnica de análise de conteúdo segundo Laurence Bardin (2011). Segundo essa autora, a técnica de análise de conteúdo se constitui como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

Bardin (2011, p. 48) destaca ainda que, ao se utilizar da técnica de análise de conteúdo, o pesquisador tem “[...] a sua disposição (ou cria) todo um jogo de operações analíticas, mais ou menos adaptadas à natureza do material e à questão que procura resolver”. Desse modo, segundo essa autora, o pesquisador pode fazer uso de uma ou de um conjunto de operações complementares que objetivam enriquecer ou aumentar a validade dos resultados obtidos em uma pesquisa, possibilitando assim, uma interpretação plenamente fundamentada dos resultados finais (BARDIN, 2011).

Para Oliveira (2003, p. 6), “o objetivo de toda análise de conteúdo é o de assinalar e classificar de maneira exaustiva e objetiva todas as unidades de sentido existentes no texto. Além de permitir que sobressaiam do documento suas grandes linhas, suas principais regularidades”.

Os dados relacionados à percepção dos estudantes quanto à implementação da metodologia IpP em suas respectivas classes descritas na presente pesquisa foram obtidos com a utilização das técnicas de grupo focal e de entrevista semiestruturada. Segundo Gatti (2012, p.14), a utilização do grupo focal em uma pesquisa “deve orientar-se pela aderência da técnica aos objetivos do estudo e a relevância dos dados que com ela se pode obter para o problema de pesquisa”. Gatti destaca que a técnica do grupo focal:

[...] é muito útil quando se está interessado em compreender as diferenças existentes em perspectivas, ideias, sentimentos, representações, valores e comportamentos de grupos diferenciados de pessoas, bem como compreender os fatores que os influenciam, as motivações que subsidiam as opções, os porquês de determinados posicionamentos. [...]

[...] faz emergir ideias diferentes das opiniões particulares. Há uma reelaboração de questões que é própria do trabalho particular do grupo mediante as trocas, os reassuramentos mútuos, os consensos, os dissensos, e que trazem luz sobre aspectos não detectáveis ou não reveláveis em outras condições. (2012, p.14)

Para Neto, (2002, p. 57) a técnica de entrevistas possui dois propósitos bem definidos, sendo caracterizada como “[...] uma comunicação verbal que reforça a importância da

linguagem e do significado da fala [...] e como um meio de coleta de informações sobre um determinado tema científico”.

Nesse sentido, para formação do grupo focal foram escolhidos, aleatoriamente, 10 estudantes do grupo A e 10 estudantes do grupo B, perfazendo um total de 20 participantes. Para cada grupo, foram realizadas duas entrevistas semiestruturadas com 5 alunos por vez. As entrevistas foram realizadas presencialmente entre os dias 26 e 30 de setembro de 2022 na unidade escolar de realização da pesquisa.

A seguir, destacamos o guia de discussão semiestruturado contendo um conjunto de seis perguntas que foram elaboradas para nortear as discussões realizadas durante a realização das entrevistas com o grupo focal:

1. O que você achou da dinâmica das aulas durante a realização da pesquisa (implementação da metodologia IpP)?
2. Quais etapas ou momentos da aula você achou que mais contribuíram para o seu aprendizado? Por quê?
 - I – Etapa da explicação inicial do conteúdo pelo professor no início de cada aula;
 - II – Etapa de respostas individuais às questões conceituais propostas;
 - III – Etapa de discussão das questões conceituais com os colegas de classe.
3. Você encontrou dificuldades ao tentar responder as questões conceituais apresentadas? Justifique.
4. Você realizou o estudo prévio dos materiais disponibilizados pelo professor? Se sim, qual foi a maior dificuldade encontrada? Se não, justifique.
5. Encontrou dificuldades em realizar as atividades extraclasse? Descreva essas dificuldades em caso afirmativo.
6. Cite 3 pontos positivos e 3 pontos negativos que você observou nas aulas ministradas durante a realização da pesquisa.

Cada questão do guia de discussão semiestruturado foi inserida em uma categoria definida com base nas respostas dadas pelos estudantes durante a realização da entrevista. Segundo Bardin (2011, p. 147) “a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos”. Para Minayo (2002, p. 70), trabalhar com categorias “[...] significa agrupar elementos, ideias ou expressões em torno de um conceito capaz de abranger tudo isso”.

7.1 CATEGORIA 1: “A IPP E O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM”

A tabela 1 abaixo destaca a categoria “A IpP e o processo de ensino-aprendizagem” relacionada à primeira questão do guia semiestruturado. Para apresentar a citação do aluno, na coluna “citação do aluno”, as falas destes são designadas por 3 letras e um numeral, de maneira que a primeira e a segunda letra se referem ao grupo do aluno, a terceira letra se refere ao aluno em questão e o numeral representa o número da entrevista realizada: exemplo - GAB2 (Grupo A, Aluno B, entrevista 2):

Tabela 1 - Categoria: A IpP e o processo de ensino-aprendizagem

Categoria: A IpP e o processo de ensino-aprendizagem		
Pergunta 1: O que você achou da dinâmica das aulas durante a realização da pesquisa (implementação da metodologia IpP)?		
Subcategoria	Citação do aluno	n
i) Percepções positivas da IpP no processo de ensino-aprendizagem	<p>GAE1: “É uma metodologia que ela é muito interativa com o aluno, então o aluno, ela tem um pouco mais de liberdade pra expressar e discutir sobre o assunto, que é uma base do entendimento e da compreensão.”</p> <p>GBB1: “Sim, é mais prático e eu acho que a gente consegue entender mais.”</p> <p>GBA2: “As pessoas se empenham mais a participar porque é mais divertido.”</p> <p>GAA2: “Eu nunca tinha estudado nessa forma, primeira vez e gostei, aprendi bastante...”</p>	14
ii) Comparação entre a IpP e as aulas tradicionais	<p>GAD1: “A aula sai do sistema e fica dinâmica, ela chama atenção, ela desperta a pessoa pra participar, entendeu? Eu achei mais interessante por isso, e dá pra aprender melhor.”</p> <p>GAB1: “Eu achei mais estimulante, porque uma aula teórica no quadro é interessante, você consegue aprender, mas acho que quando o professor trabalha de uma forma um pouco menos... mais séria e vai pra outros lados eu acho que isso acaba estimulando o aluno a prestar mais atenção na aula e participar, então eu gostei bastante.”</p> <p>GAD2: “Eu entendi mais assim, você mostrando lá do que se fosse você fazendo no quadro.”</p> <p>GAB2: “A gente se ajudando, a gente tentando explicar, a gente aprende mais do que só copiando.”</p> <p>GAD2: “Quando tava no quadro, é bom também. só que quando a gente interage, faz lá na hora, é melhor do que a gente levar pra a gente fazer.”</p> <p>GAB2: “Então, tipo, acho que ficou mais próximo de mim pra tirar dúvidas ficou mais fácil.”</p> <p>GAD2: “A gente fica com vergonha de perguntar, a gente teve mais intimidade com o senhor.”</p>	11
iii) Dificuldades enfrentadas durante as aulas.	<p>GAA2: “É bastante interessante, né? Um ensino que chama a atenção, só que, pra a gente aprender é meio... mais um pouquinho difícil...”</p> <p>GAA2: “É porque a gente vai levantando a placa, aí às vezes fica perdido, e a gente se distrai olhando pro desenho, e aí é meio... sabe? Mas é legal, eu achei interessante.”</p> <p>GAC2: “Tipo assim, eu escolhi a "A", aí eu vejo todo mundo escolhendo "B", eu vou ficar meio confusa, aí então eu vou escolher a "A".”</p>	3
iv) Críticas à metodologia IpP	<p>GAE2: “Por falta de anotação, professor, uma coisa que, acho que foi mais em mim mesmo, que o resto da turma não teve, por falta de anotação não aprendi a fazer os diagramas na sala, não aprendi a interpretar eles muito bem e... eu percebi que, quando o senhor tá escrevendo no quadro, fica mais fácil aprender os diagramas, mas a explicação fica mais confusa.”</p> <p>GBA1: “Acho que depois de uma explicação ele desse pra gente fazer uma atividadezinha no papel acho que pegaria mais, pelo menos pra mim.”</p> <p>GBA1: “Ele fazia com o material, mas, eu, por exemplo, pego mais escrevendo do que só olhando.”</p>	5

Fonte: arquivo pessoal.

Para essa categoria, foram criadas quatro subcategorias: i) percepções positivas da IpP no processo de ensino-aprendizagem (n = 14); ii) comparação entre a IpP e as aulas tradicionais (n = 11); iii) dificuldades enfrentadas durante as aulas (n = 3); iv) críticas à metodologia IpP (n = 5).

Através da análise das respostas dadas pelos estudantes, observamos que do total de 20 alunos entrevistados, 14 têm uma percepção positiva da IpP no processo de ensino-aprendizagem, destacando em seus relatos que a esta metodologia proporcionou uma alteração expressiva na dinâmica da sala de aula quando comparada com as metodologias tradicionais de ensino. Já 11 alunos, em seus relatos, fizeram comparações entre as aulas na qual foram utilizadas a metodologia IpP e as aulas nas quais são utilizadas as metodologias tradicionais de ensino, ao responderem a primeira questão. Apenas 3 alunos disseram ter sentido dificuldades durante as aulas com a IpP. Um total de 5 alunos apresentaram críticas negativas diretas à metodologia IpP.

Considerando a alteração expressiva na dinâmica da sala de aula provocada pela implementação da metodologia IpP na perspectiva dos educandos, observamos evidências em seus relatos de que a referida metodologia possibilitou uma participação mais ativa destes no processo de ensino-aprendizagem. Essas evidências emergem das falas dos estudantes destacadas nas subcategorias i) percepções positivas da IpP no processo de ensino-aprendizagem (n = 14).

Já na subcategoria, ii) comparação entre a IpP e as aulas tradicionais (n = 11), observamos que os estudantes destacaram, em seus relatos, comparações entre a metodologia IpP e as metodologias tradicionais de ensino, evidenciando que a IpP possui características relevantes que potencializam o processo de ensino-aprendizagem (coloca os estudantes no centro do processo educativo, possibilitando a participação ativa destes em sala de aula).

Na subcategoria iii) dificuldades enfrentadas durante as aulas (n = 3) os estudantes relataram que tiveram dificuldades em se adaptar às aulas com a metodologia IpP. Essas dificuldades podem estar relacionadas à etapa de respostas individuais às questões conceituais propostas da metodologia.

Para a subcategoria iv) críticas à metodologia IpP (n = 5), os estudantes relataram ter a necessidade de copiar algum conteúdo do quadro durante as aulas, o que foi feito minimamente durante a implementação da IpP. Essa crítica parece demonstrar que os alunos estavam habituados com aulas estritamente expositivas, com o conteúdo das aulas sendo escrito no quadro ou lousa para serem devidamente copiados pelos estudantes. Já com a metodologia IpP, todo o material de estudo utilizado durante as aulas foi disponibilizado em

formato impresso e digital, não havendo, portanto, necessidade de os estudantes copiarem extensivamente todo o conteúdo das aulas em seus cadernos.

7.2 CATEGORIA 2: “CONTRIBUIÇÕES DAS ETAPAS DA IPP PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM”

Para a segunda questão do guia semiestruturado, a Tabela 2 abaixo destaca a categoria “Contribuições das etapas da IpP para o processo de ensino-aprendizagem”. Para essa categoria, foram criadas sete subcategorias: i) somente a etapa I (n = 2); ii) somente a etapa II (n = 2); iii) somente a etapa III (n = 9); iv) etapas I e II (n = 3); v) etapas I e III (n = 1); vi) etapas II e III (n = 3); vii) etapas I, II e III (n = 0):

Tabela 2 - Categoria: Contribuições das etapas da IpP para o processo de ensino-aprendizagem

Categoria: Contribuições das etapas da IpP para o processo de ensino-aprendizagem		
Pergunta 2: Quais etapas ou momentos da aula você achou que mais contribuíram para o seu aprendizado? por quê?		
I – Etapa da explicação inicial do conteúdo pelo professor no início de cada aula;		
II – Etapa de respostas individuais às questões conceituais propostas;		
III – Etapa de discussão das questões conceituais com os colegas de classe.		
subcategoria	citação do aluno	n
i) somente a etapa I	GBB1: “Sim, porque é óbvio que a gente aprende até mais, né? Com a explicação.”	2
ii) somente a etapa II	GAB1: “Eu já discordo, acho que foi na parte que a tela ligou e a gente podia ler porque aí assim nós podemos interpretar de cada forma, e eu sou uma pessoa bem “maria vai com as outras”, então talvez eu tivesse certeza, mas por uma pessoa ter uma lábia muito melhor que a minha eu tô: “não, você tá certa, com certeza!”. Eu acho que foi...”	2
iii) somente a etapa III	GAD1: “Que às vezes uma pessoa ela tá na dúvida e a outra tem certeza do que ela tá falando. Que aí ela pode acabar ensinando o colega e a gente acaba aprendendo mais fácil assim, quando você conversa com a pessoa.” GAE1: “Eu acho que discutir entre si, porque, por exemplo, se eu discuto com uma pessoa sobre um determinado assunto, nós podemos chegar numa conclusão juntos ou podemos ser influenciados um pelo outro, então acho que isso foi útil, não só na questão de entendimento da Física, mas no entendimento e compreensão consigo mesmo, acerca da Física.” GAE1: “E o fato de você defender a sua argumentação, ajuda a entender melhor a Física, porque você tem que usar a lógica pra explicar seu argumento.” GAD1: “Porque você tem que encontrar um porquê pra aquilo, não apenas saber daquilo, você tem que saber o porquê, e você sabendo o porquê você tem mais informações sobre aquilo.”	9
iv) etapas I e II	GAC2: “Eu acho que as duas primeiras. A explicação, quando você explicava, e depois quando a gente tentava responder... acho que todas foram bastante importantes... elas foram essenciais.” GBC1: “A explicação, e junto com a explicação ele passava as perguntas e a gente começava a pensar e analisar, e isso foi bem... eu achei muito legal e interessante.”	3
v) etapas I e III	GBA1: “Acho que a explicação também foi importante, mas o terceiro também foi. Sim, que discuti e formou a resposta.”	1
vi) etapas II e III	GBA2: “Das discussões e da pergunta individual também.” GBA2: “É, porque, seguida da pergunta individual, se você não acertar, ele explica pra você, numa próxima vez, você aprender e não cometer o mesmo erro, então é bom.” GBA2: “É, a discussão também porque é bom a gente conhecer a opinião do outro e achar, por exemplo, uma forma de não cometer o mesmo erro também, ou de, até mesmo, acertar mais, entendeu? É isso.”	3
vii) etapas I, II e III	Não houve citação por parte dos alunos entrevistados	0

Fonte: arquivo pessoal.

Ao analisarmos as respostas dos 20 educandos entrevistados, observamos em seus relatos, que para 9 estudantes, somente a etapa III ($n = 9$) foi a que mais contribuiu com o seu aprendizado. Já as etapas I e II ($n = 3$) e as etapas II e III ($n = 3$) contribuíram mais para o aprendizado de 6 estudantes, sendo 3 estudantes em cada subcategoria. Já para 4 estudantes, somente a etapa I ($n = 2$) ou somente a etapa II ($n = 2$) mais contribuíram para o seu aprendizado, sendo 2 estudantes em cada subcategoria. Somente 1 estudante considerou que as etapas I e II ($n = 1$) contribuíram mais com seu aprendizado. Não houve citação por parte dos alunos quanto a contribuição em conjunto das etapas I, II e III ($n = 0$) para o seu aprendizado.

Considerando o fato de metodologia IpP possuir etapas muito bem definidas em sua concepção, os relatos dos alunos evidenciam que cada uma destas contribuiu expressivamente com o processo de ensino-aprendizagem, sendo que a etapa de discussão das questões conceituais com os colegas de classe é tida como a etapa que mais contribuiu com esse processo ($n = 9$). A seguir, destacamos a resposta dada pelo estudante GAE1 à segunda pergunta durante a entrevista que evidencia esse achado:

“Eu acho que discutir entre si, porque, por exemplo, se eu discuto com uma pessoa sobre um determinado assunto, nós podemos chegar numa conclusão juntos ou podemos ser influenciados um pelo outro, então acho que isso foi útil, não só na questão de entendimento da Física, mas no entendimento e compreensão consigo mesmo, acerca da Física”.

Esses achados evidenciam a necessidade de fomentar o diálogo e a troca de informações entre os estudantes durante as aulas, de maneira a possibilitar que estes desenvolvam as capacidades argumentativas e de construção de raciocínio lógico para justificar suas respostas dadas às questões conceituais propostas de maneira coerente com os princípios científicos estudados durante as aulas, conforme o relato do estudante GAE1: “O fato de você defender a sua argumentação, ajuda a entender melhor a Física, porque você tem que usar a lógica pra explicar seu argumento”.

7.3 CATEGORIA 3: “A PRÁTICA DOCENTE E O ESPAÇO ESCOLAR”

A tabela 3 abaixo destaca a categoria “A prática docente e o espaço escolar” relacionada à terceira questão do guia semiestruturado. Para essa categoria, foram criadas quatro subcategorias: i) recursos da sala de aula e disposição espacial dos alunos ($n = 2$); ii) questões conceituais complexas ($n = 4$); iii) dificuldade de interpretação de texto ($n = 6$); iv) dificuldade com termos específicos de Física ($n = 7$):

Tabela 3 - Categoria: A prática docente e o espaço escolar

Categoria: A prática docente e o espaço escolar		
Pergunta 3: Você encontrou dificuldades ao tentar responder as questões conceituais apresentadas? Justifique.		
subcategoria	citação do aluno	n
i) Recursos da sala de aula e disposição espacial dos alunos	GAC1: “No início foi um pouquinho difícil, porque eu sentava mais pra o lado de lá e ficava um pouquinho difícil pra ler, mas aí, quando o senhor começou a ler as questões e as opções de escolha, ficou melhor, ficou mais fácil.” GAD1: “É... pra mim foi tranquilo em questão de interpretação, mas tem gente, igual, que também não tem a visão muito boa aí tipo, se sentar longe, a pessoa não enxerga aí tem que ouvir o senhor falando, que ajudou.”	2
ii) Questões conceituais complexas	GAB2: “Porque se fosse, assim, um enunciado, assim, complexo assim, pra você já ler, já saber o que responder, mas é bem complexo...” GAC2: “Quando a pergunta é grande, aí a gente fica com dificuldade, às vezes...”	4
iii) Dificuldade de interpretação de textos/enunciados das questões.	GBC1: “Eu tive dificuldade quando as palavras eram muito parecidas, quando as questões eram meio parecidas uma pequena palavra diferenciava, aí acabava confundindo.” GBB1: “Assim como todo mundo, assim, tem esse tipo de problema, né? de interpretação, é aquele negócio de a gente ter que ler e reler, e tal, e entender.”	6
iv) Dificuldade com termos específicos de Física, diagramas e desenhos	GAC2: “Às vezes a explicação era fácil, quando chegava lá na... pra fazer... dava um branco, a gente esquecia tudo, porque era complicado. Porque cê achava que era um desenho, só que, lá, não era aquele desenho.” GAB2: “Às vezes, a falta de interpretação em algum desenho, por exemplo, as setas, as questões de movimento (-).”	7

Fonte: arquivo pessoal.

Nessa categoria, os estudantes relataram que as maiores dificuldades ao responder as questões conceituais propostas estavam relacionadas às subcategorias iv) dificuldade com termos específicos de Física, diagramas e desenhos ($n = 7$) e iii) dificuldade de interpretação de textos e enunciados das questões ($n = 6$). Para 4 estudantes, a subcategoria ii) questões conceituais complexas ($n = 4$) evidencia as dificuldades encontradas na nessa etapa. Apenas 2 estudantes relacionaram as dificuldades em responder as questões conceituais propostas com o os recursos utilizados e com o ambiente da sala de aula, de acordo com a subcategoria i) recursos da sala de aula e disposição espacial dos alunos ($n = 2$).

A análise dos dados relacionados às respostas dadas pelos estudantes nessa categoria indica acentuada dificuldade destes na compreensão de termos específicos de Física, diagramas e desenhos e dificuldades de interpretação de textos e enunciados das questões propostas, conforme destacado nas subcategorias iv e iii respectivamente. Dessa forma, durante a etapa expositiva da IpP, o professor precisa esclarecer os significados dos termos específicos de Física e auxiliar os alunos na leitura e interpretação de gráficos, diagramas e desenhos.

Em relação à complexidade das questões utilizadas nessa etapa, é necessário que o professor utilize questões com graus de dificuldade que estejam de acordo com a formação dos alunos e com objetivos definidos previamente no plano de aula. Essas questões devem

despertar o interesse dos estudantes e fomentar o engajamento entre estes na etapa das discussões com os colegas de classe.

7.4 CATEGORIA 4: “ESTUDO PRÉVIO”

Os dados relativos à realização dos estudos individuais dos materiais disponibilizados aos estudantes são destacados na Tabela 4 abaixo, onde foi elaborada a categoria “Estudo prévio” relacionada à quarta questão do guia semiestruturado. Para essa categoria, foram criadas cinco subcategorias: i) realizei os estudos integralmente (n = 0); ii) realizei os estudos parcialmente (n = 4); iii) não realizei os estudos – tive dificuldades com o material (n = 1); iv) não realizei os estudos – falta de tempo para estudar (n = 2); v) não realizei os estudos – por falta de interesse (n = 13):

Tabela 4 - Categoria: Estudo prévio

Categoria: Estudo prévio		
Pergunta 4: Você realizou o estudo prévio dos materiais complementares disponibilizados pelo professor? se sim, qual foi a maior dificuldade encontrada? se não, justifique.		
subcategoria	citação do aluno	n
i) Realizei os estudos integralmente	Não houve citação por parte dos alunos entrevistados	0
ii) Realizei os estudos parcialmente	GAB1: “Eu também não li, vou ser bem sincera, mas quando eu lia, assim... Eu vou ser bem sincera, eu não li tudo, mas eu li algumas, e aí, antes, tipo, da prova e também antes de vim aqui, acho que no penúltimo dia antes da prova, eu dei uma assistida em vídeos que eu acho que acabou me ajudando e eu aprendo um pouco melhor, mas... então.” GBA2: “Eu estudei algumas vezes, e algumas vezes, não. As vezes que eu não estudei foi porque, às vezes tinha uma outra matéria e eu acabava esquecendo e não tendo tempo de estudar, e às vezes em que eu estudei foi que ele pediu e eu lembrei e fazia até exercícios pra poder fixar mais a mente, né? O aprendizado.”	4
iii) Não realizei os estudos – tive dificuldades com o material	GAA2: “A primeira etapa tava fácil, não tava tão difícil, mas a segunda tava muito difícil, viu professor? Mesmo, assim, com suas explicações em sala de aula, mas em casa, sem auxílio de ninguém... nossa...”	2
iv) Não realizei os estudos – falta de tempo para estudar	GBD2: “É... nas vezes em que eu não li, foi porque eu tava ocupado fazendo coisas do meu trabalho, então, eu trabalho, assim, até mais ou menos 18:30, aí depois eu chego e faço algumas coisas de casa. Aí a maioria das vezes eu esquecia, então simplesmente...”	1
v) Não realizei os estudos – por falta de interesse	GBB1: “Eu tenho um pouco de preguiça de ler, eu não sou muito de ler não.” GBB2: “Ah é porque, eu não... não é que eu não aprendo quando eu leio, mas é que eu esqueço muito rápido as coisas, então pra mim, na minha cabeça, não fazia sentido ler, sendo que quando chegasse na segunda-feira, quinto horário eu já tinha esquecido tudo, então é mais por preguiça mesmo.” GBC2: “Eu já abri, mas nunca li, preguiça mesmo e também eu vou esquecer, aí eu ficava com preguiça e também o material era grande e eu sabia que eu não ia aprender, porque tem esse problema aí eu falei "ah, não vou ler não".”	13

Fonte: arquivo pessoal.

Os relatos dos alunos entrevistados indicam que a maioria dos estudantes não realizou os estudos prévios dos materiais disponibilizados, conforme evidenciado na subcategoria v) não realizei os estudos – por falta de interesse (n = 13). Já para a subcategoria ii) realizei os estudos parcialmente (n = 4), 4 estudantes relataram ter estudado apenas parcialmente o material disponibilizado. As subcategorias iii) não realizei os estudos – tive dificuldades com o material (n = 1) e iv) não realizei os estudos – falta de tempo para estudar (n = 1) indicam que poucos estudantes não realizaram seus estudos por dificuldades relacionadas a natureza do material disponibilizado ou por falta de tempo disponível em sua rotina.

Por fim, a subcategoria i) realizei os estudos integralmente (n = 0) indica que nenhum aluno realizou integralmente o estudo dos materiais disponibilizados. A partir dos dados analisados relacionados aos relatos dos estudantes, constatamos que a maioria destes não se dispuseram a realizar os estudos prévios dos materiais disponibilizados por falta de interesse.

7.5 CATEGORIA 5: “ATIVIDADES EXTRACLASSE”

Para a quinta questão do guia semiestruturado, a tabela 5 destaca a categoria “Atividades extraclasse”. Dentro desta categoria, foram criadas as seguintes subcategorias: i) atividades extraclasse resolvidas integralmente (n = 0); ii) atividades extraclasse resolvidas parcialmente - por dificuldades com as questões propostas ou falta de tempo ou organização (n = 13):

Tabela 5 - Categoria: Atividades extraclasse

Categoria: Atividades extraclasse		
Pergunta 5: Encontrou dificuldades em realizar as atividades extraclasse? Descreva essas dificuldades em caso afirmativo.		
subcategoria	citação do aluno	n
i) Atividades extraclasse resolvidas integralmente	Não houve citação por parte dos alunos entrevistados	0
ii) Atividades extraclasse resolvidas parcialmente - por dificuldades na compreensão das questões propostas ou falta de tempo/organização	<p>GAD1: “Eu confesso que eu fiz só as primeiras duas folhas, e eu fiz... tipo assim, foi um pouco difícil porque assim, na televisão, na metodologia, você só respondia à questão, não precisava explicar e nem desenvolver nada, (-) quando você precisa criar um diagrama de forças, por exemplo, você tem uma dificuldade maior, e como eu deixei pra fazer nas últimas horas do último dia da última noite, aí não deu tempo, só deu tempo de fazer duas.”</p> <p>GAC2: “É como ele falou, um pouco a interpretação também, que às vezes eu não sabia interpretar pra poder resolver as coisas, tanto que eu só consegui resolver umas duas ou foi três páginas que o resto...”</p> <p>GBA1: “Eu acho que, ah tá, o negócio da folha, se ele tivesse explicado o assunto, a gente respondia no quadro, e depois ele botasse uma questão parecida com a resposta na folha, daria pra responder tudo, só que aí, deixar em casa, aí a gente responder quando a gente quiser... aí... não flui...”</p>	13

Fonte: arquivo pessoal.

Observamos, através dos relatos dos estudantes entrevistados, que nenhum aluno afirmou ter conseguido responder as questões do CAC integralmente, conforme destaca a subcategoria i) atividades extraclasse resolvidas integralmente (n = 0).

A maior parte dos estudantes afirmou ter respondido apenas parcialmente as questões do CAC, pois tiveram dificuldades em compreender as questões propostas ou por falta de tempo ou organização, conforme destacado na subcategoria ii) atividades extraclasse resolvidas parcialmente - por dificuldades na compreensão das questões propostas ou falta de tempo ou organização (n = 13).

As dificuldades relacionadas à complexidade das questões do CAC na percepção dos estudantes podem estar relacionadas ao tipo das questões constantes nesse material. As questões conceituais respondidas em sala eram todas de múltipla escolha, já as questões do CAC eram estritamente discursivas, exigindo, portanto, uma maior preparação e tempo de estudos para serem respondidas.

7.6 CATEGORIA 6: “A IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA IPP NA PERSPECTIVA DOS EDUCANDOS”

Por fim, para a sexta questão do guia semiestruturado, a Tabela 6 destaca a categoria “A implementação da metodologia IpP na perspectiva dos educandos”.

Para esta categoria, foram criadas as seguintes subcategorias: i) pontos positivos – fatores relacionados à natureza da metodologia IpP (n = 12); ii) pontos positivos – fatores externos à natureza da metodologia IpP (n = 2); iii) pontos negativos – fatores relacionados à natureza da metodologia IpP (n = 3) e; iv) pontos negativos – fatores externos à natureza da metodologia IpP (n = 6):

Tabela 6 - Categoria: Implementação da metodologia IpP na perspectiva dos educandos

Categoria: A implementação da metodologia IpP na perspectiva dos educandos		
Pergunta 6: Cite 3 pontos positivos e 3 pontos negativos que você observou nas aulas ministradas durante a implementação da metodologia IpP em sua classe.		
subcategoria	citação do aluno	n
i) Pontos positivos – fatores relacionados à natureza da metodologia IpP	<p>GAA1: O positivo eu achei que é a interação, né? E a forma que a gente desenvolveu a argumentação e também o nosso cérebro, tipo, pensando, tinha que pensar pra colocar, e a gente, tipo assim, a gente ficava nervoso, porque, tipo, “ah, eu vou errar! Meu deus! Tem que ser o certo!” então a gente ficava com um certo receio, tinha que pensar pra a gente realmente responder. E é isso...</p> <p>GAE1: “Bem, o meu ponto positivo é exatamente a argumentação. Não tenho nenhum ponto negativo, achei tudo ótimo, mas, assim, justificando o meu ponto positivo, eu acho que o fato da argumentação, é... apesar de, como o moço ali explicou, ele, apesar dele ter influenciado, ele ainda assim desenvolveu argumentação acerca do que ele acreditava, então acho que esse treino de argumentação, é algo que ajuda a pensar de maneira um pouco mais lógica, entendeu? Mas assim, mesmo que esteja errado ou não.”</p>	12
ii) Pontos positivos – fatores externos à natureza da metodologia IpP	<p>GAB2: “A relação mais próxima entre aluno e professor.”</p> <p>GAA2: “Não... só (-) mesmo, falar que a aula foi boa, não tenho nada a falar sobre isso, gostei, foi um jeito diferente da gente aprender, que a gente nunca tinha estudado dessa forma... pelo menos eu, né, não sei o resto... gostei muito.”</p> <p>GBC1: “É, deixou a aula mais descontraída, não ficou muito pressionado, não é aquela aula cansativa.”</p>	2
iii) Pontos negativos – fatores relacionados à natureza da metodologia IpP	<p>GAB1: “E o ponto negativo é essa dependência do aluno ter que estudar em casa, coisa que eu não fiz, dependia da gente ter lido, entendeu? O material antes pra poder aplicar os conhecimentos, e tanananã, coisa que eu não fiz, e aí eu acho que é... tem essa responsabilidade, sabe? Coisa que eu não quis.”</p> <p>GBB2: “E o principal que eu mais pensava na hora de responder era o tempo que a gente tinha pra pensar nas questões, o tempo eu achava muito curto, por exemplo, eu que sou uma pessoa lenta, aí eu preciso de tempo pra ler e reler e ENTENDER a pergunta e interpretar, e isso meio que foi um... que eu ficava muito pensando sobre isso na hora das perguntas.”</p> <p>GBE1: “Talvez, também, dar um pouco mais de tempo quando a gente, tipo, não atingisse o objetivo das respostas certas pra a gente conversar mais um pouco que era só, acho que era só um minuto pra a gente conversar.”</p>	3
iv) Pontos negativos – fatores externos à natureza da metodologia IpP	<p>GAC2: “Acho que um ponto negativo é que você coloca a sala, né, toda pra ali, na segunda, né? Pra dar a resposta de novo, a sala toda faz o comunicado pra conversar sobre a pergunta, eu fiquei meia perdida, porque, tipo, igual um falava "a primeira é A", o outro “é B” aí virava uma confusão, muito barulho, aí não dava pra você poder prestar muita atenção, eu não gostei muito desse fato, aí tinha que colocar só você e a pessoa do seu lado, vocês dois, ou então em quatro, entendeu? Não a sala toda, porque vira uma bagunça, muito barulho, só se conversasse com a sala "oh, não faz tanto barulho, conversa baixo", mas...”</p> <p>GAA2: “O negativo é que a gente só teve uma aula, né? Bem pouquinho... se a gente tivesse duas aulas acho que a gente aprenderia mais... melhor.”</p> <p>GBA2: “É... acho que o ambiente também interfere no aprendizado, né?”</p> <p>GBB2: “Quando a gente tava naquela outra sala, mesmo não sendo esse outro método, era bem melhor.”</p>	6

Fonte: arquivo pessoal.

Nessa categoria, os relatos dos estudantes indicam uma percepção acentuadamente positiva em relação às principais características da metodologia IpP e à sua implementação em sala de aula, conforme evidenciado na subcategoria i) pontos positivos – fatores relacionados à natureza da metodologia IpP (n = 12). Dentre os pontos positivos citados pelos

estudantes entrevistados, se destacam: estímulo à participação ativa dos alunos durante as aulas (permite uma interação maior entre todos os sujeitos participantes do processo de ensino-aprendizagem) e; possibilita o desenvolvimento da argumentação na etapa de discussão das questões conceituais com os colegas de classe. A seguir, destacamos os relatos de dois estudantes que evidenciam esses achados:

GBB2: “Oh, o ponto positivo é que a sala, em si, se tornou mais participativa nas aulas de Física”.

GAE2: “Até porque, desde o fundamental a gente nunca teve uma metodologia assim, é sempre coisa de quadro, dever, caderno, só isso, a gente nunca teve esse interesse de botar a gente praticar a aula na hora ali”.

Na subcategoria ii) pontos positivos – fatores externos à natureza da metodologia IpP (n = 2), a melhora na relação entre o professor e os alunos (maior proximidade entre alunos e o professor) e no ambiente de sala de aula (aulas mais dinâmicas, descontraídas e menos cansativas) são destacados como pontos positivos da IpP nos relatos dos estudantes.

Na subcategoria iii) pontos negativos – fatores relacionados à natureza da metodologia IpP (n = 3), os estudantes destacam a necessidade da realização de estudos prévios e o tempo insuficiente para responder tanto as questões conceituais de forma individual como para a realização das discussões com os colegas de classe como sendo os principais aspectos negativos relacionados às características da metodologia IpP. Esse achado corrobora com os relatos de boa parte dos estudantes nas perguntas 4 (Tabela 4) e 5 (Tabela 5) do questionário semiestruturado, nos quais estes destacam que não realizaram os estudos individuais dos materiais disponibilizados ou não responderam a maior parte das questões constantes no CAC.

Os estudantes destacaram, ainda, como aspecto negativo, o tempo insuficiente para responder as questões conceituais ou realização das discussões em sala de aula. Dado que o tempo total de cada aula era de 50 min, a disponibilização de um intervalo de tempo maior para a realização dessas etapas acabou sendo impossibilitada.

Por fim, na subcategoria iv) pontos negativos – fatores externos à natureza da metodologia IpP (n = 6), os aspectos negativos relatados pelos estudantes são: barulho na sala de aula na etapa de discussão das questões conceituais; frustração ao errar as respostas das questões conceituais; material de estudos complementares denso e pouco atrativo e; pouca quantidade de aulas semanais. Esses pontos não estão relacionados intrinsecamente com a IpP, dessa forma, em sua maioria, são passíveis de correção ou revisão pelo professor. Entretanto, a quantidade de aulas semanais da disciplina de Física na unidade de ensino está relacionada com o currículo definido pela Unidade Federativa (Estado da Bahia), não sendo, portanto, possível ser ajustado pelo docente.

8 DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados relacionados aos relatos dos estudantes e das observações realizadas durante todas as etapas da presente pesquisa, os resultados encontrados demonstram que a metodologia IpP trouxe contribuições expressivas ao processo de ensino-aprendizagem ao ser implementada no ensino da Física de Ensino Médio como alternativa às metodologias tradicionais de ensino, pois, diferentemente dessas, possibilitou que os educandos participassem ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

O professor, atuando como mediador, como pressupõe Moreira (2018, p. 87), permitiu que os estudantes desenvolvessem a “interação, discussão, negociação de significados entre colegas, apresentação oral do produto de suas atividades colaborativas ao grande grupo, receptividade à crítica, expressão de suas ideias e sugestões relacionadas às atividades de seus pares”. Dessa forma, os estudantes tornaram-se protagonistas do seu próprio aprendizado, passando a ocupar uma posição central no processo educativo.

Não obstante, desafios à implementação da IpP também foram evidenciados através das observações realizadas e dos relatos dos estudantes coletados durante a realização desta pesquisa.

Os dados coletados indicam que estimular e possibilitar a participação ativa dos alunos e a interação entre estes e com o professor durante as aulas, de modo que os estudantes passem a ocupar uma posição central no processo educativo é uma das principais contribuições da IpP ao processo de ensino-aprendizagem. Esse achado foi evidenciado pela alteração acentuada da dinâmica da sala de aula durante a implementação desta metodologia (maior interação entre todos os sujeitos do processo educativo), observada nas aulas ministradas durante a realização desta pesquisa. Nesse sentido, como pressupõe Gaspar, fundamentado nos trabalhos de Vygotsky:

[...] À medida que se criam condições para o desenvolvimento de interações sociais, criam-se também condições para o desenvolvimento cognitivo das pessoas participantes dessas interações. Um ambiente que estimula o aparecimento de interações sociais é um ambiente onde o processo ensino-aprendizagem pode, efetivamente, se desenvolver [...] (1993, p 72).

Na etapa inicial da IpP, relacionada à exposição dialogada dos conteúdos a serem estudados, observamos que a participação ativa e o interesse dos alunos em relação aos conteúdos de Física apresentados foram bastante discretos. Aproximadamente 30% do total de 55 estudantes se dispuseram a participar ativamente das discussões realizadas durante essa etapa das aulas (40% do total de 28 alunos do grupo A; 20% do total de 27 alunos do grupo B).

Para o grupo A, de modo geral, observamos uma participação ativa regular dos alunos nesta etapa da aula, que se manteve praticamente constante ao longo das demais aulas. Observamos que aproximadamente 60% dos alunos desse grupo presentes em cada uma das aulas não participava ativamente das discussões e não prestavam atenção de forma constante na exposição do conteúdo. Já para o grupo B, a participação ativa dos alunos foi muito pequena, com um percentual de aproximadamente 80% dos alunos presentes não participando ativamente das discussões e não prestando atenção na exposição do conteúdo.

Para ambos os grupos, o comportamento desses alunos, que não se dispunham a participar ativamente das discussões, pode estar relacionado com o fato desses estudantes fazerem uso constante do celular durante essa etapa da aula, mesmo sendo orientados frequentemente a evitarem mexer no aparelho durante a exposição do conteúdo e das discussões que aconteciam neste momento.

Esse achado demonstra que a parte expositiva da aula, na qual os educandos assistem passivamente à exposição do conteúdo, não foi suficiente para estimular o interesse da maior parte dos alunos, não atendendo, portanto, plenamente às suas necessidades de aprendizagem, evidenciando as conjecturas de Rosa e Kalhil (2019), na qual destacam que os constantes avanços nas áreas de tecnologias da informação e comunicação têm provocado uma evolução no comportamento e pensamento dos educandos, refletindo diretamente em suas necessidades e anseios, provocando uma modificação na abordagem do ensino que pode atender às suas necessidades de aprendizagem.

Outro fator que pode justificar este comportamento pode ser o não entendimento do conteúdo apresentado ou da não realização das leituras prévias propostas pois, quando indagados, a maioria dos alunos afirmava não ter realizado a leitura dos materiais disponibilizados previamente no cronograma de aulas semanais.

Alguns afirmavam não possuir tempo disponível para a realização dessas leituras por estarem com muitas atividades acumuladas de outras disciplinas ou por questões de trabalho. Já outros, afirmavam que não tinham o hábito de estudar em casa, e sendo assim, não “conseguiam” se dispor a realizar a leitura desses materiais. Alinhado a visão de Bacich e Moran (2018, p. 79) a realização de estudos prévios pelos estudantes é “[...] um fator importante para o encontro presencial, pois, com ele, o tempo em sala de aula é otimizado. O aluno passa a atuar colaborativamente, resolvendo situações-problema, tematizando casos, elaborando projetos, tirando dúvidas com o professor, etc.”.

A não realização dos estudos prévios impactou negativamente a participação e o desempenho dos estudantes na parte expositiva da aula, bem como no desenvolvimento de hábitos autônomos de estudos.

Um dado relevante para a pesquisa surgiu após a explicação da metodologia IpP no início da primeira aula. Um pequeno grupo de estudantes do grupo A mencionaram ter preferência por aulas que fossem somente expositivas, pois não tinham o hábito de estudar em casa, e que por isso, preferiam estudar somente através das explicações dos conteúdos dadas pelo professor durante as aulas presenciais. Afirmaram que não queriam a responsabilidade e o compromisso de ter que estudar algo antes de cada aula. Como pressupõe Mazur,

é improvável que os estudantes aceitem passivamente uma mudança no formato das aulas expositivas. Eles estão acostumados a aulas expositivas tradicionais e terão dúvidas se o novo método poderá ajudá-los a obter melhor desempenho (isto é, obter uma nota melhor na disciplina) (MAZUR, 2015, p. 36).

Os dados destacados na Tabela 4 na categoria “Estudos prévio dos materiais”, relacionados aos relatos dos estudantes, evidenciam que a maior parte destes não realizou os estudos prévios dos materiais disponibilizados, e, dessa forma, não se inteiraram previamente dos conteúdos que seriam estudados em cada aula, impossibilitando, assim, que dúvidas ou questionamentos fundamentados nestes conteúdos pudessem surgir para fomentar o diálogo e as discussões em sala de aula nessa etapa da IpP.

Sendo assim, o baixo engajamento dos estudantes nessa etapa é um indicativo de que a não realização desses estudos contribuiu significativamente para que os alunos não participassem mais ativamente dos diálogos e das discussões realizadas nessa etapa das aulas.

No grupo A, um total de 10 alunos mantinham uma participação ativa mais efetiva ao longo das aulas ministradas em relação aos demais alunos da classe. Já no grupo B, esse total era de somente 6 alunos. Os demais estudantes de ambos os grupos, se limitavam apenas a fazer anotações e a copiar o conteúdo que era exposto na lousa, sendo que em algumas aulas, estes demonstravam maior interesse e participavam mais ativamente.

Os estudantes que participavam mais ativamente das aulas (os 10 alunos do grupo A e os 6 alunos do grupo B) foram os responsáveis por manter a dinâmica dialogada nesse momento das aulas, pois realizavam afirmações e questionamentos constantes sobre os principais pontos dos conteúdos apresentados.

Assim, contribuições significativas eram dadas ao processo de ensino-aprendizagem ao explicarmos para toda a turma os principais erros conceituais presentes nas afirmações

apresentadas por esses estudantes em seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos em estudo. Nesse sentido, como pressuposto por Moreira:

[...] o aluno que se dá conta de que o conhecimento novo tem relação com aquilo que já sabe (conhecimento prévio); que constrói seu conhecimento fundamentando-o em diversos materiais educacionais e estratégias de aprendizagem; que capta seus significados em contextualizações; que entende que tal conhecimento pode ser bastante útil, ainda que incerto, uma vez que depende de perguntas, definições e metáforas, certamente tornar-se-á um construtivista crítico e um aprendiz permanente (2018, p. 92).

Para ambos os grupos ao final de cada aula, objetivando contornar as dificuldades observadas, procuramos conscientizar os estudantes e reforçar o discurso da importância da participação ativa destes nos momentos das discussões realizadas durante as aulas expositivas dialogadas, pois estas se constituem como uma importante etapa do processo de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, orientações semelhantes foram dadas ao final de cada aula com relação a necessidade da realização das leituras prévias dos materiais de estudos.

Portanto, mesmo sendo pequena a participação e o interesse dos alunos durante as aulas nessa etapa da IpP, importantes diálogos e discussões foram realizadas sobre os conteúdos de Física apresentados, nas quais foi possível identificar as principais concepções alternativas presentes nos conhecimentos prévios dos estudantes relacionadas a esses conteúdos e em suas experiências cotidianas, possibilitando identificar e atuar diretamente na Zona de Desenvolvimento Potencial dos educandos, estimulando assim, processos internos que, após serem efetivados, passam a se constituir como base para novos conhecimentos e aprendizagens (REGO, 2014).

Alinhada à perspectiva de Vygotsky, destacada por Rego (2014, p. 110) “[...] construir conhecimento implica numa ação partilhada, já que é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento são estabelecidas”. Sendo assim, esta etapa da IpP se constituiu como um importante momento do processo de ensino-aprendizagem, onde a troca de conhecimento e o diálogo entre os educandos e o professor foram constantemente estimulados.

As etapas posteriores (respostas individuais às questões conceituais e discussão dessas questões com os colegas de classe), de acordo com as observações realizadas, foram as etapas da IpP que provocaram alterações mais acentuadas na dinâmica da sala de aula, pois possibilitaram e estimularam a participação ativas dos educandos no estabelecimento de interações sociais qualificadas que contribuíram para a construção de conhecimentos e para

a troca saberes entre estes, que se revezavam no papel de parceiro mais capaz (ARAÚJO E MAZUR, 2013).

Na etapa de respostas individuais às questões conceituais, para ambos os grupos de alunos, foi observada uma alteração significativa no comportamento dos alunos e na dinâmica da sala de aula em relação a etapa anterior (aula expositiva dialogada). Ao longo das 8 aulas ministradas, observamos que a maioria dos alunos presentes em cada classe se dispuseram a participar ativamente desta etapa, demonstrando interesse em conhecer as questões conceituais que seriam propostas. Este interesse possibilitou um maior engajamento dos alunos nessa etapa pois, conforme observamos, estes entendiam que estas questões permitiriam testar os seus conhecimentos e aprendizagens desenvolvidas na etapa de aula expositiva dialogada e em seus estudos ou conhecimentos prévios.

A utilização da televisão para exibir as questões e o uso do cartão resposta por parte dos estudantes proporcionou experiências positivas na dinâmica da sala de aula, pois com a utilização desses recursos, os estudantes não ficaram restritos somente a copiar conteúdo da lousa ou a ouvir passivamente a exposição do professor. Nesse momento, os alunos eram orientados a realizar a leitura de cada uma das questões de forma atenta para que pudessem respondê-las corretamente. Em ambos os grupos, os alunos que se sentavam mais ao fundo da sala não conseguiam visualizar corretamente as questões, o que dificultava a realização da sua leitura.

Dessa forma, para auxiliar todos os estudantes, fazíamos a leitura de cada uma das questões apresentadas em voz alta. Destacamos também, para ambos os grupos, como reforçam os documentos curriculares oficiais, que “diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias” (BRASIL, 2018, p. 551), portanto, a interpretação das questões propostas é parte fundamental do processo de aprendizagem e que esta precisava ser desenvolvida, pois, conforme a BNCC preceitua, “aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão”.

Os alunos de ambos os grupos demonstraram um comportamento semelhante durante a etapa de respostas individuais às questões conceituais. Aqueles que jogavam saber a resposta correta, por muitas vezes durante as aulas, acabavam expondo sua escolha aos demais alunos da classe. Essa atitude pode atrapalhar o raciocínio e a construção dos argumentos desenvolvidos pelos demais alunos ao tentar chegar à solução da questão de

forma individual. Nesse sentido, os alunos foram orientados a tentar responder as questões usando somente os seus conhecimentos construídos ao longo das etapas anteriores, a saber, na aula expositiva dialogada e nos estudos prévios dos materiais.

Observamos que nessa etapa da aula, tanto no grupo A quanto no grupo B, se desenvolvia um clima de competição entre alguns estudantes para saber quem conseguiria responder corretamente as questões propostas. Nesse sentido, a competição funcionou como um potencializador natural de incentivo à participação dos alunos nesta etapa da IpP. Entretanto, os alunos foram informados da natureza cooperativa dessa metodologia, e que esta etapa de respostas individuais é necessária para que estes possam aplicar individualmente os conteúdos aprendidos nas etapas anteriores. E que após isso, na próxima etapa, devem auxiliar os demais estudantes que tenham encontrado dificuldades em responder as questões propostas.

Portanto, o clima de competição que se estabeleceu entre esses estudantes não coaduna com a natureza da IpP. Nesse sentido, orientamos e estimulamos os estudantes a desenvolver um clima constante de colaboração e cooperação com seus pares dentro de sala de aula (MAZUR, 2015).

De forma semelhante, a etapa de discussão das questões conceituais com os colegas de classe se mostrou bastante proveitosa em ambos os grupos, pois: permitiu o estabelecimento de diálogo constante entre os alunos e destes com o professor para o esclarecimento de dúvidas relacionadas a leitura e interpretação dessas questões, que ao serem esclarecidas, auxiliavam todos os alunos da classe; possibilitou a identificação de alunos com dificuldades de leitura ou interpretação das questões propostas e; permitiu a interação entre os estudantes mais capazes para auxiliar os seus colegas de classe com dificuldades em realizar a leitura e a interpretação das questões propostas. Portanto, dialogando com Mazur (2015), a aplicação de questões conceituais teve por objetivo estimular a interação e o diálogo entre os estudantes centrado nos conceitos fundamentais dos conteúdos de Física em estudo.

Em relação aos alunos com dificuldades de leitura e interpretação das questões, observamos que o quantitativo de alunos que apresentavam estas dificuldades no grupo B foi acentuadamente maior que nos alunos do grupo A. Os alunos do grupo B também apresentavam uma quantidade menor de dúvidas e questionamentos ao longo de todas as aulas ministradas durante a realização desta pesquisa. Esse achado pode estar relacionado com o fato de os alunos do grupo B estarem menos dispostos a participarem ativamente das discussões na etapa expositiva dialogada da aula.

Ao longo das 8 aulas ministradas, um total de 40 questões conceituais foram apresentadas aos estudantes (5 por aula). Para ambos os grupos, em somente 3 aulas não foi possível desenvolver as 5 questões previstas. Nesse caso, estas foram respondidas na aula seguinte. Para o grupo A, um total de 19 questões não atingiram o percentual superior a 70% de respostas certas, já para o grupo B, esse total de questões foi de 24. Dessa forma, estas foram utilizadas na etapa de discussões, conforme estabelece a metodologia IpP.

No grupo A e no grupo B, durante essa etapa de discussões ao longo das aulas, observamos que a dinâmica da sala de aula foi acentuadamente alterada, com os alunos dialogando e discutindo as questões com os colegas próximos ou em pequenos grupos de forma satisfatória. Somente 5 alunos do grupo A e 8 alunos do grupo B participavam dessas discussões de forma bastante discreta ao longo das aulas, quando comparados com os demais alunos da classe dos seus respectivos grupos, se limitando a discutir as questões com os colegas próximos, de forma bastante tímida e esporádica. Os 10 alunos do grupo A e os 6 alunos do grupo B que tiveram uma participação ativa maior na parte expositiva dialogada da aula se destacaram nos momentos das discussões, onde demonstravam maior convicção e segurança nas escolhas das alternativas das questões propostas bem como maior domínio conceitual ao argumentar para justificar as escolhas dessas alternativas para os seus colegas de classe.

Portanto, para ambos os grupos, observamos uma alteração na dinâmica da sala de aula relacionada ao estabelecimento de diálogos e discussões entre os estudantes, fomentado a troca de saberes e a construção de conhecimento entre estes ao longo das aulas ministradas. Neste momento da aula, esses estudantes, de modo geral, se dispuseram a participar mais ativamente e com maior engajamento e interesse em relação aos conteúdos de Física em estudo, respondendo as questões conceituais propostas e apresentando, dentro de suas possibilidades e particularidades, seus argumentos e justificativas para fundamentar suas respectivas respostas.

Assim, conforme os pressupostos apresentados por Vygotsky, o estabelecimento de interações sociais dentro da sala de aula entre os diversos sujeitos do processo educativo possibilitou a realização de intervenções deliberadas pelo professor e pelos demais colegas de classe no papel de parceiro mais capaz, contribuindo na promoção do aprendizado e do desenvolvimento cognitivo individual dos estudantes durante as aulas (OLIVEIRA, 2009).

Esta etapa da metodologia IpP se constituiu como um importante momento do processo de ensino-aprendizagem dentro de sala de aula, pois possibilitou a interação direta

entre os estudantes e a construção de conhecimentos e significados relacionados aos conteúdos apresentados nas etapas anteriores. Nesse sentido, Mazur destaca

[...] que os estudantes, os que são capazes de entender o conceito que fundamenta a questão dada, acabaram de aprender a ideia e ainda estão cientes das dificuldades que tiveram que superar para compreender o conceito envolvido. Consequentemente, eles sabem exatamente o que enfatizar em sua explicação (2015, p.30).

Os relatos dos estudantes também evidenciam esse achado, pois a maior parte destes destacam essas etapas da IpP como sendo as que mais contribuíram com o seu aprendizado (Tabela 2, categoria “Contribuições das etapas da IpP ao processo de ensino-aprendizagem”). Com efeito, as etapas de respostas individuais e de discussão das questões conceituais da IpP estimularam e permitiram uma interação maior entre todos os sujeitos do processo educativo, possibilitando o desenvolvimento da argumentação e do raciocínio fundamentado nos conceitos científico dos conteúdos estudados e a troca de informações, conhecimentos e saberes entre esses sujeitos.

Os principais benefícios da metodologia IpP ao processo de ensino-aprendizagem e à prática educativa estão associados à promoção de interações sociais qualificadas entre os diversos sujeitos do processo educativo, conforme destaca Rego, fundamentada na perspectiva Histórico-Cultural proposta por Vygotsky:

[...] Essas passam a ser entendidas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos alunos, particularmente aquelas que permitam o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum. Cabe, portanto, ao professor não somente permitir que elas ocorram, como também promovê-las no cotidiano das salas de aula (2014, p. 110).

Os dados destacados na Tabela 1 relacionados à categoria “A IpP e o processo de ensino-aprendizagem” e na Tabela 6 relacionados à categoria “A implementação da metodologia IpP na perspectiva dos educandos”, demonstram que estes desenvolveram uma percepção acentuadamente positiva em relação à IpP e à sua implementação em sala de aula.

Destacamos a seguir, os benefícios relacionados à implementação da metodologia IpP, de acordo com os dados coletados durante a realização deste estudo: i) torna as aulas mais dinâmicas e atrativas para os educandos; ii) possibilita a participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que estes ocupem uma posição central no processo de construção do conhecimento; iii) estimula a interação, o diálogo e a troca de conhecimentos entre os sujeitos do processo educativo e; iv) estimula e permite o desenvolvimento da argumentação, da solução de problemas e do raciocínio fundamentados nos conceitos científicos dos conteúdos em estudo.

Esses dados corroboram o estudo de revisão de literatura realizado por Camillo e Graffunder (2022, p. 15-16) sobre as contribuições da IpP para o ensino de Ciências. Nesse estudo, as autoras analisaram 11 artigos relacionados à utilização da IpP como metodologia de ensino, nos quais as seguintes contribuições ao processo de ensino-aprendizagem foram evidenciadas: i) autonomia nos estudos; ii) interação, participação, diálogo, argumentação, discussão; iii) reflexão; iv) motivação; v) organização do tempo e; vi) trabalho em grupo.

Os aspectos positivos relacionados às características intrínsecas da IpP presentes nos relatos dos estudantes demonstram que, na percepção destes, a interação durante as aulas e o desenvolvimento da argumentação são os aspectos que mais contribuíram com o processo de ensino-aprendizagem. Destacam, ainda, a maior proximidade com o professor, a melhora nas relações em sala de aula e a alteração na dinâmica da sala de aula (aulas mais atrativas, descontraídas e menos cansativas) como contribuições relevantes da IpP em sala de aula.

Essa maior proximidade do professor com os alunos foi um fator fundamental para desenvolvimento e estabelecimento de relações sociais dentro de sala de aula, pois, através dessa, foi possível estimular a interação, o diálogo e a discussão entre os estudantes em torno dos conteúdos de Física estudados.

Os achados evidenciados nesse estudo corroboram com o trabalho de Müller, que, em seu estudo de caso realizado com 34 estudantes de uma escola pública federal de Porto Alegre (Rio Grande do Sul) relacionado à utilização da IpP no ensino de Física, demonstrou uma percepção majoritariamente positiva em relação as aulas ministradas com a IpP. Nesse estudo, do total de 33 estudantes entrevistados, 64% avaliaram a metodologia como “muito boa”, 33% como “boa” e somente 3% como regular (MÜLLER, 2013, p. 57).

O principal desafio à implementação da metodologia IpP evidenciado nesta pesquisa está relacionado com o fato de os alunos não terem realizado o devido estudo prévio dos materiais disponibilizados antes de cada aula. Araújo e Mazur (2013) destacam que a metodologia IpP se baseia no estudo prévio, realizado pelos estudantes, de materiais de estudos disponibilizados pelo professor antes de cada aula presencial e na apresentação de questões conceituais, fundamentadas nesses materiais, em sala de aula para serem discutidas pelos alunos entre si. Sendo assim, a etapa de estudos prévios deve ser realizada de forma constante e com afinco, tendo em vista que tal etapa é um pressuposto fundamental da metodologia IpP.

Os dados relacionados às observações realizadas em sala de aula e nos relatos dos estudantes presentes na Tabela 4, na categoria “Estudos prévios dos materiais” evidenciam que a maioria dos estudantes participantes desta pesquisa não realizaram o devido estudo

prévio dos materiais disponibilizados por falta de interesse, mesmo sendo informados de que a realização desses estudos é uma etapa importante de implementação da metodologia IpP. Esse achado reforça a visão de Moreira (2020, p. 5) de que “[...] despertar o interesse dos alunos é sempre um desafio no ensino da Física e de muitas outras disciplinas, se não todas, do currículo escolar”.

Os relatos também indicam que os estudantes se dispõem a estudar previamente somente como preparação para provas ou atividades que têm nota atribuída. Não obstante, estes foram informados de que as atividades de estudos individuais propostas não possuíam nota avaliativa associada para compor a nota final do componente curricular de Física.

Assim como os materiais de estudo prévio, as questões do Caderno de Atividades de Classe (CAC) tinham por objetivo principal o desenvolvimento de hábito de estudos individuais por parte dos estudantes.

Ao final da pesquisa, do total de 28 alunos do grupo A que receberam o CAC, somente 16 alunos o entregaram. Já para o grupo B, dos 27 alunos que receberam o caderno, apenas 15 o entregaram. Quanto aos estudantes que não entregaram o material, ao serem indagados, apresentaram diversas justificativas, dentre as quais destacamos: i) falta de tempo por causa do trabalho, de tarefas domésticas ou excesso de atividades de outras disciplinas; ii) não conseguir fazer as atividades sozinho por serem muito difíceis e não estar habituado a fazer atividades da escola em casa; iii) não julgar necessário fazer as atividades e; iv) não fazer atividades sem atribuição de nota.

Corroborando novamente Moreira (2020, p. 6), “o ensino da Física não desperta seu interesse [dos educandos], porque os leva a uma autorregulação negativa, a uma fraca autodeterminação, a uma baixa autoeficácia”.

Pela análise dos dados constantes nos cadernos recolhidos, observamos que os que foram entregues pelos estudantes pertencentes a ambos os grupos estavam parcialmente respondidos, e essas respostas, de modo geral, possuíam justificativas baseadas nas concepções prévias desses estudantes, sendo, portanto, incoerentes com os principais conceitos físicos estudados durante as aulas.

Dentre os 31 cadernos de atividades devolvidos pelos alunos ao final da pesquisa, somente três (todos do grupo A) apresentavam mais da metade das questões respondidas de forma coerentes com os conceitos físicos apresentados em sala de aula.

Os 28 cadernos restantes apresentavam quase todas as respostas incorretas ou com justificativas incoerentes com os conceitos estudados durante as aulas. Alguns, inclusive, apresentavam respostas idênticas, contendo os mesmos erros ou acertos em suas

justificativas. Tendo em vista a quantidade e o grau de dificuldade das questões conceituais presentes no CAC, este resultado é consistente com o que foi observado no decorrer da pesquisa, uma vez que, durante a realização desta, os estudantes não se dispuseram a tirar dúvidas ou apresentar questionamentos em sala de aula ou nos canais disponibilizados (e-mail, Google Sala de Aula) sobre as questões constantes no CAC. Além disso, há outras possibilidades que podem ter contribuído para este resultado, tais como: i) não realização das leituras dos materiais de estudos; ii) falta de comprometimento na realização das atividades extraclasse e; iii) o pouco tempo destinado pelos estudantes para a realização das atividades extraclasse.

É importante destacar que, os alunos foram devidamente informados de que não seria atribuída qualquer tipo de nota ou pontuação aos alunos que respondessem corretamente as questões do CAC, pois o objetivo era fazer com que estes desenvolvessem o hábito de realizar as tarefas extraclasse sem nenhum tipo de recompensa atrelada.

A análise dos dados relacionados aos relatos dos estudantes destacados na Tabela 5, relacionados à categoria “Atividades extraclasse”, os achados demonstram que estes também não se dispuseram a resolver as questões constantes nesse material.

Na perspectiva dos estudantes, a necessidade de realização dos estudos prévios é relatada como sendo um aspecto negativo da IpP, demonstrando que estes não compreenderam que a realização de tais estudos é uma etapa importante da metodologia. Nesse sentido, as contribuições dessa etapa na aprendizagem, no desenvolvimento de hábitos autônomos de estudos e no desempenho dos estudantes nas demais etapas da IpP durante as aulas foram mínimas. Os achados indicam, ainda, que a maioria dos estudantes entrevistados não possuem ou não desenvolveram hábitos de estudos individuais durante a implementação da IpP.

A decisão de não atribuir nota avaliativa para essas atividades teve por objetivo não criar pressão demasiada sobre os alunos relacionadas à obtenção de boas notas, de modo a evitar que estes desenvolvessem a percepção de que tais atividades serviriam apenas como mais uma avaliação dentre muitas outras às quais estes são submetidos ao longo do ano letivo nos diversos componentes curriculares que estão inscritos.

Assim, os estudantes foram orientados de que a realização dos estudos prévios e das atividades do CAC representam etapas importantes do processo de ensino-aprendizagem, e, por conseguinte, da metodologia IpP, com contribuições importantes para a sua aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. De acordo com o que pressupõe, Mazur, concluímos que que:

[...] não exigir que seus estudantes leiam, eles certamente não o farão, seja em Harvard, seja em qualquer outro lugar. [...] O grande problema – que pode ser remediado – é que atualmente nem os professores, nem os alunos esperam que tarefas de leitura sejam exigidas em uma disciplina de ciência (2015, p. 53).

Nesse sentido, é necessário que os estudantes sejam orientados e estimulados pelo professor a realizarem os estudos prévios dos materiais disponibilizados (como por exemplo, com a aplicação de testes de leitura ou atividades conceituais relacionadas às leituras individuais realizadas nos materiais de estudos prévios), pois esta é uma etapa importante da IpP que também contribui significativamente na aprendizagem e no desenvolvimento de hábitos autônomos de estudos.

Outro desafio à implementação da IpP, evidenciado nesta pesquisa através dos relatos dos estudantes, está relacionado ao tempo disponibilizado para responder as questões conceituais individualmente ou para a realização das discussões em sala de aula. O tempo disponibilizado neste estudo para a realização dessas etapas é destacado pelos estudantes como um aspecto negativo da IpP. Mazur (2015) estabelece que o tempo necessário para a realização dessas etapas é de aproximadamente 4 minutos. Sendo assim, o tempo máximo disponibilizado para a realização dessas etapas nesta pesquisa foi definido de acordo com esse pressuposto e com o tempo total de duração de cada aula (50 min por aula).

Os achados relacionados às observações realizadas e aos relatos dos estudantes indicam que dificuldades de interpretação de textos, termos específicos de Física, diagramas e desenhos constantes nas questões propostas contribuíram significativamente para que fosse gasto um intervalo de tempo considerável na realização da leitura dessas questões pelos estudantes. Dessa forma, o tempo disponível para a realização das etapas posteriores de respostas individuais e de discussão dessas questões com os colegas de classe acabou sendo insuficiente na percepção dos educandos.

Na elaboração das questões conceituais, o docente precisa certificar-se em ser claro e conciso na utilização dos termos específicos de Física, bem como na utilização de diagramas e desenhos associados às referidas questões. A dificuldade na interpretação de textos ou enunciados é um indicativo de problemas na formação básica dos estudantes relacionadas à leitura e interpretação de textos.

Portanto, conforme preceituam os documentos curriculares oficiais (BRASIL, 2018), buscamos promover, com as questões conceituais aplicadas aos estudantes e com os materiais de estudo disponibilizado, o contato dos educandos com termos específicos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, objetivando garantir uma correta compreensão,

apropriação e utilização desses termos científicos para um posicionamento crítico em relação à problemas da área de ciência e tecnologia em seu contexto social.

Não obstante, a disponibilização de um intervalo de tempo necessário para responder as questões conceituais individualmente e para a realização das discussões dessas questões em sala de aula depende de alguns fatores, como por exemplo: o tempo total de duração da aula, o tempo necessário para os alunos realizarem a leitura das questões e a sua devida interpretação (que depende das características e particularidades de cada aluno) e do grau de dificuldade de cada uma das questões propostas.

Nesse sentido, considerando que as etapas da IpP podem ser adaptadas para atender as necessidades e particularidades da prática docente, o professor, como mediador no processo de ensino-aprendizagem, deve desenvolver estratégias para que possa disponibilizar o intervalo de tempo necessário para atender às necessidades e particularidades dos estudantes durante as aulas (auxiliar os estudantes na realização das leituras e interpretação das questões; reduzir tempo da exposição dialogada de conteúdos e acrescentar nas etapas subsequentes; diminuir a quantidade de questões conceituais propostas; dividir as etapas por aula, de forma que em uma aula seja feita a exposição dialogada de conteúdo e na subsequente, as etapas de respostas individuais e de discussão dessas questões; entre outros) (MAZUR, 2015).

Em relação aos pontos negativos que não estão relacionados às características da metodologia IpP, os relatos dos estudantes evidenciam outros desafios à sua implementação: i) barulho durante a realização das discussões; ii) frustração dos alunos ao errar as respostas das questões conceituais e; iii) qualidade do material de estudos (denso e pouco atrativo).

Na etapa de discussão das questões conceituais, as conversas entre os estudantes provocavam níveis elevados de barulho dentro da sala de aula, prejudicando assim, o desempenho de alguns alunos nesta etapa da IpP. Esse barulho excessivo em sala de aula na etapa das discussões pode ser minimizado com as devidas orientações aos alunos ou o agrupamento desses em pequenos grupos para que as discussões possam ser realizadas sem atrapalhar o andamento da aula.

Quanto a frustração dos alunos com erros cometidos ao responderem as questões conceituais propostas, Nogaró e Granella destacam que:

O educador deve ter um olhar especial ao avaliar o erro de seus alunos. Deve compreender os erros dos alunos como hipóteses construtivas em relação a um determinado conhecimento e reconhecer seu papel de docente como mediador e interlocutor de seus alunos no processo de ensino e aprendizagem. [...]. É preciso que haja uma real compreensão, por parte do professor, de que cada resposta é apresentada pelo aluno é importante e que é preciso valorizá-las

transformando suas alternativas de solução em outras perguntas ou trazendo-as para o grupo, pois são dignas de discussão. Esta é uma maneira de criar, na criança e no jovem, o conflito cognitivo para que haja um salto qualitativo na construção de seu conhecimento (2004, p. 20).

Em sendo assim, o professor deve informar e orientar os educandos de que o erro é parte importante do processo de ensino-aprendizagem, e de que suas respostas às questões propostas são importantes para fomentar as discussões, o diálogo e as interações sociais durante as aulas.

Em relação aos materiais de estudos prévios disponibilizados pelo professor, os relatos dos estudantes destacados na Tabela 4, categoria “Estudos prévios dos materiais”, indicam que estes não realizaram os devidos estudos prévios por falta de interesse ou por dificuldade com o material de estudos – denso e pouco atrativo.

Dessa forma, esses achados indicam que os materiais disponibilizados não despertaram o interesse nem atenderam as necessidades dos educandos. Esses relatos demonstram que o docente deve ter atenção especial em relação ao material a ser disponibilizado para os estudos complementares dos educandos. Estes devem atender adequadamente as expectativas e necessidades de aprendizagem dos estudantes e devem estar de acordo com os objetivos definidos pelo docente em seu plano de aula.

Sendo assim, ao implementar a metodologia IpP em sala de aula, é necessário que o professor oriente e coordene corretamente os alunos em todos os momentos do processo de ensino-aprendizagem, para minimizar e eliminar fatores que possam criar alguma dificuldade ou prejuízo no aprendizado dos educandos durante as aulas.

Ao longo dessa pesquisa, observamos contribuições significativas dadas ao processo de ensino-aprendizagem e de construção do conhecimento relacionadas à utilização da IpP como metodologia de ensino. Essa metodologia, não somente possibilita a participação ativa dos educandos como os estimula constantemente a interagir com todos os sujeitos do processo educativo, criando um ambiente propício em sala de aula para o desenvolvimento de relações sociais e o estabelecimento de diálogos, discussões e de debates centrados no conteúdo da disciplina em estudo.

Diferentemente do que ocorre nas metodologias tradicionais de ensino, que colocam o aluno em uma posição passiva dentro de sala de aula, na qual esses se limitam a fazer anotações em seus cadernos do conteúdo transmitido pelo professor, que ocupa uma posição central e de autoridade dentro de sala de aula (FREIRE, 2017).

De acordo com os pressupostos apresentados por Vygotsky em sua Teoria Histórico-Cultural (REGO, 2014), observamos que a IpP contribuiu para que o processo de construção

do conhecimento fosse realizado de forma partilhada e mediada entre os diversos sujeitos participantes do processo educativo. As interações e relações sociais desenvolvidas e estimuladas pela IpP dentro de sala de aula possibilitaram que o professor atuasse como mediador durante as aulas e que os educandos se revessassem no papel de parceiro mais capaz, auxiliando seus pares no processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, a IpP se constitui como uma opção promissora às metodologias tradicionais de ensino, tendo em vista que essas já não conseguem atender a atual realidade na qual a escola e os educandos estão inseridos, onde o acesso à informação e ao conhecimento estão cada vez mais facilitados pelos constantes avanços científicos e tecnológicos alcançados nas mais diversas áreas do conhecimento humano.

9 CONCLUSÕES

Considerando os constantes avanços científicos e tecnológicos e a utilização crescente de tecnologias e recursos digitais que possibilitam o acesso cada vez mais facilitado à informação e ao conhecimento, e o fato de os estudantes estarem cada vez mais inseridos nesse contexto, a implementação das metodologias ativas de ensino na Educação Básica como alternativas às metodologias tradicionais tem se mostrado cada vez mais necessária.

De fato, as chamadas metodologias tradicionais de ensino, que pressupõem o professor e o livro didático como únicas formas de acesso ao conhecimento, já não conseguem atender a esse novo contexto, no qual a informação e o conhecimento estão cada vez mais facilitados e difundidos.

Com efeito, a implementação das metodologias ativas de ensino permite ao professor atuar como mediador em sua prática docente, possibilitando que os educandos se tornem protagonistas do seu próprio aprendizado e passem a ocupar uma posição central no processo educativo. Essas metodologias possibilitam uma participação mais ativa dos alunos nas aulas, contribuindo assim, para que esses tenham acesso a uma formação autônoma, que possibilite o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo na busca por informação e conhecimento.

Nessa perspectiva, a presente pesquisa buscou investigar se a implementação da metodologia ativa de ensino Instrução por Pares na Educação Básica possibilita uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Os dados coletados neste estudo demonstraram que a metodologia IpP se constitui como uma alternativa promissora às metodologias tradicionais de ensino, pois a IpP possui características que colocam os estudantes no centro do processo educativo, de forma a permitir que o professor atue como mediador no processo de construção do conhecimento dos educandos. Esses dados evidenciam também que a IpP estimula e possibilita a participação ativa dos estudantes durante as aulas, torna as aulas mais dinâmicas e atrativas, estimula a interação, o diálogo e a troca de conhecimento entre todos os sujeitos do processo educativo, fomentando e permitindo o desenvolvimento da argumentação, da solução de problemas e do raciocínio fundamentado nos conceitos científicos dos conteúdos em estudo.

Não obstante, desafios à implementação da IpP foram evidenciados nos dados coletados nesta pesquisa. O principal desafio está relacionado à não realização dos estudos prévios pelos estudantes dos materiais disponibilizados pelo professor. Como estratégia para contornar esse desafio, os educandos foram constantemente orientados e estimulados durante as aulas a realizarem tais estudos, pois estes se constituem como uma importante etapa da

IpP, que possibilita aos estudantes o desenvolvimento da autonomia na realização de estudos individuais e na busca informação e conhecimento.

Em se tratando de fundamentação teórico-metodológica, conforme apresentado nessa pesquisa, a metodologia IpP dialoga de forma acentuada com os principais conceitos presentes nos pressupostos da teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, no qual estabelece que o homem se constitui como indivíduo e ser social através das relações sociais estabelecidas com seus semelhantes em seu contexto sócio-histórico. Dessa forma, o processo de aprendizado e desenvolvimento humano se fundamenta nas interações sociais qualificadas entre esses diversos sujeitos constituídos histórico e culturalmente, sendo, portanto, uma ação partilhada e mediada por estes e pela cultura.

Nesse sentido, o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula é potencializado pela IpP, tendo em vista que esta possibilita e também estimula o desenvolvimento de relações e interações sociais qualificadas entre todos os sujeitos do processo educativo, possibilitando uma ação partilhada e mediada por esses sujeitos ao longo de todo o processo de construção do conhecimento. O desenvolvimento dessas relações e interações sociais qualificadas entre o professor e os alunos e desses entre si durante as aulas, possibilitou a identificação dos conhecimentos prévios dos educandos em relação aos conteúdos estudados. Dessa forma, utilizando o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal ou Potencial (ZDP), proposto por Vygotsky, a IpP tornou possível mediar o acesso dos educandos aos objetos de conhecimento que não estavam plenamente interiorizados em suas estruturas cognitivas, possibilitando assim, que esses desenvolvessem novas aprendizagens, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais exitoso.

Para o ensino de Física, ao logo da realização dessa pesquisa, percebemos que a IpP se constitui como uma excelente metodologia de ensino, pois possibilitou e estimulou o estabelecimento de interações e diálogos constantes entres os estudantes e desses com o professor centrados nos conceitos científicos dos conteúdos estudados. Diferentemente do que ocorre tradicionalmente no ensino da Física com a utilização das metodologias tradicionais de ensino, que limitam os estudantes a participarem passivamente as aulas, realizando anotações em seus cadernos e com atenção total voltada para a memorização de fórmulas, expressões matemáticas e solução de exercícios e exemplo resolvidos mecanicamente pelo professor. Contribuindo, assim, para que a aprendizagem e o interesse dos educandos em Física sejam cada vez menores.

Portanto, conforme descrito nessa pesquisa, a IpP possui características relevantes que contribuem significativamente para a prática docente e para o processo de ensino-

aprendizagem, que podem ser compreendidas segundo os pressupostos teóricos-metodológicos presentes na Teoria Histórico-Cultural proposta por Vygotsky, se constituindo, portanto, como uma profícua metodologia de ensino a ser implementada na Educação Básica, cujas contribuições dadas a essa etapa de ensino têm se mostrado como uma linha de pesquisa promissora.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Matheus Dias. et al. O mal-estar docente no ensino de física: perspectivas e desafios. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 6, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3265>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

ARAUJO, Ives; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85464/000897618.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

BACICH, Lilian; MORAN, José. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018 e-PUB.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular (BNCC): Educação é a Base**. Brasília: MEC, 2018. p. 547-548. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2021.

CAMILLO, Cíntia Moralles; GRAFFUNDER, Karine Gehrke. Contribuições do Peer Instruction para o ensino de Ciências: uma revisão sistemática da literatura. **Pesquisa e Debate em Educação**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 1–20, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/34042>>. Acesso em: 6 mai. 2023.

CARDANO, Mario. **Manual de pesquisa qualitativa: a contribuição da teoria da argumentação**. Tradução Elisabeth da Rosa Canill. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017. (Coleção Sociologia)

CARDOSO, Stenio; DICKMAN, Adriana. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para o ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2: p. 891-934, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2012v29nesp2p891/23069>>. Acesso em: 6 jan. 2021.

CORTIANO, Siomara Age Mendes; MENEZES, Glauco Gomes de. Metodologias ativas de ensino utilizadas nas diversas áreas do conhecimento: uma revisão de literatura. **Ensino e Tecnologia em Revista (ETR)**, Londrina, v. 4. n. 1, p. 1-19, jan./jun. 2020. Disponível em: <<https://revistas.utfpr.edu.br/etr/article/view/10086>>. Acesso em: 22 out. 2022.

FERREIRA, Eliane Duarte; KEMPNER-MOREIRA, Fernanda. Metodologias ativas de Aprendizagem: relatos de experiências no uso do peer instruction. In: XVII Colóquio Internacional de Gestão Universitária, nov. 2017, Mar del Plata, Argentina. **Anais...** Florianópolis: Repositório Institucional da UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/181135?show=full>>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 63. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

GASPAR, Alberto. Museus e Centros de Ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. Tese (Doutorado em Educação)–Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GATTI, Bernadete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Lider Livro Editora, 2012.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen et al. O pensamento de Freire e Vygotsky no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 78-79, 2012. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID184/v7_n2_a2012.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2021.

GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000200008>>. Acesso em 25 set. 2022

MACIEL, Eugênio Bastos. **Metodologia de ensino de Física: reflexões e práticas**. 1. ed. Curitiba: InterSaber, 2022.

MAMEDE-NEVES, Maria Aparecida Campos; DUARTE, Rosalia. O contexto dos novos recursos tecnológicos de informação e comunicação e a escola. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 104, p. 769-789, out. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-73302008000300007>>. Acesso em: 23 abr. 2022.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Tradução Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, 2015. e-PUB.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Porto Alegre, v. 43, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

_____. Ensino de Física no século XXI: desafios e equívocos. **Revista do Professor de Física**. Porto Alegre, v. 2, n. 3, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/19959/18380>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

MÜLLER, Maykon Gonçalves. **Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. 2013. Tese (Mestrado em Ensino de Física)–Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

_____. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1995 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0012>>. Acesso em: 17 abr. 2022.

NETO, Otávio Cruz. Análise e interpretação de dados de pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria método e criatividade**. 27. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes. 2002. p. 51- 66.

NOGARO, Arnaldo; GRANELLA, Eliane. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas**, v. 5, n. 5, p. 31-56, 2004. Disponível em: <<http://www.revistas.fw.uri.br/index.php/revistadech/article/view/244>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2009. (Coleção Pensamento e ação na sala de aula).

OLIVEIRA, Eliana de. et al. Análise de conteúdo e pesquisa na área de educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p. 11-27, maio/ago. 2003. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1891/189118067002.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2023

PALANGANA, Isilda Campaner. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski: a relevância do social**. 6. ed. São Paulo: Summus, 2015.

PELIZZARI, Adriana. et al. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2021.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014. (Coleção Educação e Conhecimento).

ROSA, José; KALHIL, Josefina. Metodologias ativas no ensino de Física: Um panorama da pesquisa stricto sensu brasileira. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 16, n. 4, p. 121-136, out/dez 2019. Disponível em: <<http://journal.unoeste.br/index.php/ch/article/view/3229/2929>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A Formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora, 1991.

VYGOTSKY, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis Nikolaevish. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução Maria da Penha Villalobos. 11. ed. São Paulo: Ícone Editora, 2010.

ZANETTE, Marcos Suel. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**. Curitiba, n. 65, p. 149-166, jul./set. 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/er/a/9GBmR7D7z6DDv7zKkrndSDs/?format=pdf>> Acesso em 25 set. 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CONJUNTO DE QUESTÕES CONCEITUAIS UTILIZADAS POR AULA

AULA 01 – INTRODUÇÃO: O QUE É UMA FORÇA

QUESTÃO 01 – O que é uma força

- A) Um conceito físico abstrato que não existe na prática
- B) Pode ser descrita como um puxão ou um empurrão, resultante da interação entre corpos ou sistemas físicos
- C) Um conceito físico real que não necessita da interação entre corpos ou sistemas físicos para existir
- D) Pode ser descrito somente como um empurrão

QUESTÃO 02 – Ao aplicar uma força sobre um objeto, esta força pode provocar/ causar os seguintes efeitos:

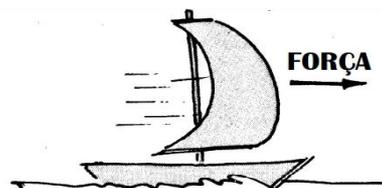
- A) Provoca somente deformação - Efeito estático
- B) Provoca somente aceleração - Efeito dinâmico
- C) Não tem efeitos práticos e perceptíveis
- D) Pode provocar deformação (efeito estático) e/ou aceleração (efeito dinâmico)

QUESTÃO 03 – Considerando somente o efeito dinâmico de uma força, o que ocorre com a intensidade da velocidade de uma partícula ao sofrer a ação de uma força? Obs.: considere que a partícula pode se mover somente sobre uma linha reta.

- A) sempre aumenta
- B) sempre diminui
- C) sofre variação, isto é, pode aumentar ou diminuir dependendo do sendo do movimento
- D) aumenta e diminui simultaneamente

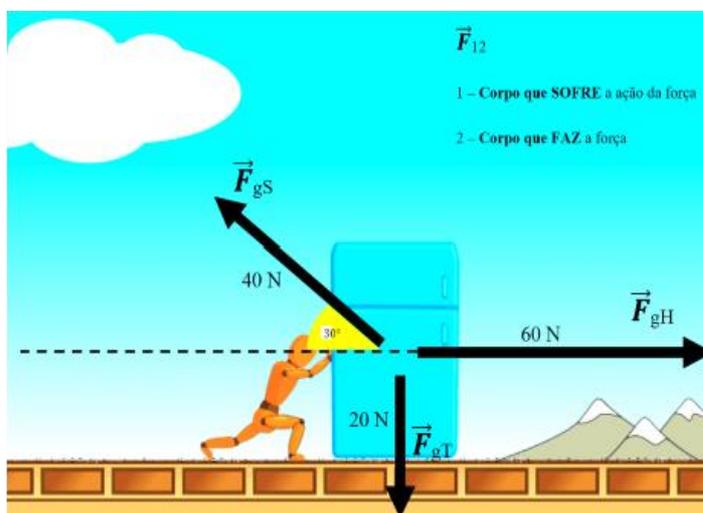
QUESTÃO 04 – Uma força é uma grandeza física vetorial, pois para ficar completamente definida, precisamos especificar:

- A) seu módulo (intensidade), sua direção e seu sendo
- B) somente seu módulo (intensidade)



- C) somente sua direção e sendo
 D) força não é uma grandeza física vetorial

QUESTÃO 05 – A figura ao lado apresenta uma geladeira **g** interagindo com três corpos: homem **H**, solo **S** e o planeta Terra **T**. Em relação aos vetores representados na figura, podemos afirmar que:



- A) F_{gH} tem direção vertical, sendo para a direita e módulo de 60N
 B) F_{gs} tem direção para a esquerda, sendo de 40N e módulo de 30°
 C) F_{gT} tem direção para cima, sendo de 20 N para baixo e módulo de 90°
 D) F_{gH} tem módulo 60N, direção horizontal e sendo para a direita

AULA 02 – IDENTIFICANDO FORÇAS: NATUREZA DAS FORÇAS; EFEITOS DE UMA FORÇA

QUESTÃO 01 – Para identificarmos corretamente as forças que agem sobre um objeto, devemos considerar:

- A) somente as interações de contato, isto é, somente as forças que se devem ao contato físico direto entre os corpos
 B) as forças de contato e também de ação à distância, pois ambas são relevantes na análise do fenômeno a ser estudado
 C) somente as interações de ação à distância, isto é, somente as forças de campo
 D) somente as forças de contato, pois estas estão presentes em todos os fenômenos físicos existentes nas ciências exatas

QUESTÃO 02 – Todos os objetos de determinada massa **M** que estejam no planeta Terra (ou em qualquer outro astro) estão sempre sujeitos a ação de uma força:

- A) de contato, na direção horizontal e com sendo para a direita, denominada força peso, que sempre os atrai na direção da superfície do planeta

B) de ação à distância (de campo), na direção vertical e com sentido para baixo, denominada força peso, que sempre os atrai na direção da superfície do planeta

C) de contato, na direção vertical e com sentido para baixo, denominada força peso, que sempre os atrai na direção da superfície do planeta

D) de ação à distância (de campo), na direção vertical e com sentido para cima, denominada força peso, que sempre os repele (afasta) da superfície do planeta

QUESTÃO 03 – Em uma determinada cidade, um homem move uma caixa para a direita cada vez mais rapidamente.

Em relação a caixa, podemos afirmar que:

A) A força de ação à distância feita pelo homem sobre a caixa tem efeito dinâmico, isto é, provoca uma aceleração na caixa

B) A força de ação à distância feita pela caixa sobre o homem tem efeito dinâmico, isto é, provoca uma aceleração na caixa

C) A força de contato feita pela caixa sobre o homem tem efeito dinâmico, isto é, provoca uma aceleração na caixa

D) A força de contato feita pelo homem sobre a caixa tem efeito dinâmico, isto é, provoca uma aceleração na caixa



QUESTÃO 04 – A imagem ao lado nos mostra um paraquedista em queda vertical no ar. Em relação as forças que atuam no paraquedista, podemos afirmar que:

A) O paraquedista sofre a ação de apenas duas forças - a força de contato devida à resistência do ar e a força de ação à distância feita pelo planeta Terra (força peso)

B) O paraquedista sofre a ação de apenas duas forças - a força de contato devida a atração do planeta Terra (força peso) e a força de ação à distância devida a resistência do ar

C) O paraquedista sofre a ação de apenas uma força - a força de contato devida à resistência do ar

D) O paraquedista sofre a ação de apenas uma força - a força de ação à distância feita pelo planeta Terra (força peso)



QUESTÃO 05 – O GIF ao lado apresenta um carro sofrendo uma colisão com um obstáculo imóvel em um teste de segurança veicular automotiva. Ao analisarmos o GIF, podemos concluir que:



- A) O carro sofre a ação de uma força de contato feita pelo obstáculo, cujo o efeito é dinâmico, isto é, acelera o carro
- B) O carro sofre a ação de uma força de ação à distância feita pelo obstáculo, cujo o efeito é estático e dinâmico, isto é, provoca deformação e aceleração no carro, respectivamente
- C) O carro sofre a ação de uma força de contato feita pelo obstáculo, cujo o efeito é estático e dinâmico, isto é, provoca deformação e aceleração no carro, respectivamente
- D) O carro sofre a ação de uma força de contato feita pelo obstáculo, cujo o efeito é estático, isto é, acelera o carro

AULA 03 – FORÇAS DE CONTATO E FORÇAS DE AÇÃO À DISTÂNCIA

QUESTÃO 01 – Observe a figura ao lado. Ela representa um livro em repouso, que se encontra em determinado local do planeta Terra, apoiado sobre a superfície horizontal de uma mesa e sendo pressionado por uma mão. Em relação ao livro, é correto afirmar que:



Livro de massa m

- A) O livro sofre a ação de duas forças de contato e uma de ação a distância
- B) O livro sofre ação de somente duas forças de contato
- C) O livro sofre a ação de duas forças de ação à distância
- D) O livro sofre a ação de duas forças, uma de contato e uma de ação à distância

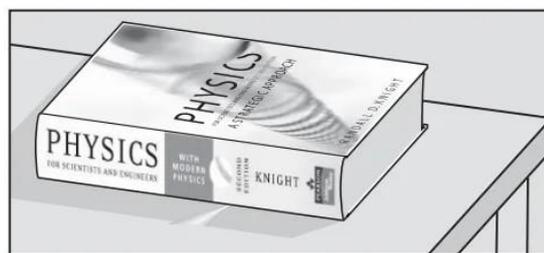
QUESTÃO 02 – Para identificarmos corretamente as forças que agem/ atuam sobre um objeto, precisamos identificar o agente causador da força. Com relação aos objetos com os quais o livro interage, podemos afirmar que as forças que atuam/ agem sobre o livro são melhores descritas por:



Livro de massa m

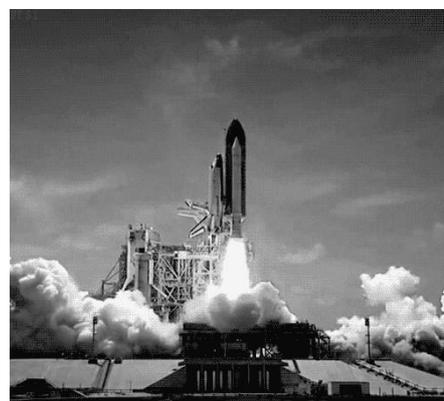
- A) Força de contato feita pelo livro sobre a mão; força de mesa; força de ação à distância feito pelo livro sobre o planeta Terra
- B) Força de ação à distância feita pelo livro sobre a mão; força de ação à distância feito pelo livro sobre a superfície da mesa; força de contato feito pelo livro sobre o planeta Terra
- C) Força de contato feita pela mão sobre o livro; força de contato feita pela superfície da mesa sobre o livro; força de ação à distância feito pelo planeta Terra sobre o livro
- D) Força de ação à distância feita pela mão sobre o livro; força de ação à distância feito pela superfície da mesa sobre o livro; força de contato feito pelo planeta Terra sobre o livro

QUESTÃO 03 – Em um determinado local do planeta Terra, um livro se encontra apoiado e em repouso sobre a superfície horizontal de uma mesa. Em relação ao livro, podemos afirmar que:



- A) Não sofre a ação de nenhuma força, tendo em vista que este permanece em repouso
- B) Sofre a ação de uma força de contato, feita pela mesa, e de uma força de ação à distância (força peso), feita pelo planeta Terra
- C) Sofre a ação inúmeras forças, sendo impossível determinar o agente causador de cada uma delas
- D) Sofre a ação de uma força de contato, feita pelo planeta Terra, e de uma força de ação à distância (força de campo), feita pela mesa

QUESTÃO 04 – O GIF ao lado destaca o lançamento de um ônibus espacial, com auxílio de poderosos foguetes de propulsão, no planeta Terra. Considerando o sistema físico formado pelo ônibus espacial + foguetes, é correto afirmar que:



- A) Não sofre a ação de nenhuma força
- B) Sofre a ação de três forças: força de propulsão dos foguetes, força de resistência do ar e a força peso
- C) Sofre a ação de somente uma força: força de propulsão dos foguetes
- D) Sofre a ação de duas forças: força de propulsão dos foguetes e a força peso

QUESTÃO 05 – O GIF ao lado apresenta dois ímãs que se encontram em uma superfície horizontal, em lado opostos e separados por uma dada distância. Em certo instante, os ímãs são soltos e começam a se mover um em direção ao outro, e após colidirem com objeto em sua trajetória, colidem um com o outro, permanecendo em contato após a colisão. Em relação a interação entre os ímãs, podemos afirmar que:



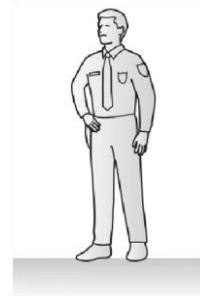
- A) A atração entre os ímãs é devida a força de ação à distância (força magnética) existente entre estes somente antes da colisão. Após a colisão, há somente uma força de contato entre os ímãs
- B) A atração entre os ímãs é devida a força de contato existente entre estes em todos os momentos do fenômeno estudado. Após a colisão, os ímãs interagem com força de ação à distância (força magnética)
- C) A atração entre os ímãs é devida a força de contato existente entre estes somente antes da colisão. Após a colisão, há somente uma força de ação à distância (força magnética) existente entre os ímãs
- D) A atração entre os ímãs é devida a força de ação à distância (força magnética) existente entre estes em todos os momentos do fenômeno estudado. Após a colisão, os ímãs interagem também por contato

AULA 04 – DESENHANDO DIAGRAMA DE FORÇAS

QUESTÃO 01 – Utilizamos o diagrama de forças (diagrama de corpo livre) para representar:

- A) somente as forças que atuam/ agem sobre um objeto
- B) Todas as forças que um objeto faz
- C) Todas as forças que um objeto sofre e faz simultaneamente
- D) depende do caso, pode ser utilizado para representar as forças que ele faz e que também sofre

QUESTÃO 02 – A figura ao lado representa um homem em repouso sobre uma superfície horizontal e plana. Qual dos diagramas de forças abaixo melhor representa as forças que atuam sobre o homem?



- A) B)
- C) D)

QUESTÃO 03 – Qual dos diagramas de força abaixo melhor representa as forças que atuam sobre um livro que se encontra em repouso apoiado sobre a superfície horizontal e plana de uma mesa, sendo pressionado por uma mão? Nota: L - livro, S - superfície da mesa; T - Terra; M – mão.



- A) B)

\vec{F}_{12}

1 – Corpo que **SOFRE** a ação da força

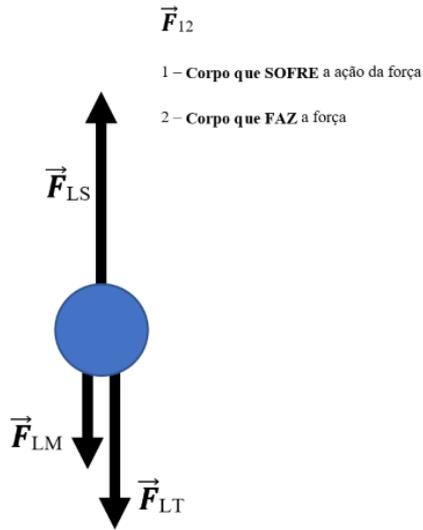
2 – Corpo que **FAZ** a força

\vec{F}_{12}

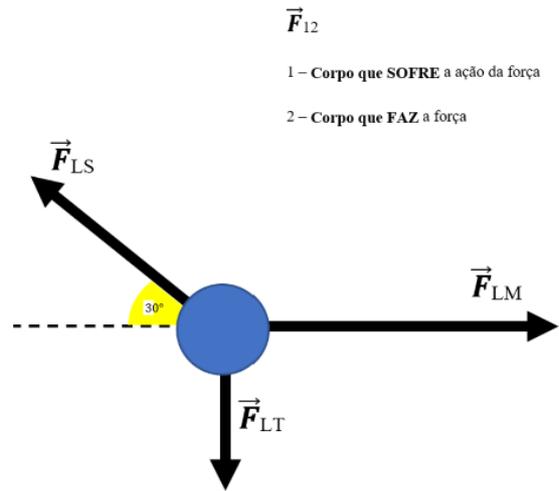
1 – Corpo que **SOFRE** a ação da força

2 – Corpo que **FAZ** a força

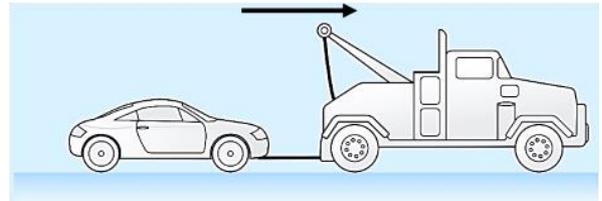
C)



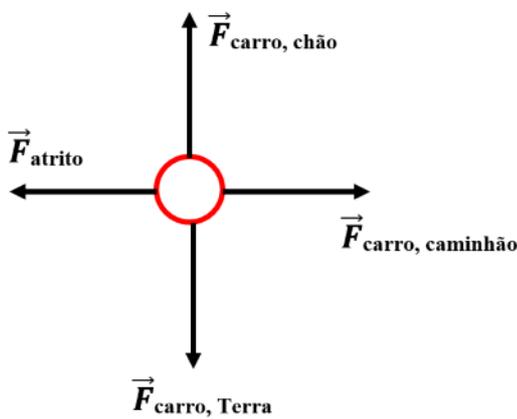
D)



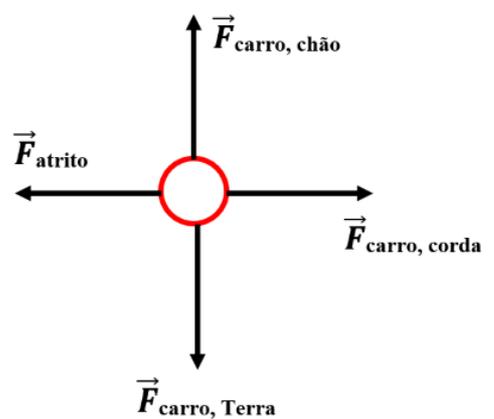
QUESTÃO 04 – Um carro é rebocado por um caminhão com o uso de uma corda. Ambos se deslocam para a direita com velocidade constante. Em relação ao carro, podemos afirmar que as forças que atuam sobre o carro, são:



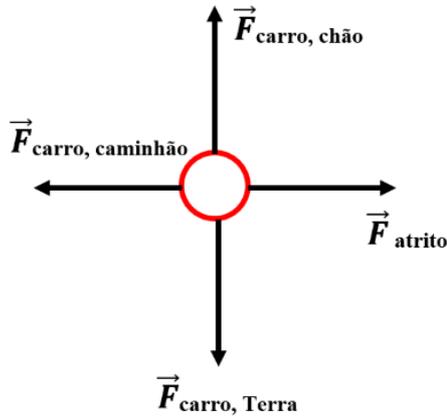
A)



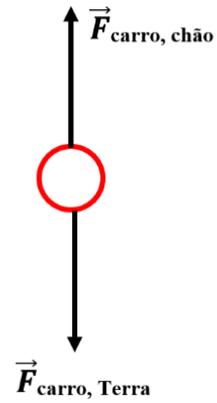
B)



C)



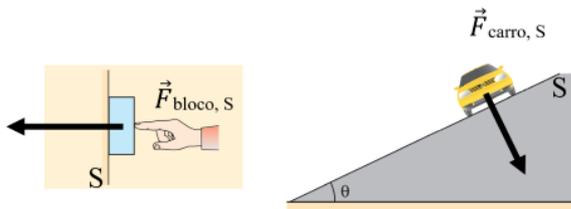
D)



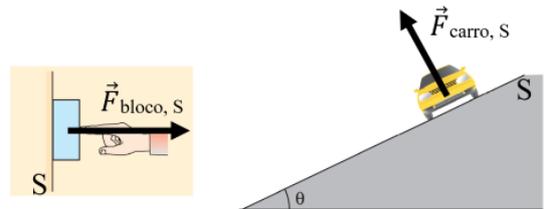
QUESTÃO 05 – Considere a seguinte afirmação:

“Quando um corpo/objeto está em contato com uma determinada superfície, este corpo/objeto sofre a ação de uma força de contato que possui direção perpendicular à superfície de contato.” Qual dos diagramas abaixo representa corretamente a força de contato que atua em um corpo/objeto que se encontra em contato com uma determinada superfície S?

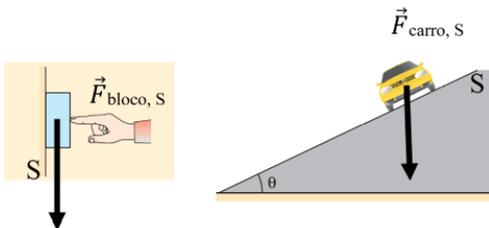
A)



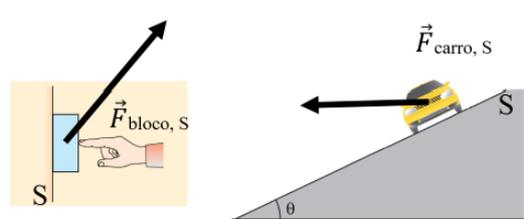
B)



C)



D)



AULA 05 - A PRIMEIRA LEI DE NEWTON

QUESTÃO 01 – De acordo com a Primeira Lei de Newton, um corpo (sistema físico) que esteja sob a ação de uma força resultante externa igual a zero...

I - Tende a permanecer em repouso, se estiver inicialmente em repouso, ou

II - Tende a se deslocar em linha reta sempre com a mesma velocidade, se estiver inicialmente em movimento.

De acordo com os efeitos de uma força, **I** e **II** se devem, respectivamente, ao:

A) Efeito estático da força: força provoca deformação => deformação muda a velocidade; se a força resultante externa sob um corpo é zero, não há deformação => não haverá mudança na velocidade desse corpo.

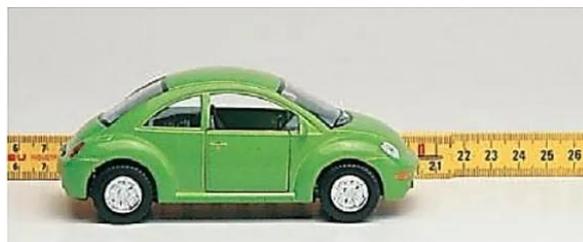
B) Efeito dinâmico da força: o estado natural dos corpos é somente o repouso (parado), logo, é necessária a ação de força para colocar um corpo em movimento

C) Efeito dinâmico da força: força provoca aceleração => aceleração muda a velocidade; se a força resultante externa sob um corpo é zero, não há aceleração => não haverá mudança na velocidade desse corpo.

D) Efeito estático da força: o estado natural dos corpos é somente o movimento em linha reta

sempre com a mesma velocidade, logo, é necessária a ação de força para colocar um corpo

em repouso.



QUESTÃO 02 – A figura ao lado representa um carrinho de brinquedo em repouso, isto é, parado na posição 21cm. De acordo com a 1ª Lei de Newton, o carrinho:

A) Tende a permanecer em repouso, isto é, se mantém parado na mesma posição, uma vez que a resultante das forças que agem sobre ele é zero

B) Tende a se mover em linha reta cada vez mais lentamente para a direita

C) Tende a permanecer em movimento, isto é, se mantém em movimento em linha reta sempre com a mesma velocidade, uma vez que a resultante das forças que agem sobre ele é zero

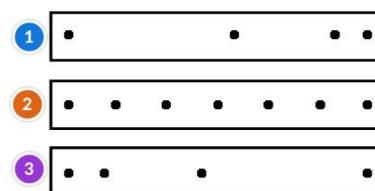
D) Tende a se mover em linha reta cada vez mais rapidamente para a direita

QUESTÃO 03 – A figura ao lado representa as posições sucessivas de três partículas que se movem para a direita:

1 - Partícula se desloca cada vez mais lentamente

2 - Partícula se desloca sempre com a mesma velocidade

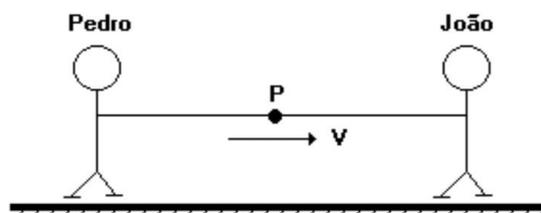
3 - Partícula se desloca cada vez mais rapidamente



De acordo com a 1ª lei de Newton, qual das três partículas está sob a ação de uma resultante externa de forças igual a zero:

- A) As partículas **1** e **3**, pois estas se deslocam com velocidade variável, isto é, estão sendo aceleradas
- B) A partícula **2**, pois esta se desloca sempre com a mesma velocidade, isto é, possui velocidade constante
- C) A partícula **1**, pois esta se desloca com velocidade cada vez menor, isto é, está sendo desacelerada
- D) A partícula **3**, pois esta se desloca com velocidade cada vez maior, isto é, está sendo acelerada

QUESTÃO 04 – Pedro e João estão brincando de cabo de guerra. João está levando a melhor, arrastando Pedro. Verifica-se que o ponto P marcado na corda move-se com velocidade constante de 1m/s para a direita, conforme o esquema da figura ao lado. Portanto, a força exercida na corda por:



- A) João é igual ao peso de Pedro
- B) Pedro é menor que o peso de João
- C) Pedro tem módulo (intensidade) igual à de João
- D) João é maior que a de Pedro

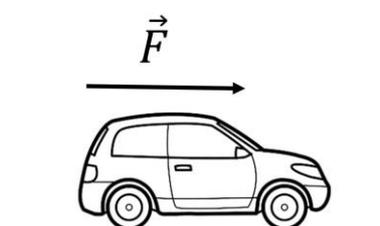
QUESTÃO 05 – O GIF ao lado destaca a colisão de um carro contra um obstáculo em um teste de segurança veicular. Qual princípio físico está associado a necessidade de utilização do cinto de segurança pelo motorista e demais passageiros de carros em geral?



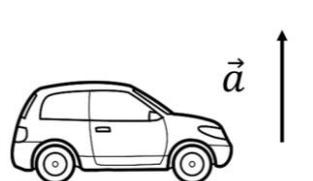
- A) 1º lei de Newton (Princípio da inércia): por inércia, os ocupantes tendem a permanecer parados antes da colisão, assim, o cinto impede que este seja lançado para fora do carro
- B) 1º lei de Newton (Princípio da inércia): por inércia, o carro tende a permanecer em seu estado de movimento antes da colisão
- C) As três leis de Newton justificam a necessidade de uso do cinto de segurança
- D) 1º lei de Newton (Princípio da inércia): por inércia, os ocupantes tendem a permanecer em seu estado de movimento antes da colisão, assim, o cinto impede que este seja lançado para fora do carro

AULA 06 – 2ª E 3ª LEIS DE NEWTON – APLICANDO AS LEIS DE NEWTON I

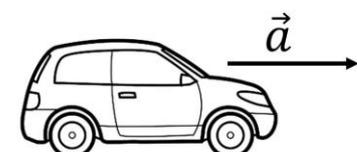
QUESTÃO 01 – A figura ao lado representa um carrinho que sofre a ação de uma força resultante F cujo o vetor é representado na figura ao lado. Qual das opções abaixo melhor representa o vetor aceleração a que atua sobre o carrinho?



A)



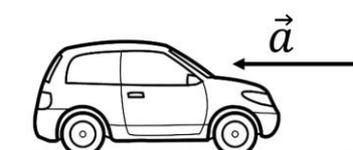
B)



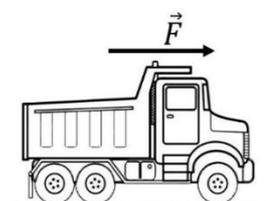
C)



D)



QUESTÃO 02 – A figura ao lado representa um carro e um caminhão sofrendo a ação de uma mesma força resultante F constante (mesma intensidade, direção e sentido). Sabendo que a massa do caminhão é 10 vezes maior que a massa do carro, como se comparam as acelerações provocadas por esta força resultante F nestes dois veículos?

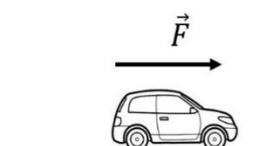


A) A aceleração no caminhão é igual a aceleração no carro

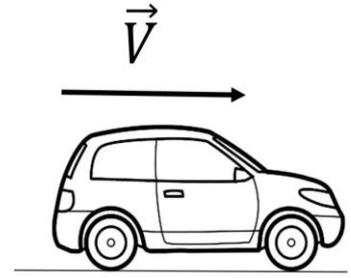
B) A aceleração no caminhão é 10 vezes maior que a aceleração no carro

C) Não há informações suficientes na questão que permita fazer a comparação entre as acelerações nos dois veículos

D) A aceleração no caminhão é 10 vezes menor que a aceleração no carro



QUESTÃO 03 – A figura ao lado representa um carrinho de se desloca com velocidade constante 50 m/s. Qual das opções abaixo melhor representam o vetor força resultante \vec{F} e aceleração \vec{a} que atuam sobre o carrinho?



- A) B)
- C) $\vec{a} = \vec{0}$ $\vec{F} = \vec{0}$ D)

QUESTÃO 04 – O gif ao lado mostra um homem sendo golpeado no rosto por uma luva (punho). Qual dos diagramas abaixo melhor representa o par ação-reação de forças existente no sistema Luva-Rosto?



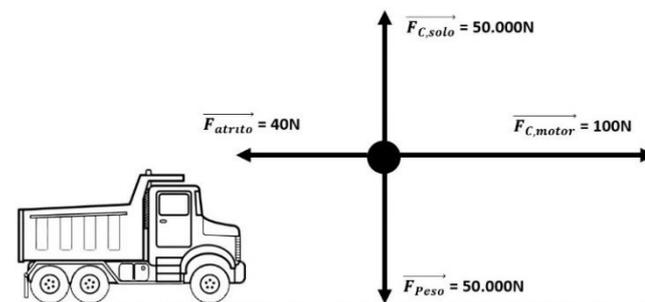
- A) B)
L – Luva
R – Rosto
- C) D)
L – Luva
R – Rosto

QUESTÃO 05 (ADAPTADA - ENEM) - Em uma faxina, a mãe pede que o filho a ajude a deslocar um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho diz ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a 3ª Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento. Qual explicação correta a mãe deve dar ao filho?

- A) A força resultante sobre o móvel é sempre nula
B) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo
C) A força de ação é um pouco maior que a força de reação
D) A força de ação é aquela exercida pelo garoto

AULA 07 – APLICAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON II

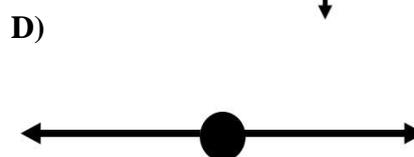
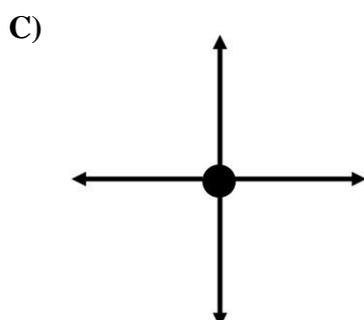
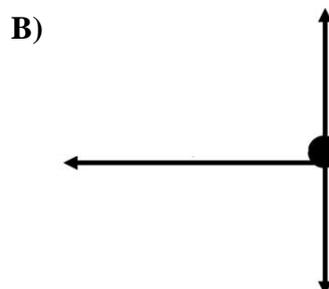
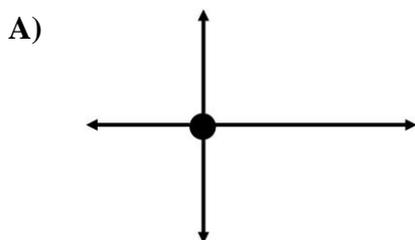
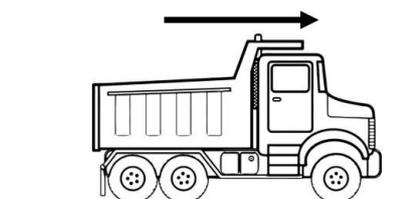
QUESTÃO 01 – A figura ao lado representa um caminhão de 5.000 kg que se move sobre uma superfície horizontal e plana sob a ação de 4 forças. Podemos afirmar que a resultante das forças que atuam sobre o caminhão é:



- A) Zero
- B) 60 N, com direção vertical e sentido para cima
- C) 60 N, com direção horizontal e sentido para a esquerda
- D) 60 N, com direção horizontal e sentido para a direita

QUESTÃO 02 – A figura ao lado apresenta um caminhão que se move cada vez mais rapidamente para a direita sobre uma superfície horizontal e plana. Qual dos diagramas abaixo melhor representa as forças que atuam sobre o caminhão:

Sentido do movimento



QUESTÃO 03 – O gif abaixo mostra um carro colidindo contra um obstáculo em um teste de segurança veicular. Como se compara a intensidade da força que o carro faz no obstáculo com a força que o obstáculo faz no carro:



- A) A força feita pelo obstáculo sobre carro é maior que a força feita pelo carro sobre o obstáculo, pois o carro fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton
- B) não há como comparar a intensidade das forças
- C) São iguais, pela 3ª lei de Newton
- D) A força feita pelo carro sobre o obstáculo é maior que a força feita pelo obstáculo sobre o carro, pois o obstáculo fica mais deformado, pela 3ª lei de Newton

QUESTÃO 04 – O gif abaixo mostra um cavalo puxando uma carroça. Considere que ambos (cavalo + carroça) se deslocam com velocidade constante. Como se compara a força que o cavalo faz na carroça com a força que a carroça faz no cavalo?



- A) A força que o cavalo faz na carroça é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação
- B) São iguais, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação
- C) São iguais, pela 1ª lei de Newton - princípio da inércia
- D) A força que a carroça faz no cavalo é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

QUESTÃO 05 – O gif abaixo mostra um cavalo puxando uma carroça. Considere que ambos (cavalo + carroça) se deslocam cada vez mais rapidamente. Como se compara a força que o cavalo faz na carroça com a força que a carroça faz no cavalo?



- A) A força que o cavalo faz na carroça é maior, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação
- B) São iguais, pela 3ª lei de Newton - princípio da ação e reação

QUESTÃO 04 (ADAPTADA - UERJ 2004)

- Levantar-se pelo cadarço do tênis puxando-o para cima é uma impossibilidade real. A explicação desse fato deve-se a uma lei de Newton, identificada como

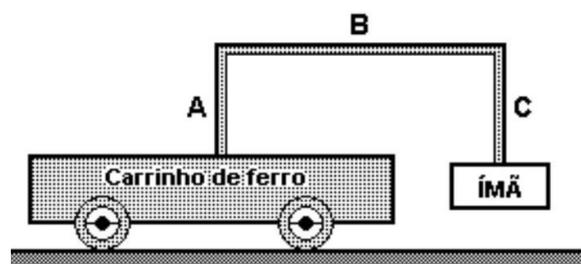
- A) primeira lei B) segunda lei
C) terceira lei D) lei da gravitação



(Adaptado de CARUSO, F. & DAOU, L. "Tirinhas de física", vol. 6. Rio de Janeiro, 2002.)

QUESTÃO 05 (ADAPTADA - ENEM) - O

carrinho da figura a seguir está preso e pode deslizar sem atrito sobre a superfície de apoio como é mostrado. Um ímã é preso ao corpo de um carrinho de ferro pela haste rígida ABC. Sabendo-se que ímãs atraem ferro, pode-se afirmar que ao ser solto, o sistema:



- A) Se move para direita.
B) Não se move.
C) Executa um movimento de vaivém.
D) Se move para frente com velocidade constante

ANEXOS

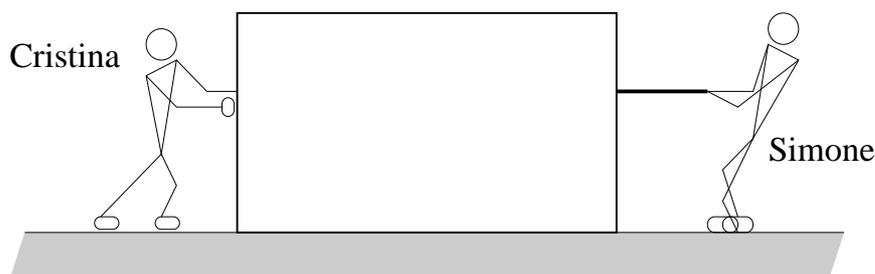
ANEXO A – CADERNO DE ATIVIDADE DE CLASSE: TUTORIAIS EM FÍSICA INTRODUTÓRIA

DINÂMICA DA PARTÍCULA

1 FORÇAS

1.1 Identificando Forças

Duas pessoas tentam mover uma caixa grande. A caixa, entretanto, não se move. Cristina está empurrando a caixa e Simone está puxando uma corda que está amarrada à caixa.



A - Desenhe um ponto grande (bem visível) numa folha de papel em branco, para representar a caixa. Desenhe vetores partindo do ponto para mostrar as forças exercidas *sobre* o bloco. Não se preocupe, no momento, com o tamanho desses vetores. Atribua um rótulo a cada vetor e escreva, perto dele, uma breve descrição da força que ele representa.

Na física Newtoniana supõe-se que todas as forças têm origem em alguma interação entre dois objetos. Para especificar-se uma força é necessário dizer *em que* objeto ela age, e qual objeto *exerce* a força. Por exemplo, na situação acima, existe uma força gravitacional sendo exercida *pela* Terra *sobre* o bloco.

B - Descreva as outras forças que você identificou no item A de acordo com o critério acima (*quem* exerce e *sobre quem* atua).

O diagrama que você desenhou é comumente chamado de *diagrama de forças*. Este diagrama deve conter apenas as forças que agem *sobre* o corpo em questão (no caso acima, as forças sobre a caixa). Verifique se o seu diagrama está condizente com esta definição, e corrija-o se for necessário.

Um diagrama de forças bem feito não deve ter *nada* além da representação do objeto e as forças (devidamente identificadas) que atuam *sobre* o objeto. Um diagrama de forças nunca deve conter 1) forças exercidas *pelo* objeto em questão sobre outros objetos ou 2) esboços de outros objetos que fazem força sobre o objeto em questão.

C - Todas as forças têm origem em interações entre diferentes objetos, mas as interações têm formas variadas.

Quais das forças exercidas sobre a caixa exigem *contato direto* entre a caixa e o objeto que faz a força?

Quais das forças exercidas sobre o bloco *não provêm* de contato direto entre a caixa e os objetos que as exercem?

Chamaremos as forças que dependem de contato de *forças de contato*, e as outras de *forças de ação à distância*.

D - Existem vários tipos diferentes de forças (embora todas elas sejam, de alguma forma, resultado da combinação das quatro forças fundamentais). Exemplos são as forças de atrito (\mathbf{F}_{at}), forças de tensão ou tração (\mathbf{T}), forças magnéticas (\mathbf{F}_{mag}), forças normais (\mathbf{N}) e a força gravitacional, popularmente conhecida como força peso (\mathbf{P}). Classifique as forças listadas identificando quais são forças de contato e quais são forças de ação à distância.

E - Considere a seguinte discussão entre dois estudantes:

- Estudante 1: “*Eu acho que o diagrama de forças para a caixa deveria conter uma força feita por Cristina, uma força feita pela corda, e uma força feita por Simone*”
- Estudante 2: “*Eu não acho que o diagrama deveria ter uma força feita por Simone. As pessoas não conseguem exercer forças sobre caixas sem tocar nas caixas.*”

Você concorda com algum dos dois estudantes? Qual? Explique seu raciocínio.

Em geral é conveniente identificar as forças com rótulos que deixem claro 1) o tipo de força, 2) o objeto sobre o qual a força é exercida e 3) o objeto que exerce a força. Por exemplo, a força gravitacional exercida *sobre* a caixa *pela* Terra poderia ser denotada \mathbf{P}_{CT} .

F - Identifique cada uma das forças no seu diagrama de forças (feito na parte A) da maneira descrita acima.

Espere até que o instrutor verifique o seu diagrama de forças para seguir adiante

1.2 Desenhando diagramas de forças

A - Esboce o diagrama de forças para um livro em repouso sobre uma mesa plana. (*Lembre-se: Um diagrama de forças bem feito não deve conter nada além do objeto em questão e das forças que agem sobre ele.*)

Certifique-se de que o rótulo escolhido para cada força indica claramente:

- o tipo de força (gravitacional, atrito, normal, *etc.*).
- o objeto sobre o qual a força age e
- o objeto que exerce a força.

i. Que evidências você tem da existência de cada uma das forças no seu diagrama?

ii. Que fatos você pode utilizar para determinar as intensidades relativas das forças que agem sobre o livro?

Como você representou as intensidades relativas de cada força no diagrama?

B - Um segundo livro, de massa maior que o primeiro, é colocado sobre aquele.

Esboce um diagrama de forças para cada um dos livros, rotulando as forças como na parte A. Especifique as forças de contato e as de ação à distância.

1 - Examine as forças nos dois diagramas que você desenhou. Explique porque as forças que aparecem em um deles não aparecem no outro.

2 - Que tipo de força o livro de cima exerce sobre o de baixo? Por quê seria incorreto dizer que o peso do livro de cima atua sobre o livro de baixo?

3 - Que fatos você poderia utilizar para determinar as intensidades relativas das forças que atuam sobre o livro de cima?

4 - Existem forças agindo sobre o livro de baixo que têm a mesma intensidade de alguma força que age sobre o livro de cima? Explique seu raciocínio.

C - Compare o diagrama de forças do livro de baixo com o diagrama para o mesmo livro desenhado na parte A (ou seja, antes de colocarmos o segundo livro sobre o primeiro).

Quais forças mudaram com a adição do segundo livro, e quais permaneceram iguais?

Como discutimos anteriormente, costumamos pensar em cada força que age sobre um objeto como sendo exercida por um outro objeto. O primeiro objeto exerce uma força sobre o segundo que é igual em intensidade e tem sentido oposto ao da força que o segundo exerce sobre o primeiro. O conjunto destas duas forças costuma ser chamado de *par ação-reação*.

D - Quais das forças mostradas nos seus dois diagramas formam um par ação-reação? Sobre que objeto cada uma das forças do par age?

Identifique os pares ação-reação fazendo uma ou mais pequenas marcas em forma de “x” em cada membro do par. Por exemplo, se você identificou dois pares, marque os membros do primeiro par com um “x” e os do segundo com dois “x”:

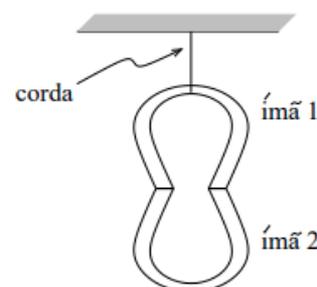


1.3 Forças de contato e forças de ação à distância

A - Um ímã está pendurado por outro ímã, como mostra a figura.

1 - Desenhe o diagrama de forças do ímã 2. Como antes, o rótulo de cada força deve indicar:

- o tipo de força (gravitacional, normal, etc.),
- o objeto sobre o qual a força atua e
- o objeto que exerce a força.



2 - Suponha que os ímãs sejam substituídos por ímãs mais fortes de mesma massa. Se isso modificar o diagrama de força do ímã 2, esboce o novo diagrama e descreva as mudanças. Se o diagrama de forças do ímã 2 não muda, explique o motivo.

3 - Um ímã pode exercer uma força de ação à distância sobre outro objeto?

Um ímã pode exercer uma força de contato sobre outro objeto?

Descreva como você pode usar um ímã para exercer *simultaneamente* força de contato e força de ação à distância sobre outro ímã.

4 - Para garantir que você levou em conta todas as forças que agem sobre o ímã 2 nos itens 1 e 2 acima:

Faça uma lista com todas as forças de ação à distância que agem sobre o ímã 2.

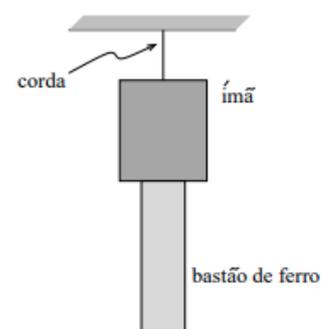
Faça uma lista com todas as forças de contato que agem sobre o ímã 2. (*Dica:* Que objetos estão em contato com o ímã 2?)

B - Um bastão de ferro é sustentado por um ímã, como mostra a figura. O ímã está pendurado por corda uma corda.

1 - Esboce os diagramas de força do bastão de ferro e do ímã (separadamente).

2 - Para cada uma das forças exibidas no diagrama para o bastão de ferro identifique a força correspondente que completa o par ação-reação.

3 - Como mudaria o diagrama de forças para o bastão de ferro se o ímã fosse substituído por um ímã mais forte? Quais forças mudariam (de tipo ou intensidade)? Que forças permaneceriam iguais?

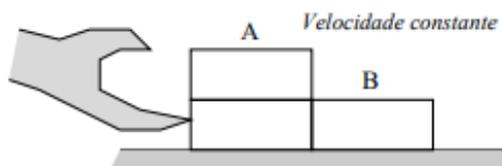


2 SEGUNDA E TERCEIRA LEIS DE NEWTON

2.1 Aplicando as leis de Newton a objetos que interagem: velocidade constante

Três blocos idênticos são empurrados sobre uma mesa com *velocidade constante*, conforme mostrado na figura. A mão empurra horizontalmente. (*Nota:* existe atrito entre os blocos e a mesa.)

Chamemos os dois blocos empilhados de sistema A e o bloco sozinho de sistema B.



A - Compare a *força resultante* (intensidade, direção e sentido) sobre o sistema A com aquela sobre o sistema B. Explique o seu raciocínio.

B - Desenhe diagramas de forças para os sistemas A e B. Rotule cada força no diagrama identificando claramente o tipo de força, o objeto sobre o qual a força age e o objeto que faz a força.

C - A intensidade (ou módulo) da força feita sobre o sistema A pelo sistema B é *maior que*, *menor que* ou *igual à* intensidade da força que o sistema A faz sobre o sistema B? Explique.

Sua resposta mudaria se a mão estivesse empurrando o bloco B para a esquerda ao invés de empurrar o bloco A para a direita? Em caso afirmativo, como ficaria a nova resposta? se não, porque não?

D - Identifique todos os pares ação-reação nos seus diagramas (desenhando, por exemplo, cruces sobre os vetores, uma para o primeiro par, duas para o segundo e assim por diante).

Que critérios você usou para identificar os pares?

A sua resposta ao item C é consistente com os pares ação-reação que você identificou? Se é explique como. Se não, resolva a inconsistência.

E - Ordene as forças horizontais dos seus diagramas por intensidade (*Dica*: lembre-se de que os blocos estão se movendo com velocidade constante.)

Você usou a segunda lei de Newton para comparar as intensidades das forças horizontais? Se usou, como?

Você usou a terceira lei de Newton para comparar as intensidades das forças horizontais? Se usou, como?

Que informação além das leis de Newton você usou para comparar as intensidades das forças horizontais?

F - Suponha que a massa de cada tijolo seja 2,5 kg, o coeficiente de atrito cinético entre os tijolos e a mesa seja 0,2 e os tijolos estejam se movendo com velocidade constante igual a 0,50 m/s.

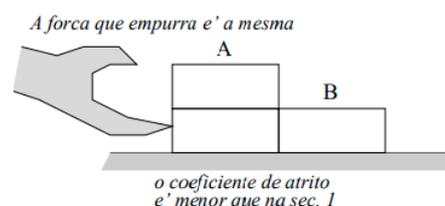
Determine a intensidade de cada força que você identificou nos diagramas de força do item B. (use o valor aproximado de 10 m/s^2 para a aceleração da gravidade.)

Seus resultados mudariam se os tijolos estivessem se movendo com a metade da velocidade acima? Se mudariam, como? Se não, porque?

Discuta suas respostas com o professor antes de continuar.

2.2 Aplicando as leis de Newton a objetos interagentes: velocidade variável

Suponha que os tijolos estejam sendo empurrados com a mesma força que na seção anterior, mas que o coeficiente de atrito cinético entre a mesa e os tijolos seja *menor* que na seção anterior.



A - Descreva os movimentos dos sistemas A e B. Compare-os com os da seção anterior.

B - Compare a *força resultante* (intensidade, direção e sentido) sobre o sistema A com aquela sobre o sistema B. Explique.

C - Desenhe diagramas de força para os sistemas A e B e rotule apropriadamente as forças.

D - Considere a seguinte discussão entre dois estudantes:

- Estudante 1: *Os sistemas A e B estão sendo empurrados pela mesma força que antes, portanto seus movimentos devem ser iguais aqueles descritos na seção anterior.*
- Estudante 2: *Eu não concordo. Eu acho que o sistema está sendo acelerado, já que a força de atrito é menor do que antes. Por isso, a força com a qual o sistema A está empurrando o sistema B é maior do que a força que o sistema B faz sobre o sistema A.*

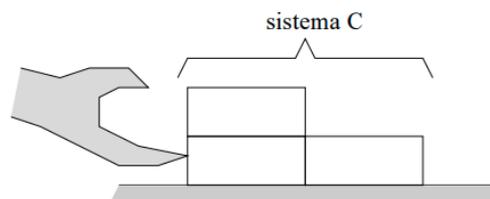
Você concorda com algum dos dois estudantes? Explique seu raciocínio.

E - Liste as forças horizontais que aparecem nos seus diagramas em ordem crescente de intensidade. Explique seu raciocínio. (Descreva explicitamente como você usou a segunda e a terceira leis de Newton para comparar as intensidades das forças.)

É possível ordenar *completamente* as forças horizontais neste caso?

2.3 Aplicando as leis de Newton a objetos interagentes

Vamos chamar o sistema formado pelos três tijolos de sistema C. A situação é a mesma da seção 2.



A - Compare a intensidade da força resultante sobre o sistema C com as intensidades das forças resultantes sobre os subsistemas A e B. Explique.

B - Desenhe um diagrama de forças para o sistema C, rotulando as forças adequadamente.

Compare as forças que aparecem no diagrama do sistema C com as que aparecem nos diagramas dos sistemas A e B na seção anterior.

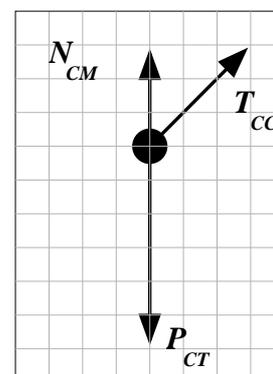
Para cada força no diagrama do sistema C, identifique a(s) força(s) correspondentes nos diagramas dos sistemas A e B.

Existem forças nos diagramas dos sistemas A e B que não aparecem no diagrama do sistema C? Se existem, que características em comum estas forças possuem que não são compartilhadas pelas outras forças?

Note que estas forças são geralmente chamadas de *forças internas*, para distingui-las das *forças externas*.

2.4 Interpretando diagramas de forças

A figura mostra o diagrama das forças que atuam sobre um carrinho apoiado numa mesa de laboratório, puxado por uma corda. Todas as forças foram desenhadas na mesma escala. Esboce o sistema (carrinho, corda, etc.) como se você o estivesse vendo no laboratório.

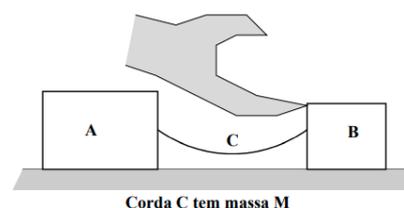


O que você pode afirmar sobre o movimento do carrinho baseado no diagrama de forças? Por exemplo, o carrinho poderia estar se movendo para a esquerda? para a direita? poderia estar parado? Diga se cada caso destes é possível, e explique suas afirmações. Descreva o movimento do carrinho em cada um dos casos possíveis.

3 TENSÃO

3.1 Blocos ligados por uma corda

Dois blocos, A e B, estão ligados a uma corda de massa M . O bloco B está sendo empurrado por uma força horizontal constante como mostra a figura. Suponha que não haja atrito entre os blocos e a mesa sobre a qual estão apoiados e que os blocos já estejam se movendo no instante mostrado.



A - Descreva os movimentos dos blocos A e B e da corda.

B - Numa folha de papel a parte desenhe um diagrama de corpo livre para cada um dos blocos e para a corda. Rotule cada força de forma clara.

C - Identifique todos os pares ligados pela terceira lei de Newton (pares ação e reação) em seus diagramas fazendo uma ou mais pequenas marcas em forma de "x" em cada membro do par. Por exemplo, se você identificou dois pares, marque os membros do primeiro par com um "x" e os do segundo com dois "x", como mostrado abaixo:



D - Relacione em ordem decrescente de magnitude as *componentes horizontais* de todas as forças em seus diagramas. Explique seu raciocínio.

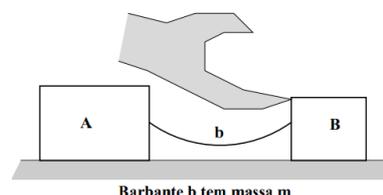
E - Considere as componentes horizontais das forças exercidas pelos blocos A e B *sobre a corda*. Sua resposta ao item D é consistente com sua expectativa a respeito da força resultante sobre a corda?

Discuta suas respostas com um instrutor antes de prosseguir.

3.2 Blocos ligados por um barbante muito leve

Os blocos da seção 1.1 estão agora ligados por um barbante muito leve, flexível e inextensível de massa m ($m < M$).

A - Se o movimento dos blocos for o mesmo que na seção 1.1, como se compara a força resultante sobre o barbante com a força resultante sobre a corda da seção anterior?



1 - Determine se a força resultante sobre cada um dos objetos abaixo é *maior que*, *menor que* ou *igual* à força resultante sobre este mesmo objeto na seção 1.1.

Explique sua conclusão.

- bloco A
- bloco B
- sistema formado pelos 2 blocos e pela corda ou barbante que os liga

2 - Compare os módulos das componentes horizontais dos seguintes pares de forças:

- a força que o bloco A faz sobre o barbante com a força que o mesmo bloco A faz sobre a corda da seção anterior. Explique seu raciocínio.
- a força que o bloco B faz sobre o barbante com a força que o mesmo bloco B faz sobre a corda na seção anterior. Explique seu raciocínio.

B - Suponha uma sequência de situações em que o barbante que liga os blocos A e B seja, a cada nova situação, trocado por outro de massa cada vez menor, mas que o movimento dos blocos continue sempre igual ao que era na seção 1.1. O que acontece, a cada nova situação, com:

- o módulo da força resultante sobre o barbante que liga os 2 blocos?
- os módulos das forças exercidas pelos blocos A e B sobre o barbante que liga os 2 blocos?

C - Um barbante exerce uma força sobre cada um dos 2 objetos aos quais está ligado. Se o barbante tem massa desprezível, o módulo de cada uma destas forças é usualmente chamado de "tensão no barbante". Justifique o uso dessa terminologia, em que se supõe que *um único valor* possa ser atribuído ao módulo das 2 forças.

D - Se a única informação que você tem sobre um barbante de massa desprezível é que a força resultante sobre ele tem módulo nulo, é possível inferir que movimento ele terá? Se sua resposta for positiva, diga o que se pode inferir; se for negativa, justifique-a com exemplos.

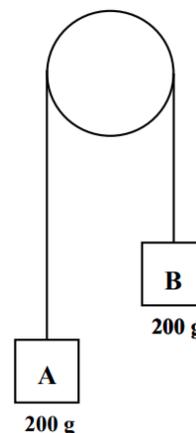
Como aplicação de seu raciocínio no item D, responda:

- é possível aplicar-se a um barbante de massa desprezível uma força de módulo não nulo?
- é possível que a força resultante sobre um barbante de massa desprezível tenha módulo não nulo? Explique.

Discuta suas respostas com um instrutor antes de prosseguir.

3.3 A máquina de Atwood

A máquina de Atwood mostrada na figura consiste de dois objetos idênticos ligados por um barbante de massa desprezível que corre sobre uma polia ideal fixada por seu centro. O objeto B é inicialmente seguro acima do objeto A, de forma que ambos estejam parados.



A - Faça uma previsão sobre qual será o movimento dos objetos A e B depois que forem soltos. Explique os fundamentos de seu raciocínio. *Não faça nenhuma conta!*

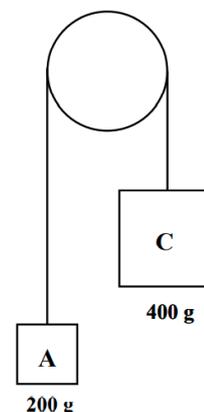
B - Desenhe um diagrama de corpo livre para cada um dos objetos A e B. Seus diagramas são consistentes com a previsão que você fez no item A? Explique.

Substitua o objeto B por um objeto C de massa maior que o primeiro. O objeto C é inicialmente seguro acima do objeto A de maneira a impedir que eles se movam.

C - Faça uma previsão sobre:

- o que acontecerá com o objeto C quando ele for solto
- como o movimento do objeto C se compara com o movimento do objeto A quando forem soltos.

Explique as bases de seu raciocínio. *Não faça nenhuma conta!*



D - Desenhe diagramas de corpo livre separados para os objetos A e C *depois* de terem sido soltos; rotule com clareza cada uma das forças desses diagramas. Indique os módulos das forças pelos tamanhos dos vetores que as representam.

As previsões que você fez no item C são consistentes com seus diagramas de corpo livre para os objetos A e C? Se sua resposta for positiva, explique porque são consistentes. Se não, resolva as inconsistências.

E - O peso de um objeto de massa $200g$ tem módulo $(0,2kg)(9,8m/s^2) \approx 2N$.

Analogamente, o peso de um objeto de massa $400g$ tem módulo aproximadamente igual a $4N$.

1 - Como se compara a força exercida pelo barbante sobre o objeto A com estes 2 pesos?

2 - Como a força exercida pelo barbante sobre o objeto C se compara com estes 2 pesos?

Explique suas respostas.

3 - Como a força resultante sobre o objeto A se compara com a força resultantes sobre o objeto C? Explique.

F - Considere a afirmativa a seguir, feita por um estudante sobre a máquina de Atwood: *Tudo que um barbante pode fazer é transmitir forças feitas por outros objetos. Isto significa que o barbante da máquina de Atwood apenas transmite o peso de um bloco para o outro.*

Você concorda com este estudante? Explique seu raciocínio.