



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA**

HUGO NOGUEIRA MONTEIRO

PEER INSTRUCTION PARA A APRENDIZAGEM DE ESTÁTICA DE UM PONTO MATERIAL

**BELÉM
2019**

HUGO NOGUEIRA MONTEIRO

PEER INSTRUCTION PARA A APRENDIZAGEM DE ESTÁTICA DE UM PONTO MATERIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, no curso de graduação em Licenciatura em Física para obtenção do grau de Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Prof. Dr. Manoel J. S. Neto.

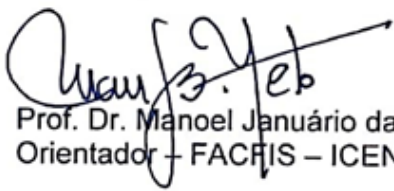
BELÉM

2019

HUGO NOGUEIRA MONTEIRO

"PEER INSTRUCTION PARA A APRENDIZAGEM DE ESTÁTICA DE UM PONTO MATERIAL"

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
Orientador - FACFIS - ICEN - UFPA

Prof(a). Karoline Braga Aldenas
Examinadora - MNPEF



Prof. MSc. André Luiz Pereira dos Santos
Examinador - MNPEF



Belém, 12 de dezembro de 2019

Este trabalho é dedicado especialmente aos meus pais, meus motivadores e conselheiros dessa vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por me dar força sempre quando eu pedir e não me deixar desistir durante a graduação, me proporcionando saúde e perseverança.

Agradeço intensamente aos meus pais, Raimundo Ivan A. Monteiro e Ana Lúcia Nogueira Monteiro, que sempre me deram condições para estudar e por me deixarem bem à vontade para cuidar dos meus estudos sem que nada atrapalhasse minhas escolhas.

Agradeço também ao meu primo, Emerson Monteiro, por sempre me disponibilizar seu Notebook para tais trabalhos acadêmicos, inclusive deste TCC.

Meus sinceros agradecimentos ao apoio que eu tive na aplicação deste trabalho na turma do 1º ano integral: Ao amigo Sérgio Rodrigues, na orientação para manusear o aplicativo Plickers.

Ao Professor Rodrigo Mota, coordenador das turmas do integral, na montagem e disponibilidade quando precisei dos equipamentos necessários (Datashow, notebook) para ministrar a aula referente ao tema deste trabalho e também, nos registros digitais realizados durante a abordagem do conteúdo e na aplicação da metodologia.

Quero agradecer a Universidade Federal do Pará (UFPA), pela convivência durante esses anos de estudo, onde passei por diversas dificuldades no curso, mas que me fizeram aprender muita coisa, superando cada obstáculo acadêmico, na qual me proporcionou valorizar cada vez mais as situações vividas.

O impossível nunca vai existir se você acreditar e persistir.

Hugo Nogueira Monteiro

RESUMO

Neste trabalho, aplicamos a metodologia Peer Instruction (instrução por pares), na implementação de compreender o conteúdo de estática de um ponto material, desenvolvida em uma turma de 1º ano integral no ensino médio, numa escola pública de Belém. O objetivo principal foi procurar obter resultados positivos, em busca do melhor entendimento dos alunos, na qual demonstrassem ter dificuldade em compreender determinado assunto abordado anteriormente. Para isso, foi desenvolvido um experimento, onde possibilitou a abordagem mais detalhada do assunto e a comprovação dos conceitos físicos presente nos livros didáticos, além de prender a atenção da turma, fator muito importante para uma explicação bem cautelosa, permitiu a interação dos alunos e a curiosidade de ver acontecer na prática o determinado tema em questão. Para a coleta de dados, a fim de verificar o desempenho de cada aluno, antes e depois do experimento, foi utilizado o aplicativo Plickers, disponível para smartphones e tablets, onde nos possibilita realizar o sistema de votação das alternativas presentes nas questões do teste conceitual, elaborado para a avaliação dos estudantes. Nessa votação, verifica-se o percentual de acertos dos alunos, caso fique entre 30% e 70%, é aplicada a metodologia Peer Instruction, onde o professor pede para formar pequenos grupos ou duplas, de preferência com colegas que tenham escolhido alternativas diferentes e dessa maneira, permite a interação entre os estudantes realizando debates na sala de aula a respeito das questões apresentadas no teste conceitual, para enfim fazer a segunda votação.

Palavras-chave: Adequação do Ensino de Física; Estática; Aprendizagem Significativa; Instrução por Pares; Plickers.

ABSTRACT

In this paper, we apply the Peer Instruction (Peer Instruction) methodology, in the implementation of understanding the content of One-Point Static Material, developed in a first-year high school class, in a public school in Belém. seek to obtain positive results, in search of a better understanding of the students, in which they demonstrated difficulty in understanding a certain subject previously addressed. For this, an experiment was developed, which allowed the more detailed approach of the subject and the proof of the physical concepts present in the textbooks, besides holding the class attention, very important factor for a very cautious explanation, allowed the interaction of the students and the curiosity to see in practice the particular theme in question. For data collection, in order to verify the performance of each student, before and after the experiment, we used the Plickers application, available for smartphones and tablets, which allows us to perform the voting system of the alternatives present in the conceptual test questions., designed for student evaluation. In this vote, the percentage of students' hits is verified, if it is between 30% and 70%, the peer instruction methodology is applied, where the teacher asks to form small groups or pairs, preferably with colleagues who have chosen different alternatives and In this way, it allows the interaction between the students having debates in the classroom about the questions presented in the conceptual test, in order to make the second vote.

Keywords: Adequacy of Physics Teaching; Static; Meaningful learning; Peer Instruction; Plickers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Diagrama do processo de implementação do método PI (Peer Instruction) ...	17
Figura 3.2: Cadastro dos alunos com seus respectivos cartões numerados	19
Figura 3.3: Cartões utilizados pelos alunos e lidos pelo aplicativo Plickers	20
Figura 3.4: Alunos em momento de votação	21
Figura 3.5: Percentual de acertos das questões	21
Figura 3.6: Frequência das alternativas escolhidas.....	21
Figura 3.7: Representação da área de trabalho no site do Plickers	22
Figura 3.8: Sala de aula da Escola	24
Figura 3.9: Slides sobre estática de um ponto material	25
Figura 3.10: Slides sobre estática de um ponto material	25
Figura 3.11: Exposição dos tópicos de Estática	26
Figura 3.12: Exposição sobre Estática	26
Figura 3.13: Primeira votação do teste conceitual.	27
Figura 3.14: Coleta de dados 1ª votação das alternativas em questão	28
Figura 3.15: Desempenho de cada aluno e porcentagem das questões na 1ª votação	28
Figura 3.16: Experimento realizado.....	31
Figura 3.17: Experimento realizado.....	31
Figura 3.18: Segunda votação com aplicação da PI após o experimento realizado	31
Figura 3.19: Desempenho de cada aluno e porcentagem das questões na 2ª votação	32
Figura 3.20: Início da avaliação no Flash.....	33
Figura 3.21: Nota e desempenho do 1º momento de avaliação no Flash.....	33
Figura 3.22: Nota e desempenho do 2º momento de avaliação no Flash.....	33

Figura 4.1: Questão 01: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação	35
Figura 4.2: Questão 02: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação	35
Figura 4.3: Questão 03: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação	35
Figura 4.4: Questão 04: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação	36
Figura 4.5: Questão 05: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação	36
Figura 4.6: Questão 01: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação	37
Figura 4.7: Questão 02: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação	37
Figura 4.8: Questão 03: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação	38
Figura 4.9: Questão 04: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação	39
Figura 4.10: Questão 05: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação	39

SUMÁRIO

Capítulo 1: INTRODUÇÃO	09
1.1 Objetivo Geral	12
1.2 Objetivo Específico.....	12
Capítulo 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Descrição da Metodologia Peer Instruction	13
2.2 Definição da Peer Instruction (P.I)	14
Capítulo 3: APLICAÇÃO DA PEER INSTRUCTION DE ERIC MAZUR	16
3.1 Sistema de votação: Coleta de dados (Plickers)	18
3.2 Aplicação da PI na turma de 1º ano integral do ensino médio	23
3.3 Primeiro encontro: abordando os conceitos básicos	25
3.4 Segundo encontro: aplicação do teste conceitual e realização do experimento.	27
3.5 Condições de equilíbrio de um ponto material abordado no experimento.....	30
3.6 Sistema de avaliação para o teste conceitual (Adobe Flash CS3 Professional) .	32
Capítulo 4: ANÁLISE: RESULTADOS DA PESQUISA	34
4.1 Respostas dos alunos antes de realizar o experimento e aplicar a PI.....	35
4.2 Respostas dos alunos após realizar o experimento e aplicar a PI.....	37
Capítulo 5: CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS	42
7. ANEXOS	43

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O ensino médio em escola pública, na qual existem situações precárias de ensino, ajudam a contribuir com as dificuldades durante a graduação, provocando uma adaptação bem conturbada no curso.

Contudo, o desejo de ser professor, faz superar os obstáculos na Universidade, uma vez que a escolha dessa área permite tentar fazer diferente daquilo que foi vivenciado no tempo de ensino médio na escola pública.

Nesse período, a evolução é bastante relativa ao conhecimento e, com certeza no comportamento, visto que a graduação permite enfrentar situações em que exige muita cautela e juízo para resolver algo.

A volta em uma escola de ensino médio (pública), desta vez em outra posição social, pode provocar um sentimento de revolução e emoção ao mesmo tempo, pois percebe-se que as precariedades de antes ainda existem em vários fatores e principalmente na infraestrutura escolar. Um grande desafio para os professores comprometidos com a educação que, em busca do interesse constante dos alunos, elaboram projetos e experimentos que mostrem o dia a dia de cada um dos estudantes, tornando uma proposta de metodologia bem-sucedida e plausível para superar todos os desafios.

Diante desses desafios e, com o pensamento de sempre buscar a melhor maneira ou o melhor método de ensino para o entendimento do aluno, pesquisamos a metodologia Peer Instruction, onde nos possibilita implementar uma atividade diferenciada, saindo um pouco da rotina de aulas expositivas tradicionais e, almejando sempre um melhor rendimento da turma.

A Peer Instruction, se mostra uma metodologia pedagogicamente bem eficiente, a fim de deixar claro os fundamentos conceituais ensinados pelo professor, de modo a direcionar os alunos para um melhor desempenho a frente dos conteúdos abordados.

Com base no “senso comum”, Mazur afirma que os estudantes de Física possuem noções e crenças que decorrem de interpretações livres e experiências pessoais a respeito dos fenômenos físicos (MAZUR, 2015).

Em sala de aula trabalhamos com diversos alunos (CARVALHO, 2013). Por conta disso, é necessário levar em consideração, a teoria de Vigotsky, na construção social do conhecimento.

Para Vigotsky, a aprendizagem significativa ocorre quando há interação dos alunos em meio as atividades realizadas, onde o estudante aprendiz precisa interagir com outro de sua classe, lidando com seus costumes de linguagens e hábitos de

conversas, de modo que isso se tire vantagem num possível debate conceitual para a resolução de problemas e procure tirar as possíveis dúvidas entre eles, a fim de deixá-los bem mais à vontade na discussão dos assuntos abordados. Com isso, Vigotsky demonstra que a interação social não se resume apenas com a influência entre o professor e o aluno, mas também, entre aluno e aluno (VIGOTSKY, 1984).

Com a metodologia Peer Instruction, essa interação social acontece quando os alunos interagem entre si, discutindo questões conceituais nas quais foram apresentadas antecipadamente, provocando alguma dúvida no decorrer da aplicação das atividades.

Como vantagem, a metodologia Peer Instruction apresenta significativas melhorias no desempenho para testes conceituais de física, tanto em ensino médio, quanto em ensino superior, de modo que traz alguns resultados de trabalhos aplicados positivamente no Brasil, (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).

No capítulo 2, apresentamos a fundamentação teórica quanto ao desenvolvimento a respeito da metodologia Peer Instruction, desenvolvida pelo professor Eric Mazur, com o intuito de potencializar o ensino de física, tendo como vantagem a aplicação em diversas disciplinas e em outros níveis de ensino, fazendo a devida descrição e a definição deste método sendo aplicado no ensino de física, mostrando ser bastante eficaz para a aprendizagem.

No capítulo 3, abordamos a aplicação da metodologia Peer Instruction de Eric Mazur, onde ele demonstra todo o seu processo de aprendizagem significativa, seguindo o seu próprio roteiro, na qual foi desenvolvida. Também apresentamos o sistema de votação para a coleta de dados dos alunos, com o auxílio do aplicativo Plickers, onde descrevemos o processo de utilização da ferramenta digital, bem como seu modo de manuseio na turma. Ainda neste capítulo, descrevemos como foi a aplicação da PI na turma de 1º ano integral do ensino médio, fazendo as devidas exposições no primeiro encontro, onde foi abordado os conceitos básicos e, no segundo encontro, onde foi aplicado o teste conceitual e realizado o experimento. Para finalizar o capítulo, demonstramos as condições de equilíbrio de um ponto material, onde enriqueceu consideravelmente o desempenho da turma diante do experimento abordado, sendo que sua avaliação foi efetivada também, com o auxílio do sistema de avaliação criado no programa Adobe Flash CS3 Professional.

No capítulo 4, expomos a análise com os resultados da pesquisa, onde apresenta de maneira explícita as respostas dos alunos antes e após a realização do experimento e aplicação da PI.

Por fim, no capítulo 5, fazemos a devida conclusão deste trabalho, na qual obteve resultados expressivamente positivos e satisfatórios com a abordagem de experimento e a aplicação da metodologia Peer Instruction, seguindo das referências mencionadas e os anexos utilizados nas aulas.

1.1 Objetivo Geral

Conquistar a aprendizagem significativa dos alunos, através da aplicação da metodologia Peer Instruction, na qual possa adequar o ensino de física para um melhor entendimento de cada aluno, sobretudo os estudantes que apresentam maior dificuldade de assimilação dos assuntos abordados.

1.2 Objetivo Específico

Aplicar um experimento envolvendo o conteúdo de Estática de um ponto material, de modo que se procure instigar a curiosidade dos alunos para explicar detalhadamente neste momento, os conceitos físicos estudados anteriormente, a fim de comprovar para eles o que foi explanado diretamente encontrado no livro-texto de física, previamente ministrado em sala de aula. Por fim, realizar as devidas votações para a verificação das respostas corretas (antes e depois do experimento), através do teste conceitual, auxiliado pelo aplicativo Plickers.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Descrição da metodologia Peer Instruction:

Uma metodologia ativa de aprendizagem, desenvolvida com o objetivo principal, de obter o melhor entendimento e desempenho dos alunos em um determinado assunto abordado. Trazendo como vantagem, a possibilidade de aplicar esta mesma metodologia em várias disciplinas diferentes e também em vários níveis da educação, contribuindo assim, com a interação em diversos assuntos em sala de aula.

Desenvolvida pelo professor de física, Eric Mazur, da Universidade de Harvard, na década de 90, é um método ativo focado na aprendizagem colaborativa, para potencializar o aprendizado dos alunos, interagindo entre si ao invés de memorizar o assunto.

Ajuda o professor a entender as principais dúvidas com a interação mais ativa dos estudantes em sala de aula. Pelo fato de o docente orientador ter a chance de se adequar ao nível dos alunos, para uma melhor abordagem de ensino e aprendizagem na qual estão mais habituados a lidar, possibilitando assim, uma demanda maior de aprendizagem significativa.

Com o intuito de potencializar a aprendizagem, este método surgiu a princípio, para qualificar o ensino de física, na qual essa metodologia está totalmente focada no estudante, para promover cada vez mais o desempenho da classe. Para obter o resultado esperado, o professor deve ter o cuidado com cada aluno, a ponto de que cada assunto esteja sendo tratado adequadamente conforme o nível de aprendizagem dos estudantes, tendo em vista que, é sempre bom pensar nas dificuldades de assimilação da matéria que diversos alunos possuem. Assim, acredita-se que os assuntos não causarão tanto susto ao serem abordados em sala de aula.

Baseado nesse pensamento, a metodologia de Mazur será aplicada no ensino de física, contribuindo com um grande auxílio na luta para adquirir o conhecimento, assim, esperamos sempre buscar a diminuição da evasão escolar em nosso país, com o foco principal no aluno de maior dificuldade de aprendizado e também naqueles com pouco interesse em aprender.

2.2 Definição da Peer Instruction (P.I)

É uma metodologia interativa de ensino, com um método de aprendizagem ativa abordando questões conceituais em sala de aula, promovendo as interações entre os alunos, com o objetivo sempre em melhor assimilação da matéria, abrangendo questionamentos que, provoquem aos alunos um debate ativo para aproveitar o tempo em sala de aula pensando e discutindo de maneira positiva os conceitos principais do conteúdo em questão.

O Professor e Pesquisador Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), desenvolveu a metodologia Peer Instruction com base nas pesquisas de artigos de Halloun e Hestenes, que consideravam o ensino uma maneira de ser melhor trabalhado para mudar as concepções prévias de senso comum dos estudantes a ponto de compreender os fenômenos físicos. Com esta preocupação que Mazur desenvolveu esse método para seus alunos da disciplina de Introdução à Física, no ano de 1991 (MAZUR, 2015).

A Peer Instruction consiste em um método de ensino-aprendizagem que aborda questões ou exercícios de cunho conceitual, propondo uma dinâmica de interação entre os alunos, com o objetivo de promover o desempenho da classe nos testes conceituais à medida que os alunos discutem as questões. Logo, o principal objetivo da PI é explorar a interação social entre os alunos durante as aulas expositivas, voltado 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, focando a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento.

Nesse processo, a descentralização do professor é de fundamental importância para que a interação entre os alunos seja significativa para a aplicação da metodologia PI.

“Tornar o aluno um agente ativo, (co)responsável pelo processo de ensino e aprendizagem” é algo mais fácil de defender do que colocar em prática, principalmente quando o professor está à frente de uma classe numerosa, com alunos pouco interessados, sempre assombrado pelo fantasma da evasão (ARAUJO, 2013).

O objetivo fundamental da Peer Instruction é fazer com que o aluno entenda os conceitos físicos principais para proporcionar a assimilação das ideias e do conteúdo estudado, com isso, tendo a oportunidade de interação entre os estudantes. Para promover o melhor aproveitamento do tempo de aula e abordagem dos livros didáticos, este método tem como finalidade a realização de atividades de leitura dos materiais disponibilizados pelo professor antes das aulas serem ministradas ou até mesmo uma breve explanação do assunto escolhido para deixar a turma já familiarizada no conteúdo, sendo posteriormente aplicada a metodologia em questão. Com a turma previamente familiarizada no assunto, será de extrema importância para o desenvolvimento nas aulas expositivas, a fim que tenhamos a oportunidade de discutir o assunto ministrado e aprofundar o conteúdo já lido previamente, uma maneira essencial para esclarecer todas as dúvidas, sempre buscando exemplos que abordam o tema. Com essas exposições orais dos assuntos tratados, o intuito é sempre focar no ponto chave do conteúdo, para que o aluno se sintam cada vez mais à vontade para tirar as dúvidas. Nessa sequência, é aplicado os testes conceituais, de que se caracteriza a ideia central para a proposta da metodologia Peer Instruction.

A aplicação da PI destaca-se na maneira de como é ensinar física, um grande desafio, onde busca priorizar os conceitos físicos que são também essenciais para um bom entendimento dos assuntos abordados. Com isso, diversifica aquelas aulas tradicionais: escrever no quadro, resolução de exercícios, memorizar equações. Logo, obtêm-se de maneira precisa a chance de debater em sala os significados reais dos conceitos físicos (COSTA; BARROS, 2015).

A experimentação é muito bem-vinda neste método de ensino, a fim de comprovar conteúdos conceituais, de maneira que extraia dos livros didáticos a forma física dos assuntos, para que mostre aos alunos de como acontece no cotidiano, assim possibilitará maior interesse dos estudantes, tendo a oportunidade de promover a melhor assimilação dos conteúdos estudados e contribuir com uma maneira para complementar sua aprendizagem.

“à dependência excessiva do livro didático, a ausência da prática experimental, o currículo desatualizado e descontextualizado, o reduzido número de aulas e a profissionalização insuficiente do professor (PEDRISA, 2001; DIOGO; GOBARA, 2007).”

CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DA PEER INSTRUCTION DE ERIC MAZUR

Para Eric Mazur a metodologia Peer Instruction tem como objetivos: abordar a interação entre os alunos durante a aplicação do método, a fim de discutir e pensar de maneira positiva nos conceitos físicos de base fundamental.

Tendo como ponto principal da aplicação, está em conjunto o teste conceitual, com questões qualitativas de múltipla escolha, através dessas questões possibilitará à avaliação dos estudantes no que diz respeito a forma significativa de aprendizagem de cada um deles.

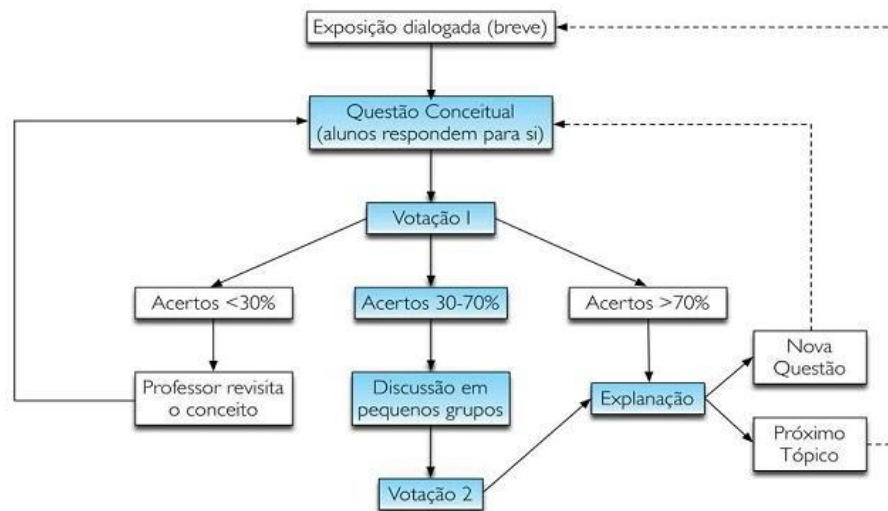
Esquema de aplicação da Peer Instruction:

- Resultados com porcentagens inferiores a 30% de respostas corretas, indica que o professor deve abordar novamente o mesmo tópico, de maneira mais detalhado, mais rico em exemplos e deste modo realizar uma nova votação para avaliar os alunos com outra questão conceitual;
- Resultados com porcentagens superiores a 70% de acertos, indica que o professor deve seguir normalmente sua aula passando para o próximo tópico, depois de explicar a questão, explicando o porquê das demais alternativas estarem incorretas, para que não crie nos alunos, que erraram a questão, uma frustração por não ter compreendido o assunto abordado, pois a maioria da turma respondeu corretamente o teste conceitual.
- Resultados com porcentagens de respostas corretas entre 30% e 70%, indica que há dúvidas na turma, onde é aplicado o método de discussão em grupos, daí a origem do nome dessa metodologia ativa Peer Instruction, na qual o professor pede para formar pequenos grupos ou formar duplas, de preferência com alunos que tenham respondido alternativas diferentes do teste conceitual, para fins de discussões das determinadas questões respondidas anteriormente, de modo que neste momento os alunos estarão pensando e debatendo as questões, com a linguagem habitual deles, com o intuito de ficarem mais à vontade para se expressar e raciocinar, tentando um convencer o outro que tenha respondido outra alternativa, para descobrir a resposta correta. Cria-se na turma, um ambiente muito positivo de debate conceitual, a respeito das questões aplicadas no teste conceitual, por conta de que o professor não revela as alternativas corretas neste momento, deixando o raciocínio dos alunos fluírem em cima dos conceitos físicos, buscando dessa forma, contribuir com uma melhor compreensão de cada um deles no assunto tratado. Após isso, uma nova votação (2ª votação) é feita a respeito da questão anteriormente apresentada, com o intuito de obter a melhor porcentagem de acertos em relação a votação anterior (1ª votação).

A evolução da turma deverá acontecer de acordo com o nível de dificuldade de cada questão apresentada no teste conceitual, de modo que a adequação do ensino de física seja aplicada com base nas aulas expositivas e nos debates em sala de aula através da metodologia Peer Instruction.

O diagrama da Figura 3.1 ilustra o processo de aplicação do método PI, com o seguinte formato de teste conceitual.

Figura 3.1: Diagrama do processo de implementação do método PI (Peer Instruction). Em destaque, a etapa conhecida como ConcepTest.



Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

3.1 Sistema de Votação: Coleta de dados (Plickers)

Para a coleta de dados, importante para a verificação do desempenho da turma, no decorrer da aplicação do teste conceitual, o professor terá de caráter indispensável a utilização de um recurso, que tenha a finalidade de registrar a contagem do número de acertos da turma. É muito importante que o professor tenha esse feedback, quanto a porcentagem de acertos dos alunos, para o desenvolvimento da dinâmica.

Dessa maneira, teremos uma forma bem útil para ser usada em sala de aula, de modo que esse processo de votação busque mostrar os dados estatísticos lançados perante a turma. De maneira imediata, procurando sempre alimentar a curiosidade dos alunos em saber o seu desempenho, sem esquecer que o professor não revele as alternativas corretas neste momento, para fins de analisar primeiramente os dados obtidos de sua turma.

Optamos pela ferramenta digital do aplicativo Plickers, que é um programa que funciona em smartphones e tablets de maneira gratuita, disponível para o professor utilizar nas aulas, contando com uma plataforma de dados bem interessante para o usuário.

Nesta plataforma digital deverá conter as questões elaboradas para o teste conceitual a serem aplicadas na turma, em consonância com os gabaritos de cada questão, sendo disponibilizados os cartões com códigos tipo QR inscritos, para a impressão desse conjunto com a finalidade de votação dos alunos.

(OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016; BERNARDES; ARAUJO; VEIT, 2016)

Para utilizar o aplicativo Plickers:

- Baixar da página www.plickers.com
- Instalar no dispositivo que servirá de coleta de dados.

No site:

- Criar uma conta de usuário (cadastro).
- Criar a(s) turma(s) que será trabalhada.
- Informar os nomes dos alunos.
- Gerar o banco de questões.
- Imprimir os cartões com códigos QR, disponíveis no site.

Os cartões a serem impressos terão um número de identificação para cada aluno, podendo ser o seu número de chamada, conforme foi cadastrado no site.

Figura 3.2: Cadastro dos alunos com seus respectivos cartões numerados.

The screenshot shows a web interface for a Plickers class. At the top, it says '< 1º ANO INTEGRAL EM' and 'Alunos'. Below this is a table with three columns: 'PRIMEIRO NOME', 'ÚLTIMO NOME', and 'NENHUM CARTÃO'. The table lists 22 students with their names and corresponding card numbers from 2 to 22. The first student, ALEX BRUNO SOUZA, has card number 2. The last student, YASMIM OLIVEIRA, has card number 22.

PRIMEIRO NOME	ÚLTIMO NOME	NENHUM CARTÃO
ALEX	BRUNO SOUZA	2
ARIANA	SANTANA	3
BRUNO	LIMA	4
DANILO	ANDRADE	5
DEIZE	NUNES	6
FELIPE	MODESTO	7
GLORIA	TALITA FONTES	8
ISMAEL	LEITE	9
JAMILLE	ARAUJO	10
JEAN	DOURADO	11
JEFFERSON	ARAUJO	12
KEVIN	MORAES	13
LUCAS	EZEQUIEL CORREA	14
MICKAEL	WESLEM COELHO	15
MIKAELLA	LOBATO	16
NDEMI	BEATRIZ DA COSTA	17
REEVES	LEON DA SILVA	18
REINALDO	QUARESMA	19
SAMUEL	LOPES	20
SAVID	EVERSON FARO	21
WDHEMESON	SOUSA	22
YASMIM	OLIVEIRA	22

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

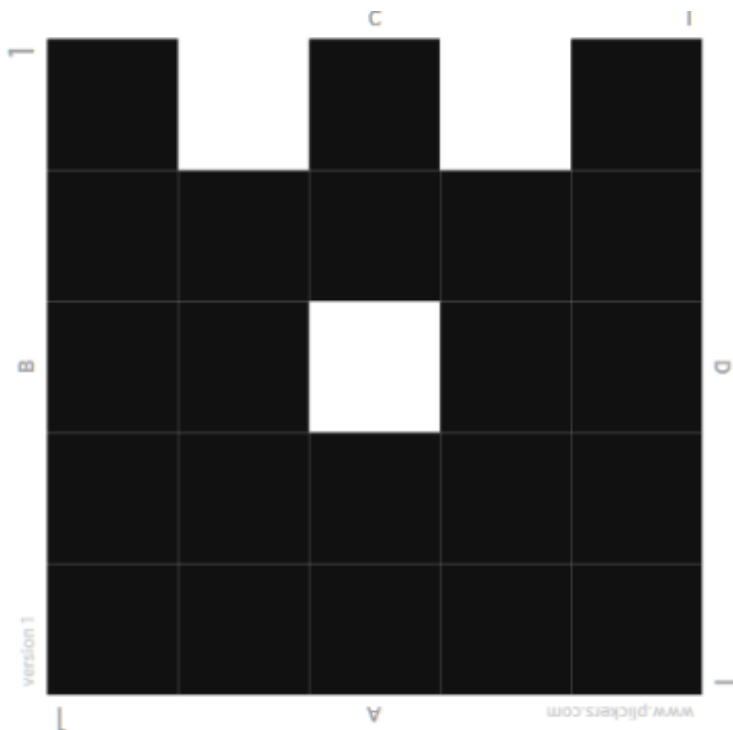
Cada cartão de resposta possui um código padrão bidimensional assimétrico similar a um *QR code* diferente, com número individual que é associada a um aluno.

QR code, ou código QR, é a sigla de "Quick Response" que significa "resposta rápida". QR code é um código de barras, que foi criado em 1994 e, possui esse nome devido a capacidade de ser interpretado rapidamente pelas pessoas. É possível que cada aluno possa escolher quatro alternativas diferentes (A, B, C e D), de acordo com a orientação em que o cartão é mostrado de maneira erguida e posicionada para frente, na qual o professor possa fazer a coleta de dados.

Com isso, o aplicativo Plickers identifica os códigos (figura 3.3) através da câmera do celular do professor (figura 3.4), em tempo real e sem a necessidade do uso de internet, apresenta o percentual de acertos das questões conceituais, respondidas pelos alunos durante a aplicação do método (figura 3.5), tal como a frequência das alternativas escolhidas (figura 3.6).

A seguir, as Figuras 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6:

Figura 3.3: Cartões utilizados pelos alunos e lidos pelo aplicativo Plickers.



Fonte: https://plickers.com/PlickersCards_2up.pdf

Figura 3.4: Alunos em momento de votação.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.5: Percentual de acertos das questões.

Para um ponto material sujeito a ação de várias forças, o Equilíbrio ocorre quando:

- A as forças se somam
- B a resultante das forças é nula
- C a intensidade das forças é maior
- D as forças são negativas

36 %

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

Figura 3.6: Frequência das alternativas escolhidas.

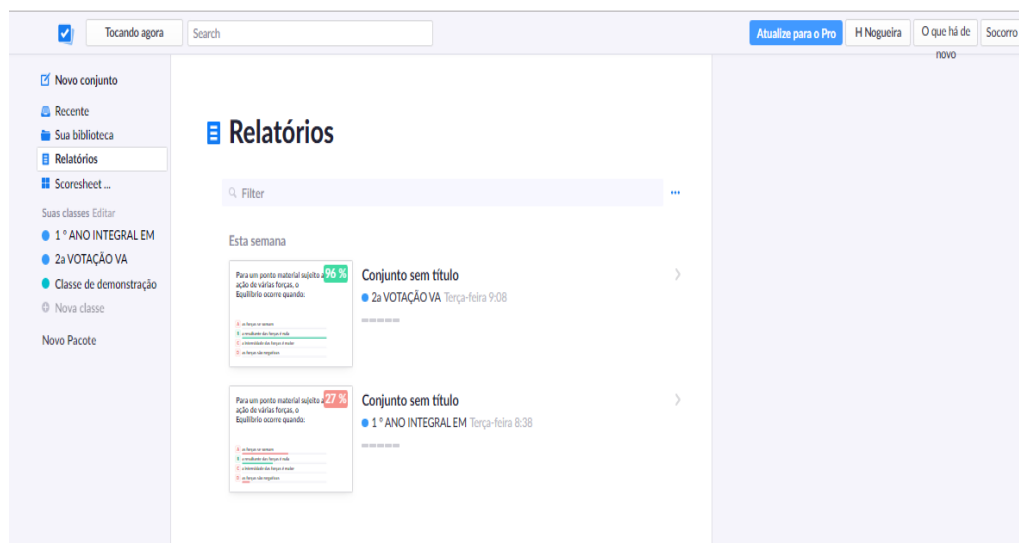
Para um ponto material sujeito a ação de várias forças, o Equilíbrio ocorre quando:

- A as forças se somam
- B a resultante das forças é nula
- C a intensidade das forças é maior
- D as forças são negativas

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

A seguir, temos a área de trabalho apresentada no site do Plickers, com as devidas votações realizadas nos momentos da aplicação deste trabalho, mostrando também, as médias de porcentagens em cada momento de votação respondidas no teste conceitual, onde expõe que na primeira votação a média das questões corretas foi de 27% e na segunda votação, a média foi de 96%. Como mostra a figura 3.7.

Figura 3.7: Representação da área de trabalho no site do Plickers.



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

3.2 Aplicação da PI na turma de 1° ano integral do ensino médio: Uma abordagem para o conteúdo de estática de um ponto material

Com a responsabilidade de assumir as turmas de física de ensino médio integral, atuando especialmente na turma do primeiro ano integral desde o início do ano letivo, onde incluímos o comprometimento de seguir a rigor o conteúdo programático da escola, na qual cumprimos as atividades planejadas, tipo: iniciar e finalizar conteúdos; aulas expositivas; experimentos para aplicação; fazer exercícios; trabalhos; visitas técnicas; prova bimestral; correção de provas e lançamento de notas. Com toda essa experiência adquirida, sempre buscando o melhor entendimento dos alunos para uma aprendizagem significativa.

Implementamos a metodologia Peer Instruction abordando o conteúdo de estática de um ponto material, na qual faz parte do conteúdo programático do 1° ano integral, conforme segue no livro didático a frente do primeiro ano do ensino médio, um dos últimos tópicos do livro texto. Com o intuito de seguir cronologicamente o conteúdo, a fim de cumprir o programa da escola e não deixar nenhuma pendência com os alunos acerca de matéria ministrada. Durante as aulas, no decorrer do ano letivo, o objetivo ao final de cada aula ministrada era sempre procurar comprovar determinado assunto abordado com experimento, de modo que proporcionasse o interesse maior da turma em cada aula, desejando acostuma-los com essa abordagem de ensino.

Diante desses aspectos, abordamos os conceitos do conteúdo de estática de um ponto material, com base na referência do livro: [*física aula por aula (mecânica), ENSINO MÉDIO COMPONENTE CURRICULAR (FÍSICA), Benigno Barreto; Claudio Xavier; 3ª Edição. São Paulo, 2016*]. Realizamos tarefas de leituras e com atuação em dois encontros: ministrando aula em slides do conteúdo em questão, mostrando situações de equilíbrio para a engenharia, bem como as condições para que ocorra o equilíbrio em nosso cotidiano; realização do teste conceitual; coleta de dados das questões conceituais; explicação detalhada através do experimento; aplicação da metodologia PI com o teste conceitual; utilizando o aplicativo Plickers para o sistema de votação (1° e 2° momento).

A aplicação deste trabalho aconteceu em uma escola estadual de ensino médio, na turma de 1° ano integral, na qual possui 22 alunos ativos matriculados, sendo destes, apenas 11 compareceram no dia da aplicação.

Figura 3.8: Sala de aula da Escola.



Fonte: Autoria própria (2019).

A seguir, apresentamos as atividades realizadas na implementação da PI com o conteúdo de estática de um ponto material, para a turma de 1° ano integral.

3.3 Primeiro encontro: abordando os conceitos básicos

Este primeiro encontro ocorreu na manhã de quinta-feira do dia 14 de novembro de 2019, na turma de 1º ano integral, onde foi abordado o conteúdo referente aos conceitos básicos sobre estática de um ponto material, na qual a aula foi ministrada com o auxílio em Datashow, sendo projetada as imagens da aula expositiva organizada em slides, com a programação do Power Point, possibilitando mostrar situações de equilíbrio para a engenharia, bem como as condições para que ocorra o equilíbrio em nosso cotidiano.

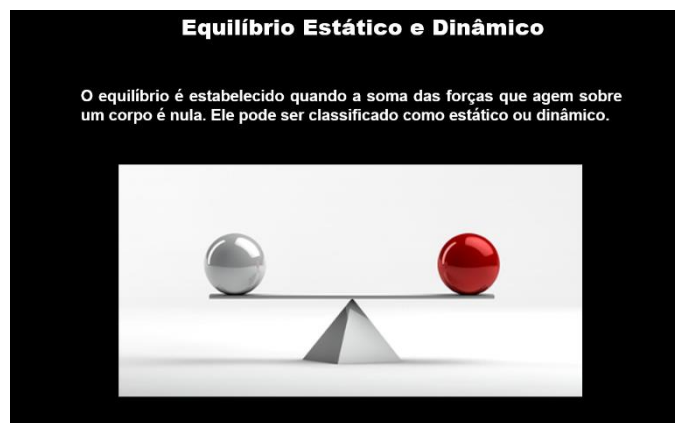
Nesta aula, na qual teve duração de 50 min (11:05-11:55), o objetivo foi promover os conceitos físicos presentes no livro texto da turma [3.2], para gerar de princípio aos alunos, uma noção relacionada ao assunto em questão, onde foi inserida diversas imagens ilustrativas de estruturas físicas que abordavam o conteúdo de Estática para a condição de equilíbrio, que permitiu uma breve exposição do assunto, encerrando assim o primeiro encontro. Como mostram os slides nas Figuras: 3.9 e 3.10

Figura 3.9: Slides sobre estática de um ponto material.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.10: Slides sobre estática de um ponto material.



Fonte: Autoria própria (2019).

As Figuras 3.11 e 3.12 referem-se ao momento da aula ministrada.

Figura 3.11: Exposição dos tópicos de Estática.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.12: Exposição sobre Estática.



Fonte: Autoria própria (2019).

3.4 Segundo encontro: aplicação do teste conceitual e realização do experimento com as devidas votações das alternativas

Este segundo encontro ocorreu na manhã de terça-feira, do dia 19 de novembro de 2019, na turma de 1º ano integral, onde foi disponibilizada duas aulas de 50 minutos cada (7:30-8:20) e (8:20-9:10), promovendo a aplicação do teste conceitual e a realização do experimento, na qual abordava o assunto de estática de um ponto material, concretizando as devidas votações das alternativas em questão.

Na primeira parte da aula do dia 19, o objetivo primeiramente foi coletar os dados na primeira votação do teste conceitual, de modo que subentendesse que os alunos haviam estudado o assunto, na qual teria sido explicado e disponibilizado na aula passada (1º encontro). Com este modelo de aula definido, a intenção era obter o retorno imediato do desempenho dos estudantes em relação ao entendimento do conteúdo ministrado anteriormente, numa espécie de ensino sob medida, onde o professor disponibiliza o conteúdo abordado antes, para depois avaliar na aula em questão, as principais dúvidas permanentes dos conceitos previamente ministrados.

Veja as figuras: 3.13, 3.14 e 3.15.

Figura 3.13: Primeira votação do teste conceitual.



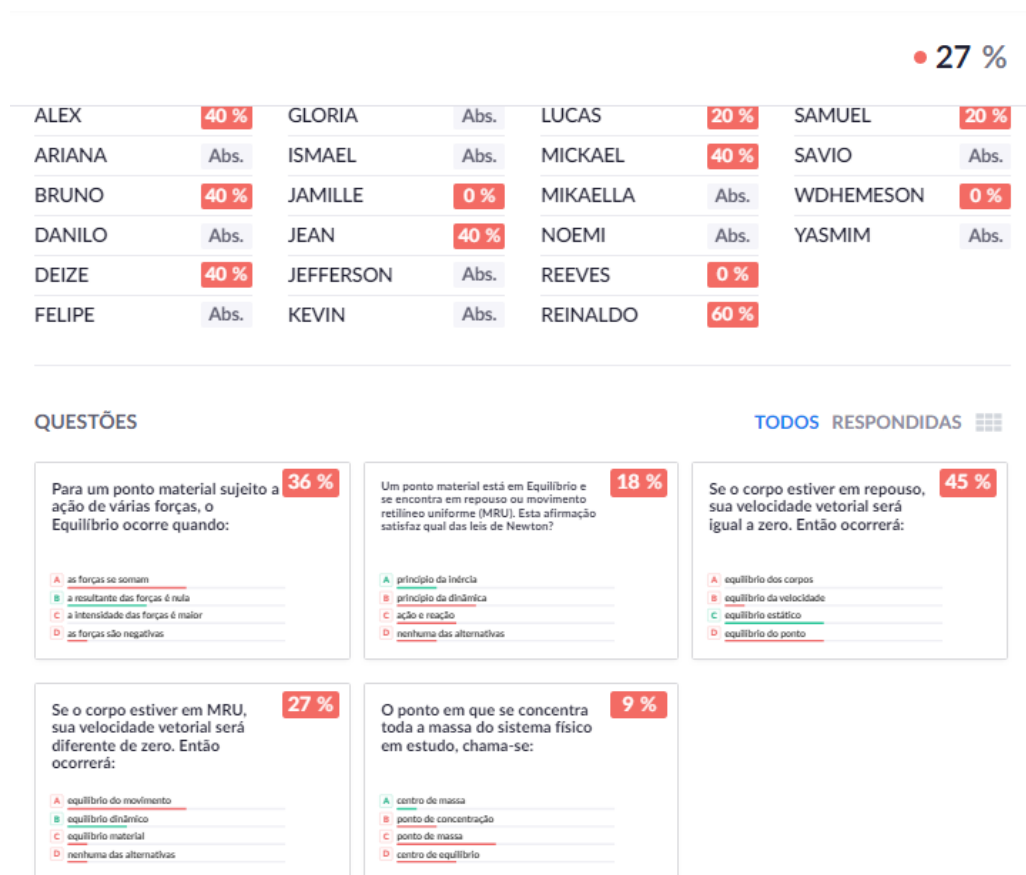
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.14: Coleta de dados 1ª votação das alternativas em questão.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.15: Desempenho de cada aluno e porcentagem das questões na 1ª votação.



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

Na segunda parte da aula do dia 19, após a coleta de dados dos alunos na primeira votação do teste conceitual, o objetivo foi realizar o experimento diante da turma, onde sempre demonstraram maior interesse e muita curiosidade neste modelo de ensino, permitindo prender a atenção deles por vários minutos, a ponto de deixar a vontade para uma explicação bem cautelosa, mais detalhada, rica em exemplos, para assim depois, aplicar a segunda votação, com a abordagem em cima do experimento de Estática para as condições de Equilíbrio.

Nessa segunda votação, após o experimento realizado, foi atribuído na turma a metodologia Peer Instruction, na qual foi solicitado aos alunos formarem pequenos grupos ou duplas, a fim de discutir as questões conceituais a partir das novas explicações abordadas no experimento. Com isso, foi disponibilizado aos alunos um tempo de dois (2) minutos para cada questão, com o intuito de debaterem entre si, pensarem juntos e tentarem escolher a alternativa correta em cada questão do teste conceitual, proporcionando assim, um ambiente muito positivo de debate dos conceitos físicos em sala de aula. Após esta sequência didática, realizamos a segunda votação das alternativas de cada questão presentes no teste conceitual.

A abordagem do experimento teve como base as cinco questões presentes no teste conceitual, de modo que o assunto básico de estática de um ponto material para as condições de Equilíbrio, comprovam muito bem o fenômeno ocorrido através do experimento, que nos permitiu verificar na prática a ação de cada conceito presente no livro texto de devida referência:

Realização do experimento:

Para realizar o experimento foram utilizados os seguintes materiais: Um copo de vidro normal; uma colher; um garfo; um palito de dente e fósforo ou qualquer tipo de acendedor / isqueiro. O objetivo a princípio, é de sempre buscar utilizar materiais de baixo custo, fáceis de ser encontrado em casa ou em algum lugar que se vá, ou até mesmo os que não possuem custo nenhum, dessa forma aumenta a possibilidade dos alunos reproduzirem o experimento em casa para a família ou para os amigos, onde estiverem, com a chance de explicar para quem estiver assistindo, o motivo pelo qual o fenômeno físico acontece.

A montagem do experimento nos permite visualizar na prática o motivo para que tal fenômeno aconteça, de modo que cada componente tem sua função com base no assunto ilustrado para as condições de equilíbrio. Os talheres entrelaçados juntamente com o palito, nos permite entender que a resultante das forças que atuam no sistema é nula, tendo como o ponto material sujeito a ação de várias forças em equilíbrio, apoiado pelo palito de dente em cima do copo de vidro. Visto que este ponto material está em equilíbrio e se encontra em repouso ou em

movimento retilíneo uniforme (MRU), nosso experimento montado satisfaz a primeira lei de Newton (princípio da inércia). Se o nosso sistema montado permanecer em repouso, sua velocidade vetorial será igual a zero ($V = 0$), então ocorrerá o *equilíbrio estático*. Se o nosso sistema montado permanecer em MRU, sua velocidade vetorial será diferente de zero ($V \neq 0$), então ocorrerá o *equilíbrio dinâmico*.

Para comprovar o *centro de massa* onde é o ponto em que se concentra toda a massa do sistema físico em estudo. Foi colocado fogo (com o auxílio do fósforo), em uma extremidade do palito de dente, perto da borda do copo, onde conforme o fogo vai queimando o palito, o sistema permanece em equilíbrio, de modo que quando chega até a borda do copo, o fogo se apaga sozinho, não tendo força para prosseguir além deste ponto, entre a borda do copo e o palito de dente, comprovando assim que, neste ponto se concentra toda a massa do nosso sistema físico montado para as condições de equilíbrio de um ponto material.

3.5 Condições de equilíbrio de um ponto material abordado no experimento

Iniciando os estudos de equilíbrio dos corpos, consideramos o corpo cujas dimensões são consideradas desprezíveis em relação as condições do fenômeno em estudo.

Podemos afirmar que um ponto material está em equilíbrio quando ele se encontra em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU).

- Se o corpo estiver em repouso ($V = 0$), ocorrerá o equilíbrio estático.
- Se o corpo estiver em MRU ($V = \text{constante} \neq 0$), ocorrerá o equilíbrio dinâmico.
- Essas condições satisfazem a primeira lei de Newton (princípio da inércia).

Note que, em ambos os casos, a velocidade vetorial é constante e a aceleração vetorial é nula. Isso significa que a resultante das forças que agem no ponto material em equilíbrio é nula.

Para um corpo sujeito a um sistema de forças F_1, F_2, \dots, F_n , o equilíbrio ocorrerá quando $F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$.

$$R = 0$$

Para a situação em equilíbrio onde o ponto em que se concentra toda a massa do sistema físico em estudo, deve ser entendido como: **centro de massa** (CM).

Veja as figuras: 3.16, 3.17, 3.18 e 3.19.

Figura 3.16: Experimento realizado.



Figura 3.17: Experimento realizado.



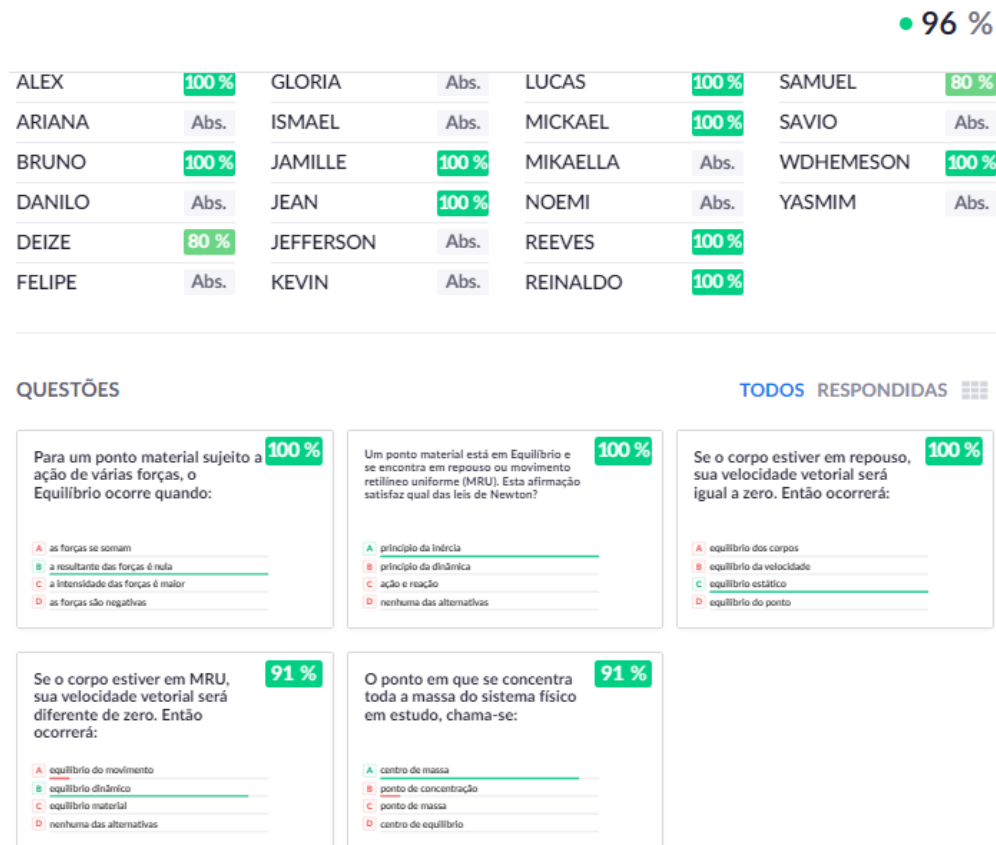
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.18: Segunda votação com aplicação da PI após o experimento realizado.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.19: Desempenho de cada aluno e porcentagem das questões na 2ª votação.



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

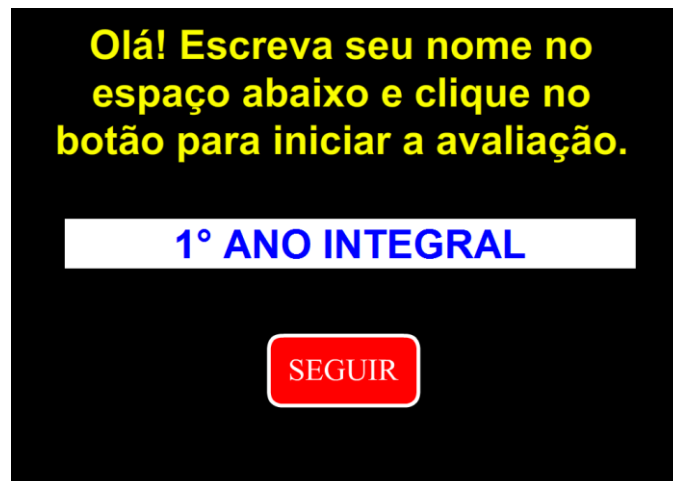
3.6 Sistema de avaliação para o teste conceitual (Adobe Flash CS3 Professional)

Para a interação maior dos alunos com a aula, devido ao desempenho deles em sala, prevendo que a maioria ficaria curiosa em saber o que estar por traz do professor na tela de seu celular apontando para a turma toda vez que vai coletar os dados das alternativas do teste conceitual.

Foi criado um sistema de avaliação exibido em Datashow, com as questões do teste conceitual, numa ferramenta digital de um sistema de programação de computador, chamado de: *Adobe Flash CS3 Professional*, na qual permite que cada aluno participe do teste de maneira individual ou geral, onde o programa interage com você, perguntando seu nome, iniciando o teste e qual alternativa correta.

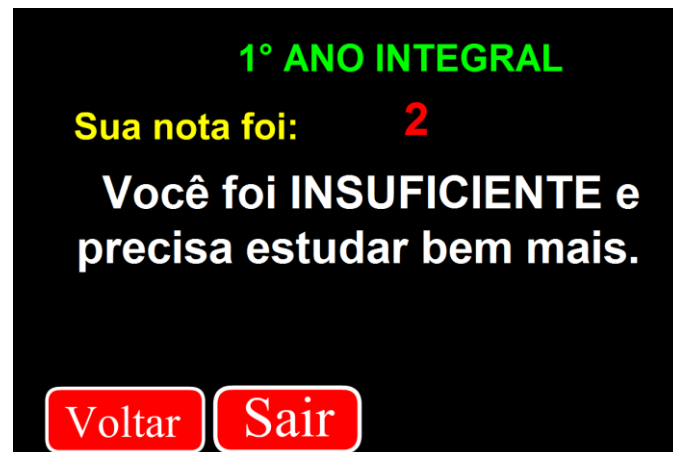
Após ter respondido todas as questões, o programa fornece ao final do teste o desempenho do aluno (individual) ou da turma (geral), mostrando uma mensagem escrita, contendo: nome; nota; mensagem avaliativa. Permitindo assim, que o aluno tenha a chance de voltar a fazer de novo o teste, estudando melhor o assunto, em caso de nota baixa ou, em caso de boa nota finalizando seu desempenho. Como mostram as figuras: 3.20, 3.21 e 3.22.

Figura 3.20: Início da avaliação no Flash.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.21: Nota e desempenho do 1º momento de avaliação no Flash.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 3.22: Nota e desempenho do 2º momento de avaliação no Flash.



Fonte: Autoria própria (2019).

CAPÍTULO 4. ANÁLISE: RESULTADOS DA PESQUISA

Para investigarmos a convergência para a resposta correta dos testes propostos, fizemos uma análise descritiva dos dois momentos de votação do teste conceitual utilizados neste trabalho. No total, foram respondidos pelos alunos cinco questões conceituais. Destas, duas tiveram a frequência de acertos entre 30% e 70% e, portanto, conforme a proposta da PI, os alunos discutiram entre si. Apenas três questões conceituais tiveram a frequência de acertos inferior a 30% e o tópico foi retomado e, conforme a metodologia aconselha, foi dada a resposta correta e o assunto foi abordado novamente de uma outra forma e mais detalhado com a realização do experimento. E na segunda votação do teste, ou seja, nas questões após as discussões, o desempenho foi superior a 70%.

Para esses resultados, foi levado em conta a resposta de cada aluno na primeira e na segunda votação e, seu desempenho no teste conceitual, de modo que houve aluno (a) onde, após a implementação do experimento e aplicação da Peer Instruction, optou por respostas do tipo como: Correto para incorreto; Correto duas vezes; Incorreto duas vezes; Incorreto para correto.

(MULLER; VEIT; ARAUJO, 2012).

Aplicamos o teste conceitual contendo cinco (5) questões de múltipla escolha, após a abordagem dos conceitos físicos de estática de um ponto material, verificamos o rendimento de cada aluno participante junto as alternativas corretas nos dois (2) momentos de votação com o auxílio do aplicativo Plickers, servindo como coleta de dados.

As figuras (4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5) a seguir, mostram as respostas dos onze (11) alunos participantes, bem como os ausentes, no 1º momento de votação junto ao teste conceitual de cada questão.

4.1 Respostas dos alunos antes de realizar o experimento e aplicar a PI:

Figura 4.1: Questão 01: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação.



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

Figura 4.2: Questão 02: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação.



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

Figura 4.3: Questão 03: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação.



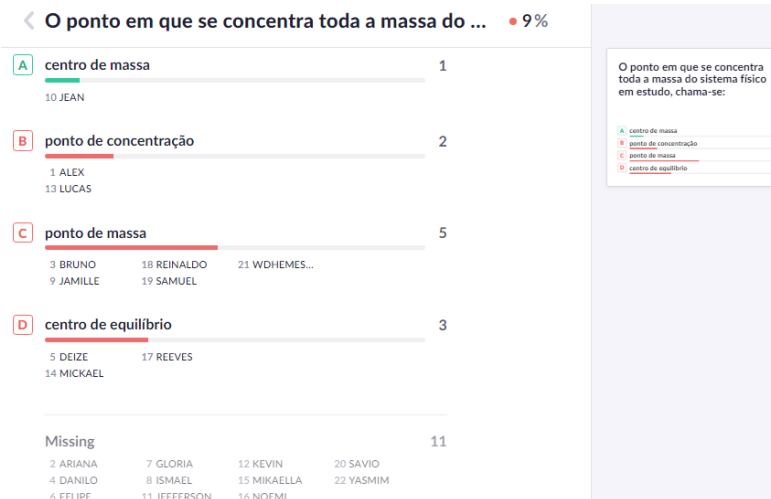
Fonte: <https://www.plickers.com/classes>

Figura 4.4: Questão 04: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação.



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

Figura 4.5: Questão 05: Respostas de cada aluno no 1º momento de votação.



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

Mazur considera uma ótima porcentagem inicial entre 40% a 80%, de respostas corretas (MAZUR 2015). Na segunda votação, após a realização do experimento e aplicação da Peer Instruction [4.2], as figuras (4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10), mostram como foram modificadas as respostas de cada aluno após essa sequência didática.

Com a realização do experimento, onde os conceitos físicos foram ilustrados para a explicação mais detalhada, mais cautelosa, aproveitando melhor a atenção da turma diante da situação experimental, os resultados obtidos mostram como teve uma evolução expressiva da turma perante as questões respondidas no teste conceitual com a aplicação do experimento e da metodologia Peer Instruction.

As figuras (4.6, 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10) a seguir, mostram as respostas dos onze (11) alunos participantes, bem como os ausentes, no 2º momento de votação junto ao teste conceitual de cada questão.

4.2 Respostas dos alunos após realizar o experimento e aplicar a PI:

Figura 4.6: Questão 01: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação.



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

Figura 4.7: Questão 02: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação.



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

Figura 4.8: Questão 03: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação.



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

Ressalto que a grande quantidade dos alunos, após a implementação do experimento e a aplicação da Peer Instruction para a segunda votação, optaram pelas respostas corretas, tendo consideravelmente 100% de acertos nas questões 01, 02 e 03, logo houve uma evolução relevante da turma no teste conceitual, de modo que esse modelo de ensino com a abordagem de experimentação seguido da aplicação da metodologia Peer Instruction, colocando os alunos para debaterem os conceitos entre eles com o intuito de um convencer o outro para a escolha da alternativa correta, favoreceu a convergência de todos para as alternativas corretas nas questões citadas acima do teste conceitual.

Contudo, uma pequena quantidade dos alunos não foi convencida pelos colegas que optaram pela alternativa correta, ou seja, não convergiu para a resposta correta e obteve 91% de acertos nas questões 04 e 05, apresentadas a seguir.

Figura 4.9: Questão 04: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação.



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

Figura 4.10: Questão 05: Respostas de cada aluno no 2º momento de votação.



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

Consideramos o entendimento dos alunos de forma pertinente com o conteúdo abordado em sala de aula, obtendo um resultado muito positivo quanto a aprendizagem significativa, ministrando os tópicos de estática de um ponto material.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO

Voltar ao ensino médio na escola pública, agora em outra posição social, nos deu a chance de ter uma visão mais próxima da realidade e o sentimento de se fazer algo mais, enquanto Professor, para melhorar cada vez mais o nosso ensino público.

Apesar das dificuldades dos alunos, destaco como ponto positivo o interesse de boa parte deles, demonstrando atenção nas explicações e uma ótima interação durante as aulas.

Como ponto negativo, infelizmente destaco a infraestrutura e recurso mal investido por parte do governo, onde ainda deixa várias precariedades em algumas escolas públicas, contribuindo para a evasão escolar e desestímulo de alguns estudantes.

Durante esse período de regência ao longo do ano letivo e sobretudo, na aplicação deste trabalho de conclusão de curso especificamente para a obtenção do grau de Licenciatura Plena em Física e, adquirindo a experiência de professor em sala de aula, acredito que minhas expectativas foram alcançadas na realização deste trabalho, visto que a escola cooperou com as atividades propostas nos deixando bem à vontade para a aplicação das determinadas metodologias de ensino no âmbito pedagógico.

Finalizando, ressalto a importância da implementação da metodologia Peer Instruction em consonância com a experimentação dos conteúdos abordados em sala, visto que este modelo de ensino tem o poder de deixar os alunos muito mais interessados na respectiva aula ministrada, permitindo assim uma explicação dos conteúdos bem mais cuidadosa, facilitando a compreensão dos conceitos físicos.

Devido a obtenção dos resultados bastante positivos aplicando a experimentação seguido da metodologia, com o uso do aplicativo digital Plickers, servindo de coleta de dados para as carecidas votações, fica a sugestão ao professor de física ou até mesmo de outras disciplinas a serem trabalhadas, ainda que de maneira sucinta, sendo ministrado determinado assunto nas turmas, de modo que nos dar uma nova visão de como ensinar certos conteúdos conceituais onde o professor busca atingir o entendimento da maioria dos estudantes, sobretudo aqueles com mais dificuldades em aprender, mas que estão dispostos demonstrando interesse e atenção.

Para uma boa implementação da metodologia Peer Instruction, recomenda-se aos professores, um tempo maior de preparação para adotar este método de ensino em suas aulas, de modo que conciliem para cada turma adotada de maneira adequada para não sobrepor o trabalho realizado.

Não é necessário que o professor elabore todos os materiais a serem estudados e praticados na PI, visto que o material de estudo para o teste de leitura, pode ser previamente estudado em tópicos do livro texto indicado pela escola.

Ressalto que, com a abordagem do experimento ilustrado, os conceitos físicos visualizados na prática e a implementação da metodologia PI, mudaram a dinâmica das aulas, contribuindo com a participação bem mais ativa dos alunos, aumentando expressivamente a interação junto a motivação de cada estudante conforme iam acertando as questões presentes no teste conceitual.

Este trabalho alcançou os objetivos traçados, que foram planejados inicialmente, com isso, nos possibilitou valorizar ainda mais este método de ensino, que permite trabalhar melhor o tempo em sala de aula com debates interativos, melhor participação dos alunos, saindo da rotina de aulas tradicionais, estimulando a curiosidade de cada aluno diante do experimento demonstrado e melhora o entendimento de cada estudante, sobretudo os alunos que apresentam maior dificuldade de assimilação dos assuntos abordados, a fim de coletar o desempenho positivo da turma.

6. REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

BERNARDES, J., ARAUJO, I.S., VEIT, E.A. **Aplicação do Método Peer Instruction na abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio.** Textos de Apoio ao Professor de Física, v.27 n.4, 2016. Instituto de Física – UFRGS Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física Mestrado Profissional em Ensino de Física.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa.** 1. Ed. Porto Alegre, Brasil. Publicado por PENSO EDITORA LTDA. 2015.

MULLER, M. G.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Implementação do método de ensino peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto “uca” em aulas de física do ensino médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. Especial 1: p.491-524, set, 2012. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n.1, p.180-206, abr, 2015. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

HALLOUN AND D. HESTENES, **“The initial knowledge state of college physics students,”** Am. J. Phys. 53, 1043 (1985).

MAZUR: Documentário disponível em: <https://www.youtube.com>. **(Instruções pelos pares na aprendizagem ativa - legendado).** Acesso em: 01 de out. 2019 as 22h:30m.

PLICKERS. Disponível em: <https://www.plickers.com>. Acesso em: 17 de nov. 2019.

BARRETO, B; XAVIER, C. **Física aula por aula (mecânica):** Ensino médio; componente curricular. 3ª Edição. São Paulo, 2016. FTD.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.1.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. **O ensino da física no brasil: problemas e desafios.** Educere – XII Congresso Nacional de Educação 2015.

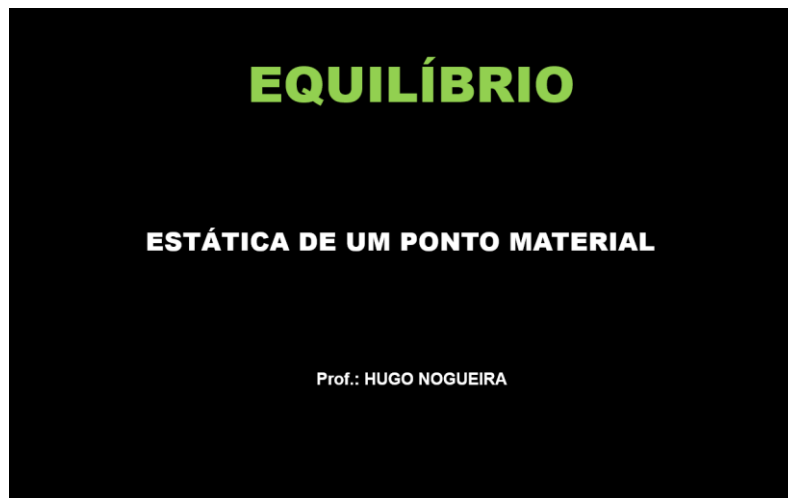
DIOGO, R.C.; GOBARA, S.T. **Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas.** In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17., 2007, São Luis. Anais... São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de física.** Física na escola, v. 14, n. 2, 2016. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

VIGOTSKY, L, S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

7. ANEXOS

ANEXO A – SLIDES SOBRE ESTÁTICA



Fonte: Autoria própria (2019).



Fonte: Autoria própria (2019).

ESTÁTICA DE UM PONTO MATERIAL

Condições para o Equilíbrio de um ponto material

Uma partícula (ponto material) estará em **equilíbrio** caso esteja em uma das seguintes situações: estando originalmente em repouso e assim permanecer, ou, tendo originalmente um movimento retilíneo, sua velocidade seja constante. Frequentemente, entretanto, o termo “equilíbrio”, ou, mais especificamente, “equilíbrio estático” é utilizado para descrever um objeto em repouso. Para manter o equilíbrio, é **necessário** satisfazer a primeira lei de Newton do movimento, que estabelece que a **força resultante** que atua sobre uma partícula seja nula. Esta condição pode ser expressa matematicamente por:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

Onde $\sum \vec{F}$ é o vetor **soma de todas as forças** atuantes sobre a partícula.

Fonte: Autoria própria (2019).

Esta equação não estabelece apenas uma condição necessária, mas uma condição **suficiente**. Esta condição é uma consequência da segunda lei de Newton do movimento, que pode ser escrita como:

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

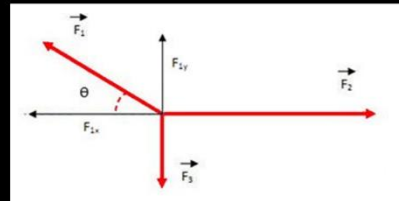
Uma vez que o sistema de forças satisfaça a equação $\sum \vec{F} = \vec{0}$, então, na equação $\sum \vec{F} = m \vec{a}$, teremos $m \vec{a} = \vec{0}$ e portanto a aceleração da partícula é nula e consequentemente a partícula ou se move com uma velocidade constante ou permanece em repouso.

Fonte: Autoria própria (2019).

Equilíbrio em um ponto material

Um ponto material é apenas uma abstração para dimensões não consideráveis. Portanto, se um diagrama de forças agirem sobre esse ponto, o mesmo não irá interferir na força resultante final, já que qualquer força aplicada sobre ele estará localizada “no mesmo lugar” – não haverá espaço entre as forças atuantes.

Observe o seguinte diagrama de forças:



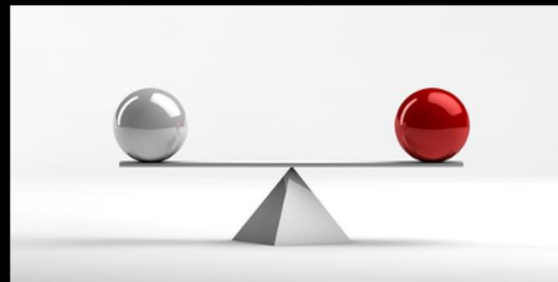
$$F_{1y} = F_3 \rightarrow F_1 \sin \theta$$

$$F_{1x} = F_2 \rightarrow F_1 \cos \theta$$

Fonte: Autoria própria (2019).

Equilíbrio Estático e Dinâmico

O equilíbrio é estabelecido quando a soma das forças que agem sobre um corpo é nula. Ele pode ser classificado como estático ou dinâmico.



Fonte: Autoria própria (2019).

Um corpo está em equilíbrio quando a somatória de todas as forças que atuam sobre ele for nula, ou seja, igual a zero. De acordo com a **Primeira Lei de Newton**, quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo é nula, o corpo permanece em seu estado de repouso ou em Movimento Retilíneo Uniforme. Portanto, um objeto em equilíbrio pode estar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

O equilíbrio pode ser classificado como:

Equilíbrio Estático: Quando o objeto está em repouso.

Princípio da Inércia

Equilíbrio Dinâmico: Quando o corpo está em movimento retilíneo uniforme.

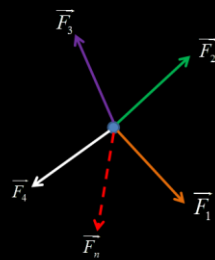
Fonte: Autoria própria (2019).

Estática de um ponto material

Para que um ponto esteja em equilíbrio precisa satisfazer a seguinte condição:

A resultante de todas as forças aplicadas a este ponto deve ser nula.

Exemplos: Equilíbrio em um ponto material



$$\sum \vec{F}_n = 0$$

$$\vec{F}_R = 0$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \dots + \vec{F}_n = 0$$

Fonte: Autoria própria (2019).

Corpo em Equilíbrio

Equilíbrio Estático	Equilíbrio Dinâmico
Repouso	M.R.U
Velocidade = 0 (cte)	Velocidade \neq 0 (cte)
Força Resultante = 0 Nula	Força Resultante = 0 Nula
Aceleração = 0 Nula	Aceleração = 0 Nula
Obs: o corpo continua em repouso.	Obs: o corpo continua em Movimento Retilíneo e Uniforme.

Fonte: Autoria própria (2019).

Requisitos para o Equilíbrio:

1. Momento linear do centro de massa é constante.

$$\vec{P} = cte$$

2. Momento angular em torno do centro de massa, ou qualquer ponto é constante.

$$\vec{L} = cte$$

Fonte: Autoria própria (2019).

Condições para o Equilíbrio:

a) Seu centro de massa deve possuir aceleração NULA quando a soma vetorial das forças que atuam sobre o corpo for NULA.

$$\vec{F}_R = \vec{0}$$

Plano xy

$$F_{Rx} = 0 \quad ; \quad F_{Ry} = 0 \quad ; \quad \vec{a} = \vec{0}$$

Fonte: Autoria própria (2019).

b) O corpo não deve ter nenhuma tendência a girar em torno de um ponto, de modo que, a soma dos Torques será NULA.

$$\vec{T} = \vec{0}$$

Se tiver alguma tendência a girar:

$$\vec{v} = cte$$

Conclusão:

$$\vec{F}_R = \vec{0} \quad \vec{T} = \vec{0}$$

Fonte: Autoria própria (2019).

ANEXO B – TESTE CONCEITUAL COM O DESEMPENHO FINAL

Questão 01

100%

Para um ponto material sujeito a ação de várias forças, o Equilíbrio ocorre quando:

- A as forças se somam
- B a resultante das forças é nula
- C a intensidade das forças é maior
- D as forças são negativas

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

Questão 02

100%

Um ponto material está em Equilíbrio e se encontra em repouso ou movimento retilíneo uniforme (MRU). Esta afirmação satisfaz qual das leis de Newton?

- A princípio da inércia
- B princípio da dinâmica
- C ação e reação
- D nenhuma das alternativas

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

Questão 03

100%

Se o corpo estiver em repouso, sua velocidade vetorial será igual a zero. Então ocorrerá:

- A equilíbrio dos corpos
- B equilíbrio da velocidade
- C equilíbrio estático
- D equilíbrio do ponto

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

Questão 04

91%

Se o corpo estiver em MRU, sua velocidade vetorial será diferente de zero. Então ocorrerá:

- A equilíbrio do movimento
- B equilíbrio dinâmico
- C equilíbrio material
- D nenhuma das alternativas

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

Questão 05

91%

O ponto em que se concentra toda a massa do sistema físico em estudo, chama-se:

- A centro de massa
- B ponto de concentração
- C ponto de massa
- D centro de equilíbrio

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

ANEXO C – FOTOS DA AULA COM A APLICAÇÃO DESTE TRABALHO

Fonte: Autoria própria (2019).



Fonte: Autoria própria (2019).



Fonte: Aatoria própria (2019).



Fonte: Aatoria própria (2019).



Fonte: Aatoria própria (2019).



Fonte: Autoria própria (2019).



Fonte: Autoria própria (2019).



Fonte: Autoria própria (2019).

