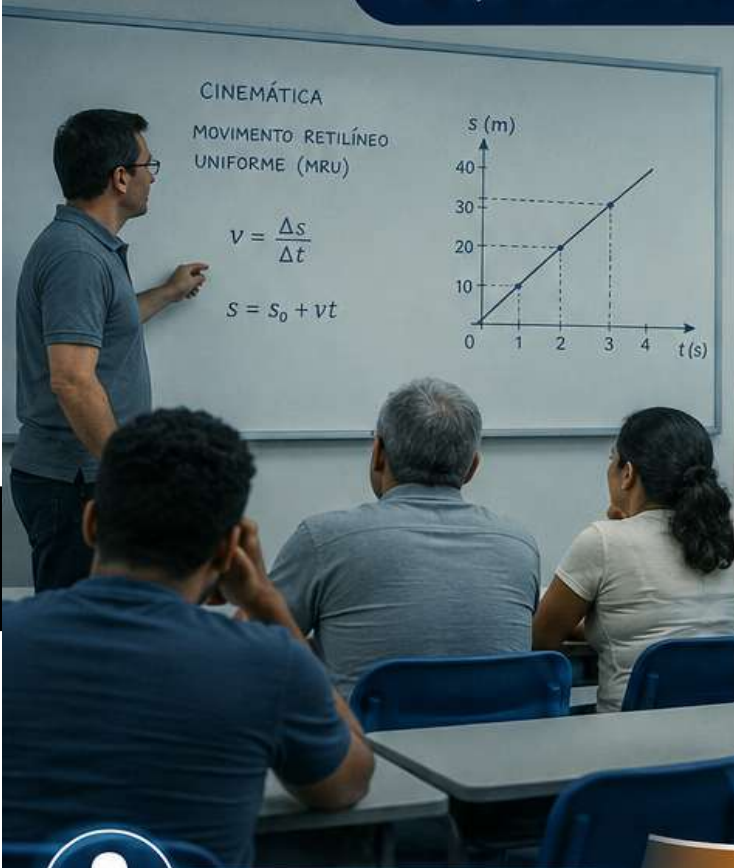




ENSINO TRADICIONAL



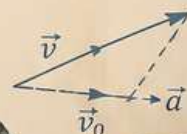
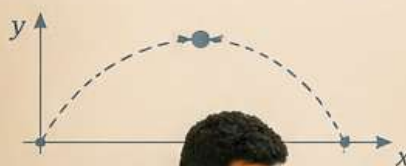
PEER INSTRUCTION APRENDIZAGEM ATIVA



$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$



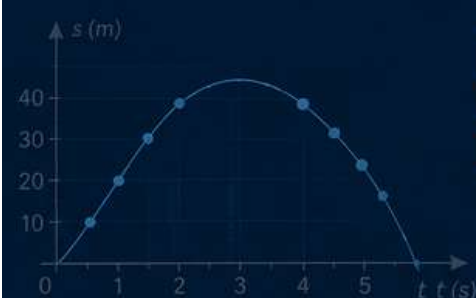
PEER INSTRUCTION

CONCEITOS DE CINEMÁTICA

APOIADOS NA METODOLOGIA

PEER INSTRUCTION

PARA ALUNOS DE EJA



$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Rorildo de Andrade Ramalho
Pedro Gomes Coelho
Rodrigo Araújo Pereira
Brunna Gabriela Bruno Ribeiro



IMPERIUM
SCIENTIA
EDITORA

MANAUS - AMAZONAS

2026



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Conceitos de cinemática apoiados na metodologia
Peer Instruction para alunos de EJA [livro
eletrônico] / Ronildo de Andrade
Ramalho...[et al.]. -- Manaus, AM : Imperium
Scientia, 2026.
PDF

Outros autores: Pedro Gomes Coelho, Rodrigo
Araújo Pereira, Brunna Gabriela Bruno Ribeiro.
Bibliografia.
ISBN 978-65-82764-06-6

1. Cinemática 2. Educação de Jovens e Adultos
3. Física - Estudo e ensino I. Ramalho, Ronildo
de Andrade. II. Coelho, Pedro Gomes. III. Pereira,
Rodrigo Araújo. IV. Ribeiro, Brunna Gabriela Bruno.

26-370813.0

CDD-530.07

Índices para catálogo sistemático:

1. Física : Estudo e ensino 530.07

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



Conselho Editorial

Editor Chefe

Edson Nogueira da Silva (M. Sc)

Doutorando em Administração

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Professor: Faculdade Estácio do Amazonas

Editores Associados

Antônio Timóteo Printes da Silva (M. Sc)

Doutorando em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Carlos Adriano Campana (M. Sc)

Doutorando em Engenharia de Produção

Vínculo Institucional: Pesquisador Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

Darlan Bispo dos Santos (M. Sc)

Doutorando em Administração

Vínculo Institucional: TAE Instituto Federal Baiano (IFBAIANO)

Isidro José Bezerra Maciel Fortaleza do Nascimento

Doutor em Educação

Vínculo Institucional: Professor do Magistério Superior (UFPI)

José Carlos Beker (M. Sc)

Doutorando em Administração

Vínculo Institucional: TAE Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Kleberson De Oliveira (M. Sc)

Doutorando em Medicina Tropical e Infectologia.

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Marco Aurélio Amaral Castro (M. Sc)

Doutorando em Administração

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Paulo Sérgio Santos Moreira

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Maurilho de Lima Gonçalves

Doutorando em Administração

Vínculo Institucional: TAE Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Tobias Saraiva Cavalcante Júnior (M. Sc)

Doutorando em Educação

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Editores Adjuntos

Anne Ariadne Alves Menezes Ponce de Leão (M. Sc)

Vínculo Institucional: Secretaria de Estado e Educação do Amazonas

Jorge Martins Fagundes (M. Sc)

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal Fluminense (UFF)

Rogério do Nascimento Carvalho (M. Sc)

Vínculo Institucional: TAE Universidade Federal do Amazonas (UFAM)



Currículo dos Autores

Ronildo de Andrade Ramalho

Doutor em Educação (Christian Business School).

Mestre em Ensino de Física (IFAM).

Graduado em Licenciatura em Física (UFAM).

Bacharel em Engenharia Elétrica (UFAM).

Atualmente é Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Amazonas (IFAM).

E-mail: ro_nildo@hotmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8019666768643572>

Pedro Gomes Coelho

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM – UFAM).

Graduado em Licenciatura em Física (UFAM).

Atualmente é professor temporário na Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar (SEDUC – AM).

E-mail: pedrogomescoelho@hotmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1854994271471617>

Rodrigo Araújo Pereira

Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM – UFAM).

Graduado em Licenciatura em Física (IFAM), Licenciatura em Matemática (UNICV) e Engenharia Mecânica (UNINORTE).

E-mail: araujorodrigo.1905@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3300649541764408>

Brunna Gabriela Bruno Ribeiro

Especialista em Ensino de Física (UNIÚNICA).

Graduada em Licenciatura em Física (IFAM).

E-mail: brunnagabrielab@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9946371361810512>



CAPÍTULO 01: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 REFLEXÃO PESSOAL SOBRE O ENSINO DE FÍSICA

O presente trabalho, descreve algumas experiências vividas por Ronildo Andrade, estudante do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (*MNPEF*) do Pólo 04, enquanto professor em uma instituição particular de ensino. A pesquisa aqui descrita tem como foco principal a aplicação de metodologias educacionais na Educação de Jovens e Adultos (EJA), que se trata de uma modalidade de ensino prevista no art. 37 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 (BRASIL, 1996) destinada aqueles que não tiveram acesso à educação ou não deram continuidade ao ensino fundamental ou médio em idade regular. Essa modalidade de ensino possui características próprias que a diferencia bastante do ensino regular, pois, a mesma atende pessoas com diferentes faixas etárias no mesmo módulo de ensino. Essas pessoas vêm de uma jornada diária de trabalho extremamente carregada, cheias de metas e objetivos a serem alcançados a partir da continuidade dos estudos. Portanto, a EJA que faz parte de um campo específico de ensino que necessita de atenção e pesquisas para seu desenvolvimento, tem como um de seus objetivos o resgate social desse público altamente diversificado.

Desde 2008 trabalhando no ensino de Física para o ensino regular na rede pública do Estado do Amazonas, tive a oportunidade de colaborar para o ensino em duas escolas no centro de Manaus, e em 2013 contratado por uma empresa particular como professor de física para EJA. Até então não possuía experiências com o ensino de jovens e adultos, mas logo percebi que as diversidades culturais e etárias das turmas de EJA eram muito maiores do que tudo que eu já tinha encontrado na educação regular. Como exemplo, é comum encontrar alunos com 5, 10 ou 20 anos sem entrar em uma sala de aula. Esses fatores me fizeram refletir nas diversas formas de trabalhos pedagógicos pelos quais podemos conduzir uma turma dentro dessas características, diminuindo a evasão e obtendo melhores resultados no seu aprendizado. Percebi nesses anos que no ensino de EJA, além dos conhecimentos técnico e científicos que um professor precisa ter, se deve evitar um tratamento semelhante daquele oferecido no ensino regular. Se assim não for, muito dificilmente será reduzida a grande evasão apresentada nesses cursos assim como



a melhora na qualidade do ensino. Ao ingressar no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do Pólo 04, em várias discussões com professores e colegas durante o curso, me deparei com reflexões acerca do ensino de física que eu vinha aplicando para meus alunos, especialmente aos alunos de EJA e então percebi que eu poderia fazer diferente, tentar algo novo para favorecer e melhorar a compreensão do conteúdo de Física abordado em sala de aula. Para isso, é importante compreender qual a importância e finalidade do ensino de física dentro do contexto da EJA. Podemos pontuar que uma premissa para justificar essa importância e finalidade, vem da necessidade de *conhecer e interpretar* fenômenos da natureza, que muitas vezes, principalmente na EJA, o aluno já possui um senso comum sobre alguns deles, assim como é indispensável para compreender o desenvolvimento científico e tecnológico.

Além de conhecer a importância do ensino de Física na EJA, assim como os conteúdos que devem ser abordados, é necessário entender a melhor forma de *transmitir* esse conteúdo. Essa pesquisa tem como enfoque principal a aplicação de uma metodologia de ensino ativa, conhecida como *Peer Instruction (PI)* ou *instrução pelos Colegas (IpC)*, a qual torna os alunos integrantes ativos do ensino e aprendizagem. Há uma grande necessidade de tornar o ensino de física mais concreto e atrativo para o aluno, de forma que privilegie o conhecimento empírico que o mesmo possua e, além disso, contribua para a diminuição da evasão escolar e proporcione aumento da aprendizagem significativa.

1.2 EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

A educação de jovens e adultos possui na sociedade brasileira um papel importante o qual detém uma trajetória de grandes mudanças. A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 (BRASIL, 1996), a EJA passou a ser uma modalidade de ensino destinada a pessoas que não concluíram seus estudos no período regular de ensino. Porém, antes mesmo da criação da LDB a EJA foi conduzida por projetos que tinham como uma de suas finalidades a qualificação de profissionais para a indústria no Brasil.

Historicamente, não havia um objetivo específico para o desenvolvimento de trabalhos direcionados a EJA no Brasil. De acordo com Almeida (2015, p. 03), além de



um tímido incentivo a profissionalização, “incentivou-se a aprendizagem da leitura e escrita, para que os jovens e os adultos pudessem exercer o seu “direito” de voto”. Entretanto, os projetos de alfabetização e capacitação para adolescentes e adultos era conduzido pela indústria que, de acordo com Almeida (2015, p. 03), “atribui a si a função de formação técnico-política da classe operária engajada no mercado de trabalho”.

No Brasil, com a indústria ainda em crescimento contínuo, o foco na educacional passou a despertar ações do estado para propor políticas visando a educação de jovens e adultos para atender o mercado, que naquele momento, se encontrava em expansão. Desse modo, o estado criou campanhas de alfabetização em massa para suprir essa demanda. Entretanto, essa alfabetização era realizada por pessoas voluntárias, despreparadas e recebendo péssimos salários. A ideia disseminada era que o ensino para pessoas adultas e adolescentes viria carregado de facilidade e rapidez, e, portanto, qualquer pessoa era capaz de alfabetizar.

A partir de 1988, com o advento da constituição federal, os deveres e obrigações do estado aumentaram, assim como os investimento destinados para políticas voltadas à EJA. Foram criados programas como o Programa Nacional de Alfabetização e Cidadania (PNAC), a Comissão Nacional de Educação de Jovens e Adultos (CNEJA) assim como a EJA passou a ter características de supletivos e de aceleração do ensino regular.

Várias ações ainda foram criadas por governos mais contemporâneos visando modificar o cenário da EJA no país. Vale a pena destacar entre esses projetos: Brasil Alfabetizado, Saberes da Terra, Proeja, Escola de Fábrica, Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos, ENCEJA, Consórcio Social da Juventude, Juventude Cidadã, Plano Nacional de Qualificação, Agente Jovem, Soldado Cidadão, Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária, PRONERA, PROEP (Ministério da Educação e Ministério do Trabalho), Plano Nacional de Qualificação, PNQ (MTE), Projeto de Profissionalização dos Trabalhadores da área de Enfermagem - PROF AE (Ministério da Saúde). Tais programas tinham como finalidade organização dessas políticas educacionais direcionadas a EJA.

Atualmente há um grande esforço para a continuidade da EJA no País. Prefeituras, Estados e instituições particulares tem tentado firmar compromisso para melhorar as estatísticas dessa modalidade de ensino. De acordo com o Censo 2018, o número de matrículas na EJA diminuiu em 1,5%, chegando a 3,18 milhões. De acordo com pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística na Pesquisa Nacional por



Amostra de Domicílios (PNAD) em 2016, “51% da população com 25 anos ou mais do Brasil possuíam apenas o ensino fundamental completo”, ou seja, ainda há muitas pessoas que precisam concluir o ensino médio. Apesar dos esforços para diminuir de forma gradativa o número de pessoas sem escolarização devida, ainda existe muito o que ser feito dentro da EJA, e para que ela se torne uma modalidade verdadeiramente inclusiva, é muito importante desenvolver diferentes formas de ensinar e tornar o ensino cada vez mais acessível as pessoas que já possuem idade avançada e almejam concluir o ensino fundamental, médio ou superior.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

O ensino de física está repleto de oportunidades desafiadoras que surgem como estímulo para a busca de soluções didáticas. Este fato não é privilégio do ensino fundamental, médio, superior, ensino regular ou EJA. A forma tradicional de ensinar, que muitas vezes é empregada como um monólogo, onde o aluno no papel de ouvinte, tenta aprender ou memorizar tudo que é abordado em sala de aula, proporciona satisfação parcial no ensino de física, porém, não permite que o mesmo compreenda completamente tudo que lhe é cobrado deixando uma lacuna no ensino de conceitos importantes da Física. Além disso, o grande número de alunos de EJA que abandonam a escola deve ser observado e utilizado como justificativa para construir aulas mais dinâmicas.

É importante conduzir aulas de Física para alunos da EJA de forma diferenciada. As aulas não podem ser planejadas da mesma forma que são planejadas aulas para o ensino regular. Para Arroyo (2007), Currículos de EJA devem ser construídos de forma que articulem a vida concreta do sujeito e suas especificidades devem ser levadas em consideração. Desse modo, é importante colocar o aluno como componente ativo no ensino aprendizagem, ou seja, o mesmo, junto com os colegas, deve participar diretamente da construção do conhecimento, o professor deve explorar o conhecimento empírico dos alunos e fazê-los depreender a respeito das teorias abordadas privilegiando o trabalho com problemas práticos envolvendo teorias, raciocínio lógico e a matemática, tornando a forma de ensinar e aprender mais positiva.

Aulas tradicionais de Física conservam, como uma de suas principais características, a solução de problemas e listas. Para alunos de EJA isso não tem sido



diferente, é exigido que o aluno seja capaz de resolver problemas e exercícios dos mais variados conteúdos, problemas estes que são chamados por Eric Mazur em seu livro “*A Revolução da Aprendizagem Ativa*” de problemas computacionais, que consistem em questões de Física que são ensinadas a serem solucionadas a partir de um algoritmo lógico. A EJA tem um caráter social muito importante, além disso, traz a oportunidade de levar o estudante a compreender fenômenos que estão por de trás de cálculos e praticar sua curiosidade intelectual. Compreender um fenômeno da natureza é tão importante quanto realizar um cálculo em um problema. Desse modo, a abordagem de problemas que enfatizam conceitos de Física torna-se a forma ideal de aplicação de metodologia de ensino, principalmente para o aluno de EJA, dado que o tempo de estudos que esse perfil de aluno possui é reduzido. A aplicação de ensino direcionada a abordagem conceitual, ou melhor, da teoria que envolve um fenômeno Físico, é uma alternativa interessante que pode nos conduzir a resultados expressivos no ensino de Física para EJA. A partir disso, surge como proposta uma metodologia baseada no *Peer Instruction* do professor de Harvard Eric Mazur, que trabalha tanto o conhecimento empírico do aluno como também a interação entre eles. Essa metodologia é apresentada com mais detalhes na seção 3 desta dissertação.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a metodologia de aprendizagem ativa, *Peer Instruction* do professor Eric Mazur aplicada a alunos de EJA, que busca a aprendizagem significativa através de testes conceituais de física e privilegia a interação entre alunos de modo a aflorar o conhecimento empírico.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Alargar o debate sobre a abordagem da Física na Educação de Jovens e Adultos assim como seus métodos avaliativos;



- Investigar a aplicação da metodologia *Peer Instruction* sugerida na proposta de ensino aplicada;
- Apontar pontos positivos e negativos encontrados na utilização do *Peer Instruction*;
- Avaliar o nível de compreensão do conteúdo de alunos que participaram desta metodologia;
- Comparar os resultados com turmas tradicionais onde não se aplicou o *Peer Instruction*.

CAPÍTULO 02: REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem como objetivo fazer um breve levantamento sobre os trabalhos científicos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) relacionados a aplicação da metodologia *Peer Instruction* ou *Instruções por Pares (IpC)* no ensino de Física e na Educação de Jovens e Adultos.

2.1 METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA

Apesar da metodologia citada neste trabalho já possuir muito tempo de existência, ela tem sido pouco difundida no ensino de Física no Brasil. Uma breve pesquisa na RBEF, nos remete a alguns artigos descrevendo a aplicação do *Peer Instruction* no ensino de Física. A metodologia já possui alguns resultados interessantes, alguns autores utilizam o ganho de Hake para análise de resultados. As propostas são as mais diferenciadas possíveis, segue abaixo algumas delas.

2.1.1 UMA ASSOCIAÇÃO DO MÉTODO *PEER INSTRUCTION* COM CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM ATIVA.



Araújo *et al* (2017) utilizam a metodologia *Peer Instruction* para interpelar testes conceituais sobre circuitos elétricos básicos. A metodologia privilegia as concepções prévias dos alunos sobre eletrodinâmica e foi avaliada com a aplicação de testes conceituais, pré-testes e pós-testes. É importante observar que pré e pós-testes eram iguais e a evolução das turmas foi analisada a partir dos ganhos de Hake. Os resultados obtidos por Araújo *et al* (2017) estão apresentados na tabela 2.1, e demonstram ganhos de Hake satisfatórios em 43% das turmas avaliadas, considerando a literatura internacional, entretanto, para parâmetros nacionais os resultados foram mais relevantes e chegaram a 86% das turmas. O que indica que mesmo abaixo dos padrões internacionais, quando se considera o âmbito nacional, a metodologia mostrou bons resultados.

Tabela *Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..1: Resultados obtidos por Araújo et al (2017) após aplicação da metodologia Peer Instruction.*

Turma	TA 301	TA 302	MA 303	MA 304	TI 305	TI 105	TI 106
Número de alunos que fizeram o pré-teste.	20	12	18	18	13	24	28
Número de alunos que fizeram o pós-teste.	20	15	19	27	17	24	28
Porcentagem de acertos no pré-teste.	25,3	29,4	28,9	31,5	29,7	33,3	32,6
Porcentagem de acertos no pós-teste.	41,7	37,8	47,4	55,3	55,7	48,1	55,0
Ganho de Hake	0,22	0,12	0,26	0,35	0,37	0,22	0,33

Fonte: Araújo 2017, p. 05

2.1.2 IMPLEMENTAÇÃO DE UM APLICATIVO PARA SMARTPHONES COMO SISTEMA DE VOTAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA COM PEER INSTRUCTION

Este artigo, desenvolvido por Kielt *et al* (2017) e publicado na RBEF, alinhou o uso de TIC's (Tecnologias da Informação e Comunicação) e a metodologia *Peer Instruction*. Foram desenvolvidas aulas de Física através de um sistema de votação com o auxílio de aplicativo para smartphones. O conteúdo que era abordado em aula era repassado ao aluno na aula anterior, para que ele pudesse realizar leitura do conteúdo e responder um questionário com perguntas referentes ao texto, isso permitia o primeiro contato do aluno com o conteúdo que seria abordado em aula posterior.

A aplicação do método era baseada em teste conceitual, desenvolvendo a metodologia do *Peer Instruction*. Essa aplicação era facilitada devido a utilização das



TIC's que permitiam ao professor checar as respostas de cada aluno de forma instantânea. Os dados com o desempenho da turma poderiam ser armazenados pelo professor, caso houvesse a necessidade. Na pesquisa não foi possível encontrar relatos das dificuldades encontradas durante a aplicação da metodologia, entretanto, verificou-se que a utilização de aplicativos de smartphone tornam a aula mais dinâmica, isso é essencial durante a aplicação do *Peer Instruction*, que necessita de uma análise rápida das respostas dos alunos. Por outro lado, o mesmo artigo não deixou claro a eficácia do método *Peer Instruction* aplicado a alunos de EJA, porém, o uso de TIC's, de fato, favorece a metodologia.

2.1.3 A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas (IpC) na aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de ciências exatas e engenharia.

O trabalho de pesquisa realizado por Oliveira (2015) teve como finalidade demonstrar a aplicação da metodologia *Peer Instruction* para nível superior, em cursos de Engenharia. Na utilização desta metodologia com os alunos, era sugerido o estudo prévio do conteúdo que seria abordado em aula, assim, no uso do *Peer Instruction* era instigada a interação entre os colegas para abordar conceitos de Física. Para a execução do método, Oliveira utilizou o Inventário do Conceito de Força (ICF). Este inventário com questões conceituais tem como finalidade principal a abordagem de conteúdos sobre a mecânica Newtoniana.

O principal objetivo de Oliveira era comparar o método *Peer Instruction* com a metodologia tradicional em duas turmas, que foram denominadas T3, onde aplicou-se o IpC e T4 que se utilizou metodologia tradicional, ambas abordaram o mesmo conteúdo. No desenvolvimento desta metodologia, foram colhidos dados referentes a cada turma e analisado a partir dos ganhos normalizados de Hake (1998) que consideram, em termos percentuais, a média de acertos do pré e pós-testes. Desse modo, ao comparar as turmas T3 e T4, Oliveira obteve os resultados da tabela 2.2:

Tabela Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..2: Comparação de resultados da turma 3 e turma 4.



Turma	Metodologia	Npré (%)	Desvio padrão Npré (%)	Npós (%)	Desvio padrão Npós (%)	Ganho g
T3	IpC	29	11	41	16	0,17
T4	Tradicional	42	22	53	22	0,19

Fonte: Oliveira 2015, p. 67.

Ao examinar os dados apresentados na tabela 2.2 observando apenas o ganho de Hake, nota-se que a metodologia de Eric Mazur apresentou eficiência menor que a metodologia tradicional, além disso, os valores para o ganho normalizado estão abaixo dos valores encontrados por Hake (1998). Entretanto, de acordo com a tabela 2.2 verificamos um aumento de 12% (de 29 para 41) no desempenho da turma T3, e aumento de 11% (de 22 para 53) na turma T4, logo, é possível ver uma melhora significativa no desempenho da turma com metodologia *IpC* quando pós-teste é comparado ao pré-teste, que embora tenham resultados adversos, mostrou que o *Peer Instruction* é uma metodologia potencialmente significativa para o ensino de física em cursos de engenharia.

2.1.1 Implementação Do Método *Peer Instruction* Em Aulas De Física No Ensino Médio

Diniz (2015) implementou a metodologia do professor Eric Mazur no ensino médio. Neste trabalho, foram comparados os resultados obtidos em uma turma na qual houve aplicação do *PI* com outras duas turmas onde o conteúdo foi aplicado de forma tradicional e com professores diferentes, entretanto, o mesmo conteúdo foi abordado. A acareação dos resultados deu-se a partir da aplicação de pré e pós-testes contendo 30 questões, todas retiradas do *FCI (Force Concept Inventory)*, (Hestenes, Wells, Swackhammer, 1992) traduzido (Fernandes, 2011), que consiste em um banco de problemas conceituais elaborados com a finalidade de auxiliar a aplicação do *PI*.

O desempenho das turmas estudadas por Diniz (2015) foi verificado de duas formas, através do ganho normalizado ou ganho de *Hake* e em forma de diagnóstico por meio do teste *t student* que se trata de um teste de hipótese que tem a finalidade de estudar uma população por meio de um conjunto de valores.



O desenvolvimento desta metodologia teve com auxílio *clicker's* disponibilizados pela Universidade Federal de Viçosa, que tiveram fundamental importância na aplicação, pois possibilitaram uma automatização dos testes conceituais permitindo que o professor tivesse os resultados de forma instantânea, o que é de considerável relevância durante a aplicação da metodologia *PI*.

Os resultados obtidos, que estão apresentados na Tabela 2.3, nos permitiu observar que a aplicação da metodologia tradicional proporcionou ganhos muito inferiores aos ganhos expostos pela metodologia *PI*, neste caso específico, as turmas 1 e 2, respectivamente, tiveram ganhos de 0,02 e 0,03 o que, de acordo com *Hake(1998)*, está abaixo do esperado para utilização de metodologias tradicionais que fica no intervalo de 0,1 e 0,2. Na turma 3, a qual participou de metodologia *PI*, o ganho alcançou o valor de 0,10 que ainda é um valor inferior ao esperado para a metodologia *PI*. Quando comparados com trabalhos no âmbito nacional, como por exemplo, Oliveira (2015) com ganho de 0,17 ou Araújo (2017) com ganhos de até 0,37, os resultados obtidos por Diniz, não tem demonstrado relevância, entretanto, mesmo não sendo um resultado efetivamente significativo, quando inquirido os dados da tabela 2.3, nota-se que a evolução percentual no desempenho das turmas aumentou consideravelmente na turma 3, onde utilizou-se a metodologia *PI*, ou seja, proporcionou um aumento de 31% no desempenho dos alunos no pré-teste enquanto que na metodologia tradicional as turmas 1 e 2 ficaram com aumento percentual de 6 a 9%. Esse resultado indica que, mesmo diante de resultados abaixo dos valores relacionados por Hake (1998), a metodologia *Peer Instruction* supera os resultados obtidos pela metodologia tradicional.

Tabela 2.3: Comparativos de ganho de Hake

Turma	Turma 1 (Tradicional)	Turma 2 (Tradicional)	Turma 3 (PI)
Número de alunos que fizeram o <i>pré-teste</i>	23	21	22
Número de alunos que fizeram o <i>pós-teste</i>	23	21	22
Porcentagem de acertos no <i>pré-teste</i> (% <i>pre</i>)	28,5	25,0	24,5
Porcentagem de acertos no <i>pós-teste</i> (% <i>pos</i>)	30,0	27,3	32,3
Média de acertos no <i>pré-teste</i>	8,5	7,5	7,4
Média de acertos no <i>pós-teste</i>	9,0	8,2	9,7
<i>Ganho de Hake <g></i>	0,02	0,03	0,10



Fonte: DINIZ (2015, p. 50)

CAPÍTULO 03: REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

David Ausubel, nascido em Brooklin, Nova York, veio de uma educação tradicional baseada em castigos e humilhações, o que o trouxe insatisfação com o ensino que era aplicado nos Estados Unidos, onde estudava, esse tipo de abordagem didática acabou interferindo de forma negativa em seu ensino. Em meio as dificuldades em circunstâncias vividas por Ausubel, nasce o desejo de estudar e contribuir para o âmbito educacional, o que levou Ausubel a aprender Psicologia na University of Pensilvânia e, posteriormente, concluir seu Doutorado em Psicologia do Desenvolvimento, pela Universidade de Columbia, e em 1950 inicia seus primeiros estudos sobre a teoria da aprendizagem significativa que mais tarde revolucionaria o campo da educação (Soares, 2017, p. 2).

3.1.1 TIPOS DE APRENDIZAGEM

Teorias de aprendizagem vêm sendo desenvolvidas ao longo de várias décadas, muitas contribuições foram realizadas ao longo do tempo. A importância de compreender a forma como ocorre a aprendizagem nos remete a metodologias e técnicas que possam vir a auxiliar na aprendizagem humana, que pode ocorrer de três formas:

I) Aprendizagem Cognitiva

Piaget (1980) foi o principal teórico da aprendizagem a manifestar pensamento sobre aprendizagem cognitiva. Ele apresentou que para a construção do conhecimento há importância em combinar o meio e o sujeito, portanto, o estudante deve participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem. Para (Soares, 2017, p. 2) aprendizagem Cognitiva, é aquela que resulta no armazenamento organizado na mente de quem aprende, ou seja, prioriza o conhecimento empírico, fazendo que o aluno possa



organizá-lo e assim, reconstruir novos saberes a partir disso. Este processo é comum entre os seres humanos, os quais, ao longo da vida tem utilizado o cognitivismo para solução de problemas corriqueiros.

II) Aprendizagem Afetiva

Com os estudos de Henry Wallon, Jean Piaget, Vygotsky e outros defensores da aprendizagem afetiva, observou-se sua relevância para o ensino de jovens e crianças. Portanto, a família, assim como a escola, tem um papel fundamental no processo educacional. A afetividade é indispensável e surge como base para o processo de ensino, ao se levar em consideração sua finalidade e a importância que a família possui para desenvolvimento humano, social e educacional, permitindo que os resultados sejam os mais agradáveis e relevantes possíveis.

III) Aprendizagem Motora ou Motriz

Outro processo de aprendizagem que também apresenta importância é a aprendizagem motora ou Motriz a qual engloba habilidades como andar de bicicleta, correr, praticar algum esporte e até habilidades verbais e gráficas como fala e escrita, que podem ser desenvolvidas por intermédio de artes cênicas, por exemplo.

O psicólogo norte-americano David Ausubel (1918-2008) foi o principal responsável por desenvolver uma teoria baseada na relação entre o conhecimento que possuímos somado ao conhecimento adquirido. Privilegiava a aprendizagem cognitiva, que ficou reputada como teoria da aprendizagem significativa. Para Moreira (2012) a aprendizagem significativa ocorre em meio a uma interação e torna-se significativa quando uma concepção prévia vai de encontro ao conhecimento exposto, portanto:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (Moreira, 2012, p. 2)

Ausubel tenta mostrar que é papel do docente, configurar, planejar e criar ideias didáticas para que as aulas possam atingir o objetivo da aprendizagem significativa. “Ele



preconiza que os educadores devem criar situações didáticas com a finalidade de descobrir esses conhecimentos, que foram designados de conhecimentos prévios” (Mendes, 2017). Dessa forma, a construção do conhecimento ocorrerá a partir da associação do novo saber ao que foi incorporado e, portanto, deve ser seguida uma hierarquia lógica aplicando estímulo e em seguida conduzindo a resposta do estímulo a uma resposta ou reforço positivo.

É importante valorizar o conhecimento empírico do aluno, isso deve ser observado durante as aulas expositivas e atividades de verificação. Além disso, destaca-se a necessidade do planejamento didático obedecendo uma sequência que crie uma relação direta entre os conteúdos abordados de forma que permita motivação adequada para o aprendizado. A partir de uma sequência didática organizada, utilizando os conceitos de Novak, podemos utilizar como exemplo, a aplicação de mapa conceitual de modo que nos permita organizar a melhor ordem para que sejam trabalhados os conteúdos. Com base nesse suporte teórico, é possível otimizar aprendizado auxiliados por meios tecnológicos que deverão trazer a motivação esperada para que o processo de ensino-aprendizagem seja o mais aprazível possível mesmo sabendo das dificuldades que são comuns no ensino.

3.2 Metodologia Peer Instruction

Um dos principais problemas que envolvem o ensino de física é a apresentação do conteúdo, que na maior parte das vezes é exposto de forma tradicional. Conteúdo este que é apenas retirado de um livro de Física e reproduzido ao estudante. Segundo Mazur (2015, p. 26) “O problema é a apresentação tradicional do conteúdo, que consiste quase sempre em um monólogo diante de uma plateia passiva”. Este tipo de aula, reiteradamente, leva o estudante a pensar na Física apenas como resolução de problemas, de modo a solicitar sempre mais exemplos resolvidos. Entretanto, qual a finalidade de compreender um algoritmo de solução de problemas uma vez que não se possui um entendimento razoável dos conceitos envolvidos em um problema de Física? Se estamos falando no ensino de Física, temos que levar em consideração a relevância da compreensão dos conceitos básicos, os quais tem a finalidade de auxiliar a resolução de problemas do cotidiano.

Devido a importância de aplicações conceituais da Física e uma abordagem diferenciada para o ensino, o professor Eric Mazur, após anos de trabalho docente na forma tradicional, criou uma metodologia que trata o aluno como figura ativa no ensino



aprendizagem, essa metodologia passou a ser conhecida como *Peer Instruction (PI)* ou *Instrução pelos Colegas (IpC)*.

3.2.1 APLICAÇÃO DO PEER INSTRUCTION

O *PI* consiste em uma metodologia baseada em testes conceituais e interação entre os alunos. Segundo Mazur (2015, p. 27) o *PI* “explora a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e foca a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento.”. Desse modo, as aulas não devem ser em formatos tradicionais onde os estudantes devem assistir aulas teóricas e após isso resolvem vários exercícios do assunto abordado. Dentro dessa metodologia as tarefas de leitura devem ter papel importante durante a aplicação, o conteúdo cheio de detalhes deve ser lido e estudado pelos alunos em materiais de apoio, como livros ou apostilas. Portanto, a aula deve partir de um resumo do conteúdo apresentando os pontos mais importantes do assunto estudado seguido de teste conceitual. A sequência de aplicação do *PI* deve ser realizada seguindo as etapas apresentadas na Figura 3-1:

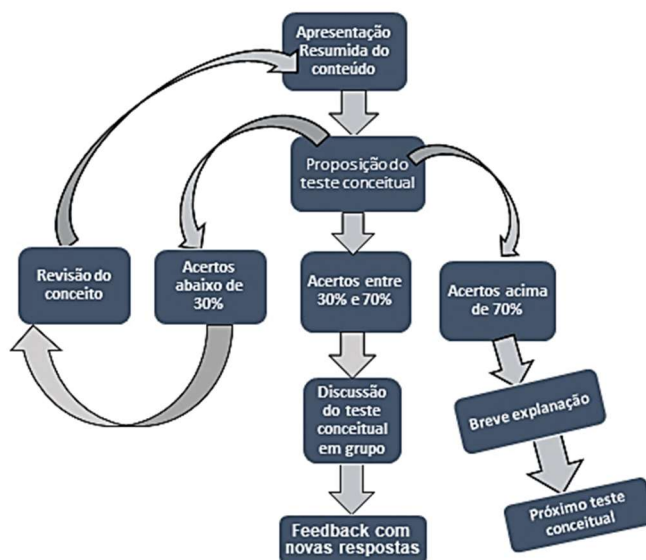


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-1:**
Fluxograma Peer Instruction (Mazur, 1997)

Para Mazur (2015, p. 27), “Esse processo (a) motiva os estudantes a pensar com base nos argumentos que estão sendo desenvolvidos e (b) dá-lhes (o professor incluído)



um modo de avaliar a sua compreensão do conceito”. Este processo pode ser aplicado da seguinte forma, de acordo com a figura 3-1:

a) Apresentação resumida do conteúdo;

Essa apresentação não deve ocorrer durante um período muito grande da aula. Um resumo apresentando os principais e mais importantes conceitos com no máximo 10 minutos de apresentação já deve ser suficiente para iniciar a aula.

b) Proposição do teste conceitual:

Após a apresentação resumida dos conceitos, aplica-se o teste conceitual. Na primeira realização das questões conceituais os estudantes devem responder de forma individual, e então deve ser observado o nível de acertos da turma, como mostrado a seguir:

- I. Se, menos de 30% acertar o teste, aplica-se uma revisão do conceito seguida da reaplicação do mesmo teste conceitual;

A revisão conceitual comentada no item I, pode ocorrer de várias formas, cabe ao professor identificar a forma que proporcione melhores resultados. A demonstração de um vídeo abordando de forma diferente o conceito estudado, uma simulação computacional ou até mesmo um experimento prático. São apenas exemplos, o importante é observar e verificar o que vai proporcionar melhores esclarecimentos à turma, isso pode variar de uma turma a outra.

- II. Caso o número de acertos esteja entre 30% e 70%, a turma se reúne em grupos que discutirão a respeito da questão conceitual e na sequência, reaplica-se a questão;

Neste caso, o professor pode reunir a turma em duplas ou grupos. É importante que dentro do grupo ou equipe escolhida, de preferência pelo docente, deve haver alunos que acertaram e alunos que erraram a questão conceitual. A proposta consiste em, a partir da interação entre os colegas e as mediações do professor, os conceitos sejam esclarecidos e o nível de acertos seja maior.

- III. Para uma média de acertos maior que 70% o professor faz uma breve explanação a respeito da questão conceitual apresentando a resposta correta;

Para um nível de acertos expressivo, o professor apresenta de forma resumida e clara o resultado do teste conceitual, neste momento pode ser aprofundado um pouco mais o conceito abordado.



3.2.2 LEITURA ANTES DA AULA

A metodologia *PI*, como já foi observada, trata o aluno como agente ativo na aprendizagem. Habitualmente, o estudante tem como prática assistir a aulas expositivas, anotar as informações que julga necessária e no fim, não participa diretamente na construção de conhecimento ou de algum conceito importante abordado no decorrer da aula. Esse tipo de conduta por parte do estudante deve ser evitado, sua postura deve ser de busca ativa pelo conhecimento, em alguns casos o mesmo já possui saberes inerentes ao seu cotidiano e a partir da leitura o estudante poderá aprimorar ou mesmo consolidar as informações que possui.

Eric Mazur destaca a importância do desenvolvimento das atividades de leituras afim de alcançar o melhor desempenho dos estudantes dentro da metodologia *PI*. Para que isso ocorra, o professor deve fazer um cronograma de testes de leitura e a aplicação rotineira do mesmo para otimizar os resultados nas aplicações do teste conceitual. É importante observar que o teste de leitura não deve avaliar os alunos de forma rigorosa com perguntas e questões complexas, além disso, deve haver colaboração entre os colegas e uma forma de recompensá-los pelo teste atribuindo, por exemplo, uma pontuação.

3.3 GANHO NORMALIZADO DE HAKE

Richard R. Hake, professor do departamento de Física da Universidade de Indiana, realizou a análise de dados referentes a pré e pós-testes de dados recolhidos em várias instituições de ensino como escolas secundárias, faculdades e universidades. No total, foram avaliados 62 cursos onde eram ministrados cursos de Física introdutória. A finalidade principal dessa investigação estava engajada em avaliar o entendimento conceitual que cada curso proporcionava aos estudantes. Para realizar esse estudo, utilizou-se o ganho normalizado, ou como é mais conhecido, ganho de Hake, o qual é definido como a razão entre o ganho médio real $\% \langle G \rangle = (\% [pós] - \% [pré])$ e o ganho médio máximo possível $\% \langle G_M \rangle = (100\% - \% [pré])$ o que podemos escrever como:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G_M \rangle} \quad (1)$$

Para fins de pesquisa, Hake (1997) define:



- a) "Envolvimento interativo", ou seja, IE métodos como aqueles concebidos, pelo menos em parte, para promover a compreensão conceitual por meio do engajamento interativo dos alunos em atividades de participação e de hands-on (geralmente) que geram feedback imediato por meio de discussões com pares e/ou instrutores, todos julgados por suas descrições de literatura;
- b) Cursos "tradicionais" (T) como aqueles relatados pelos instrutores para fazer pouco ou nenhum uso de métodos de IE, contando principalmente com palestras de estudantes passivos, laboratórios de receitas e exames de problema algorítmico;
- c) Cursos de Engajamento Interativo (IE) como os relatados por instrutores para fazer uso substancial de métodos de IE;
- d) Cursos de "alto-g" são aqueles com $g \geq 0,7$
- e) Cursos de "Médio-g", são aqueles com $0,7 < g \leq 0,3$
- f) Cursos de "Baixo-g" são aqueles com $g < 0,3$

Foram avaliados por Hake 14 cursos T, ou cursos com metodologia tradicional, que fizeram pouco, ou nenhum uso de metodologias interativas. O resultado obtido para o ganho médio foi de $\langle g \rangle_{14} = 0,236 \pm 0,04$. Curso nos quais houve uso substancial de metodologias interativas, ou métodos IE, obtiveram como resultado o ganho médio de $\langle g \rangle_{48IE} = 0,486 \pm 0,14$. A partir dos resultados dessa pesquisa, pode-se concluir que os resultados obtidos por metodologias IE conduzem os alunos a um melhor desempenho nos cursos de Física introdutória quando comparados aos métodos tradicionais, sendo assim, uma boa opção de metodologias para o ensino de Física.

CAPÍTULO 04: MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL

O presente capítulo tem como finalidade a apresentação das principais definições teóricas sobre a cinemática escalar ou movimento unidimensional, aqui são demonstradas de forma detalhada as equações e os conceitos importantes para entendimento e aplicação do trabalho.

4.1 REFERENCIAIS



A medição de grandezas, seja na física, na engenharia ou no cotidiano, é uma parte fundamental para que possamos analisar resultados. Grandezas como, posição, velocidade, aceleração, campo elétrico ou magnético, necessitam de um referencial ou uma orientação para serem medidos. Desse modo, em movimentos unidimensionais, os referenciais são componentes importantíssimas na construção de conceitos e teorias.

Para o movimento unidimensional considere, por exemplo, que um estudante está sentado na poltrona de um ônibus com velocidade não nula para um determinado referencial, neste caso surge a seguinte questão: “o estudante está em movimento ou repouso?”. Para responder a essa questão, devemos escolher um tipo de referencial (observador), pois, só poderemos definir com clareza movimento e repouso a partir de uma referência. Se for adotado como referencial o motorista, por exemplo, vamos verificar que a medida que o tempo passa, a distância entre o motorista e a pessoa, que está sentado em uma das poltronas do ônibus, não se altera, portanto, para o referencial *motorista* a pessoa encontra-se em *repouso*. Entretanto, ao escolhermos uma referência externa ao ônibus, como por exemplo, uma pessoa fixa na calçada, vamos perceber que a distância entre a pessoa e o ônibus se altera com o passar do tempo, caracterizando que o ônibus (e tudo que está solidário a ele) está em movimento em relação à pessoa na calçada.

É importante observar que para que esse referencial seja inercial, a primeira lei de Newton deve ser válida, é o que acontece no exemplo acima. Por outro lado, quando um referencial inercial é acelerado o qual passa a ser um referencial não inercial.

4.2 VELOCIDADE MÉDIA

Após ser definido o observador inercial que observa e descreve o movimento dos corpos, se para ele a posição do objeto se modifica com o passar do tempo, é possível estabelecer uma medida dessa variação, chamada de velocidade média. Se o movimento é unidimensional, isto é, possui uma direção fixa no espaço é suficiente uma descrição escalar dessa grandeza, chamada de velocidade escalar média. Como descrito na seção anterior, para medir uma grandeza ou mesmo descrevê-la é necessário adotar um sistema de referência que é definido por Nussenzveig (2002. p. 23) como uma reta orientada com origem em O, como mostra a figura 4-1.

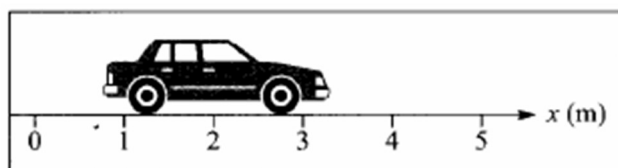


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-2: Reta Orientada.**

No caso

Fonte: Nussenzweig (2002, p.23)

apresentado, $x(t)$

representa a posição do automóvel em um instante t . Para determinação da posição, poderíamos tirar fotografias seguidas do automóvel em movimento de modo a estabelecer a posição do automóvel, ou seja, a distância de um ponto do automóvel até a origem do referencial (O) e um sinal positivo ou negativo, conforme se situe a direita ou à esquerda do marco zero. A partir desse método de determinação da posição e tempo, poderíamos encontrar dados como os descritos a seguir:

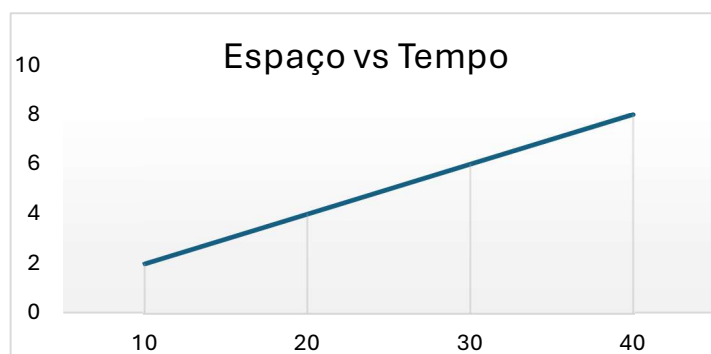
*Tabela **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-4: Espaço - tempo para um movimento unidimensional.***

$x(t)$	10	20	30	40
t	2	4	6	8

Fonte: Própria do Autor (2019)

Com esses dados apresentados na tabela 4.1 podemos construir o gráfico abaixo

*Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-3: Gráfico do Espaço vs Tempo.***



Fonte: Própria do Autor (2019)



Como observado na figura 4-2, para este caso, obtivemos uma reta crescente. Sendo o objetivo descrever matematicamente este movimento, e tratando-se de uma reta crescente, podemos utilizar uma função do 1º grau a qual é definida como:

$$x(t) = a + bt \quad (2)$$

Este movimento é conhecido como Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) no qual o automóvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais, ou seja, a variação de espaços pode ser escrita: $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3$ que são percorridas em intervalos de tempos iguais, ou seja, $\Delta t = t_2 - t_1 = t_4 - t_3$.

A velocidade escalar média, entre dois instantes de tempos t_1 e t_2 é definida pela razão entre a variação do espaço e do tempo, logo:

$$v_m(t_1; t_2) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2(t_2) - x_1(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

Ou seja, é a taxa de variação do espaço em função do tempo. Ao observarmos a equação (3) e analisarmos o gráfico vamos entender a velocidade como o coeficiente angular da reta, b , portanto, na equação (3) $v_m = b$. As unidades de medidas da velocidade são: m.s^{-1} , Km.h^{-1} , cm.s^{-1} , de acordo com o sistema de unidades escolhido.

Quando consideramos $t_1 = 0\text{s}$, o instante inicial e $t_2 = t$ um instante qualquer, pode ser definido, $x(t = 0) = x_o = a$, como a posição inicial do movimento, desse modo, a equação (2) torna-se:

$$x(t) = x_o + vt \quad (4)$$

A equação (4) é definida como função horária do movimento retilíneo uniforme, no qual um móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais.

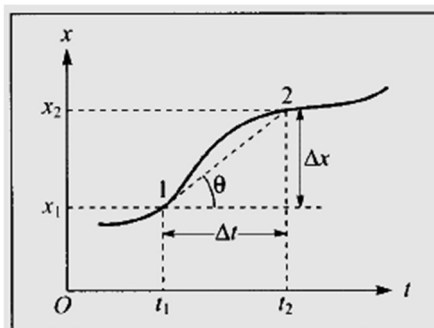


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-4: Interpretação Geométrica da Velocidade Média.

Fonte: Nussenzveig (2002, p. 25)



4.3 VELOCIDADE INSTANTÂNEA

A velocidade desenvolvida para percorrer a corda da figura 4-3, do ponto 1 ao 2, corresponde a velocidade para o móvel que partiu de $x_1(t_1)$ até $x_2(t_2)$. Portanto, um carro que faz uma viagem de 300Km em 3 horas, possui velocidade média de 100 km/h, entretanto, essa informação ainda é pouco para conhecer esse percurso, pois, em alguns pontos da trajetória a velocidade pode ter sido superior, inferior a esse valor ou nula. Neste caso, como poderíamos identificar a velocidade do carro num determinado instante? Uma das alternativas seria observando o velocímetro do carro, o qual apresenta a velocidade do mesmo em cada instante.

Para observar a diferença que ocorre no cálculo da velocidade num determinado trajeto, considere os dados da tabela 4.2:

Tabela Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..5: Movimento Acelerado.

Δx	1m	1m	1m
Δt	10s	20s	40s

Fonte: Própria do Autor (2019)

Diante disso, podemos encontrar as velocidades médias e obter o valor de 0,0428 m/s para o todo trajeto e para cada um dos trechos vamos ter, 0,1m/s, 0,5 m/s e 0,025 m/s. A velocidade apresentou diminuição desde um valor inicial, de 0,1 m/s, até um valor final, de 0,025 m/s. A ramificação da trajetória em três trechos não foi suficiente para encontrar o valor da velocidade instantânea em cada um dos pontos. Desse modo, precisamos particionar em mais trechos, pois com este aumento teremos a diminuição do espaço e do tempo que o móvel utiliza para percorrê-lo. Assim, devido à necessidade no aumento do número de trechos uma ferramenta matemática que pode auxiliar, é a aplicação de limites na equação (3). Logo, matematicamente, a definição da velocidade instantânea poderá ser escrita como:

$$v = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (5)$$

Na equação (6) podemos observar que o tempo tende a zero, ou seja, o intervalo de tempo é considerado muito pequeno, dessa forma, a equação pode ser reescrita com o uso da definição de derivadas, portanto, teremos:



$$v = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (6)$$

4.4 ACELERAÇÃO

É comum no dia a dia surgirem comentários a respeito de carros, aviões, motocicletas etc., relacionados a suas acelerações. Por exemplo, em propagandas de automóveis do tipo: “a Ferrari possui um motor potente o qual é capaz de mudar sua velocidade de 0 a 100 km/h em 2,8 s.”, nela está embutido a variação de velocidade Δv sofrida e o tempo Δt necessário para que essa variação. Semelhante a equação (3), podemos definir a *aceleração média*, entre os instantes t_1 e t_2 como:

$$a_m(t_1; t_2) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2(t_2) - v_1(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

Dessa forma, no exemplo da Ferrari mencionado acima, podemos calcular a aceleração média a partir da equação (7), de modo que teremos:

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 100 \text{ km/h} = 27,8 \text{ m/s}$$

$$\text{Então, } a_m = \frac{27,8 - 0}{2,8} = 9,92 \text{ m/s}^2$$

Este resultado demonstra que a cada 1 segundo a velocidade da Ferrari aumenta em 9,92 m/s.

A partir da equação (7), sabendo que $t_2 > t_1$, podemos observar que a aceleração é positiva para $v_2 > v_1$ e negativa para $v_2 < v_1$.

Assim como abordado na seção 4.3, onde considera-se a velocidade instantânea de um móvel, naturalmente a aceleração também pode ser variável ao percorrer um determinado movimento, portanto, devemos definir a aceleração instantânea a partir da equação a seguir:

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{v(t+\Delta t) - v(t)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (8)$$

A equação (8) apresenta a aceleração escalar média como a derivada da velocidade em função do tempo, além disso, a mesma pode ser escrita como função da posição $x(t)$, assumindo que $v = dx/dt$, de modo que se obtém $a(t)$ como derivada de segunda ordem da posição, conforme a equação (9).

$$a(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (9)$$



Para resolver o problema inverso, ou seja, encontrar a variação da velocidade se conhecendo $a(t)$, devemos utilizar a equação (8), ou seja:

$$a(t) = \frac{dV}{dt}$$

Podemos aplicar a integral no intervalo de tempo t_2 a t_1

$$\int_{t_1}^{t_2} a(t)dt = \int_{V_1}^{V_2} dV \quad (10)$$

$$\text{Então} \quad V_2 - V_1 = \int_{t_1}^{t_2} a(t)dt \quad (11)$$

4.5 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

É denominado de movimento retilíneo uniformemente variado aquele que possui aceleração escalar invariável ou constante, ou seja, não depende do tempo, portanto, para o MRUV temos:

$$a(t) = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \text{constante} \quad (12)$$

Para determinar a lei horária do MRUV, uma vez conhecida a aceleração, podemos utilizar equação (11), de modo que tenhamos o intervalo de tempo $[t_0, t]$ desse modo, esta equação pode ser escrita a seguinte forma:

$$V(t) - V(t_0) = \int_{t_0}^t a(t')dt' = a(t - t_0) \quad (13)$$

A integral apresentada na equação (13) mostra o cálculo da área em um gráfico $a \times t$, essa integral corresponde a área hachurada do gráfico da figura 4-4.

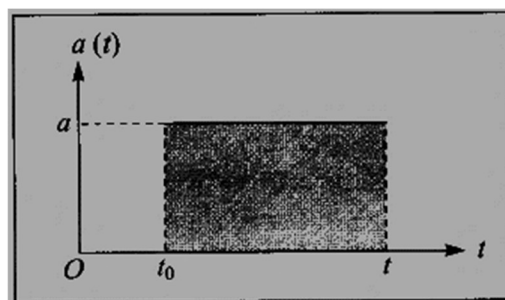




Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-5: Integral da

Para $aceleração$. Fonte: Nussenzveig (2002, p. 33) simplificação da equação (13) definimos $V(t_o) = V_o$ e $V(t) = V$, portanto ela torna-se:

$$V - V_o = a(t - t_o)$$

(14)

A equação (14) permite determinar a velocidade em qualquer instante de tempo e a mesma é chamada de função horária da velocidade. Conhecida a aceleração e a função horária da velocidade, é necessário determinar uma equação para a posição no MRUV. Sendo a velocidade definida em função da posição, como mostra a equação (7), temos:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (15)$$

A qual pode ser reescrita da seguinte forma:

$$v dt = dx$$

Substituindo v pela equação (14),

$$[a(t - t_o) + V_o] dt = dx$$

Aplicando a integral em ambos os lados desta equação, podemos obter a lei horária da posição, obtendo a seguinte equação:

$$x = x_o + v_o(t - t_o) + \frac{1}{2} a(t - t_o)^2 \quad (16)$$

O resultado observado na equação (16) exprime a função horária da posição para o MRUV. O gráfico do espaço x tempo é uma parábola.

Uma expressão importante de determinar no MRUV é a variação da velocidade em função da posição x , para encontrar essa equação, basta substituir a equação (14) na equação (16).

Da equação (14) temos, $a(V - V_o) = (t - t_o)$, dessa forma, substituímos esse resultado na equação (16), logo,

$$x - x_o = V_o \left(\frac{V - V_o}{a} \right) + \frac{a}{2} \left[\frac{(V - V_o)}{a^2} \right]^2$$

$$x - x_o = \frac{V - V_o}{a} \left\{ V_o + \frac{V}{2} - \frac{V_o}{2} \right\} = \frac{(V - V_o)(V + V_o)}{2a} = \frac{V^2 - V_o^2}{2a}$$

Logo, encontramos a expressão da velocidade em função da posição, a qual é muito conhecida como equação de Torricelli:



$$V^2 - V_o^2 = 2a. (x - x_o) \quad (17)$$

CAPÍTULO 05: TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

A metodologia *PI* demanda eficiência e rapidez na abordagem dos testes conceituais, ou seja, o professor deve dispor do resultado de cada questão de forma instantânea de modo a permitir uma análise em tempo real dos resultados viabilizando que o mesmo possa escolher qual, ou quais, sequências didáticas devem seguir. A partir de situações como essa e outras dificuldades encontradas na correção de teste conceituais ou pré/pós-testes, verifica-se a necessidade de, a partir de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), agilizar o processo de obtenção de resultados com maior celeridade. A seguir são apresentados alguns *softwares* que auxiliaram o desenvolvimento deste trabalho.

5.1 PLICKERS

O Plickers é uma ferramenta que se encontra disponível para *Android*, *iOS* e também na *web* pelo site <https://www.plickers.com>. Basicamente, trata-se de um *software* que administra a aplicação de testes em sala de aula. O emprego do *Plickers* se dá a partir de *cards*, os quais estão disponíveis no site onde os alunos são cadastrados. Os dados coletados a partir das respostas da turma são armazenados no site onde podem ser extraídos em planilhas do *Excel* e posteriormente utilizados em gráficos para estudos e análises.

Para utilizar o *Plickers* basta criar uma conta no site www.plickers.com, que pode ser vinculada ao *Google* ou mesmo o *Facebook*. Uma vez que já possua uma conta o professor deve cadastrar turmas e alunos, como mostra a Figura 5-1.

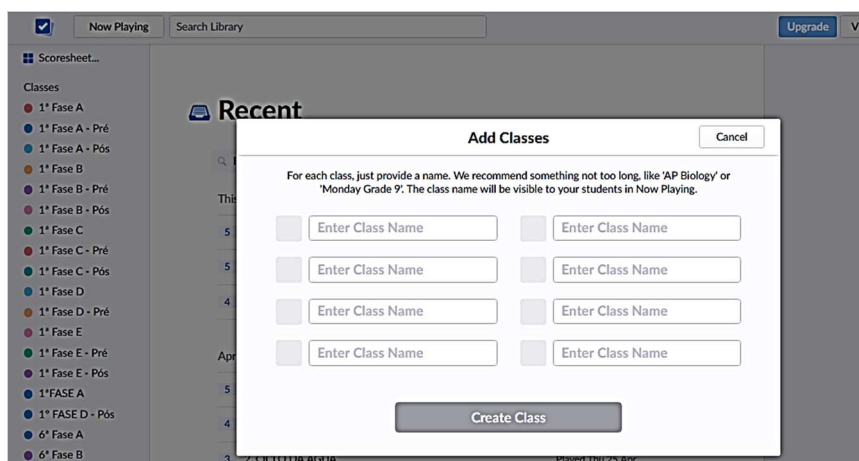


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-6**: Janela para criação de turmas no Plickers.

Observe que, a partir da Figura 5-1, podem ser criadas mais de uma turma ao mesmo tempo. Uma vez gerada a turma, deve ser adicionado os estudantes, tarefa que não apresenta nenhuma dificuldade, basta copiar e colar o nome dos alunos de um arquivo em *Word*, por exemplo, e o site identifica cada um.

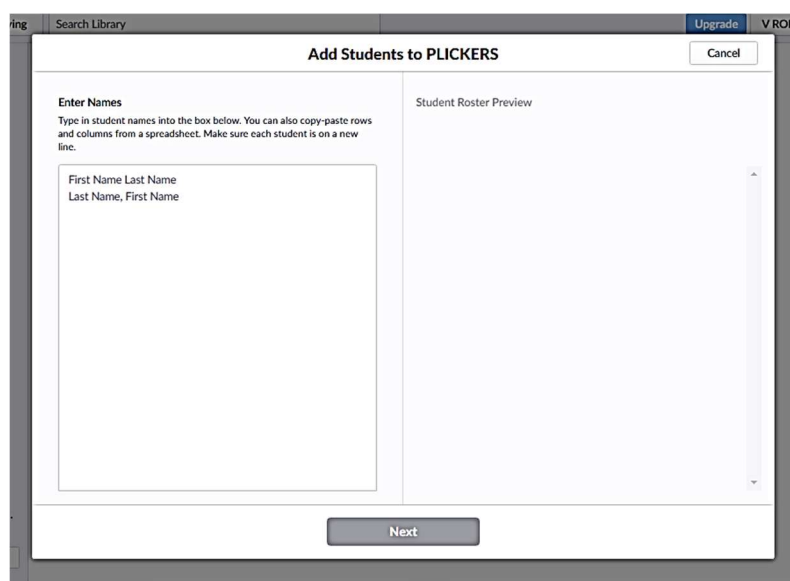


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-7**: Adicionando estudantes.

Com tudo pronto entre turma e alunos, a próxima etapa é a criação dos testes. O *Plickers* permite de forma gratuita que sejam criadas 5 perguntas por teste, caso necessite mais do que isso, há a opção de criar vários testes ou a compra do aplicativo. A formulação das perguntas segue como na Figura 5-3.

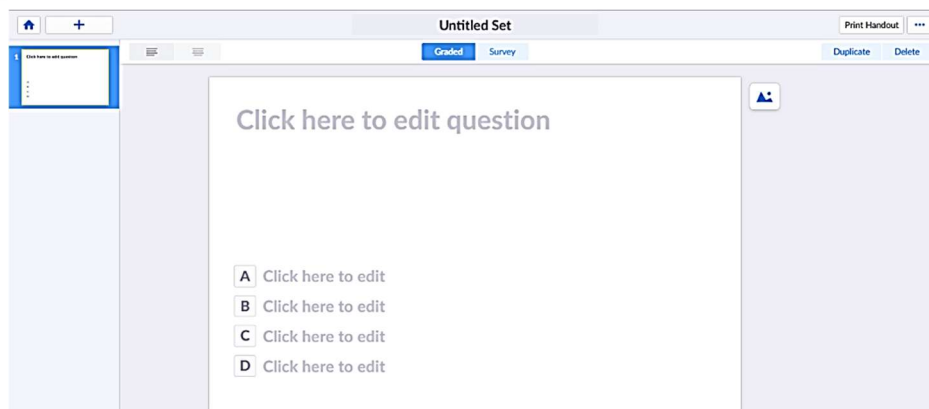


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-8: Formulando perguntas no Plickers.

Agora está tudo pronto para aplicação do teste, basta baixar e imprimir os *cards*, também disponíveis na *web*, pelo site do Plickers, e utilizar esta aplicação.

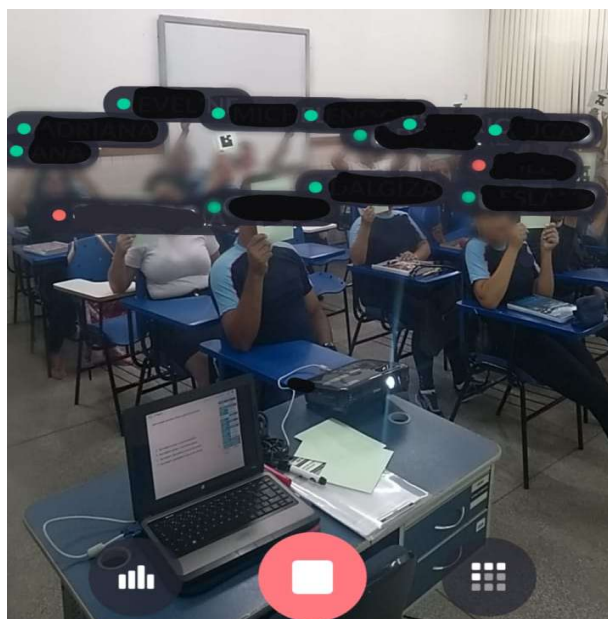


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-9: Plickers efetivando a leitura das respostas através dos cards.

Fonte: Própria do autor (2019).

5.2 GRADEPAN

Para essa pesquisa, é muito importante analisar os ganhos referentes a metodologia utilizada, fato que requer a aplicação de Pré/Pós-testes. Entretanto, sabemos



que a correção deste tipo de avaliação pode demandar muito tempo, dependendo da quantidade de alunos envolvidos na pesquisa. Devido a isso, para auxiliar o desenvolvimento dos testes supracitados, optou-se por utilizar uma ferramenta disponível para *Android*, *IOS* e na *web* a partir do site <https://www.gradepen.com/>, que é intitulada por *GRADEPEN*, a partir desse aplicativo e por meio do site é possível:

- ✚ Elaborar avaliações personalizadas;
- ✚ Criar questões discursivas ou objetivas,
- ✚ Criar uma prova diferente para cada aluno;
- ✚ Corrigir provas com maior rapidez;

Esse aplicativo permitiu a formulação dos pré e pós-testes e auxiliou na correção dos mesmos, de modo que esse processo ganhou rapidez e permitiu agregar os resultados em planilhas no Excel, detalhe que foi de grande valia e utilizado na análise de todos os resultados.

CAPÍTULO 06: METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo tem como objetivo relatar detalhadamente os procedimentos, técnicas e recursos utilizados pelo professor na execução e aplicação das aulas utilizando a metodologia *PI*.

6.1 LOCAL E AMBIENTE DE APLICAÇÃO

A pesquisa a qual refere-se este trabalho foi desenvolvida e aplicada em uma escola particular situada no bairro do Aleixo, Manaus - Amazonas. A escola funciona no período vespertino e noturno atendendo ao Ensino de Jovens e Adultos de primeiro, segundo segmento e ensino médio. As propostas pedagógicas da escola contemplam a EJA no ensino presencial e a distância e, além disso, há uma proposta de ensino a partir do reconhecimento de saberes. A EJA, de acordo com o site desta instituição, já atendeu mais de um milhão de alunos.

A escola define como 1ª, 2ª e 3ª fase o que normalmente é chamado de 1º, 2º e 3º ano do ensino médio. As turmas nas quais ocorreram a aplicação da pesquisa, foram três turmas de 1ª fase do ensino médio, onde em uma ocorreu aulas tradicionais e duas onde foram aplicadas a metodologia *PI*.



6.2 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS

Para participar dessa pesquisa foram selecionados, no total, 57 alunos distribuídos entre três turmas de 1ª fase do ensino médio. O andamento da metodologia *PI* ocorreu em duas turmas que totalizavam 41 alunos, que foram denominadas turmas P_1 e P_2 . A execução da metodologia *PI* ocorria em aulas de 50 minutos cada, e uma aula por semana no período noturno. Por outro lado, para que pudéssemos comparar o desempenho das turmas, foram selecionados 16 alunos em uma turma de 1ª fase do ensino médio, onde foram aplicadas metodologias tradicionais por meio de aulas expositivas, a turma dentro desse contexto foi denominada T_1 e assim, como as turmas P_1 e P_2 , as aulas ocorriam em tempos de 50 minutos, uma vez por semana.

A escola não possui suporte para a utilização de *clicker's*¹, portanto, foi necessário encontrar uma forma de automatizar a aplicação da metodologia *PI*, devido a essa preocupação, optou-se em utilizar o aplicativo descrito na seção 5.1, *Plickers*, que se trata de um leitor de *cards* que possibilita a verificação de respostas instantaneamente. O uso dessa aplicação para smartphones possibilitou maior dinamismo nas aulas e permitiu ao professor analisar o percentual de acertos da turma em tempo real. Além da análise dos testes conceituais, que ocorreu com o auxílio do *Plickers*, para comparar os ganhos referentes aos pré e pós-teste, utilizou-se o aplicativo descrito na seção 5.2, o qual viabilizou a correção de pré e pós-testes automatizando e proporcionando maior celeridade na correção dos mesmos e, para melhor análise dos resultados, construção de gráficos e a organização dos dados com auxílio do Microsoft Excel².

O andamento das aulas utilizando a metodologia *PI* ocorreu da forma esquematizada na figura 3-1, que apresenta a estrutura básica da metodologia, e consiste na aplicação de testes conceituais que, eram expostos a partir de um aparelho de projeção, data show, e direto do site www.plickers.com. Os testes abordavam, em sua maioria, teste de vestibulares, de livros ou adaptados. Na apresentação dos testes o aluno detinha no máximo 2 min para pensar na resposta do mesmo, em seguida apresentavam suas respostas, individuais, a partir dos *Plickers cards*, com base nos resultados obtidos pelo

¹ |Dispositivo eletrônico que facilita a resposta em testes conceituais.

² Editor de Planilhas produzido pela Microsoft.



professor, era escolhida a próxima etapa, que seria de acordo com o que está apresentado na seção 3.2.1 APLICAÇÃO DO *PEER INSTRUCTION*.

Além dos softwares, aplicativos e metodologias que auxiliaram nessa pesquisa, a cada aula era utilizado o material descrito abaixo:

-  Data Show;
-  Notebook;
-  Smartphone;
-  Plickers Cards;
-  Quadro Branco e pincéis;

O conteúdo abordado na EJA em sua maioria é desenvolvido de forma simplificada, o desafio que foi proposto para a pesquisa seria abordar conceitos de cinemática escalar. A tabela 6.1 apresenta, resumidamente, os conteúdos que foram trabalhados durante os meses de março, abril e maio.

*Tabela **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**6: Síntese do conteúdo abordado na pesquisa.*

SÍNTESE DO CONTEÚDO			
MÊS	CONTEÚDO ABORDADO	DESCRITORES	ATIVIDADES AVALIATIVAS
Março	Conceitos iniciais da Cinemática: Referencial, Trajetória, Movimento e Repouso.	Identificar as definições de ponto material, referencial, repouso, movimento, trajetória, posição, espaço percorrido e deslocamento escalar.	Breve exposição do conteúdo e demonstrações por vídeos e simulações. Aplicação de atividades de Leitura;
Abril	Velocidade escalar média, instantânea e Movimento Retilíneo Uniforme.	Definir e aplicar Velocidades Médias e instantâneas. Reconhecer tipos de movimento retilíneo Uniformes.	Breve exposição do conteúdo e demonstrações por vídeos e simulações. Aplicação de atividades de Leitura;
Abril	Aceleração escalar média, tipos de	Descrever Movimento	Breve exposição do conteúdo e demonstrações por



	aceleração e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.	Uniformemente Variado. Determinar a aceleração escalar média;	vídeos, simulações e leitura de gráficos. Aplicação de atividades de Leitura;
Maio	Aceleração escalar média, tipos de aceleração e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.	Identificar tipos de Movimento Uniformemente Variado.	Breve exposição do conteúdo e demonstrações por vídeos e simulações. Aplicação de atividades de Leitura;

Fonte: Própria do Autor (2019)

A tabela 6.2 apresenta o calendário de aplicação da pesquisa a qual trabalhou com testes conceituais que continham questões de múltipla escolha e quatro alternativas cada uma delas. Além disso, contou-se com material de leitura que sempre era distribuído para as turmas uma semana antes da aplicação dos testes conceituais.

*Tabela **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..7:** Calendário de aplicação da pesquisa*

AULA	DIA	CONTEÚDO PLANEJADO	TURMAS	Atividades Planejadas
1	segunda-feira, 11 de março de 2019	Apresentação do Método <i>PI</i> e aplicação do Pré-teste: Conceitos Básicos De Cinemática.	P₁ e P₂	1. Entrega dos Pickers Cards; 2. Distribuição de Material para Leitura; 3. Aplicação do Pré-Teste
2	segunda-feira, 18 de março de 2019	Definição de Referencial, Movimento e Repouso.	P₁ e P₂	1. Aplicação de Teste de Leitura. 2. Aplicação do método Peer Instruction e discussão do teste conceitual 1(TC ₁).



3	segunda- feira, 25 de março de 2019	Definição de Referencial, Movimento e Repouso.	P₁ e P₂	2. Aplicação do método Peer Instruction (TC ₁) 3. Distribuição do Material de Leitura.
4	segunda- feira, 1 de abril de 2019	Deslocamento, Intervalo De Tempo, Velocidade Média, Velocidade Instantânea e MRU.	P₁ e P₂	1. Aplicação de Teste de Leitura 2. Aplicação do método Peer Instruction com testes conceituais (TC ₂) e discussões;
5	segunda- feira, 8 de abril de 2019	Deslocamento, Intervalo De Tempo, Velocidade Média, Velocidade Instantânea e MRU.	P₁ e P₂	1. Aplicação do método Peer Instruction e discussões de testes conceituais (TC ₂). 2. Distribuição de Material para Leitura sobre o conteúdo de aceleração média, tipos de aceleração e MRUV.
6	segunda- feira, 15 de abril de 2019	Aceleração Média, Tipos De Aceleração e MRUV.	P₁ e P₂	1. Aplicação de teste de leitura. 2. Aplicação do método Peer Instruction com testes conceituais e discussões (TC ₃).
7	segunda- feira, 22 de abril de 2019	Aceleração Média, Tipos De Aceleração e MRUV.	P₁ e P₂	1. Aplicação do método Peer Instruction com



				testes conceituais e discussões (TC ₃).
8	segunda-feira, 6 de maio de 2019	Pós Teste - Conceitos Básicos De Cinemática.	P₁ e P₂	PÓS TESTE - Conceitos Básicos De Cinemática.

Fonte: Própria do Autor (2019)

As turmas foram definidas como P₁, P₂ e T₁, para análise e comparação das metodologias. Para comparar a metodologia *PI* com a tradicional, utilizou-se de pré e pós-testes, que foram formulados a partir de questões de vestibulares e do ENEM. Os testes foram aplicados no início da pesquisa, quando ainda não havia sido aplicado o conteúdo, e ao fim da mesma, momento que o conteúdo já havia sido estudado integralmente. Para que pudéssemos comparar esse com outros trabalhos dentro de pesquisas com a mesma metodologia, os dados foram analisados utilizando o ganho normalizado de Hake.

CAPÍTULO 07: RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo exibir, analisar e comparar os resultados encontrados na aplicação da metodologia *Peer Instruction* coletados na realização dos testes de Leitura, conceituais, pré e pós-testes por meio do ganho de Hake.

7.1 TESTES DE LEITURA (TL)

Para estimular as turmas *PI* a estudarem o conteúdo das aulas antecipadamente, foram selecionados textos para a leitura abordando a matéria de forma um pouco mais detalhada. O objetivo dessas atividades de leitura era pôr o aluno com o primeiro contato com o conteúdo de cinemática o que contribuiria para melhor desempenho e compreensão nas aulas. Para encorajar a turma a realizar efetivamente a leitura do material, antes de apresentar o conteúdo pela metodologia *PI*, era realizado um teste para medir o nível de leitura de cada aluno. Esse teste não abordava afundo a parte conceitual do conteúdo e a



ele era atribuído um peso na nota final. Os testes de leitura foram organizados da seguinte forma:

Tabela Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..8: Organização do teste de verificação de leitura.

SIGLA	TESTE CONCEITUAL	CONTEÚDO ABORDADO	Nº DE QUESTÕES
TL1	TESTE DE LEITURA 01	Conceitos iniciais da Cinemática: Referencial, Trajetória, Movimento e Repouso.	4
TL2	TESTE LEITURA 02	Velocidade escalar média, instantânea e Movimento Retilíneo Uniforme.	4
TL3	TESTE DE LEITURA 03	Aceleração escalar média, tipos de aceleração e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.	3

Fonte: Própria do Autor (2019)

A aplicação dos testes de leitura sempre ocorria no início de cada aula com intuito de analisar estatisticamente o quanto os alunos se dedicaram ao estudo prévio do conteúdo. A escala utilizada para análise dos dados referentes ao teste de leitura é de 0 a 100% e está dividida conforme a seguir:

Tabela Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..9: Parâmetros utilizados na avaliação do TL.

Ruim – 0 a 29%	Regular – 30 a 49%
Bom – 50 a 69%	Muito bom – 70 a 79%
Excelente – 80 a 100%	

Fonte: Própria do Autor (2019)

7.1.1 RESULTADO DOS TESTES DE LEITURA

I. Referencial, Trajetória, Movimento e Repouso

a) Teste de leitura Turma P₁

O primeiro texto de leitura aplicado às turmas *PI* tratou dos temas: referencial, trajetória, movimento e repouso.



Quatro alunos da turma P_1 não participaram do teste de leitura, devido ao horário de chegada à aula. Isso ocorreu em algumas turmas durante a aplicação da pesquisa, atraso ou até mesmo por falta.

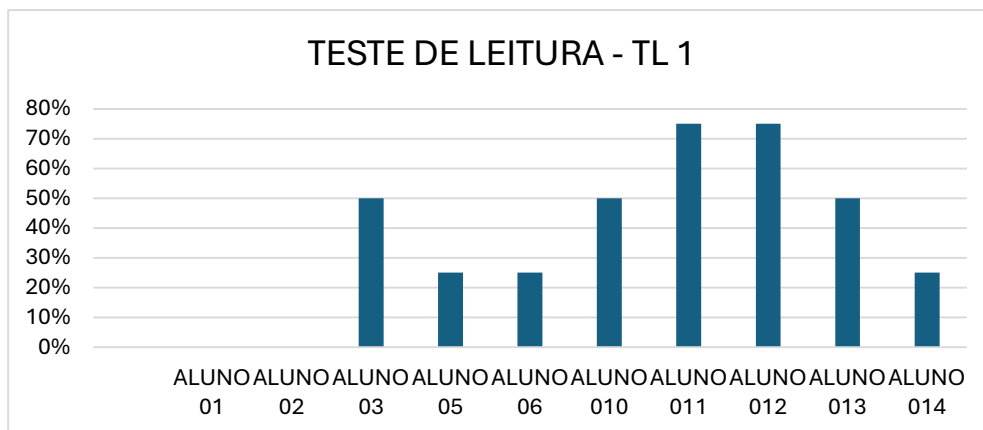


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-10: Resultado do teste de leitura 01 - turma P_1 .

Fonte: Própria do Autor (2019)

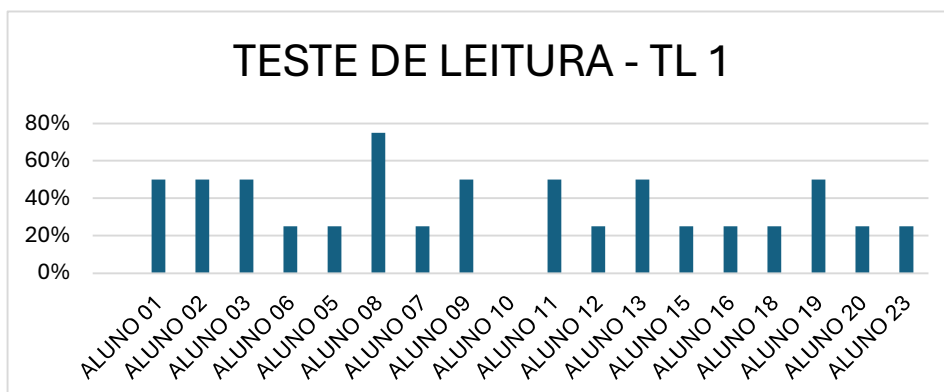
A partir dos resultados registrados na figura 7-1, podemos observar um desempenho muito bom de alguns alunos, como por exemplo, os alunos 11 e 12. Entretanto, a turma, de modo geral, obteve 38% de aproveitamento no teste de leitura de modo que podemos classificar como regular o nível de leitura da turma.

b) Teste de Leitura Turma P_2

A figura 7-2 mostra o gráfico do desempenho da turma P_2 durante a aplicação do teste de leitura sobre referencial, trajetória, movimento e repouso. Cinco alunos não participaram do teste. Para este teste a turma apresentou algumas ausências e teve um



desempenho médio de 36% o que pode ser considerado como desempenho regular e abaixo do esperado.



*Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-11: Resultado do teste de leitura 01 - turma P₂.*

Fonte: Própria do Autor (2019)

II. Velocidade escalar média, instantânea e Movimento Retilíneo Uniforme.

a) Teste de Leitura Turma P₁

Este teste abordava perguntas referentes ao material de leitura que tratava de velocidade escalar média, instantânea e MRU. Durante a aplicação verificou a ausência de 6 alunos. E o desempenho da turma muito abaixo do esperado, 3 alunos erraram todas as respostas, 3 alunos tiveram média de acertos de 50% os demais alunos ficaram com média de 25% de acertos. A média de acertos da turma P₁ foi de 25%, que caracteriza um nível de leitura ruim, considerando o nível das perguntas. A figura 7-3 apresenta o gráfico com o desempenho da turma P₁ em relação ao teste de leitura 02.

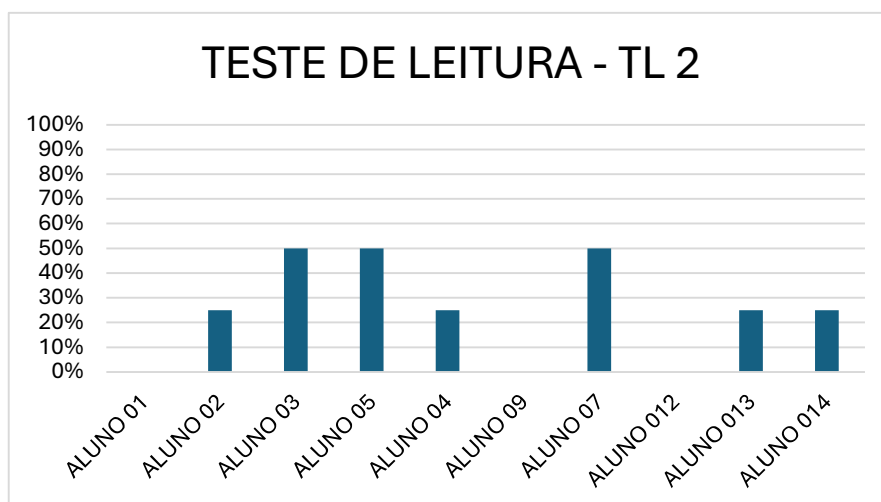




Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-12: Resultado do teste de leitura 02 - turma P₁

Fonte: Própria do Autor (2019)

b) Teste de Leitura Turma P₂

Com ausência de 5 alunos na turma P₂ obtivemos um desempenho médio de 52% que pode ser considerado como nível bom. Os alunos, Aluno 01, Aluno 02, Aluno 07, Aluno 13 e Aluno 16 tiveram os melhores desempenhos com 75% de acertos em relação ao teste de leitura 02.

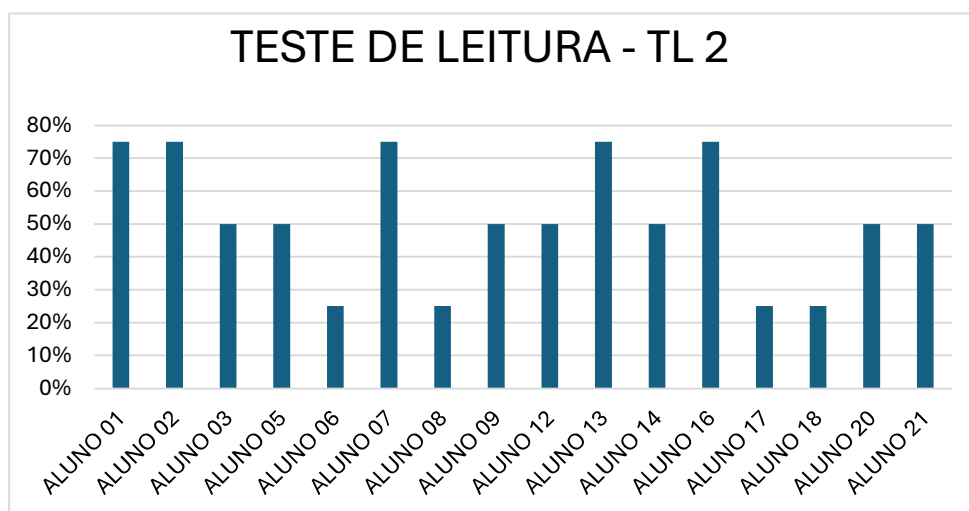


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-13: Resultado do teste de leitura 02 - turma P₂

Fonte: Própria do Autor (2019)

III. Aceleração escalar média, tipos de aceleração e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

a) Teste de Leitura Turma P₁

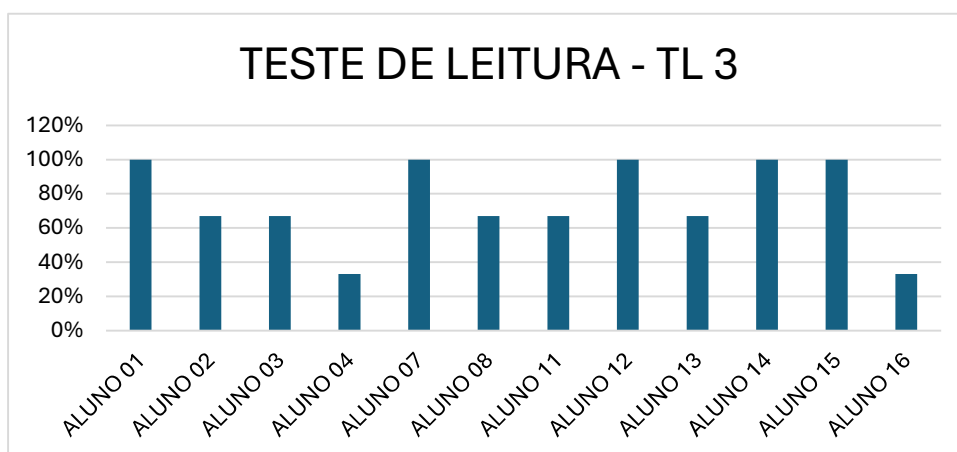


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-14: Resultado do teste de leitura 03 - turma P₁

Fonte: Própria do Autor (2019)

A figura 7-5 indica os resultados obtidos na aplicação do teste de leitura TL 03 para a turma P₁. Durante a execução deste teste 4 alunos não estavam presentes, entretanto, o resultado obtido para a média de acertos da turma foi calculado em 75% o que apresenta um desempenho muito bom, apenas 2 alunos obtiveram desempenho abaixo de 50%.

b) Teste de Leitura Turma P₂

A realização do teste de leitura 03 para a turma P₂ apresentou o melhor dos resultados entre os testes de leitura aplicados. Mesmo com a ausência de 3 alunos durante a aplicação, foi possível verificar um desempenho médio qualificado como excelente para a turma. É importante destacar que apenas dois alunos obtiveram desempenho inferior a 40%.

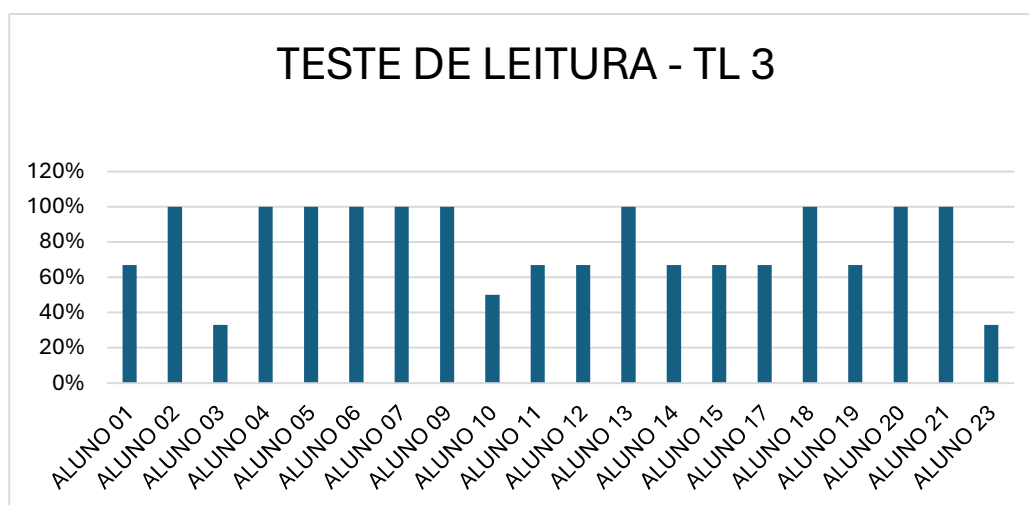


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-15:** Resultado do teste de leitura 03 - turma P₂

Fonte: Própria do Autor (2019)

A utilização de testes de leitura, dentro dessa metodologia, tem a finalidade de instigar o aluno a buscar compreender a leitura do material da aula de forma antecipada. Estatisticamente, a média percentual do desempenho das turmas nos testes serviu como um parâmetro a ser analisado para verificar a importância de leitura do conteúdo.

7.2 ANÁLISE DOS TESTES CONCEITUAIS

Dentro dessa pesquisa foram aplicados três testes conceituais diferentes. Cada um com o objetivo de abordar uma parte de cinemática escalar. O primeiro e o segundo com 5 questões e o terceiro com 4.

*Tabela **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..10:** Organização dos testes conceituais para a metodologia PI.*

SIGLA	TESTE CONCEITUAL	CONTEÚDO ABORDADO	Nº DE QUESTÕES
TC1	TESTE CONCEITUAL 01	Conceitos iniciais da Cinemática: Referencial, Trajetória, Movimento e Repouso.	5
TC2	TESTE CONCEITUAL 02	Velocidade escalar média, instantânea e Movimento Retilíneo Uniforme.	5



TC3	TESTE	Aceleração escalar	4
	CONCEITUAL 03	média, tipos de aceleração e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.	

Fonte: Própria do Autor (2019)

O desenvolvimento dos testes conceituais para cada aula ocorreu conforme descrito na seção 3.2.1. do capítulo 06 deste trabalho onde está detalhado a estrutura da metodologia *PI* e seus respectivos procedimentos didáticos.

7.2.1 TESTE CONCEITUAL 01: CONCEITOS INICIAIS DA CINEMÁTICA: REFERENCIAL, TRAJETÓRIA, MOVIMENTO E REPOUSO.

Questão 01 (Q₁) - (UFB) Um pássaro está voando e se afastando de uma árvore. Em relação ao pássaro, a árvore está em repouso ou em movimento?

- a) *Em movimento;*
- b) *Em repouso;*
- c) *Não é possível definir;*
- d) *Em movimento em relação a Terra e repouso em relação ao pássaro;*

Esse primeiro teste conceitual consiste em um problema de vestibular acerca da definição de movimento e repouso. Neste tipo de questão é importante observar a relevância na determinação do referencial para compreender o movimento ou repouso.

Resultados turma P₁

Na aplicação da primeira questão (Q₁) do teste conceitual 01 para esta turma, verificou-se um nível percentual de respostas corretas muito baixo, alcançando apenas 18% da turma. A metodologia *PI* recomenda que para os casos com percentuais de acertos inferiores a 30% o conteúdo seja retomado de forma diferente. Para tentar contornar a dificuldade apresentada pela turma neste primeiro momento, abordamos o conteúdo de forma diferenciada utilizando o vídeo de duração 2 min e 30 s:

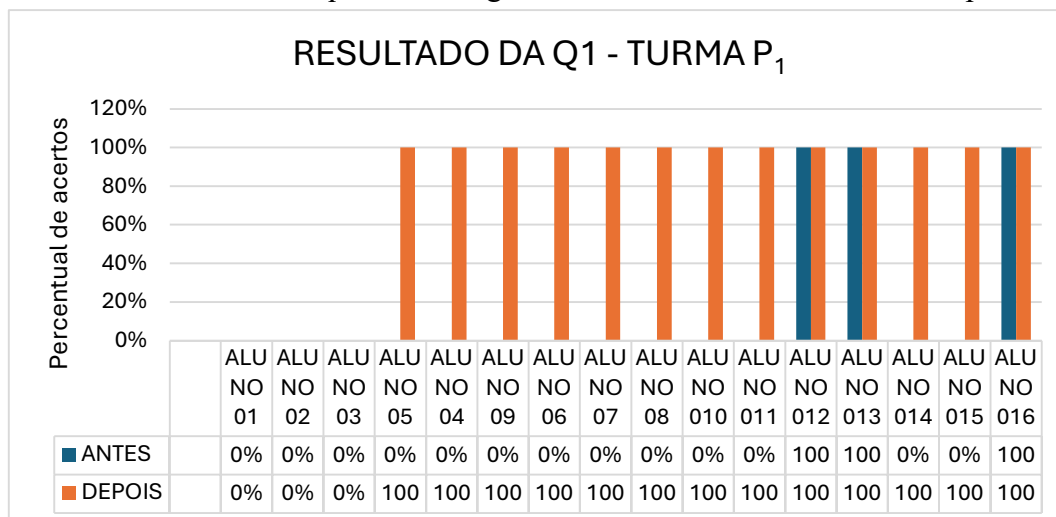
Figura Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-16: Comparação dos resultados aplicados antes e depois do vídeo.

Fonte: Própria do Autor (2019)



Referencial, Movimento e Repouso - uma questão de ponto de vista, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yBfR2Xq-yGM>, com a finalidade de demonstrar a importância em definir um referencial para caracterizarmos movimento ou repouso. Na sequência foi reaplicado o teste obtendo o resultado da figura 7-7.

Podemos verificar que a abordagem com o vídeo aumentou de 18% para 81% o



percentual de respostas corretas da turma P₁. Este resultado é muito relevante e apresenta um ganho de Hake de aproximadamente 0,76. O que é definido por Hake (1997) como *alto ganho*. Podemos observar que o vídeo foi capaz de convencer alguns alunos da forma correta de se pensar em referenciais, a figura 7-8 apresenta um comparativo do quantitativo de alunos que mudou sua resposta após o vídeo.

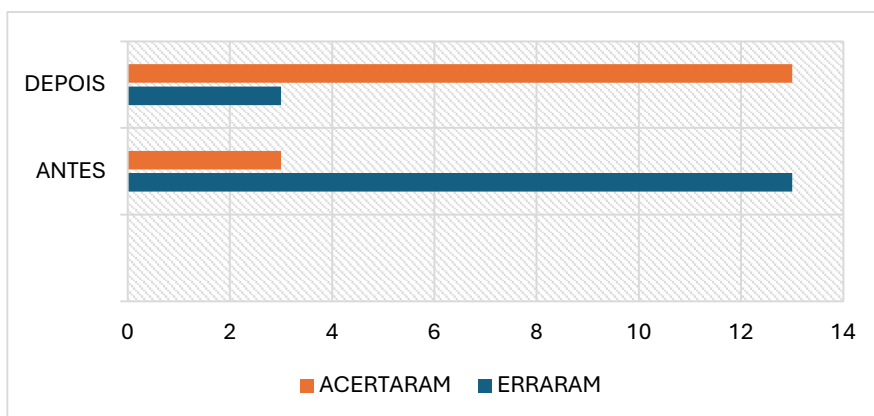


Figura Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-17: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas.

Fonte Própria

Resultados turma P₂



Durante a aplicação do Q_I para a turma P₂, verificamos um percentual de acertos bom, 58% da turma optou pela resposta correta dessa questão conceitual. Seguindo a metodologia, as turmas foram reunidas em grupos de no máximo 5 alunos para discutir sobre essa questão. Vale lembrar que em nenhum momento a resposta correta foi compartilhada com a turma. Após 3 minutos de interação entre os colegas, foi reaplicado o mesmo teste conceitual de forma que obtivemos os resultados apresentados nos gráficos das figuras 7-9 e 7-10.

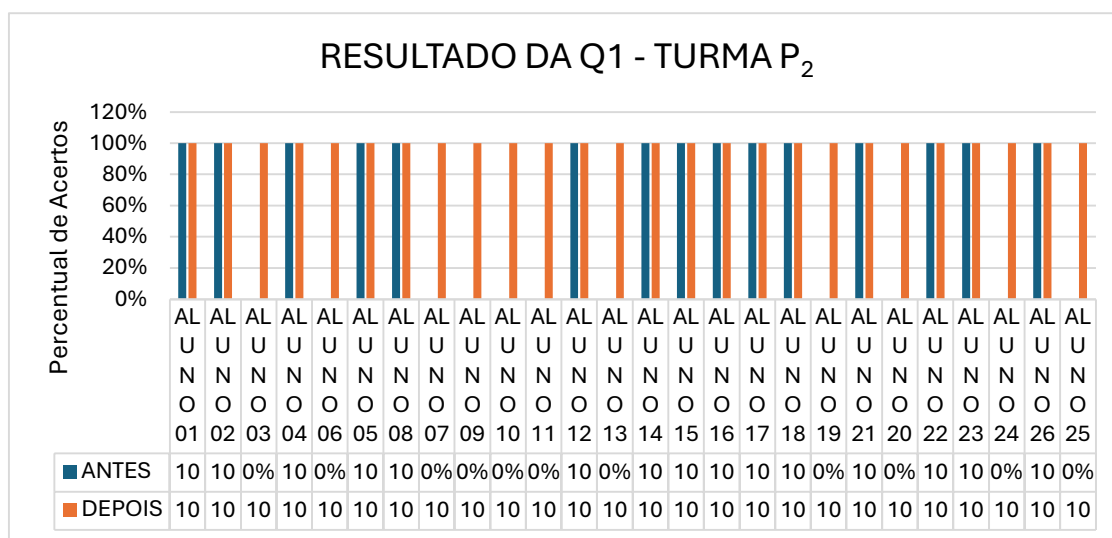


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-18:

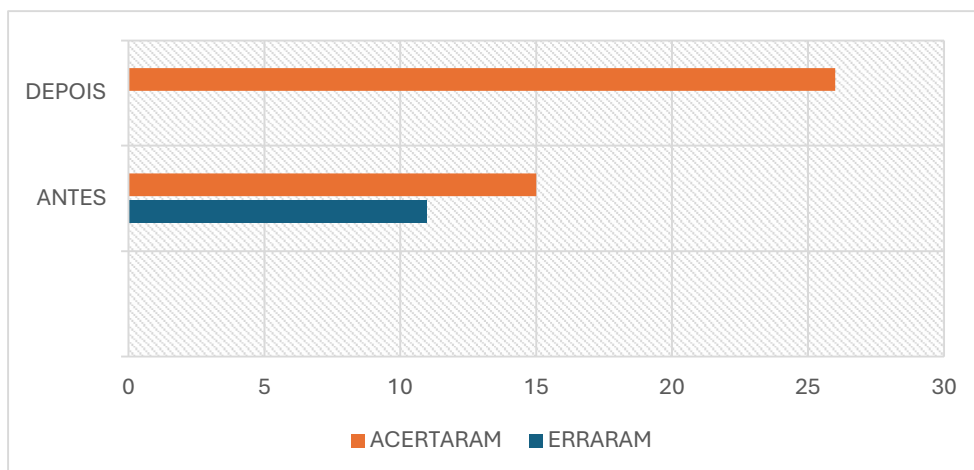
Comparação dos resultados aplicados antes e depois do vídeo turma P₂.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Figura Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-19: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas.

Fonte: Própria do Autor (2019)

A interação entre os grupos e pares para esta questão foi muito relevante, na reaplicação da Q_I , 100% da turma escolheu a resposta correta da questão. Esse desempenho acima da média pode ser verificado na figura 7-10.



Ao utilizarmos o ganho de Hake para avaliar o desempenho da turma para a Q_1 , podemos verificar que o ganho normalizado de Hake alcançou valor máximo $g = 1,00$.

*Questão 02 (Q_2) Você está viajando, sentado na poltrona de um ônibus, pela BR-174, indo em direção a Pr. Figueiredo. Marque a alternativa que mostra um referencial ao qual você está em **repouso** e outro referencial em relação ao qual você está em **movimento**, respectivamente.*

- a) árvores e motorista do ônibus*
- b) solo do ônibus e a porta do ônibus*
- c) casas e semáforos*
- d) janela do ônibus e árvores*

Trata-se de um problema de vestibular, onde é abordado acerca da definição de movimento e repouso, entretanto, neste problema o aluno deve determinar referencial para repouso e para movimento para um mesmo contexto.

Resultados turma P₁

A aplicação da questão 02 (Q_2), no primeiro momento, nos levou a resultados ruins, com apenas 23% da turma decidindo pela resposta correta. Esse resultado nos destina a realizar uma intervenção de acordo com a metodologia *PI*. Para tentar dirimir as dúvidas ainda existentes sobre este tópico, retomou-se a aula expositiva, apresentando



com mais detalhes a definição de referencial, movimento e repouso. Após a revisão e reaplicação da Q_2 , obtivemos os resultados apresentados nas figuras 7-11 e 7-12.

Podemos verificar na figura 7-12 que a aula expositiva apresentada com mais

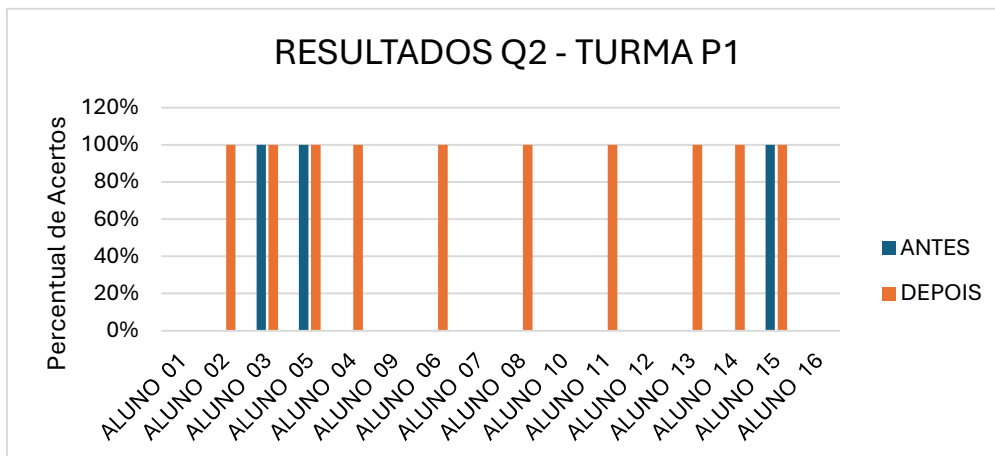


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-20**: Comparativo dos resultados aplicados antes e depois do vídeo Turma P1.

detalhes, contribuiu para que 8 dos 10 alunos que haviam errado a questão pudessem apresentar a resposta correta. Esse aumento percentual no desempenho da turma deixou o valor do ganho de Hake em 0,7, *alto ganho*.

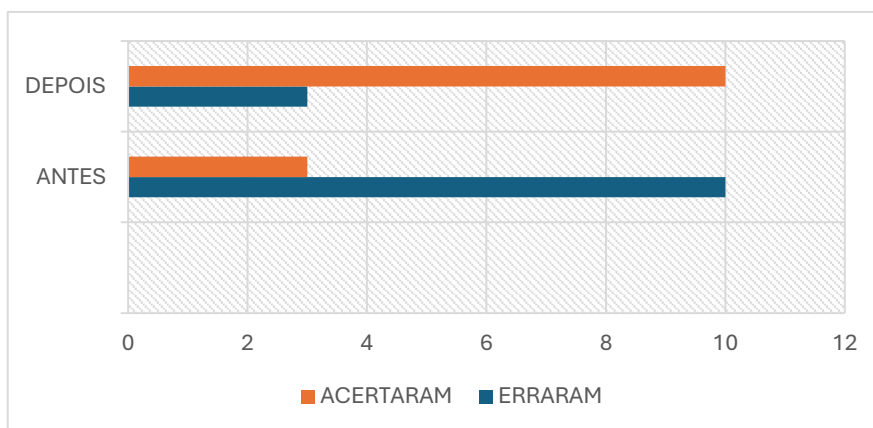


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-21**: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P1.

Resultados turma P2



A aplicação da questão 02 para a turma P_2 resultou em um desempenho de 54% para a turma P_2 . Esse resultado percentual já pode ser considerado bom, entretanto, a metodologia *PI* indica que para resultados entre 30 e 70%, sejam realizadas instrução em pares ou grupos. Desse modo, a turma se reuniu em grupo e pares os quais tiveram 3 minutos para discutir a questão proposta, o resultado da aplicação da questão após as discussões está apresentado nas figuras 7-13 e 7-14.

Após a interação com pares ou grupos na qual foi colocada a turma, reaplicou-se

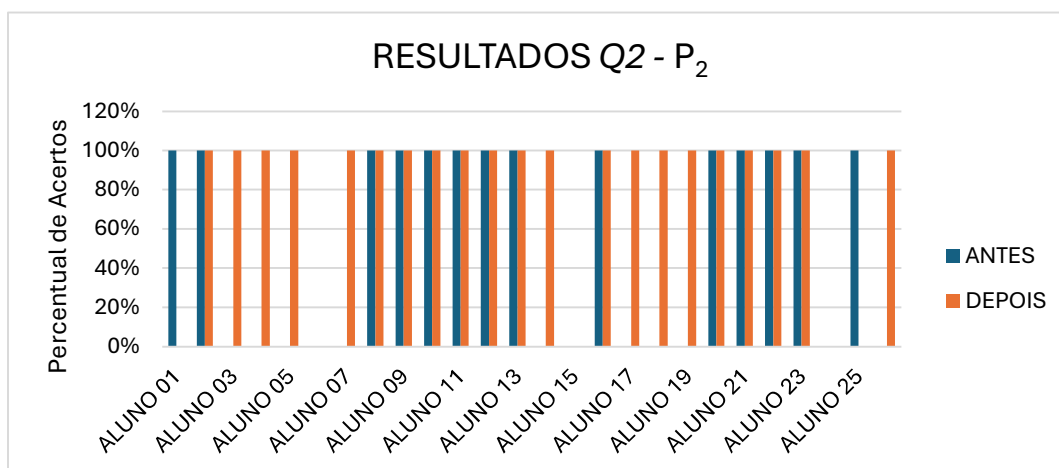


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-22: Comparativo dos resultados aplicados antes e depois do vídeo – Turma P_2

a questão 02 e o percentual de acertos da turma subiu para 81%. Este resultado e a figura 7-14 mostram que houve um número significativo de alunos que, a partir da interação com os colegas, mudaram suas respostas e se convenceram da resposta correta. O ganho de Hake encontrado para essa questão após aplicada a interação entre os colegas chegou a 0,58.

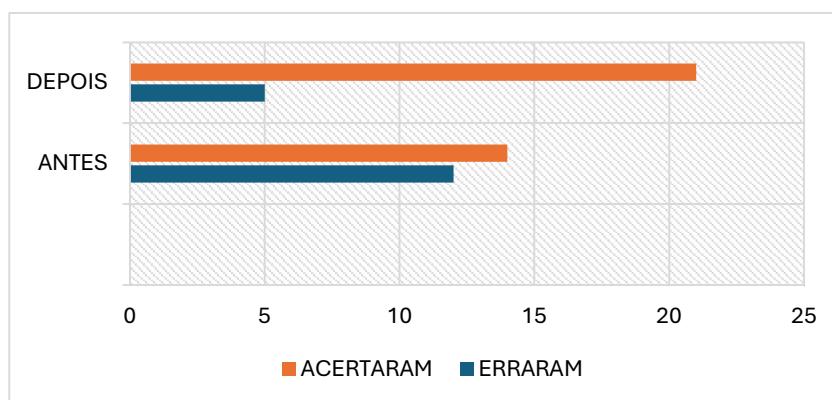


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-23: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P_2 .



Questão 03 (Q₃) - Um aluno, ao ler este problema, está sentado em uma cadeira.

O aluno está em repouso ou em movimento?

- a) *Em repouso*
- b) *Em movimento*
- c) *Depende do referencial adotado*
- d) *Depende do estado emocional do aluno*

O problema aborda acerca da definição de movimento e repouso, a ideia é consolidar a definição para referencial construída durante esta aula.

Resultados turma P₁

A questão 03 (Q₃), no primeiro momento, proporcionou a turma P₁ um percentual de acertos de 18%. Apenas dois alunos de um total de 14 responderam de forma correta. Fizemos uma revisão do conceito em aula expositiva apresentando de forma mais detalhada e com exemplos práticos como obter referenciais. Em seguida efetivamos a reaplicação da questão Q₃ que permitiu a coleta dos resultados apresentados abaixo nas figuras 7-15 e 7-16.

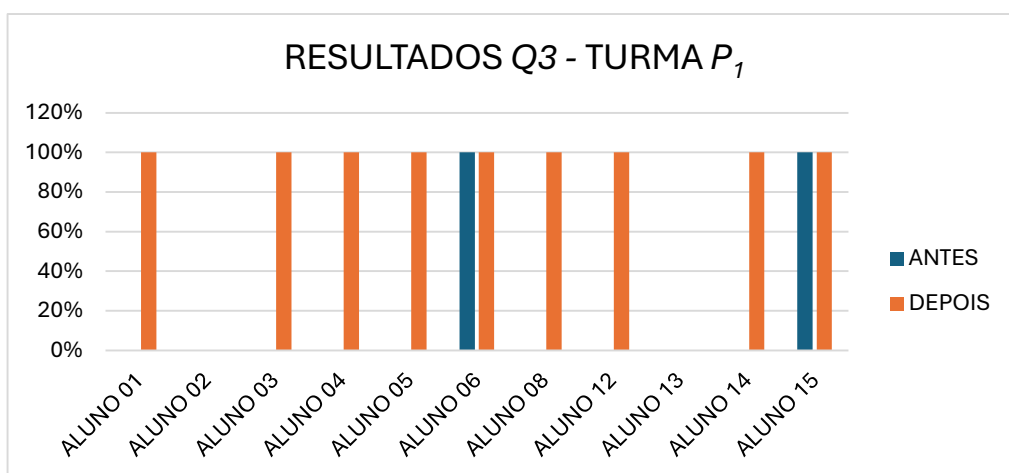


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-24: Comparativo dos resultados aplicados antes e depois do vídeo – Turma P₁.

Fonte: Própria do Autor (2019)

A exposição do conteúdo de forma tradicional, resumida e com exemplos práticos, para este caso, apresentou ser uma boa proposta, uma vez que o percentual de acertos da turma P₁, quando reaplicada a questão 03, aumentou de 18% para 81%, determinando um ganho de Hake de 0,78.

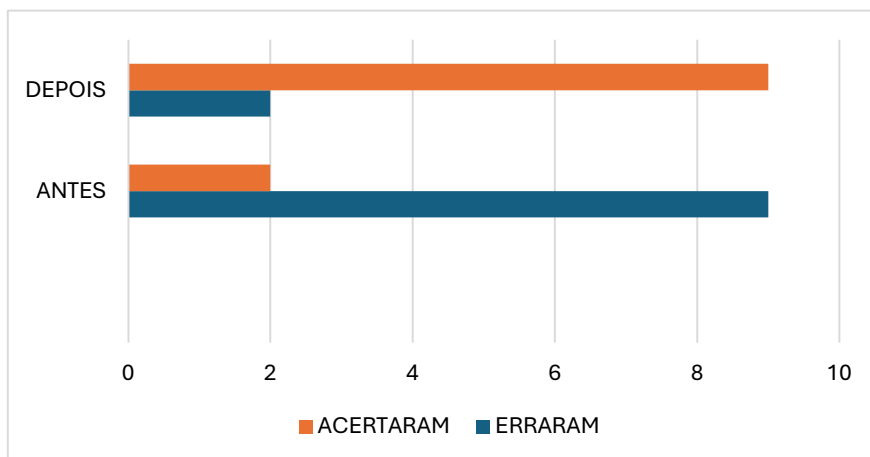


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-25:** Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁.
Fonte: Própria do Autor (2019)

Resultados turma P₂

A turma P₂ teve percentual de acertos de 50% para a questão 03 (Q₃), dos 22 alunos que participaram, 11 responderam corretamente e 11 responderam de forma incorreta. Considerando a metodologia *PI*, a turma foi organizada em equipes e grupos, com a finalidade de discutir sobre a Q₃.

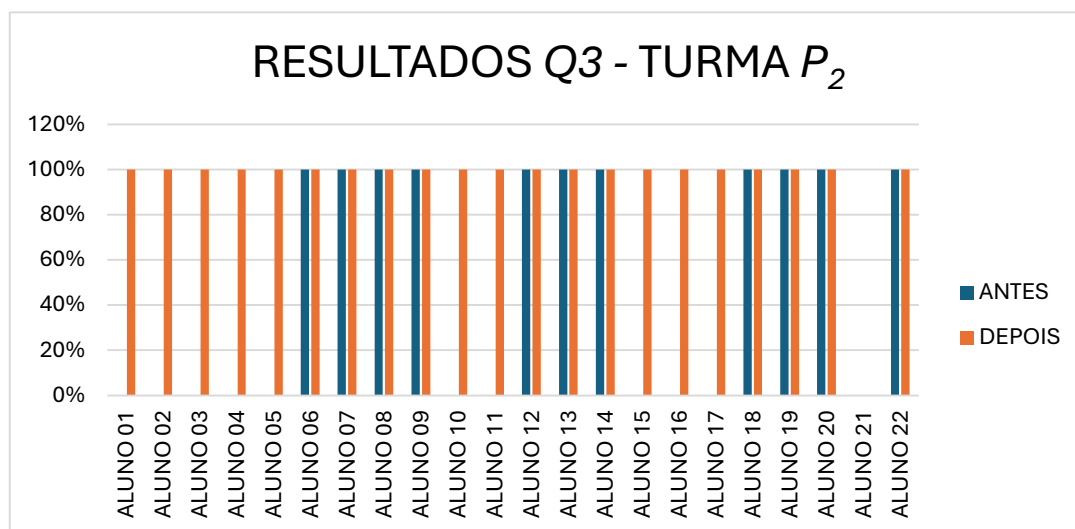


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-26:** Comparativo dos resultados aplicados antes e depois do vídeo.
Fonte: Própria do Autor (2019)

Após a aplicação da interação entre pares e grupos, a Q₃ foi reaplicada, seguindo aos resultados apresentados nas figuras 7-17 e 7-18. É importante perceber que a interação entre os alunos proporcionou uma melhora significativa no percentual médio da turma,



atingindo um desempenho de 90%, ou seja, como mostra a figura 7-18, dos 11 alunos que outrora haviam respondido de forma errada, 10 mudaram para a resposta correta da Q_3 .

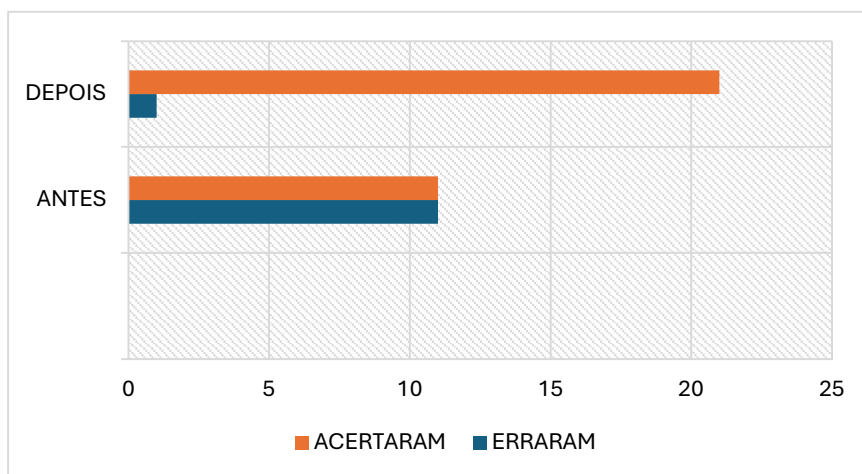
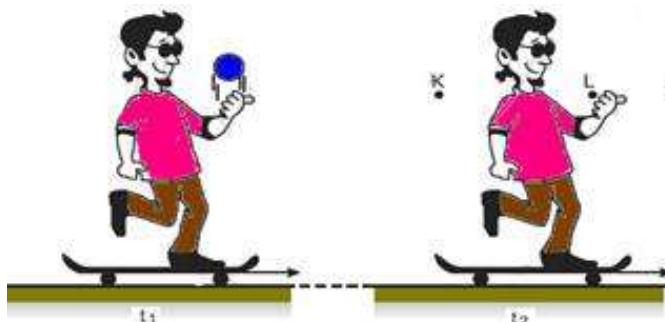


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-27:** Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Questão 04 (Q₄) - (UFMG) Observe esta figura.



Daniel está andando de skate em uma pista horizontal. No instante t_1 , ele lança uma bola, que, sobe verticalmente. A bola sobe alguns metros e cai, enquanto Daniel continua a se mover em trajetória retilínea, com velocidade constante.

No instante t_2 , a bola está à mesma altura de que foi lançada. Despreze os efeitos da resistência do ar. Assim sendo, no instante t_2 , o ponto em que a bola estará, mais provavelmente é:

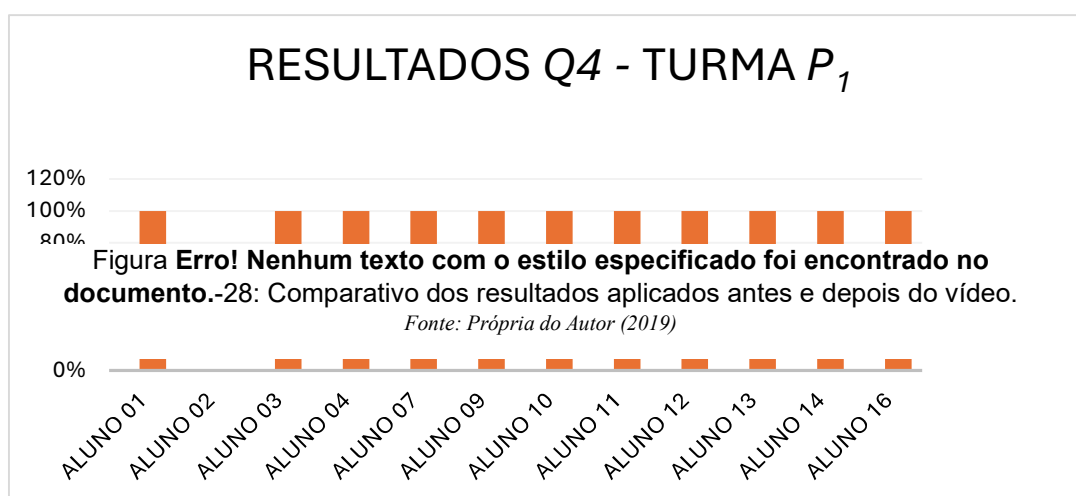
- a) K
- b) L
- c) M
- d) *qualquer um, dependendo da velocidade de lançamento.*



A questão (Q_4) tem como objetivo de instigar os alunos a refletirem sobre a trajetória de objetos para diferentes referenciais.

Resultados turma P_1

A abordagem desse tipo de problema trouxe uma grande dificuldade a turma P_1 . Ao ser aplicado na primeira vez, todos os alunos escolheram a resposta de forma errônea, ou seja, o percentual de acertos foi de 0%, como mostra a figura 7-19. Da mesma forma podemos ver na figura 7-20 que os 12 alunos que participaram desta questão escolheram a alternativa errada.



Com um percentual abaixo de 30%, abordamos o conteúdo por meio de um vídeo cujo título é: *Referencial, movimento, espaço e repouso*, disponível em: <https://youtu.be/Q59pBDL98jg>. Experimento que demonstra a trajetória de um objeto caindo a partir de dois referenciais diferentes. Após o vídeo reaplicou-se a questão 04 e obtivemos os resultados apresentados nos gráficos 7-19 e 7-20. Os resultados encontrados na turma P_1 foram muito satisfatórios uma vez que ela saiu de um percentual de acertos

de 0% para um percentual de 92%, além disso, o desempenho após a aplicação do vídeo conduziu a turma obter um ganho de Hake de a 0,92, o que corresponde *alto ganho*.

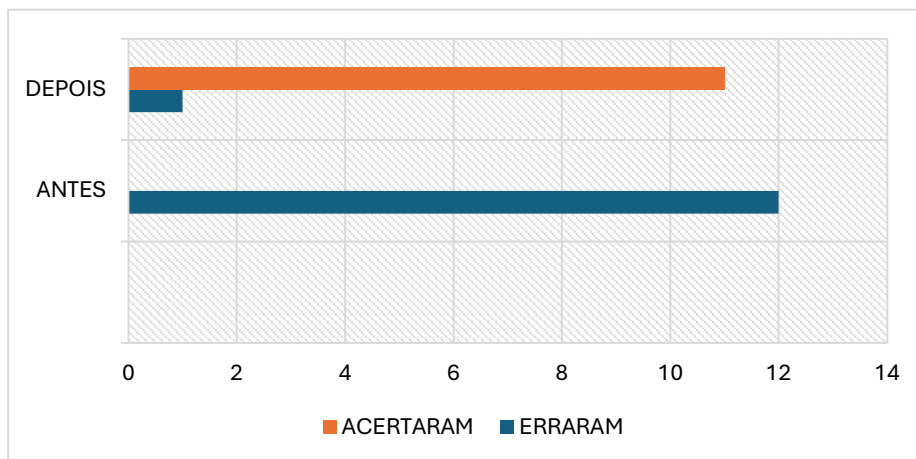


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-29: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁

Fonte: Própria do Autor (2019)

Resultados turma P₂

A turma P₂ apresentou um desempenho de 36% na aplicação da questão 04 do teste conceitual 1. Esse desempenho, a partir da metodologia *PI*, nos remete a realizar a instrução entre pares na turma.

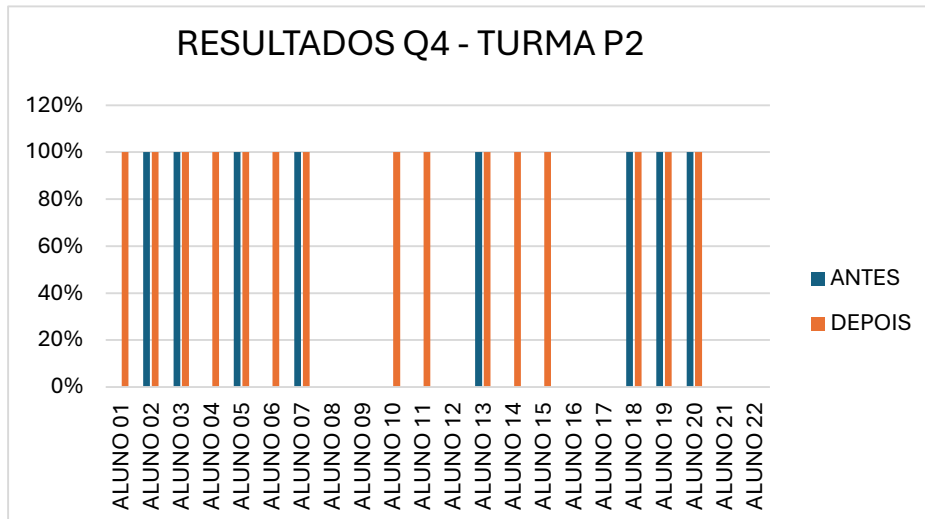


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-30: Comparativo dos resultados aplicados antes e depois do vídeo.

Fonte: Própria do Autor (2019)

A turma foi dividida em grupos e pares e durante um período de 3 minutos os alunos discutiram a respeito da Q_4 com a finalidade de encontrar uma solução para a mesma. Após esse tempo, reaplicou-se a Q_4 de modo que obtemos os resultados apresentados nas figuras 7-21 e 7-22.



Os resultados após a discussão entre grupos de alunos, foi satisfatório, o percentual de acertos subiu de 36% para 68%. Dos 14 alunos que haviam errado a Q₄, 7 alunos migraram para a resposta correta. A partir desse desempenho, podemos determinar o ganho normalizado de Hake para essa questão 04, obtendo um valor de 0,5, o que, de acordo com Hake, apresenta *ganho médio*.

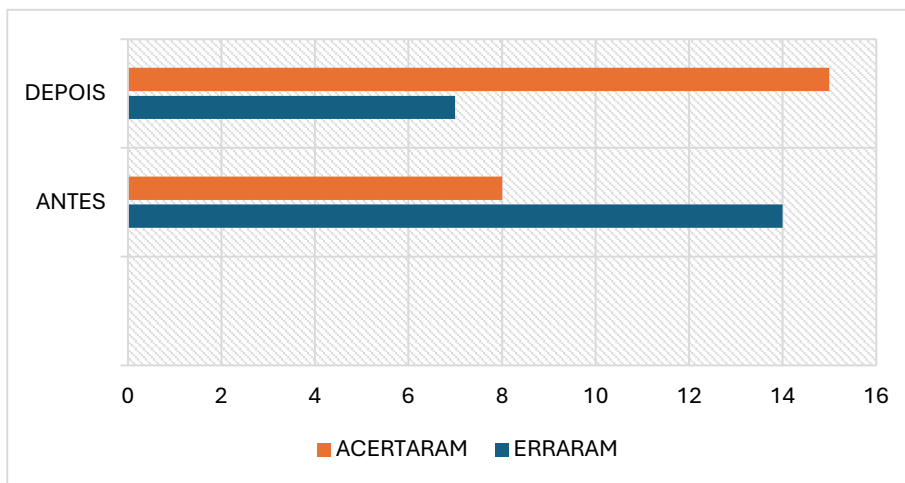


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-31: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₂

Fonte: Própria do Autor (2019)

Questão 05 (Q₅) - (UESB-BA) Um avião, voando com velocidade constante e próximo à superfície da Terra, abandona um objeto. Despreze o efeito do ar.

Para um observador parado no solo, a trajetória do objeto é:

- a) vertical.*
- b) oblíqua.*
- c) hiperbólica.*
- d) parabólica.*

Esta questão tem como objetivo avigorar conceitos que explicam as diferentes trajetórias obtidas para referenciais distintos, em particular, trajetórias parabólicas em movimentos de queda livre.

Resultados turma P₁



A Questão Q_5 foi aplicada a turma P_1 para 12 alunos presentes, durante a primeira abordagem da Q_5 obtivemos um percentual assertivo 42%, o que corresponde apenas a 5 alunos. Esse resultado ficou na faixa percentual de aplicação da PI , portanto a turma foi reunida em turmas e pares os quais tiveram 3 minutos para discutir sobre a questão submetida.

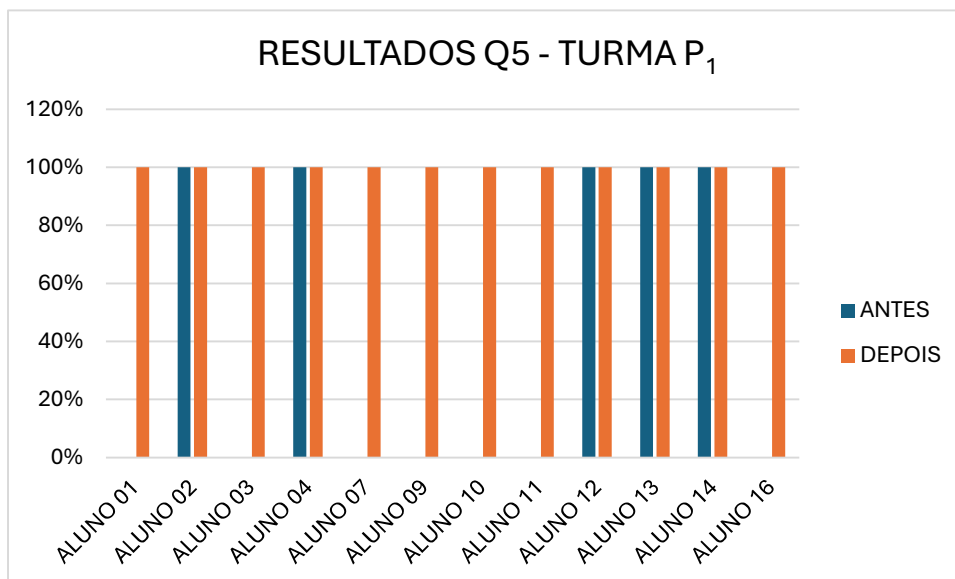


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-32**: Comparativo dos resultados aplicados antes e depois do vídeo.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Após 3 minutos de discussões e interações entre os alunos, realizou-se novamente a Q_5 , de modo que os resultados mudaram satisfatoriamente, ou melhor, de 42% o percentual saltou para 100% da turma presente, ou seja, o número de alunos que migrou para a resposta correta saiu de 5 para um total de 12 alunos, figura 7-24, apresentando um ganho de Hake igual a 1,0.

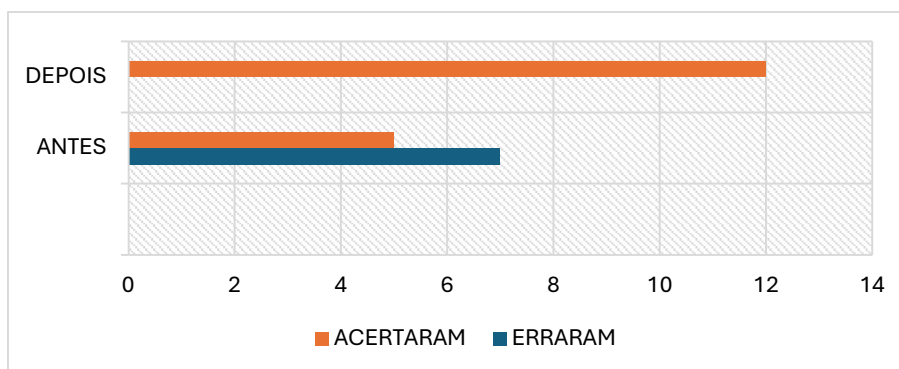


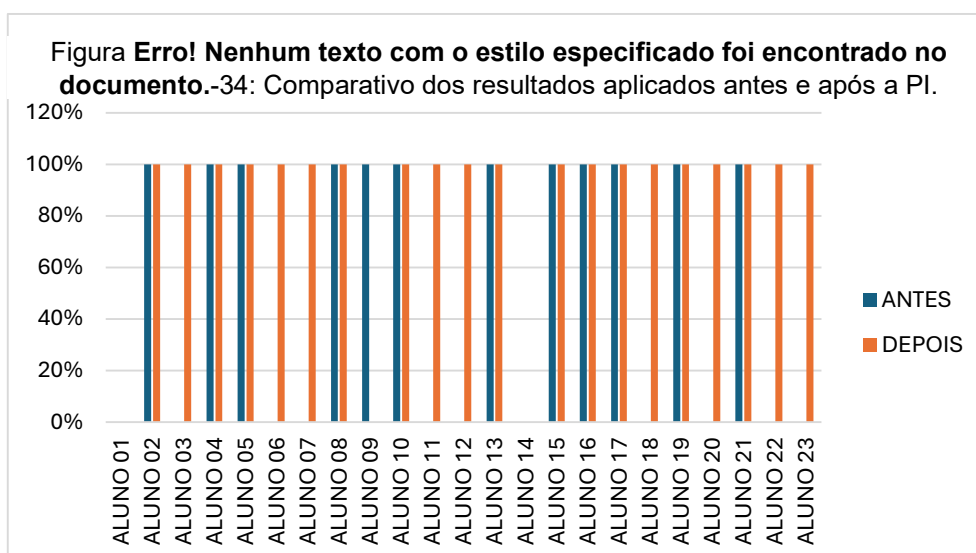


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-33: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁

Fonte: Própria do Autor (2019)

Resultados turma P₂

Durante a aplicação da questão 05, ainda tratando de conteúdos iniciais de cinemática escalar, verificou-se que o desempenho da turma superou o percentual de 50%, ou seja, de um total de 23 alunos, 12 escolheram a alternativa correta e 11 a alternativa incorreta. Dessa forma, foi necessário aplicar a metodologia *PI*, a figura 7-25 mostra os resultados após aplicação.



A figura 7-26 mostra o quantitativo de alunos que, após aplicação da metodologia, migrou para a alternativa correta do problema proposto. Ao fim, um total de 20 alunos optaram pela alternativa correta e 3 alunos a incorreta, esse desempenho rendeu um percentual de 87% da turma, assim como, proporcionou um ganho de Hake de 0,73, o que apresenta um índice de *alto ganho*.

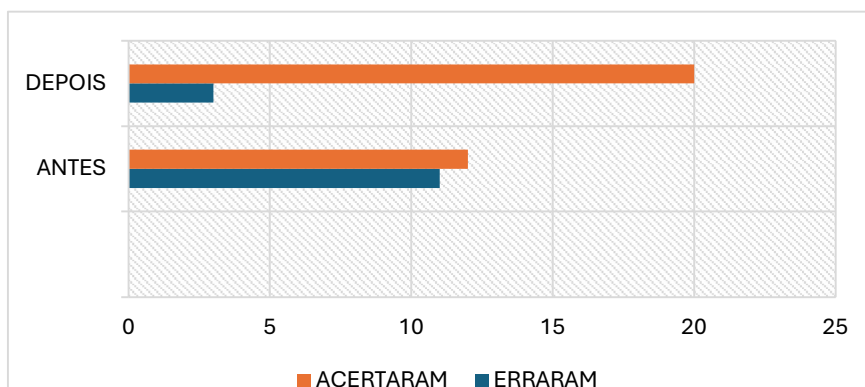


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-35: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₂
Fonte: Própria do Autor (2019)

Contraste entre os Ganhos de Hake para o teste conceitual 01

A tabela 7.4 exibe os resultados obtidos para o ganho de Hake para cada uma das questões abordadas no teste conceitual 01. A partir desses resultados, em termos estatísticos, os resultados atingidos neste teste conceitual apresentam *alto ganho* para ambas as turmas, entretanto, em algumas questões, Q₂ e Q₄, a turma P₂ atingiu resultados abaixo do esperado, este resultado partiu da turma na qual as dificuldades apresentadas durante as aulas foram maiores consequentemente, refletiram em resultados pouco expressivos. Entretanto, a turma P₁ teve desempenho satisfatório durante toda aplicação do teste conceitual 01.

Tabela **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**.11: Contraste entre os Ganhos de Hake para o teste conceitual 01.

TESTE CONCEITUAL 01						
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Médi a
TURM A P₁	0,7 6	0,7 0	0,7 8	0,9 2	1,0 0	0,79
TURM A P₂	1,0 0	0,5 8	0,9 1	0,5 0	0,7 3	0,74

Fonte: Própria do Autor (2019)

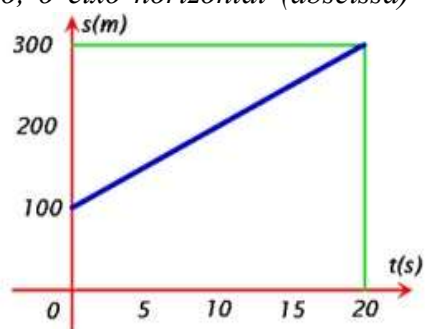


Os resultados para a turma P_I em todas as questões determinou um ganho de Hake acima de 0,7, o que denota ser um resultado muito bom, do ponto de vista da metodologia *Peer Instruction*, o que já era esperado, uma vez que esta turma já possuía mais facilidade no desempenho das atividades e na compreensão dos conteúdos.

7.2.2 Teste Conceitual 02: Velocidade escalar média, instantânea e Movimento Retilíneo Uniforme.

*Questão 01 (Q_1) - O gráfico abaixo apresenta a **variação do espaço** de um automóvel que percorre uma estrada durante determinado tempo, o eixo vertical (ordenadas) apresenta os valores do espaço percorrido, o eixo horizontal (abscissa) mostra os valores para o tempo. O que podemos afirmar sobre a posição inicial desse automóvel?*

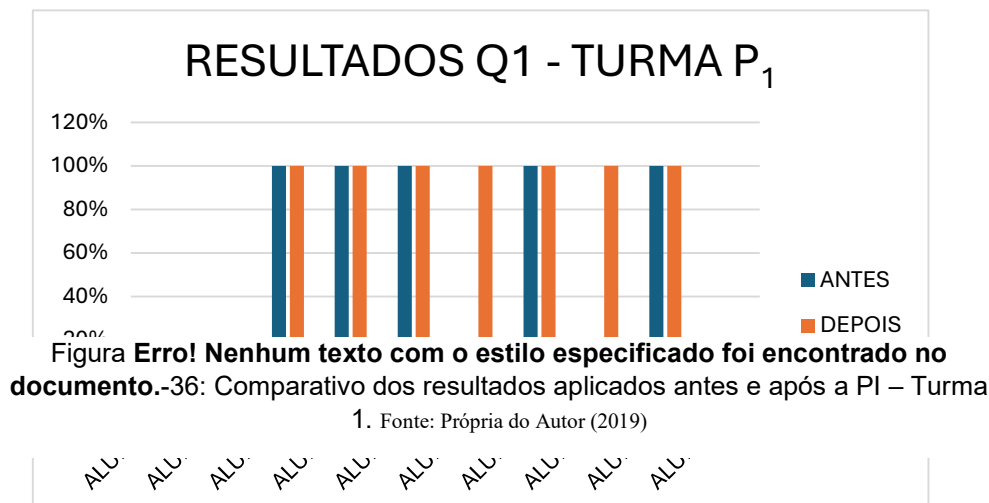
- a) O carro encontra-se na posição de 300 m;
- b) O carro encontra-se na posição de 200 m;
- c) O carro encontra-se na posição de 0 m;
- d) O carro encontra-se na posição de 100;



Este problema tem como finalidade abordar o conhecimento de variação de espaço e posição, algo de extrema importância quando se define a velocidade escalar média, além disso, a variação de espaço no tempo é apresentada por meio de um gráfico, o que deve conduzir o estudante a interpretação dessas grandezas apresentadas graficamente.

Resultados turma P_I

De 10 alunos que participaram efetivamente da aplicação da questão 1, apenas 50% (5 alunos) desse total obtiveram resultado satisfatório. O passo seguinte, a partir da metodologia *PI*, foi reunir a turma em equipes e duplas para que houvesse discussão a respeito da Q_1 .



Após um período de discussões de 3 minutos entre a turma, aplicou-se novamente a questão 1, de modo que obtemos o resultado demonstrado no gráfico da figura 7-27 e 7-28. Essa nova aplicação da questão, após *PI*, levou a média percentual de 50% para 70%, ou seja, apenas dois alunos a mais que no primeiro resultado. Isso nos trouxe a um ganho de Hake de 0,4, o que representa *ganho médio*.

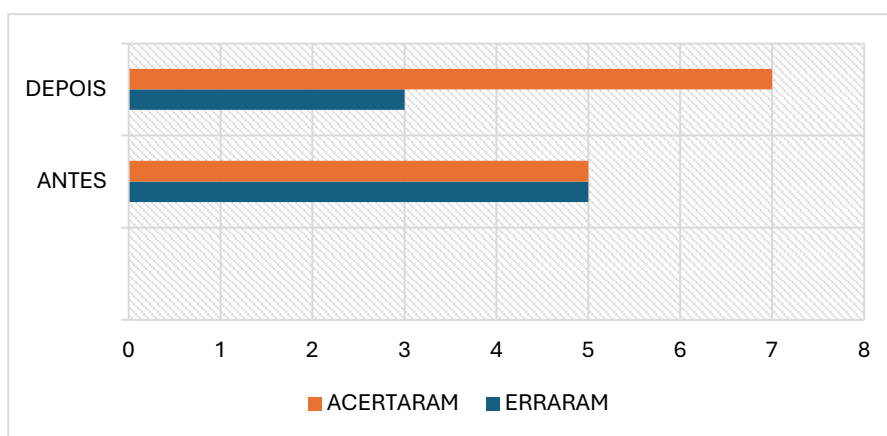


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-37: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P_1

Fonte: Própria do Autor(2019)

Resultados turma P_2

Na primeira abordagem da questão 01 na turma P_2 nos encaminhou a um percentual médio de acertos de 23%, ou seja, um total de 6 alunos conseguiram responder de forma correta a essa questão.

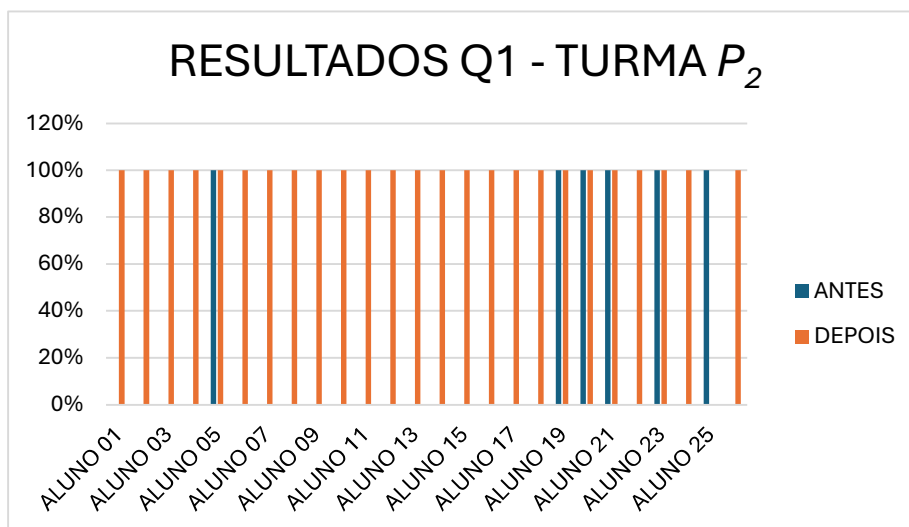


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-38:
Comparativo dos resultados aplicados antes e após a revisão do conteúdo.

Fonte: Própria do Autor (2019)

A partir desse resultado, o conteúdo em sala de aula foi mais uma vez abordado, considerando os tipos de gráficos de espaço e tempo de forma mais clara e com demonstrações e exemplos de obtenção de dados por meio de gráficos. Uma vez resumido o conteúdo, a questão 1 foi reaplicada. Os resultados estão apresentados nas figuras 7-29 e 7-30. O percentual médio da turma subiu para 96% contabilizando um ganho de Hake de 0,95, o que é definido como *alto ganho*.

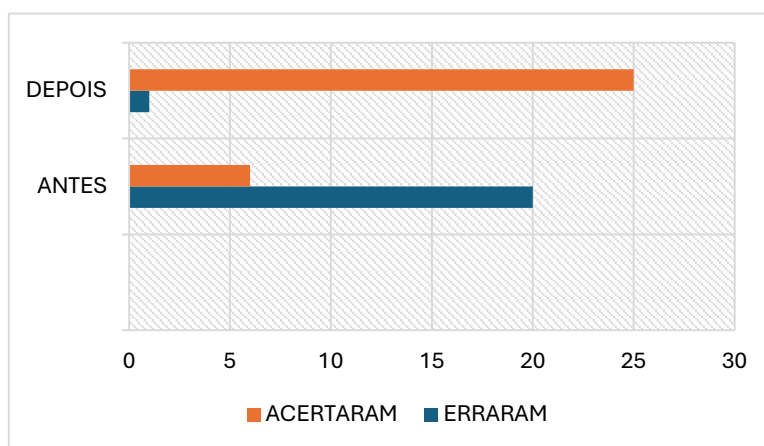


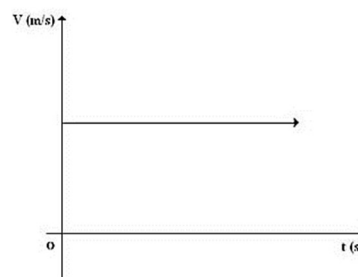
Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-39: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas –
Turma P2

Fonte: Própria do Autor (2019)



Questão 02 (Q₂) - Um trem que se move ao longo de um trilho reto e longo. O gráfico mostra a velocidade como função do tempo. O gráfico mostra que o trem:

- Acelera o tempo todo;*
- Freia o tempo todo;*
- Acelera em uma parte e freia em outra parte;*
- Se move com velocidade constante;*



A análise do gráfico da Q₂ tem a finalidade de guiar o estudante a interpretações gráficas sobre o MRU. Nesta questão além de interpretar o gráfico corretamente o estudante deve conhecer a definição de MRU.

Resultados turma P₁

O percentual médio de acertos da turma P₁, para a questão 02 do teste conceitual 02, alcançou 72%. Esse resultado, segundo a metodologia PI, permite que o professor apresente breves comentários sobre a questão e prossiga para a próxima.

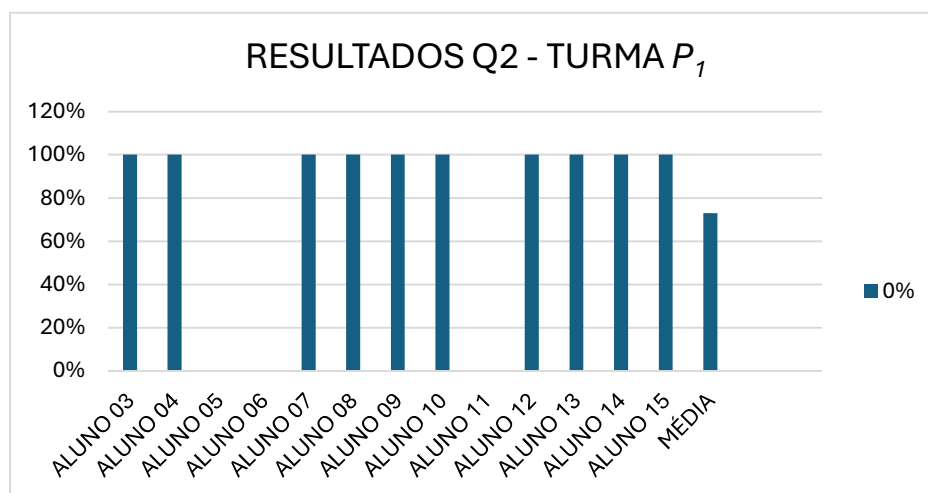


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-40: Resultados da turma P₁ na aplicação da questão 02.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Resultados turma P₂



Ao contrário da turma P_1 , onde não houve necessidade de reaplicação da questão, a turma P_2 teve um percentual inicial de acertos de 4%, o que corresponde a apenas um aluno da turma. Esse percentual de acertos nos encaminha para uma nova abordagem do conteúdo, e nesse momento ela se desenvolveu a partir de simulações computacionais disponíveis em: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man> da Universidade de Colorado, que é capaz de simular gráficos para espaço e velocidade do movimento uniforme.

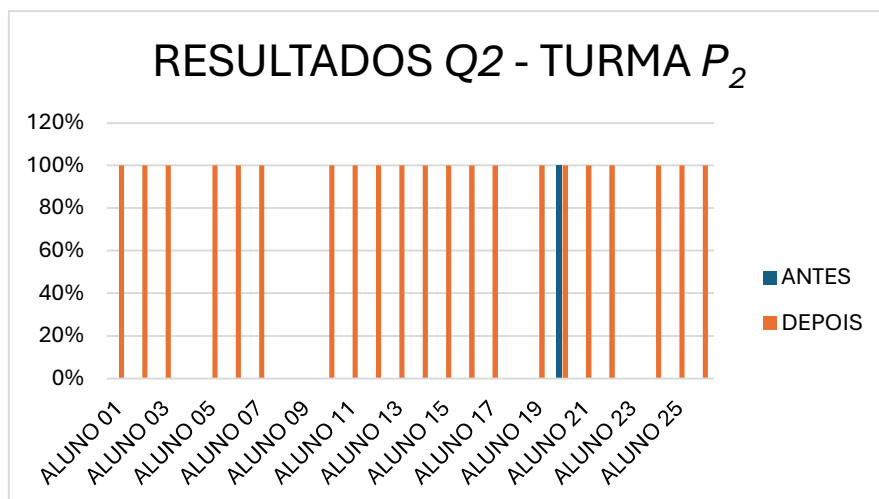


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-41: Comparativo dos resultados aplicados antes e após a revisão do conteúdo.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Após utilização do simulador, apresentando exemplos de gráficos de velocidade constante e variação do espaço, reaplicamos a questão 02 e obtemos os resultados demonstrados nas figuras 7-32 e 7-33. O percentual de acertos subiu para 81% determinando ganho de Hake de 0,8, ou seja, *ganho médio*.

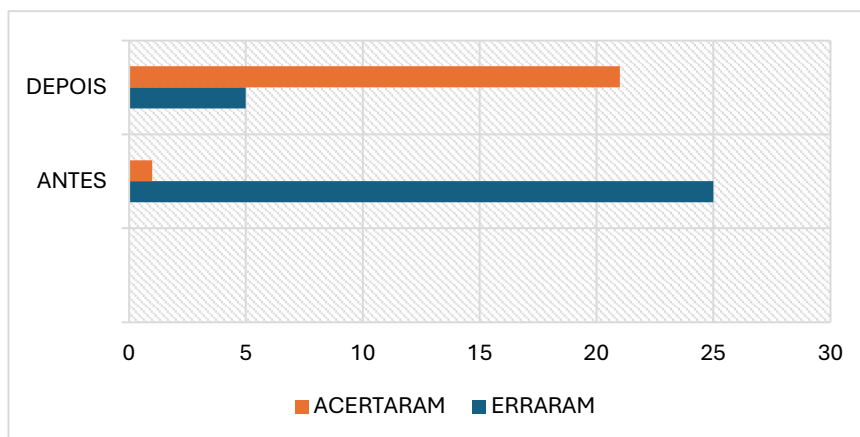


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-42: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma



Questão 03 (Q₃) - Se a velocidade média, de um automóvel, de São Paulo ao Rio de Janeiro foi de 80 km/h, isto significa que:

a) em todos os instantes o automóvel manteve 80 km/h;

b) nunca a velocidade foi superior a 80 km/h;

c) nunca a velocidade foi inferior a 80 km/h;

d) se mantiver a velocidade de 80 km/h, em todo o trajeto, teria feito o mesmo percurso, no mesmo tempo;

A questão 03 busca instigar o estudante a interpretar dados obtidos no cálculo da velocidade média e, a partir disso, extrair informações importantes dentro do cotidiano e na cinemática escalar.

Resultados turma P₁

Ao empregar a questão 03 para a turma P₁ verificamos que de um grupo de 14 alunos, apenas 4 não responderam corretamente o questionamento proposto, o que representa uma média percentual de acertos de 73%. Resultado este que é considerado muito significativo na metodologia PI, portanto, apresentamos a resposta a turma seguida de uma breve explicação sobre o conceito apresentado.

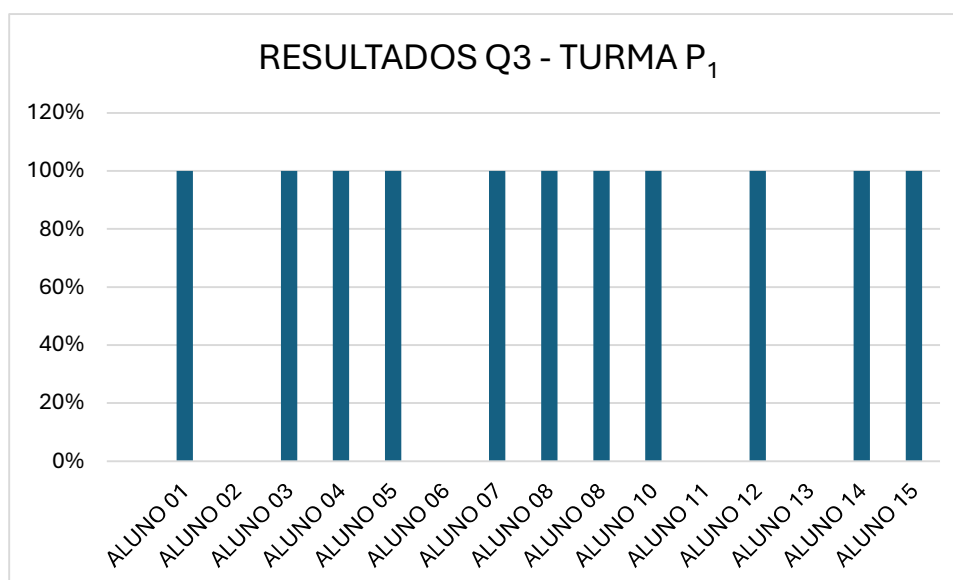


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-43: Resultados da turma P₁ na aplicação da questão 03.

Fonte: Própria do Autor (2019)



Resultados turma P_2

Durante a aplicação da questão 03 na turma P_2 obtivemos como resultado inicial um média de acertos da turma de 42%, dando prosseguimento a metodologia, executamos em seguida a instrução pelos colegas, durante um tempo de 3 minutos a turma foi dividida em grupos e duplas para discutir a respeito da Q_3 .

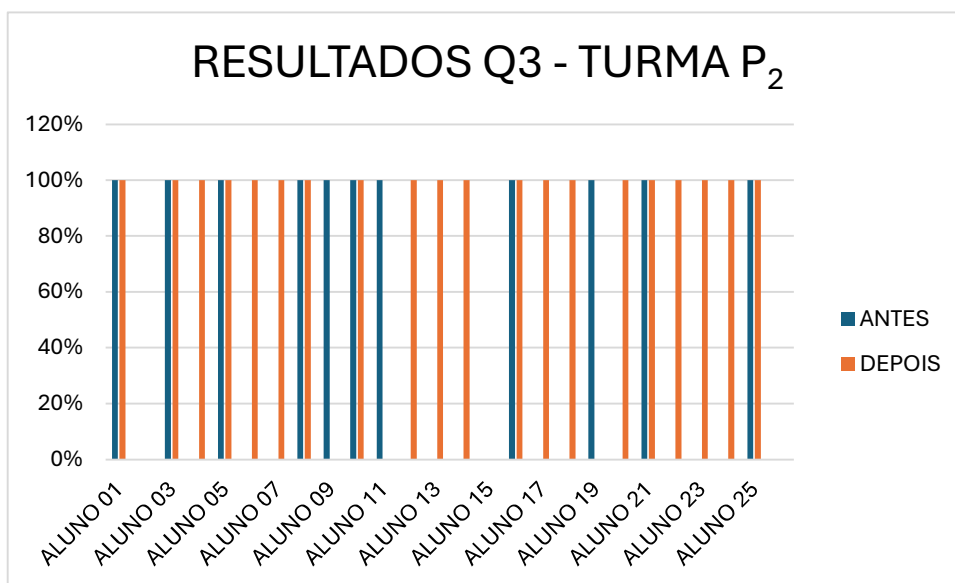


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-44: Comparativo dos resultados aplicados antes e após a PI.

Após o período de discussões e debates, reaplicamos a questão Q_3 para esta turma, obtendo os resultados apresentados nas figuras 7-35 e 7-36. A análise desses resultados nos mostra uma melhora percentual na média da turma, assim como nos possibilitou determinar um ganho de Hake de 0,6, o que apresenta *ganho médio*.

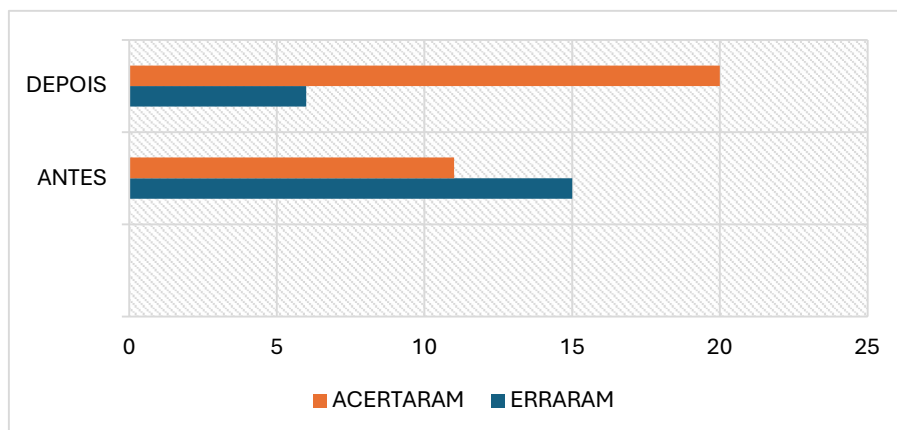


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-45: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma

Questão 04 (Q₄) - Uma pessoa caminha sobre uma estrada reta e plana, com velocidade constante. Ao passar pela marca de 5 km, seu relógio marca 1h. Quando seu relógio marca 3h, ela se encontra na marca de 9 km. Qual o valor do módulo de sua velocidade?

- a) 2 km/h
- b) 3 km/h
- c) 5 km/h
- d) 4,5 km/h

Esta questão consiste na abordagem de cálculo da velocidade média a partir da interpretação de dados, é de grande relevância que o estudante compreenda como realizar leitura de informações contidas no texto e utilizá-la para realizar o cálculo da velocidade escalar média.

Resultados turma P₁

A questão 04, que tinha como uma de suas finalidades abordar interpretação de dados e cálculo da velocidade média, ao ser aplicada, teve inicialmente um resultado percentual de 25%, o que nos conduziu a reapresentação do conteúdo na qual foi dado ênfase na interpretação e leitura de informações a respeito de deslocamento e tempo, que foi ilustrado a partir de exemplos com auxílio da simulação da questão 02.

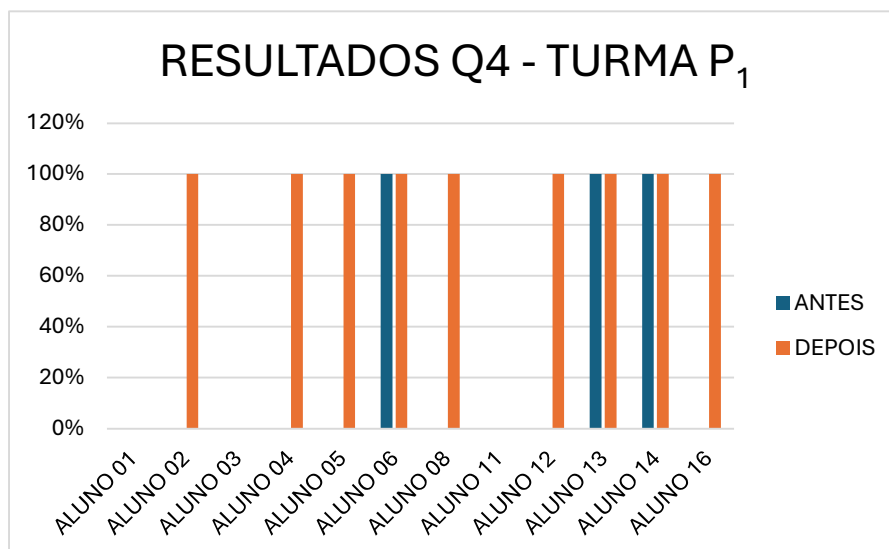


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-46:**
Comparativo dos resultados aplicados antes e após a revisão do conteúdo utilizando simuladores.

Fonte: Própria do Autor (2019)

As figuras 7-37 e 7-38 apresentam os gráficos que mostram os resultados obtidos antes e após o uso das simulações. É importante observar que antes das simulações tínhamos um total de 3 alunos respondendo corretamente e após aplicação da mesma, tivemos um total de 9 alunos, condizendo a uma média de acertos de 75% constatando um ganho de Hake de 0,62, ou seja, obtivemos *ganho médio*.

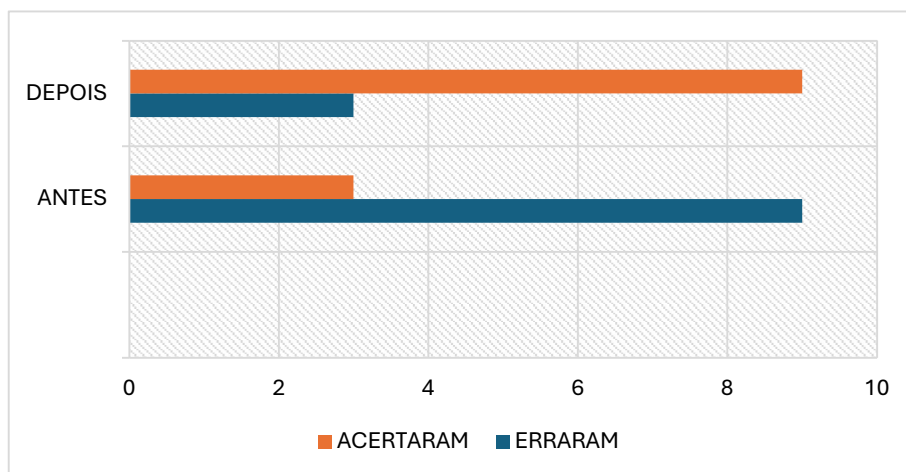


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-47:** Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁

Fonte: Própria do Autor (2019)



Resultados turma P_2

A turma P_2 , assim como a P_1 , teve resultado inicial muito ruim na aplicação da questão 04. Apenas 4% da turma optou pela resposta correta, o que equivale a 1 aluno entre 25 alunos.

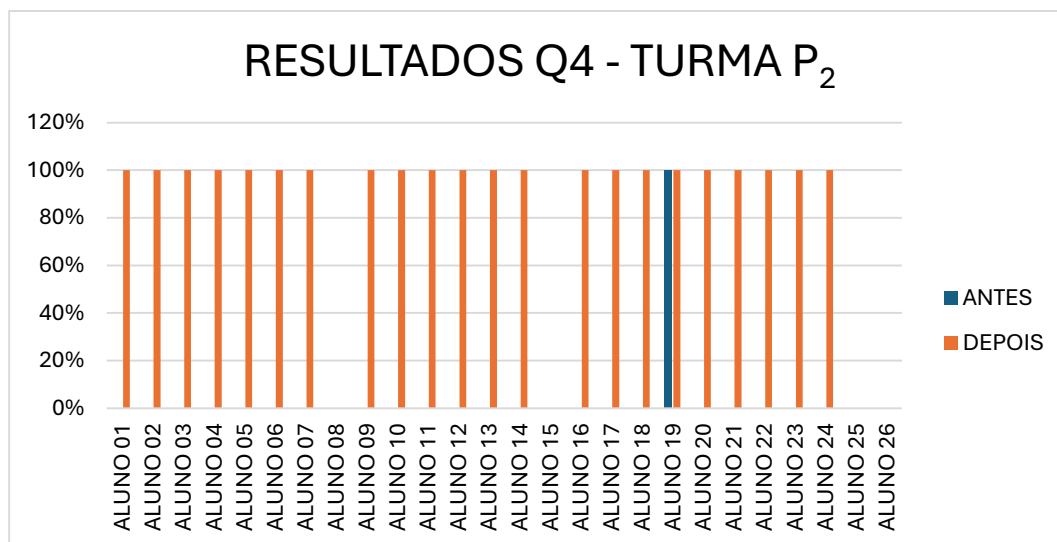
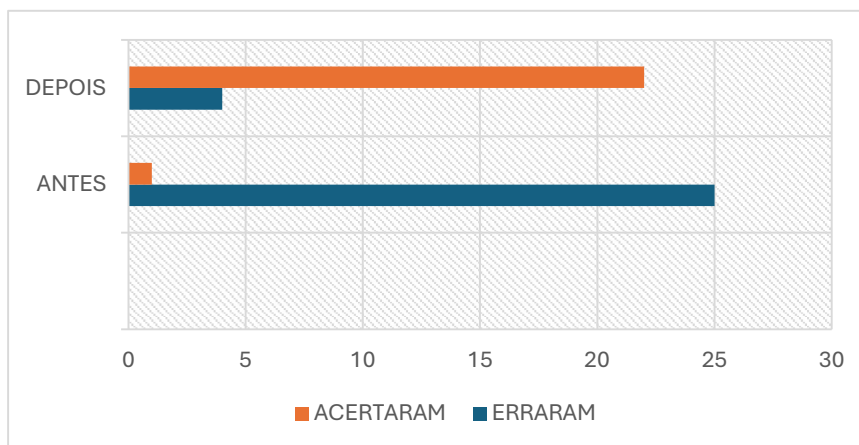


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-48: Comparativo dos resultados aplicados antes e após a revisão do conteúdo utilizando simuladores.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Para um percentual médio de 25%, a metodologia *PI* indica que o conteúdo seja reapresentado a turma de forma diferente da inicial, portanto, para este caso o conteúdo foi abordado utilizando simuladores do *PhET*³, após essa abordagem, obtivemos os resultados apresentados nos gráficos das figuras 7-39 e 7-40.



³ Projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado



Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-49: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P_2

Rever o conteúdo utilizando as simulações do *PhET* e a reaplicação da questão 04 nos mostrou uma mudança satisfatória no desempenho da turma que antes tinha 4% de média em acertos e passou a 85%, ou seja, apenas 4 alunos de 25 responderam de forma incorreta. Desse modo, os resultados obtidos na reaplicação da questão 04, mostrou que a turma P_2 atingiu, de acordo com os parâmetros de Hake, *alto ganho*, logo, obteve ganho de 0,82.

Questão 05 (Q₅) - Você está sentado na poltrona do passageiro de um taxi, e consegue ver nitidamente o velocímetro do carro durante a viagem. Durante todo o percurso que o motorista de taxi faz é possível verificar:

- a) A velocidade média do percurso;*
- b) A aceleração média do percurso;*
- c) A Velocidade instantânea do carro;*
- d) Aceleração Instantânea do carro;*

Esta questão tem como finalidade tratar a definição de velocidade instantânea na prática, discutindo sobre um caso que pode ser observado cotidianamente.

Resultados turma P_1

A figura 7-41 demonstra os resultados obtidos na aplicação da questão 05 a turma P_1 . Esse resultado apresentou uma média de acertos de 77%, de modo que foi elucidada à turma a resposta correta da questão discutindo alguns pontos importantes sobre a velocidade instantânea.

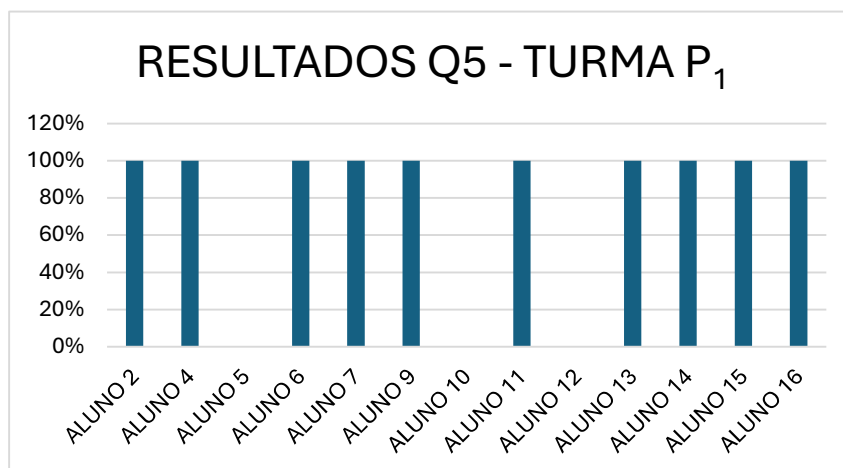


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-50: Resultado da Turma P_1 na aplicação da questão 03.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Resultados turma P_2

A exemplo da turma P_1 , a turma P_2 teve um desempenho acima de 70%, atingindo 79% de acertos, como mostra a figura 7-42 desse modo, seguiu-se as recomendações da metodologia *PI* explicando a turma a resposta correta seguida de uma breve explanação sobre o conceito abordado.

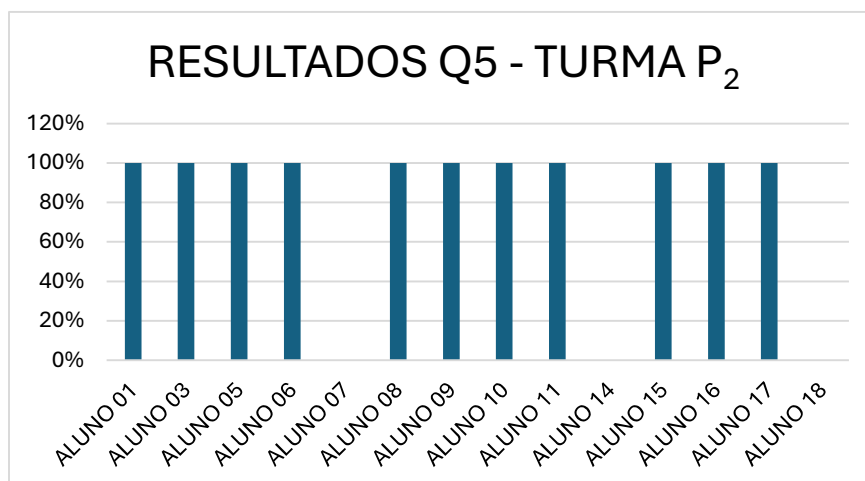


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-51: Resultado da turma P_2 após aplicação da questão 05.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Contraste entre os Ganhos de Hake para o teste conceitual 02



Uma das definições da metodologia *PI* se dá a partir do percentual de acertos acima de 70%, isso indica que a maior parte da turma já desenvolveu de forma prévia os conceitos abordados. Dentro dos testes conceituais abordados neste trabalho, o teste conceitual 02, neste sentido, apresentou melhor desenvolvimento, principalmente quando consideramos os resultados apresentados pela turma P_1 que obteve desempenho acima de 70% em 3 das 5 questões conceituais tratadas. Este resultado expressa uma aprendizagem significativa para esta turma quando utilizada a metodologia *PI*.

Tabela Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento..12: Contraste entre os Ganhos de Hake para o teste conceitual 02.

TESTE CONCEITUAL 02						
	$Q1$	$Q2$	$Q3$	$Q4$	$Q5$	Média
P_1 TURMA	0,4	X	X	0,6	X	0,51
P_2 TURMA	0,9	0,5	0,6	0,8	X	0,79

Fonte: Própria do Autor (2019)

A turma P_2 , apesar de ter apenas a questão 05 com a média de acertos acima de 70%, ou seja, dispensada da discussão em turma, obteve desempenho médio satisfatório, apresentando uma média de acertos que possibilitou um ganho de Hake de 0,79, em média, ou seja, a turma obteve *alto ganho*. É importante observar que, a média entre os ganhos da turma P_1 , na tabela 7.5 é de 0,51, entretanto, essa média não levou em consideração as questões 2, 3 e 5, que foram dispensadas da discussão por pares, logo, o resultado denota aprendizagem significativa.

7.2.3 TESTE CONCEITUAL 03: ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA, TIPOS DE ACELERAÇÃO E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO.

Questão 01 (Q_1) - Dizer que um movimento se realiza com uma aceleração escalar constante de 5 m/s^2 , significa que:

a) Sua velocidade é de 5 m/s ;



- b) *Sua velocidade aumenta 5 m/s a cada meio segundo;*
- c) *Sua velocidade aumenta 5 m/s a cada segundo;*
- d) *Sua velocidade aumenta 5 m/s a cada 5 segundos;*

A questão 01 tem como finalidade verificar a compreensão básica da aceleração escalar média, assim como interpretar dados e as unidades de aceleração.

Resultados turma P_1

Na turma P_1 , apenas 7 alunos participaram da questão 01. Seguindo a aplicação da questão, verificamos uma média percentual de acertos de 30%, desse modo, reunimos os alunos em duplas e em trios para discutirmos a respeito da questão 03.

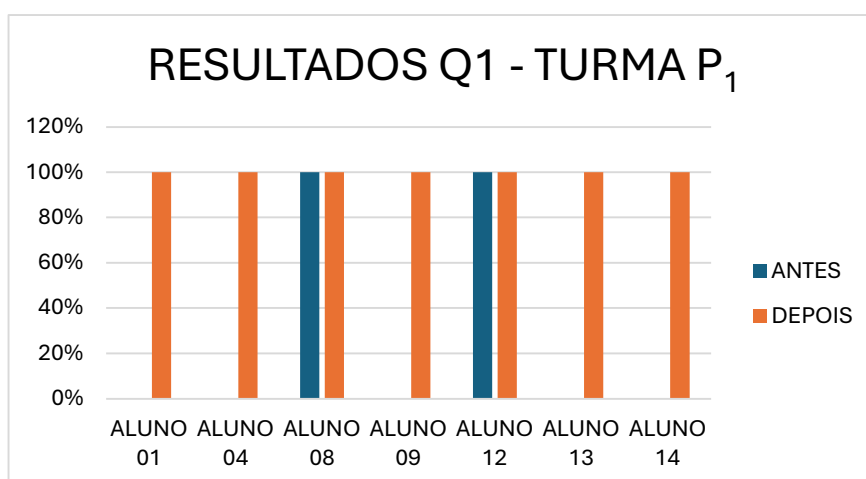


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-52: Comparativo dos resultados aplicados antes e após a PI.

A figura 7-43 apresenta um gráfico com o resultado obtido após aplicação do *PI*, onde podemos ver que o número de estudantes que escolheram a resposta correta para esse problema aumentou. Na figura 7-44 podemos perceber que na primeira aplicação da questão 01 apenas dois alunos responderam de forma correta e após a instrução pelos colegas, tivemos 100% dos alunos optando pela resposta correta. Com esse resultado, bastante expressivo, podemos determinar o ganho de Hake no valor de 1,0 o que denota *alto ganho* na aplicação do *PI*.

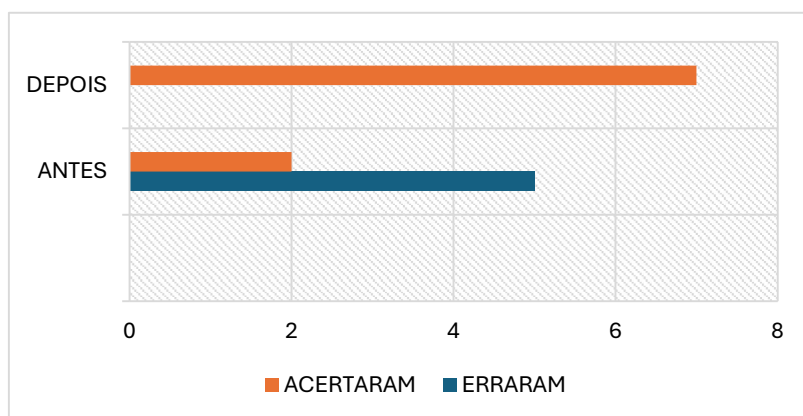


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-53: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁.
Fonte: Própria do Autor (2019).

Resultados turma P₂

23 alunos participaram da aplicação da questão 01 na turma P₂, e no primeiro momento, obtivemos como resultado uma média percentual de acertos de aproximadamente 50%, ou seja, 12 alunos optaram pela resposta correta. As figuras 7-45 e 7-46 mostram os resultados obtidos.

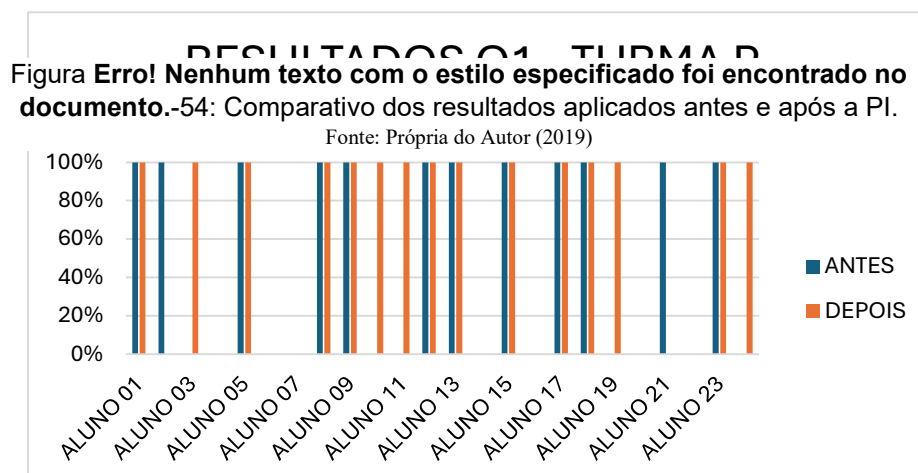


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-54: Comparativo dos resultados aplicados antes e após a PI.
Fonte: Própria do Autor (2019)

O resultado encontrado na primeira aplicação da questão 01 para esta turma, nos levou a realizar a instrução entre pares, ou seja, a turma foi reunida em grupos e duplas com a finalidade de discutirem a respeito do problema proposto, após 3 minutos de discussões, reaplicamos a questão.

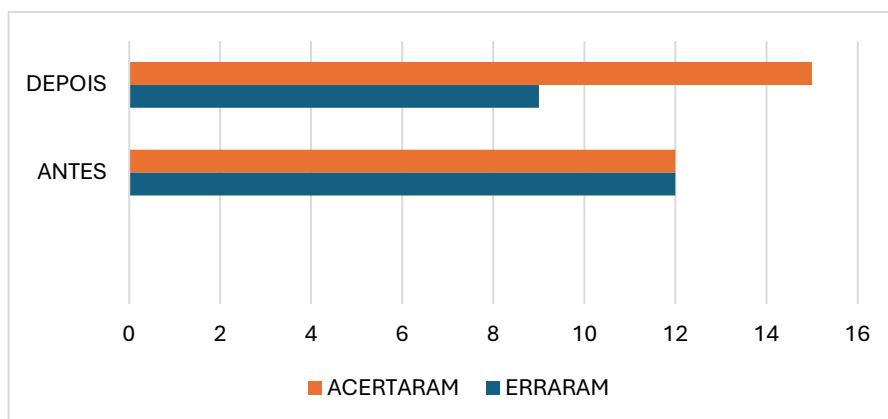


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-55: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma

Após a reaplicação da questão a média de acertos da turma subiu apenas 13%, alcançando um percentual de 63%. Esse resultado nos aponta um valor de 0,25 para o ganho de Hake e, portanto, indica *baixo ganho* dentro dos parâmetros de Hake.

Questão 02 (Q₂) - Considere duas situações:

Situação 1: uma bola é lançada verticalmente para cima;

Situação 2: uma bola é largada do alto de uma torre. Despreze a resistência do ar. Qual das afirmativas está correta?

- Nas duas situações a bola tem a mesma aceleração.*
- Na primeira situação, a aceleração é vertical para cima e na segunda é vertical para baixo.*
- A aceleração depende da velocidade com que a bola é lançada na situação I, e da altura que é largada na situação II.*
- Nada podemos afirmar sobre as acelerações, pois não conhecemos as velocidades.*

Esta questão tem como propósito, apresentar um paralelo entre a definição aceleração escalar média e aceleração da gravidade, assim como abordar conceitos de movimento em queda livre.

Resultados turma P₁



A aplicação da questão 02 para a turma P_1 contou com a participação de apenas 7 alunos. Na primeira abordagem da questão, a turma apresentou um desempenho médio de 57% como ilustram as figuras 7-47 e 7-48.

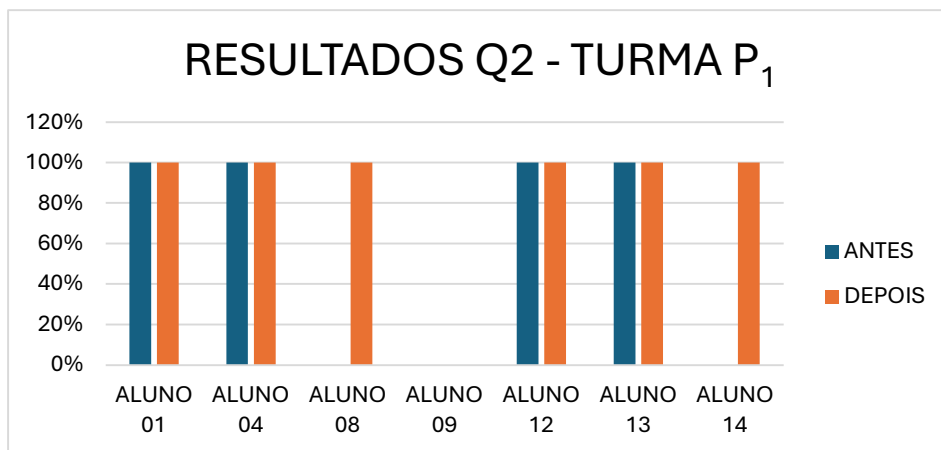


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-56:
Comparativo dos resultados aplicados antes e após a PI.

Apenas 4 alunos tiveram um desempenho satisfatório na aplicação desta questão, portanto, executamos a instrução por pares, ou seja, a turma foi organizada em grupos e duplas e tiveram 3 minutos para desenvolver discussões sobre este problema e na sequência, reaplicamos a questão obtendo um percentual médio de 86% e ganho de Hake de 0,67, caracterizando *Ganho médio*.

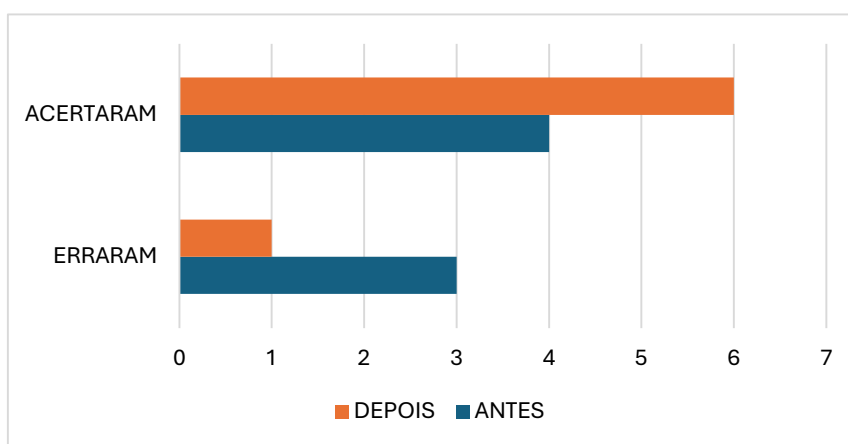




Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-57: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₁.

Fonte: Própria do Autor (2019).

Resultados turma P₂

Na primeira aplicação o desempenho desta turma teve resultado de apenas 12%, desse modo, foi necessário abordar o conteúdo com a utilização de um vídeo: *Gravidade da Terra sem resistência do ar*, disponível em: <https://youtu.be/JcmqfzGFhqQ> onde é demonstrado que a aceleração da gravidade possui mesmo valor para qualquer corpo na superfície Terrestre quando desprezado a resistência do ar, após o vídeo reaplicamos a questão obtendo os resultados que estão apresentados nas figuras 7-49 e 7-50.

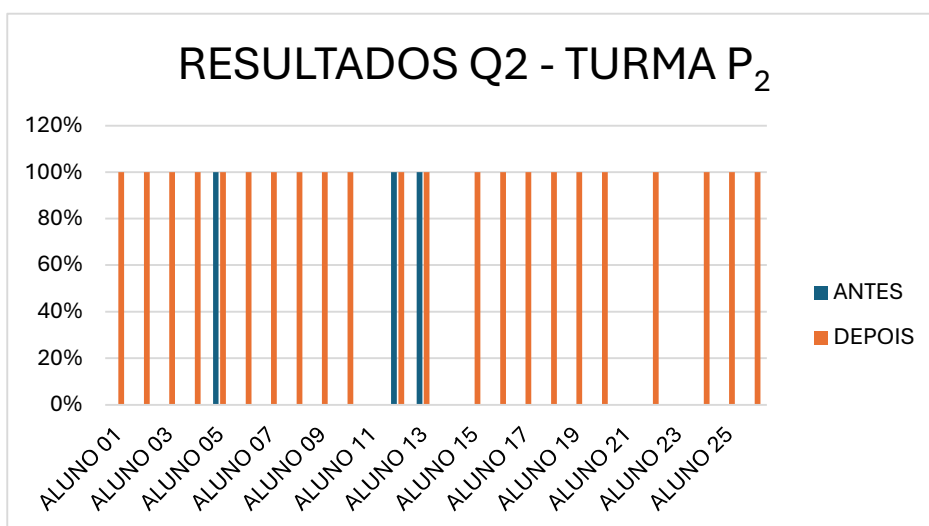


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-58: Comparativo dos resultados aplicados antes e após desenvolvimento com vídeo.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Na reaplicação da questão 2 o desempenho da turma chegou a um percentual médio de 82%, indicando um ganho de Hake de 0,83, ou seja, *alto ganho*.

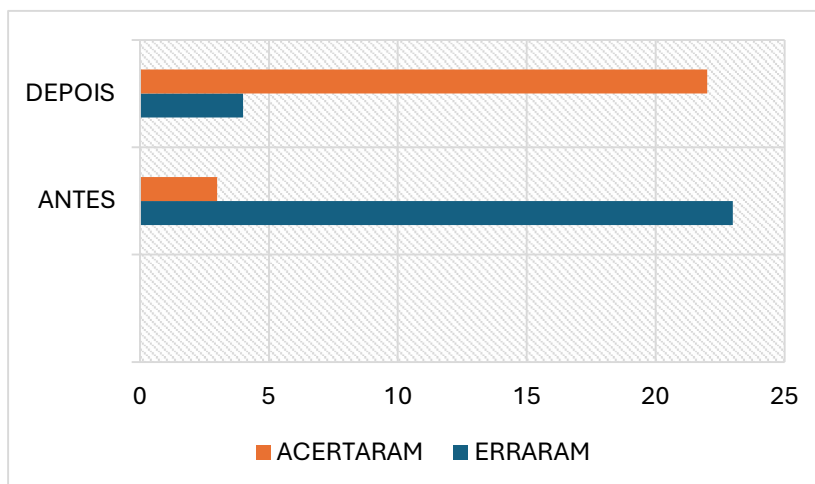


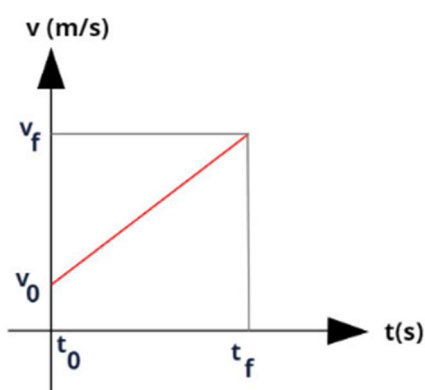


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-59: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P₂.

. O

gráfico mostra a velocidade como função do tempo. O gráfico mostra que o carro:

- Acelera o tempo todo;*
- Freia o tempo todo;*
- Acelera em uma parte e freia em outra parte;*
- Se move com velocidade constante;*



A questão 03 tem como finalidade instigar o estudante a interpretar os dados obtidos por meio de gráficos da velocidade de onde devem obter informações importantes dentro do contexto do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

Resultados turma P₁

Ao empregarmos a questão 03 para turma P₁, de 11 alunos que participaram, apenas 3 obtiveram resultado ruim, ou seja, escolheram a resposta incorreta neste teste. Portanto, a média de acertos da turma chegou a 73%, logo, seguindo a metodologia,

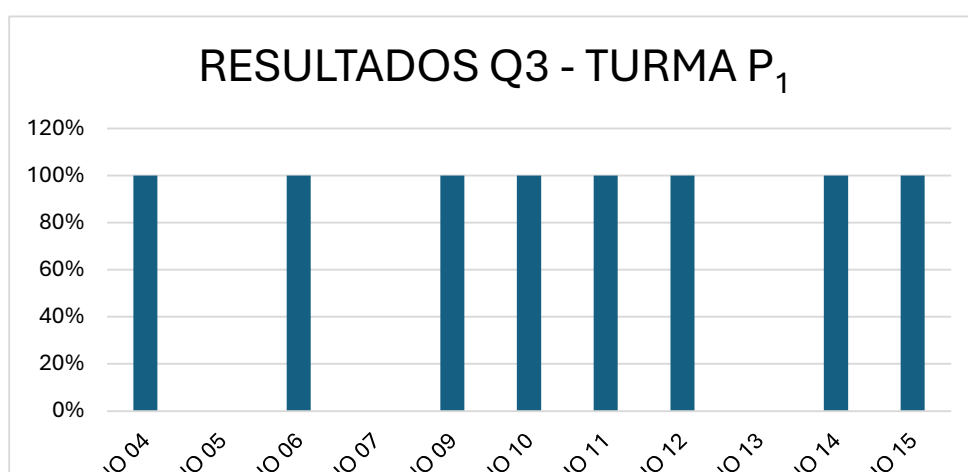


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-60: Resultado da Turma P₁ na aplicação da questão 03.

Fonte: Própria do Autor (2019)



apresentamos a resposta correta a turma seguida de uma breve explanação do conceito envolvido.

Resultados turma P_2

Na primeira aplicação da questão 03 a turma P_2 , tivemos como resultado um desempenho médio de apenas 8%, desse modo, obedecendo a metodologia abordamos estes conceitos utilizando simulados do site: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man> da Universidade de Colorado. Nessa simulação podemos demonstrar o formato gráfico para a velocidade constante ou

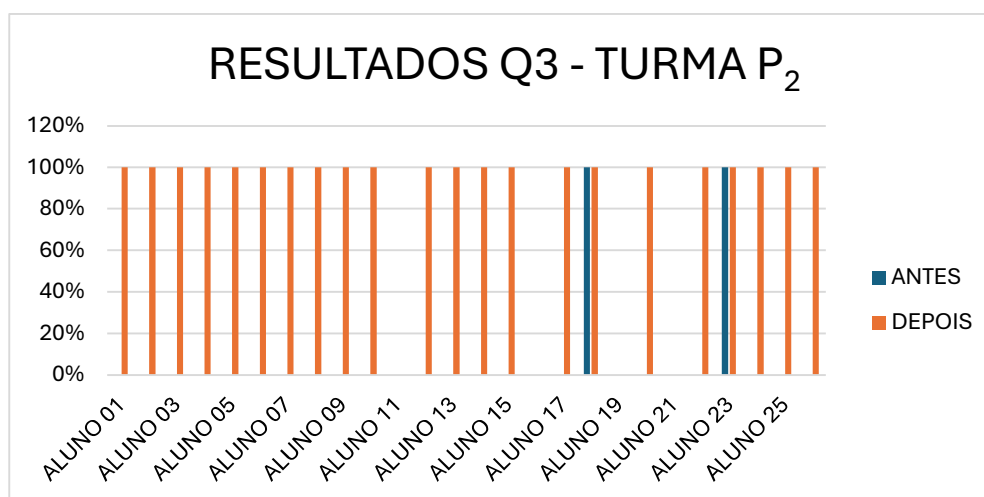


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-62:** Comparativo dos resultados aplicados antes e após a revisão do conteúdo utilizando simuladores do PhET.

mesmo quando há variação, ou seja, aceleração. Desse modo, foram simulados movimentos com diferentes acelerações e comparados os gráficos. Após a utilização dos

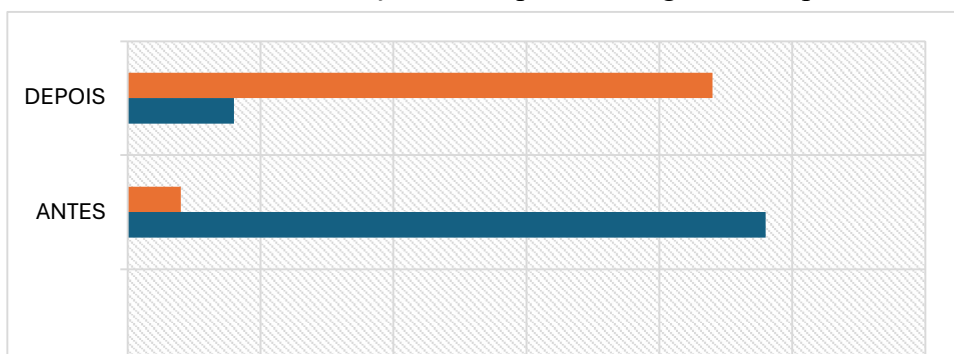


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-61:** Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P_2 .

Fonte: Própria do Autor (2019)



simuladores reaplicamos a Q_3 , e, portanto, obtivemos os resultados apresentados nas figuras 7-52 e 7-53, atingimos um desempenho de 83% e ganho de Hake de 0,83, *alto ganho*.

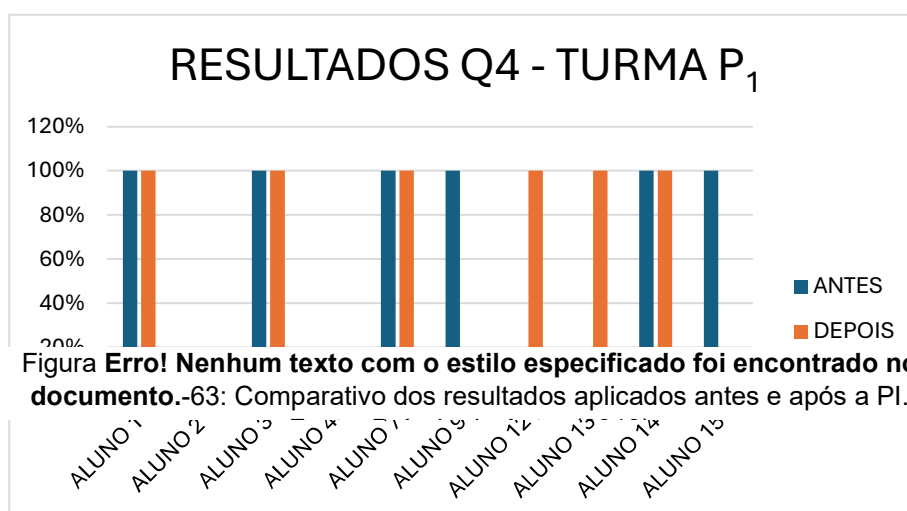
Questão 04 (Q_4) - Ao caçar, um guepardo, partindo do repouso, atinge uma velocidade de 72 Km/h em 2 segundos. Qual a sua aceleração nesse intervalo de tempo?

- a) 10 m/s^2
- b) 20 m/s^2
- c) 4 m/s^2
- d) 5 m/s^2

Este teste tem como finalidade instigar o estudante a compreensão correta do cálculo da aceleração escalar média assim como desenvolver as transformações de unidades necessárias.

Resultados turma P_1

A questão Q_4 foi aplicada a turma P_1 em duas oportunidades, em sua primeira, obtivemos um desempenho médio da turma de 60%. Desse modo, tivemos a oportunidade de realizar a discussão deste problema em equipes ou duplas durante o tempo de 3 min e em seguida reaplicamos a mesma questão. Após reaplicação, o resultado obtido para o desempenho da turma continuou em 60%, o que caracterizou ganho de Hake nulo.



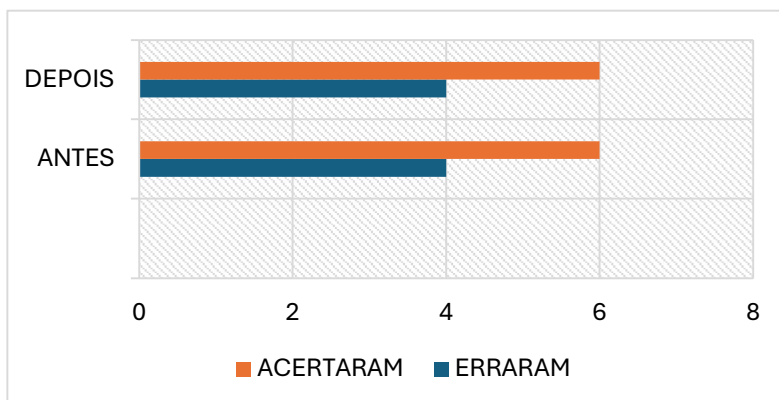


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-64: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P_1 .

Fonte: Própria do Autor (2019)

Resultados turma P_2

As figuras 7-56 e 7-57 apresentam os resultados obtidos após aplicação da questão 04 a turma P_2 , a qual teve como resultado inicial uma média de acertos de 38% e após o engajamento interativo foi possível obter a média de 96%. Com este desempenho foi possível determinar *alto ganho* de aprendizagem para turma o que representa ganho de Hake de 0,94.

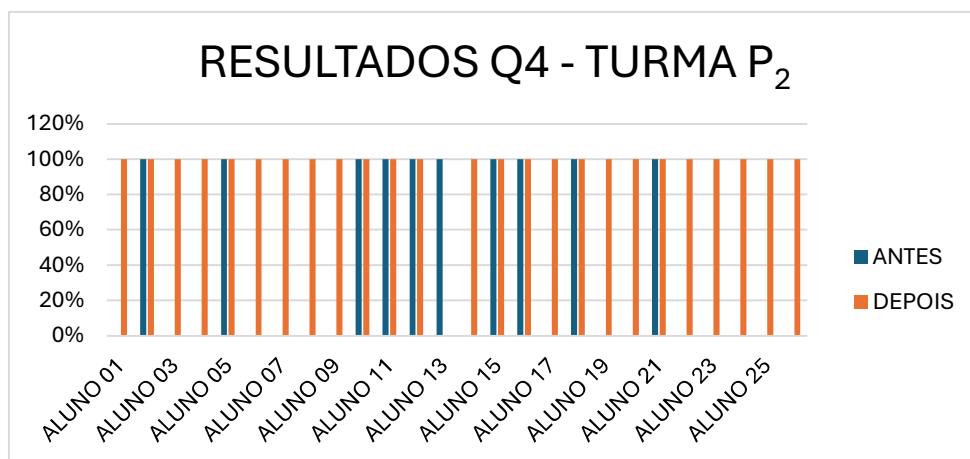


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-65: Comparativo dos resultados aplicados antes e após a PI.

Fonte: Própria do Autor (2019)

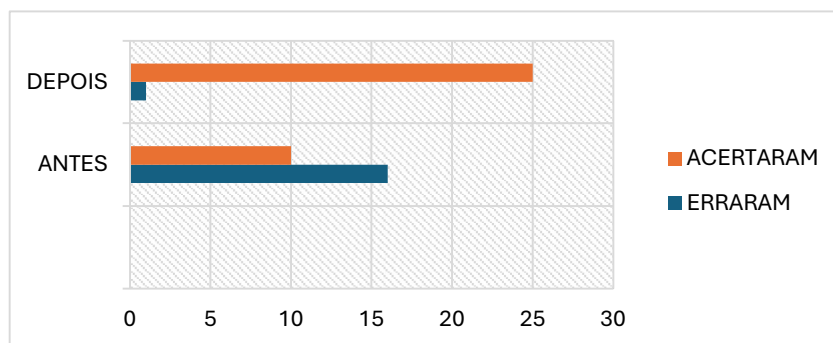


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-66: Comparativo entre número de respostas corretas e erradas – Turma P_1 .

Fonte: Própria do Autor (2019)

Contraste entre os Ganhos de Hake para o teste conceitual 03

As questões do teste conceitual 03 que trabalhavam sobre aceleração escalar média, instantânea e movimento uniformemente variado, tiveram os resultados apresentados na tabela 7.6. A partir desta tabela, podemos verificar que o desempenho da turma P_1 não obteve ganhos significativos, na questão 04 a mesma apresentou ganho nulo, ou seja, não houve melhora significativa no desempenho da turma, por outro lado, na questão 03 a turma apresentou resultado satisfatório acima de 70%, o que dispensou qualquer intervenção didática.

Tabela **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**.13: Contraste entre os Ganhos de Hake para o teste conceitual 03.

TESTE CONCEITUAL 03					
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Média
TURMA P_1	1	0,67	X	0	0,56
TURMA P_2	0,23	0,83	0,83	0,94	0,71

Fonte: Própria do Autor (2019)

Ao compararmos os resultados das duas turmas, podemos verificar que, em média, a turma P_2 obteve resultados acima de 0,7, desse modo, seu desempenho pode ser considerado com *alto ganho*, apenas na questão 01 essa turma obteve um resultado muito abaixo, caracterizando um conceito que pode ser melhor abordado, em contrapartida, a turma P_1 apresentou alguns resultados ruins, como foi comentado acima na questão 04,



mas obteve ganho de Hake máximo na questão 01, e em média teve ganho de Hake de 0,56 que indica *ganho médio*.

7.3 ANÁLISE DO PRÉ E PÓS - TESTES

A utilização de pré e pós – testes tem como finalidade verificar os ganhos de aprendizagens, significativos ou não, alcançados após aplicação de metodologias de ensino ou métodos tradicionais. Nesta pesquisa, pré e pós-testes eram iguais e abordavam problemas do ENEM e vestibulares envolvendo o conteúdo de cinemática básica, no total, havia 13 problemas. Neste trabalho os testes foram aplicados em três turmas, P_1 e P_2 que são as turmas onde ocorreram a aplicação da metodologia PI e a turma T_1 a qual foi aplicada a metodologia tradicional, ou seja, sem engajamento interativo.

7.3.1 RESULTADOS DO PRÉ E PÓS TESTES DAS TURMAS PI (P_1 E P_2) E TRADICIONAL (T_1)

TURMA P_1

A figura 7-58 apresenta o desempenho individual dos alunos na aplicação do pré-teste sobre conceitos de cinemática. Este resultado mostra que entre os 15 alunos que realizaram o teste os resultados mais significativos chegaram a, no máximo, 30% da prova.

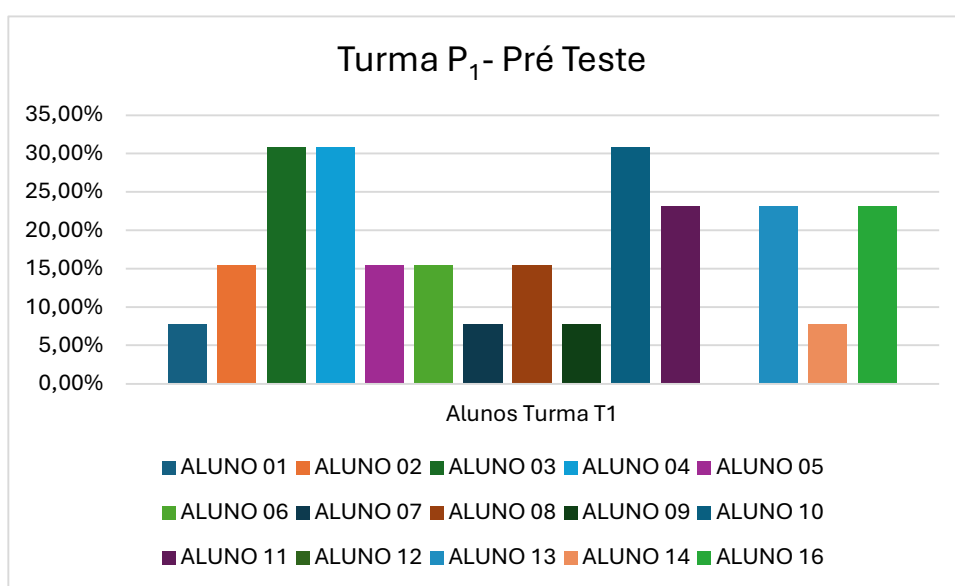
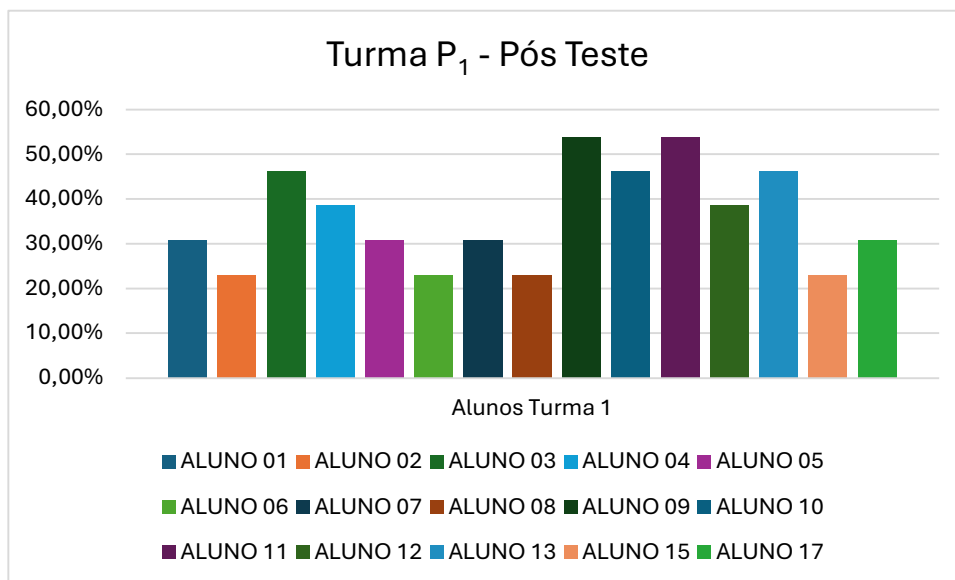




Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-67: Desempenho da turma P₁ no Pré-Teste.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Após aplicação da metodologia proposta neste trabalho, a qual privilegia a interação entre os alunos ou engajamento interativo, foi aplicado o pós-teste, que consiste no



mesmo teste aplicado antes do início da metodologia nas turmas *PI*. O resultado da aplicação do pós-teste está apresentado na figura 7-59.

Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-68: Desempenho da turma P₁ no Pós-Teste.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Uma rápida análise no gráfico da figura 7-59 nos permite perceber que o desempenho da turma melhorou significativamente, entretanto, o melhor resultado entre os alunos não ultrapassou o percentual de 54%. Na figura 7-60 podemos ver a evolução entre os ganhos de Hake obtidos por cada aluno. Embora, individualmente, alguns alunos tivessem obtido ganhos entre 0,3 e 0,5, a média da turma para o ganho de Hake foi de apenas 0,23.

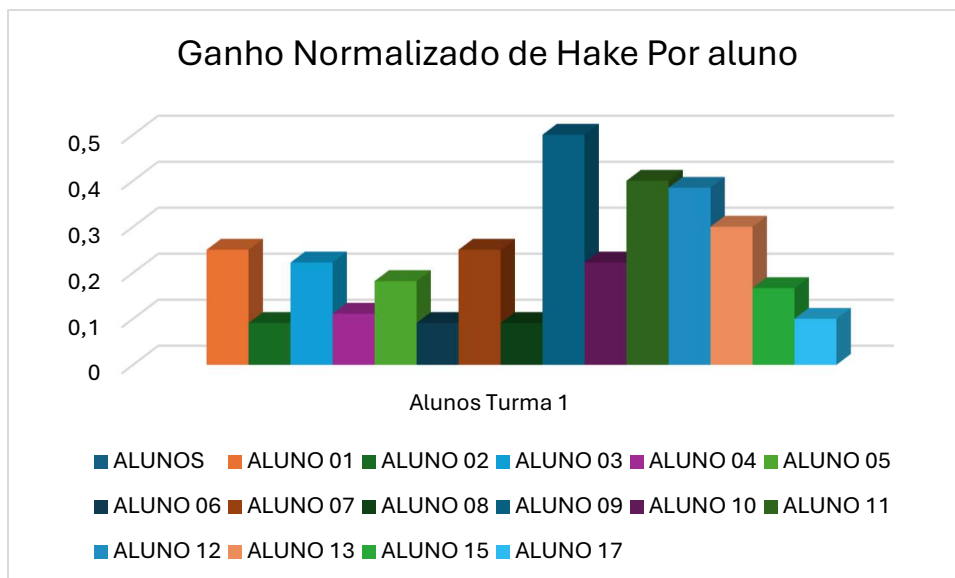


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-69: Ganho de Hake após aplicação do Pré e Pós-teste Turma P₁.

Fonte: Própria do Autor (2019).

Turma P₂

Após o emprego do pré-teste sobre conhecimentos básicos de cinemática para a turma P₂, recolhemos os resultados demonstrados na figura 7-61 a qual atesta que essa turma teve como desempenho médio de 23% de acertos, além disso, podemos perceber que o melhor resultado entre os alunos da turma não ultrapassa 38% do pré-teste.

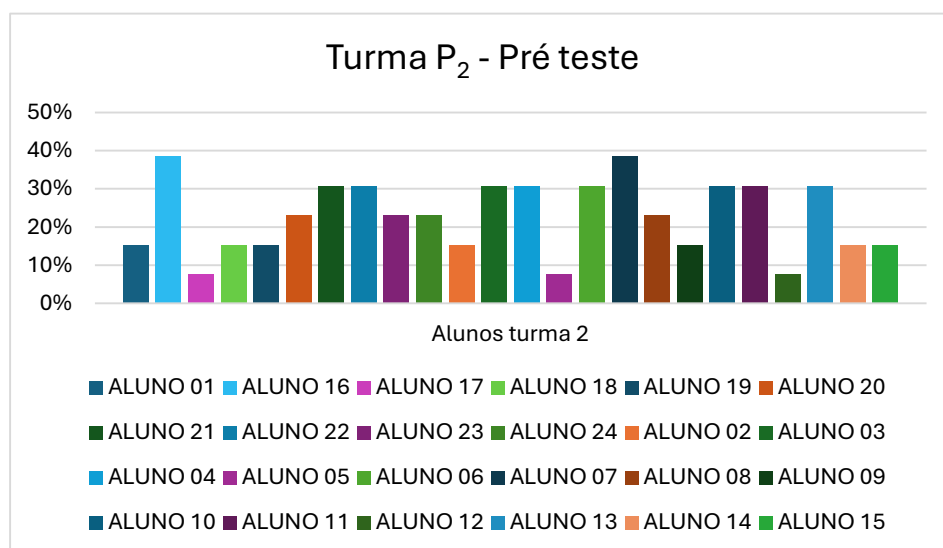


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-70: Desempenho da turma P₂ no Pré-Teste.

Fonte: Própria do Autor (2019)



A partir da aplicação do pré-teste sobre conhecimentos básicos de cinemática, aplicou-se a metodologia de engajamento interativo, *Peer Instruction*, na sequência é realizado o pós-teste na turma P_2 , os resultados para o ganho de Hake de cada aluno no pós-teste encontram-se demonstrados nos gráficos 7-62 e 7-63.

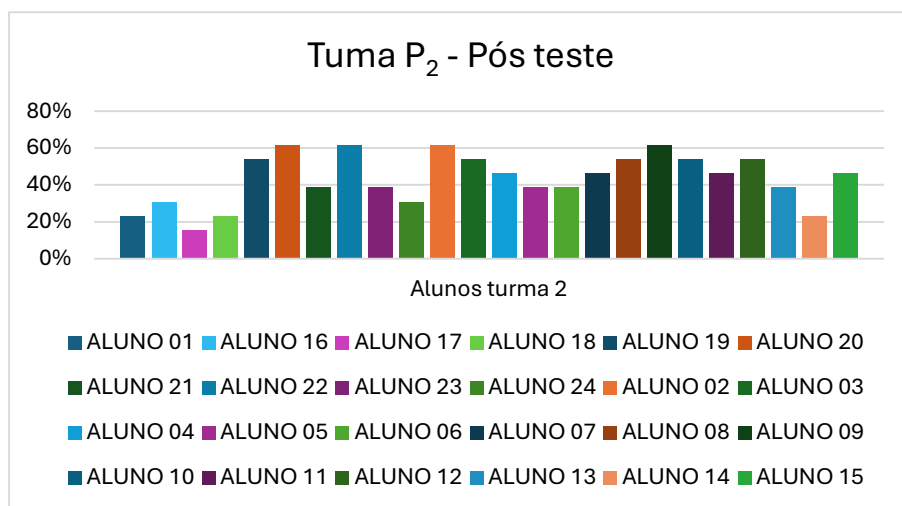


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-71: Desempenho da turma P_2 no Pós-Teste.

Na figura 7-63 temos o ganho de Hake para cada aluno, podemos verificar que, comparado com a turma P_1 , os resultados foram melhores e ao analisar este gráfico, percebemos que os resultados estão na faixa de 0,33 a 0,55, ou seja, de forma individual, tivemos resultados significativos. Entretanto, percebemos que alguns resultados adversos ocorreram, como o ganho de Hake negativo de $-0,13$, obtido por um dos alunos da turma.

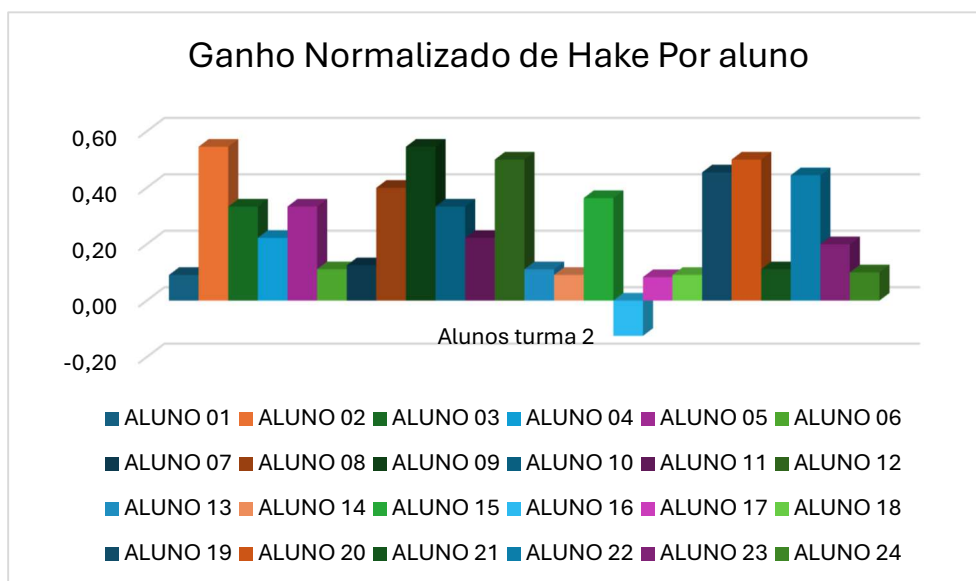


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-72**: Ganho de Hake após aplicação do Pré e Pós-teste Turma P₂.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Este resultado se deve a um desempenho do aluno abaixo do que ele obteve no pré-teste o que pode indicar que a metodologia utilizada não trouxe aprendizagem significativa para este aluno.

Turma T_I

A turma T_I teve abordagem dos conhecimentos básicos de cinemática escalar a partir de aulas tradicionais e com exposições teóricas e uso de quadro branco e pincel, além disso, algumas demonstrações práticas. A figura 7-64 demonstra o resultado obtido nesta turma na aplicação do pré-teste.

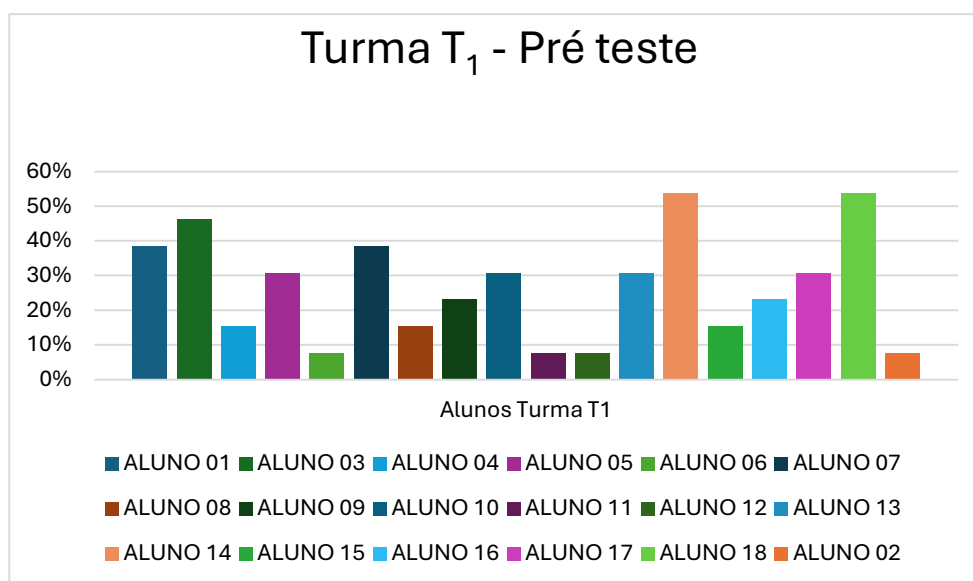


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-73: Desempenho da turma T_1 no Pré-Teste.

Os resultados encontrados na aplicação do pré-teste nos remeteram a um percentual médio para a turma T_1 de 26%. É importante salientar que no momento de aplicação do pré-teste, a turma ainda não teve contato algum com o conteúdo que outrora seria abordado de forma mais detalhada. Em seguida as aulas que ocorreram tiveram como finalidade abordar, de forma tradicional, os conceitos básicos de cinemática descritos neste trabalho. Uma vez apresentado, a partir das aulas tradicionais, o conteúdo planejado para esta turma, realizamos a aplicação do pós-teste, a fim de confrontar os resultados da turma tradicional com as turmas *PI*. O resultado da aplicação do pós-teste segue demonstrado na figura 7-65.

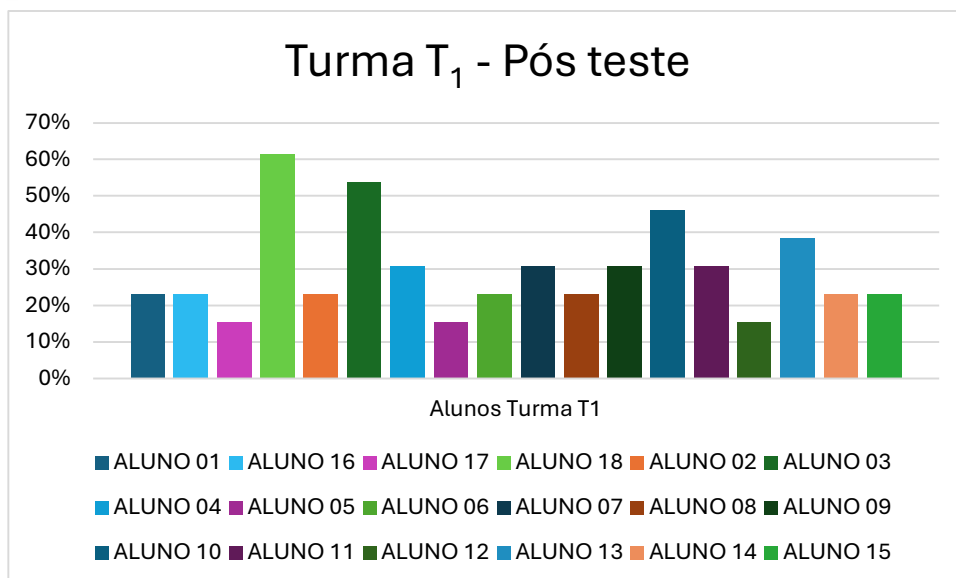


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-74: Desempenho da turma T₁ no Pós-Teste.

Fonte: Própria do Autor (2019)

Uma vez aplicados pré e pós-testes, determinamos os ganhos de Hake de forma individual, que estão apresentados no gráfico da figura 7-66.

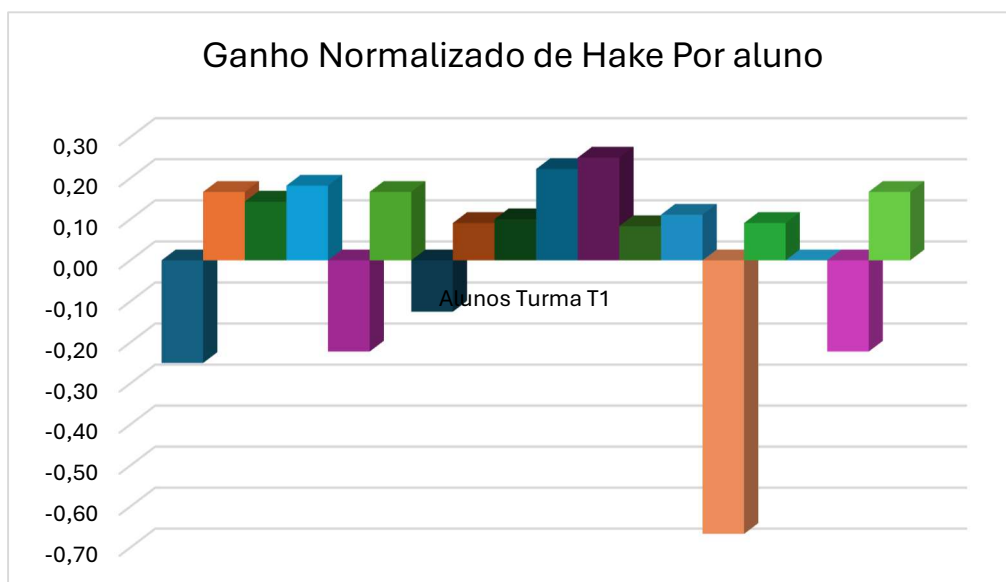


Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-75: Ganho de Hake após aplicação do Pré e Pós-teste Turma T₁.

Analisando os ganhos de Hake individuais para essa turma, verificamos que o valor máximo obtido foi de 0,25, porém, a média da turma para o ganho de Hake atingiu



o valor de 0,04 o que representa um resultado muito abaixo do que se deseja para ganhos significativos de aprendizagem em uma turma com metodologia tradicional.

CAPÍTULO 08: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

8.1 CONFRONTO DE RESULTADOS ENTRE AS TURMAS *PI* E TRADICIONAL

Este trabalho teve como principal objetivo abordar os conhecimentos em cinemática escalar utilizando a metodologia *Peer Instruction*. Para isso, se fez necessário a aplicação da metodologia em duas turmas que teriam seus resultados comparados com outra turma na qual foi utilizada a metodologia tradicional de ensino, ou seja, não houve engajamento interativo.

*Tabela 8.14: Comparativo entre as turmas *PI* e turma Tradicional.*

METODOLOGIA <i>PI</i>					GANHO S
		Pré -Teste	Pós -Teste	Médi a	
O	TURM A P_1	17 %	36 %	0,23	<i>Baixo Ganho</i>
	TURM A P_2	23 %	43 %	0,27	<i>Baixo Ganho</i>
	TURM A T_1	26 %	29 %	0,04	<i>Baixo Ganho</i>

Fonte: Própria do Autor (2019)

Para a turma P_1 , como mostra a tabela 8.1, o resultado da média percentual de acertos da turma foi de 17% para o pré-teste e para o pós-teste 36%, portanto o resultado encontrado para o ganho significativo de aprendizagem, como definido por Hake (1998) foi de *baixo ganho*, ou seja, apresentou um valor para o ganho de Hake abaixo de 0,3. Esse resultado reflete o desempenho geral da turma, entretanto, se analisarmos individualmente, vamos perceber que 4 alunos desta turma alcançaram ganho de Hake



acima de 0,3 caracterizando ganho médio. A turma P_2 obteve resultados estatísticos um pouco mais expressivos que a turma P_1 , alcançando, no pré-teste, 23% no desempenho geral da turma e 43% na aplicação do pós-teste. Esses valores percentuais obtidos através dos testes possibilitou o cálculo do ganho de Hake de 0,27, que corresponde a um valor abaixo de 0,3 e como já referido neste trabalho, determina *baixo ganho* de aprendizagem. Na metodologia tradicional, a qual foi aplicada na turma T_1 , os resultados foram ainda menos significativos. Na aplicação do pré e pós-testes, a turma T_1 atingiu um percentual de 26%, inicialmente e alcançou no pós-teste apenas 29%, ou seja, seu ganho de Hake para esse teste foi de 0,04 e caracterizou também, *baixo ganho*. Além disso, considerando os ganhos de Hake, os valores para aulas tradicionais variam entre 0,1 e 0,2 e para turmas onde são utilizados engajamento interativo temos um intervalo entre 0,48 e 0,7, Mazur em A Revolução da Aprendizagem Ativa determinou que para *Peer Instruction* os ganhos de Hake devem apresentar valores maiores que 0,36. As metodologias foram aplicadas as três turmas nos conduziram, todas, a baixos ganhos de aprendizagem, seja a metodologia com engajamento interativo ou metodologia tradicional, entretanto, se observarmos na tabela 8.1, vamos verificar que, mesmo apontando baixos ganhos, a metodologia *PI* ainda indica um grau de significância maior, basta comparar os ganhos encontrados nas metodologias *PI* e tradicional que perceberemos que para a turma P_1 o ganho normalizado encontrado é 5,88 vezes maior que o ganho obtido pela metodologia tradicional, assim como o ganho avistado para a turma P_2 é 6,75 vezes maior do que o ganho turma T_1 .

8.2 COMPARANDO OS RESULTADOS COM OS TRABALHOS DESCRITOS NO CAPÍTULO 2

No capítulo 2 descrevemos alguns trabalhos no âmbito nacional que utilizaram a *Peer Instruction* como metodologia de ensino e a qual foi avaliada a partir do Ganho Normalizado de Hake. Esta seção tem como finalidade apresentar um breve confronto entre os resultados encontrados neste trabalho e os trabalhos de outros autores.

Tabela 8.2: Confronto dos resultados com outros trabalhos.

INVESTIGAD ORES	METODOLOGIA PI	GAN HOS
--------------------	----------------	------------



	TUR MAS	Pré Teste (%)	Pós Teste (%)	G .H	
ARAÚJO	TA 302	29, 4	37,8	0, 12	<i>Baixo</i> <i>Ganho</i>
	TI 305	29, 7	55,7	0, 37	<i>Ganho</i> <i>médio</i>
OLIVEIRA	T 04	29	41	0, 17	<i>Baixo</i> <i>Ganho</i>
DINIZ	T03	24, 5	32,3	0, 1	<i>Baixo</i> <i>Ganho</i>
RAMALHO	TUR MA P1	17	36	0, 23	<i>Baixo</i> <i>Ganho</i>
	TUR MA P2	23	43	0, 27	<i>Baixo</i> <i>Ganho</i>

Fonte: Própria do Autor (2019).

Entre os trabalhos descritos no capítulo 2, Araújo *et al* (2017) apresentaram os melhores resultados. Na tabela 8.2 foram organizados os dados obtidos para o ganho de Hake para duas turmas, o menor e o maior valor. Como já descrito, considera-se ganho significativo quando os valores estão entre 0,48 e 0,7. A turma TA 302 atingiu ganho de Hake no valor de 0,12 valor que é definido por Hake como *Baixo ganho*, Por outro lado, a turma TI 305 teve como resultado um valor de 0,37 para o ganho de Hake, ou seja, considera-se como *ganho médio*. Oliveira (2015) ao utilizar o engajamento interativo, aplicando a metodologia *Peer Instruction* em conjunto com a *Just in Time Teaching (JiTT)*, obteve resultados com baixo ganho para a aprendizagem, como mostra a tabela 8.2, o resultado encontrado foi de 0,17. Diniz (2015), dentre os trabalhos relacionados anteriormente, é o que apresentou o menor ganho, após aplicação da metodologia *PI*, o valor para o ganho de Hake encontrado foi de 0,1 de modo que se definiu como *baixo ganho*. Analisando os valores da tabela 8.2 podemos notar que, comparado com os resultados nacionais descritos na tabela, este presente trabalho encontrou valores para o ganho de Hake, em turmas nas quais foram aplicadas a metodologia *PI*, entre 0,23 e 0,27 e assim como a maior parte das turmas descritas acima também apresentou baixo ganho. Estes resultados são considerados pouco significativos do ponto de vista da literatura



internacional pois, Hake determinar que para metodologias com engajamento interativo os valores para o ganho de Hake estejam entre 0,48 e 0,7 assim como descrito acima, Mazur aponta que para este mesmo caso, a aplicação significativa do *Peer Instruction* apresente um ganho acima de 0,36. Entretanto, do ponto de vista nacional, os valores para este ganho podem ser considerados significativos, uma vez que os mesmos superaram os valores para a metodologia tradicional e também obtiveram valores que superaram alguns trabalhos dentro do contexto nacional, isso denota que a aplicação do método *PI*, uma vez aplicado com eficácia, pode nos remeter a resultados potencialmente significativos.

CAPÍTULO 09: CONCLUSÃO

Os resultados encontrados em outras literaturas nacionais, como, por exemplo, os citados no capítulo 2, mostram que a metodologia *Peer Instruction* ainda precisa ser melhor implementada nas escolas brasileiras. Araújo *et al* (2017) aplicou a metodologia em sete turmas e entre elas apenas 3 obtiveram valores para o ganho de Hake acima de 0,3. Por outro lado, Diniz (2015) e Oliveira (2015) não alcançaram resultados significativos quando comparados com os resultados internacionais de Hake e Mazur. A metodologia aplicada as turmas de 1ª série do Ensino Médio da EJA tiveram resultados que comparados as literaturas internacionais, a qual apresenta valores entre 0,36 e 0,7, mostram-se muito abaixo do esperado. Os valores para o ganho de Hake que obtemos neste trabalho, utilizando a metodologia *PI* são de 0,23 e 0,27, para as turmas P_1 e P_2 , resultado este que se apresenta significativo ao compararmos as literaturas nacionais como, por exemplo, Oliveira (2015) e Diniz (2015) e ao confrontar com algumas turmas verificadas por Araújo *et al* (2017) também demonstra uma diferença considerável, vale ressaltar que o presente trabalho realizou atividades e testes de leitura visando uma melhor assimilação de conteúdo pelos alunos, entretanto, de modo em geral, a absorção das atividades não mostrou resultados expressivos o que indica que o desenvolvimento de atividades de leituras mais efetivas podem nos conduzir a resultados mais significativos.

Embora os resultados do pré e pós-testes não tenham um ganho de Hake significativo, quando comparados com as literaturas internacionais, a metodologia *Peer Instruction* mostra-se uma ferramenta interessante para obter uma aprendizagem potencialmente significativa, pois ela nos permitiu empregar testes conceituais que demonstraram resultados de grande relevância e com ganhos de Hake acima da média nacional. Os resultados apresentados por Mazur e Hake tem mostrado ao longo dos anos,



em pesquisas nacionais, valores de baixos ganhos, o que indica que ainda é necessária grande evolução na aplicação da metodologia *PI* no Brasil. É importante observar que Oliveira (2015) implementou *PI* em conjunto com *JiTT* e Diniz (2015) aplicou apenas a metodologia *PI*, no presente trabalho, a estratégia escolhida para utilizar em conjunto com o *PI* se deu através de atividades de leitura junto a testes de leitura.

CAPÍTULO 10: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO et. al; **Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa**; Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 2, 2017.

KIELT et al, **Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com Peer Instruction**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4405 (2017)

KANSO, Mustafá. **Aprendizagem significativa teoria de Ausubel-Novak**. Disponível em: <https://hypescience.com/aprendizagem-significativa-teoria-de-ausubel-novak/>. Acessado em 18 de fevereiro de 2018

OLIVEIRA. Zaquel. 2.1.3 **A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas na aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de ciências exatas e engenharia**. Universidade Federal de Itajubá, 2015.

HAKE, R. **Interactive - engagement vs. traditional methods: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses**. American Journal of Physics. AAPT, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1997.

DINIZ. Allan. **Implementação Do Método Peer Instruction Em Aulas De Física No Ensino Médio**. Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Viçosa MG, 2015.

ARROYO, Miguel. **Balanço da EJA: o que mudou nos modos de vida dos jovens-adultos populares?** Fórum Mineiro de Educação de Jovens e Adultos, UFMG 2007.

ALMEIDA, Adriana. CORSO, Angela. **A Educação De Jovens E Adultos: Aspectos Históricos E Sociais**. Congresso Nacional de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2015.



MENDES, Sebastiana F. P. **A Aprendizagem no Construtivismo**. Disponível em:

<http://www.profala.com/artpsico85.htm>. Acessado em 18 de fevereiro de 2018.

MAZUR, E. Peer Instruction: **A Revolução da Aprendizagem Ativa** Penso, Porto Alegre 2015, 1ª ed.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, (1997).

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica: Mecânica**. São Paulo: E. Blücher, 2002;