

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE ALAGOAS



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**SAMUEL VIEIRA DOS SANTOS**

**SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE  
ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON**

**MACEIÓ-AL**

**2024**

SAMUEL VIEIRA DOS SANTOS

**SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE  
ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON**

Dissertação apresentada no Polo UFAL Maceió  
ao Programa de Mestrado Nacional Profissional  
em Ensino de Física da Universidade Federal de  
Alagoas como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Ensino de Física. Área de  
concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos

MACEIÓ-AL

2024

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S237s Santos, Samuel Vieira dos.  
Sala de aula invertida : sequência didática para o processo ensino-aprendizagem das leis de Newton / Samuel Vieira dos Santos. – 2025.  
145 f. : il. color. + material adicional 39 f.

Orientador: Pedro Valentim dos Santos  
Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) –  
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-  
Graduação em Física. Maceió, 2025.  
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 109-116.  
Apêndices: f. 117-145.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Metodologias ativas de ensino. 3. Sala de aula invertida. 4. Leis de Newton. I. Título.

CDU: 53: 371.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL  
Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº.  
Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil  
Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;  
Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**“SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO  
DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON”.**

por

***Samuel Vieira dos Santos***

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Pedro Valentim dos Santos (Orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Dra. Ana Paula Perdigão Praxedes, do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Satuba e Dr. Samuel Silva de Albuquerque, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus Arapiraca, consideram o candidato **aprovado**.

Maceió/AL, 28 de fevereiro de 2025.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** PEDRO VALENTIM DOS SANTOS  
Data: 10/03/2025 14:31:11-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ANA PAULA PERDIGAO PRAEDES  
Data: 06/03/2025 15:26:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ana Paula Perdigão Praxedes

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** SAMUEL SILVA DE ALBUQUERQUE  
Data: 09/03/2025 08:52:33-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Samuel Silva de Albuquerque

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha família, aos meus amigos e colegas de profissão, em especial ao meu professor orientador Dr. Pedro Valentim e à professora Alexia Souza pelo apoio para aplicação do produto educacional, que assim como eu, encara a profissão de educar não somente como uma profissão em que podemos colher os frutos materiais, mas também como uma missão para a qual queremos contribuir para o desenvolvimento de outras pessoas e de uma sociedade que só poderá evoluir com novos conhecimentos, pesquisas, inovação e criação de novas propostas e soluções. Por meio dessas propostas e soluções colhemos a recompensa de saber que os resultados não são somente para cada um de nós, mas sim para muitos, pois a soma de todos os saberes cria algo inusitado que somente um não conseguiria criar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, à minha família que sempre me apoiou nos estudos, em especial, à minha mãe Joselma Vieira, por ser meu suporte em todos os momentos.

Ao meu irmão Rafael Vieira, por ser minha inspiração como pessoa e estar sempre ao meu lado apoiando sempre, não só nos estudos, mas em todos os meus sonhos.

Gostaria de agradecer à minha amiga, professora Alexia Souza, por ter me ajudado na aplicação do produto educacional, a qual assumiu a responsabilidade da turma suporte, que serviu para comparar os resultados na turma suporte com a turma experimental, na qual foi aplicado o produto educacional Sala de aula invertida: sequência didática para o processo de ensino-aprendizagem das Leis de Newton, me ajudando na minha trajetória acadêmica.

Aos meus amigos de profissão que direta ou indiretamente me apoiaram e sempre se fizeram presentes durante a aplicação do produto educacional.

Gostaria de agradecer ao meu professor orientador Pedro Valentim pelo apoio, paciência e dedicação no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial à professora Socorro, por suas orientações que me motivaram a seguir em frente.

Agradeço a todo o quadro docente do Instituto de Física, foi com vocês que eu aprendi tudo que sei hoje.

*“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educativa à apenas um princípio, enunciaria este: O fator mais importante que influencia na aprendizagem é o que o aluno já sabe. Descubra isso e conseqüentemente ensine-o.” (Ausubel, 1978).*

## RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem tem se tornado um desafio crescente. Em relação ao ensino de Física, é evidente a percepção negativa por parte dos estudantes, que frequentemente se sentem desmotivados devido à escassez de recursos tecnológicos disponibilizados em suas práticas pedagógicas. Para acompanhar essa evolução tecnológica que se intensifica, torna-se necessário promover uma mudança nesse processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, buscamos novas ferramentas tecnológicas e metodologia ativa que possam auxiliar na educação em Física. Esta dissertação propõe a utilização da teoria da aprendizagem significativa aliada à metodologia ativa sala de aula invertida no ensino das Leis de Newton, por meio de experimentos, plataforma educacional on-line Seneca e Khan academy, textos, vídeos e sites educacionais, com o objetivo de complementar o ensino de Física e aumentar a frequência das práticas experimentais em sala de aula. Para isso, com o intuito de enriquecer as aulas de Física, foi apresentada uma proposta de produto educacional, uma sequência didática, que através de sua aplicação e dos dados obtidos, demonstre um processo de aprendizagem potencialmente significativo. Para a aplicação desse produto, foram aplicados questionários iniciais e finais, foi adotada uma turma controle, na qual foi aplicado o ensino tradicional, e teve como objetivo fazer comparação com os resultados avaliativos obtidos a partir da aplicação do produto educacional na turma experimental. Em virtude do fato de que vivemos em uma era na qual a maioria das pessoas está conectada por meio da tecnologia, e para acompanhar essa crescente transformação tecnológica, ao longo de todo o processo de aplicação, os alunos utilizaram seus celulares para acessar as plataformas educacionais Seneca e Khan academy.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Metodologia ativa Sala de aula invertida. Plataforma educacional. Leis de Newton.

## **ABSTRACT**

The teaching-learning process has become an increasing challenge. In relation to the teaching of Physics, there is a clear negative perception among students, who often feel demotivated due to the lack of technological resources made available in their pedagogical practices. To keep up with the intensifying technological evolution, it becomes necessary to promote a change in this teaching-learning process; thus, we seek new technological tools and active methodologies that can support Physics education. This dissertation proposes the use of meaningful learning theory, combined with the flipped classroom active methodology for teaching Newton's Laws, through experiments, the online educational platforms Seneca and Khan Academy, texts, videos, and educational websites. The goal is to complement Physics teaching and increase the frequency of experimental practices in the classroom. To this end, an educational product was presented in order to enrich Physics classes. Through its application and the data obtained, it aims to demonstrate a potentially significant learning process. For the implementation of this proposal, initial and final questionnaires were administered, and a control group — taught using traditional methods — was used to compare evaluative results with those obtained in the experimental group. Given that we live in an era where most people are connected through technology, and in order to keep pace with this growing technological transformation, throughout the entire process of implementation, students used their cell phones to access the Seneca and Khan Academy educational platforms.

**Keywords:** Physics Teaching, Active Methodology Flipped Classroom, Educational Platform, Newton's Laws.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. ENSINO DE FÍSICA: ESTUDO DA MECÂNICA (LEIS DE NEWTON)</b> .....	<b>17</b>
2.1 <b>Mecânica</b> .....	<b>17</b>
2.1.2 Newton e Suas Três Leis .....	18
2.1.3 Primeira Lei Newton .....	18
2.1.4 Segunda Lei de Newton .....	19
2.1.5 Terceira Lei de Newton .....	20
2.1.6 Forças .....	20
2.1.7 Força de contato .....	21
2.1.8 Força gravitacional .....	21
2.1.9 Força de atrito .....	22
2.1.10 Força tensão .....	23
<b>3. IMPORTÂNCIA DA METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE FÍSICA E APLICAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON NO NOSSO DIA A DIA</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1 Metodologias ativas na educação</b> .....	<b>24</b>
3.1.2 Métodos educacionais e o digital .....	26
3.1.3 Metodologias ativas no ensino .....	27
3.1.5 Problematização .....	34
3.1.6 Aprendizagem Baseada em Projetos ( <i>Project-Based Learning</i> ) .....	35
3.1.7 Aprendizagem Baseada em Times ( <i>Team-Based Learning – TBL</i> ) .....	36
3.1.8 Instrução por Pares ( <i>Peer-Instruction</i> ) .....	36
3.1.9 Sala de Aula Invertida ( <i>Flipped Classroom</i> ) .....	37
3.1.10 Jigsaw .....	37
3.1.11 Divisão dos Alunos em Equipes para o Sucesso ( <i>Student-Teams- Achievement Divisions – STAD</i> ) .....	38
3.1.12 Torneios de Jogos em Equipes ( <i>Teams-Games-Tournament – TGT</i> ) .....	38
3.1.14 Importância da metodologia ativa sala de aula invertida .....	39
3.1.15 A importância de ensinar as Leis de Newton .....	42
<b>3.2 Estudos Correlatos</b> .....	<b>47</b>
<b>4. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AS ATIVIDADES UTILIZADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>50</b>
<b>4.1 Teoria da Aprendizagem Significativa</b> .....	<b>50</b>

<b>4.2 Atividades experimentais .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3 Leituras .....</b>	<b>58</b>
<b>5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1 Sequência didática - Leis de Newton .....</b>	<b>60</b>
5.1.1 Aplicação em sala de aula .....	60
5.1.2 O programa da Sequência didática para o ensino das Leis de Newton .....	62
<b>5.2 Descrição dos encontros .....</b>	<b>64</b>
5.2.1 Encontro 1 .....	64
5.2.2 Encontro 2 .....	66
5.2.3 Encontro 3 .....	67
5.2.4 Encontro 4 .....	70
5.2.5 Encontro 5 .....	71
5.2.6 Encontro 6 .....	72
<b>5.3 Alguns aspectos Metodológicos .....</b>	<b>72</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA PESQUISA .....</b>	<b>76</b>
<b>6.1 Análise e discussão dos dados .....</b>	<b>76</b>
6.1.1 Diário de Bordo .....	76
6.1.1.1 Participação/motivação dos estudantes .....	77
6.1.1.2 Convívio social .....	80
6.1.1.3 Postura dos alunos diante de novas metodologias .....	81
6.1.2 Pré-teste e pós-teste .....	84
6.1.2.1 1ª Lei de Newton .....	86
6.1.2.2 2ª Lei de Newton (Peso x força) .....	94
6.1.2.3 Ação e Reação .....	99
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>117</b>
<b>PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>146</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma era em que a inovação e a tecnologia têm transformado cada aspecto das nossas vidas, incluindo a educação. Para acompanhar essas mudanças e proporcionar um aprendizado significativo, é crucial adotar abordagens pedagógicas que sejam tanto eficazes quanto envolventes. Desse modo, este trabalho tem como um dos objetivos apresentar um produto educacional para o ensino das Leis de Newton, baseado na teoria da aprendizagem significativa aliada à metodologia ativa sala de aula invertida, planejado para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem e buscando atender demandas de uma educação contemporânea.

Neste sentido, o produto educacional é baseado em princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que enfatiza a importância de integrar novos conhecimentos ao que o aluno já sabe, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura. Além disso, incorpora a metodologia ativa de Sala de Aula Invertida, que reconfigura a tradicional dinâmica de ensino ao proporcionar um ambiente de aprendizagem mais interativo e colaborativo.

Na aplicação deste trabalho, os alunos têm acesso a conteúdo introdutório em casa através de vídeos, leituras e outras ferramentas interativas. Isso permite que o tempo em sala de aula seja dedicado a atividades práticas, discussões em grupo e projetos colaborativos, facilitando uma compreensão mais completa e aplicável dos conceitos ensinados.

Com isso, espera-se que este produto educacional contribua para uma melhora na qualidade da relação ensino-aprendizagem, mas também inspire os alunos a se tornarem pensadores críticos e solucionadores eficazes de problemas.

Com o objetivo de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física, diversos pesquisadores têm dedicado seus esforços a analisar essa questão, buscando maneiras de otimizar o ensino da Física a fim de promover uma aprendizagem significativa nesse campo do conhecimento. Desse modo, conforme Gomes e Castilho (2010) mencionam, os estudos demonstram que a instrução de Física no Ensino Secundário não tem atraído o interesse dos educandos, uma vez que, frequentemente, não se promove a abordagem de questões pertinentes aos alunos, resultando na subestimação dos saberes advindos de fora do ambiente escolar, ocasionando, assim, um distanciamento entre a realidade experienciada e o conteúdo abordado em sala de aula. Frequentemente, as aulas restringem-se a um conjunto repetitivo de metodologias, o que contribui minimamente para o desenvolvimento da independência e autonomia do

pensamento dos alunos, limita a prática da criticidade e do diálogo e prioriza excessivamente a memorização de informações, mantendo o professor como figura central no processo de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, percebe-se que muitas vezes, o ensino de Física nas escolas, baseia-se apenas na oratória do professor, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os educandos que não passam de expectadores e reprodutores de informações. Nesse contexto, o livro didático desempenha um forte papel sendo um dos poucos recursos utilizados, tornando-se muitas vezes um limitador do trabalho didático do professor, como uma sequência a seguir.

Moreira (2011) salienta que a forma de conduzir o processo de ensino-aprendizagem, que se baseia na narrativa do professor que apresenta os conhecimentos aos alunos e os reproduz nas avaliações, enfatiza a aprendizagem mecânica.

Seguindo a visão de Moreira (2011), é importante frisar que essa abordagem não incentiva a autonomia e a responsabilidade dos alunos em relação ao seu próprio aprendizado. Com essa metodologia de ensino, os discentes não são estimulados a assumir a responsabilidade pela sua aprendizagem, definindo metas, planejando seu tempo de estudo e avaliando seu próprio progresso.

Observa-se que, ao utilizar uma metodologia que foca apenas na narrativa do professor, os estudantes estão pouco aptos a compreender os conceitos científicos e suas conexões com o cotidiano da nossa sociedade. Eles apenas reciclam esses conceitos sem contextualizá-los, o que impacta negativamente no desempenho dos estudantes tanto na escola quanto em avaliações externas.

Segundo a revista Nova Escola, na edição de 2015 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), no qual participaram 72 países, os alunos brasileiros obtiveram um desempenho considerado insatisfatório, posicionando-se em 63º lugar na área de Ciências. Apesar de serem capazes de elucidar os conceitos científicos, eles enfrentam dificuldades na interpretação dos fatos e das evidências científicas. As informações fornecidas ressaltam as vulnerabilidades que a instituição educacional enfrenta, sobretudo no que se refere ao ensino das Ciências, em virtude de múltiplos fatores, sejam estes de ordem política ou social, os quais impactam diretamente no atual patamar de excelência da educação.

Considerando esses aspectos, é notório na literatura, que muitos autores, há muito tempo, enfatizam a necessidade de dar oportunidade a uma formação científica ao estudante

que permita estabelecer relações entre conceitos, compreender problemas contextualizados, e ainda, construir e argumentar suas concepções próprias.

De acordo com Sasseron (2015), a importância do ensino das Ciências da natureza não se limita ao conhecimento organizado e legitimado pela sociedade, mas também pela disseminação das questões relacionadas às Ciências para além do âmbito de produção. Ao ensinar Ciências sob essa perspectiva, é importante proporcionar o contato com saberes que auxiliam na compreensão do mundo, dos fenômenos naturais e dos efeitos desses em nossas vidas.

Nesta ótica, com propriedade sobre o tema, Terrazan (2010) salienta que, na sociedade atual, os conhecimentos relacionados às Ciências da Natureza tornam-se cada vez mais relevantes, tanto para o mercado de trabalho quanto para uma melhor compreensão da tecnologia, bem como para uma melhor qualidade de vida e para a participação social ativa, ou seja, para o exercício da cidadania.

Com essa perspectiva, espera-se que o ensino de Física ajude a desenvolver uma cultura científica que permita ao indivíduo interpretar os eventos, fenômenos e processos naturais, colocando a interação entre o ser humano e o meio ambiente como parte da natureza em constante transformação (BRASIL, 1999).

Dessa forma, é preciso rever a forma como o ensino de Ciências é desenvolvido nas escolas brasileiras para que seja eficiente dentro dessa proposta. Para mudar a situação de baixo desempenho, é imprescindível buscar estratégias em sala de aula que envolvam os alunos com o conhecimento, levando em conta que o objetivo principal é a aprendizagem deles.

Em relação às Ciências, especialmente no ensino da Física, muitos professores consideram as experiências como fundamentais. Segundo Borges (2002), a Ciência em sua forma final é teórica. No entanto, é preciso criar condições para que o ensino experimental e o ensino teórico se cumpram de acordo, permitindo ao aluno integrar o conhecimento prático e o conhecimento teórico. O escritor salienta que ignorar que os laboratórios têm um papel relevante no ensino de Ciências significa desligar o conhecimento científico de seu contexto.

O autor salienta que apesar de os professores, em sua maioria, considerarem que a melhoria do ensino se deve à introdução de aulas práticas, outras atividades também são relevantes para mobilizar o aluno, como: resolução de problemas, modelagem e representação, simulações em computador, desenhos, pinturas, colagens ou simplesmente atividades de encenação e teatro.

Em outras palavras, a mudança do ensino requer a introdução de métodos que permitam ao estudante uma participação efetiva no processo de ensino.

Por outro lado, a implementação da aula requer um planejamento cuidadoso e uma mudança de mentalidade tanto dos educadores quanto dos alunos. Professores devem estar preparados para criar ou selecionar materiais de qualidade e oferecer suporte contínuo, enquanto os alunos devem se adaptar a uma maior independência e responsabilidade em seus estudos.

Ao longo dos meus quase 25 de experiência<sup>1</sup> de sala de aula na rede pública, entre Ensino Fundamental e Ensino Médio da rede estadual, pude perceber algumas dificuldades em proporcionar uma educação crítica aos alunos, causadas por diversos fatores, como a escassez de recursos, como laboratórios e materiais, e a falta de tempo para preparar as aulas, entre outros. Contudo, existem outros fatores externos que dificultam a aprendizagem, tais como dificuldade de leitura e escrita dos alunos, a falta de perspectiva dos nossos discentes em relação aos estudos, a falta de suporte familiar, questões financeiras ou psicológicas, entre outros.

Vi que a realidade da escola é triste: grande parte dos alunos não tem vontade de aprender. Por um lado, falta maturidade para perceber a relevância dos conhecimentos, mas também não há oportunidades para que os estudantes fomentem essa formação, tanto científica quanto cidadã, na sala de aula. Esse ambiente, às vezes, causa indisciplina, desinteresse, desmotivação e evasão.

Nesse contexto, tentando modificar essa realidade da educação pública, percebi a necessidade de repensar a minha prática docente, com o objetivo de promover uma aprendizagem mais eficiente e resgatando a motivação dos alunos, isso refletiu na busca por um produto educacional que apresentasse uma proposta didática que alterasse o paradigma do processo ensino-aprendizagem baseado na narrativa do professor. Dessa forma, optei pela Teoria da Aprendizagem Significativa -TAS, proposta por David Ausubel, que tem como base a valorização dos conhecimentos pré-existentes dos alunos, bem como a sua participação ativa nas aulas. Além disso, para assegurar a participação ativa dos alunos, utilizarei a metodologia ativa da sala de aula invertida.

Essa abordagem também incentiva a autonomia e a responsabilidade dos alunos em relação ao seu próprio aprendizado. Eles são estimulados a assumir a responsabilidade pela sua

---

<sup>1</sup> O uso da primeira pessoa deve-se à necessidade de relatar minha experiência como docente.

aprendizagem, definindo metas, planejando seu tempo de estudo e avaliando seu próprio progresso.

É importante salientar que uma das características marcantes da TAS é o apoio ao trabalho do professor, fornecendo meios para que a aprendizagem seja efetivada de forma significativa para os estudantes, ou seja, não se limitando à armazenagem de novas informações, mas sim à ligação com outros conhecimentos. De acordo com Ausubel, a Aprendizagem Significativa é quando uma nova informação interage na estrutura cognitiva do aluno, com conhecimentos já existentes, denominados subsunçores (MOREIRA, 1999).

Dessa forma, a utilização da TAS associada à metodologia ativa é justificada principalmente pela intenção de envolver os alunos na construção do seu conhecimento, valorizando suas vivências e saberes anteriores, a fim de torná-los mais ativos no processo de ensino-aprendizagem, estimulando a crítica e incentivando o diálogo em sala de aula.

Neste sentido, percebi a necessidade de um trabalho diferenciado, sobretudo na primeira série do Ensino Médio. Os fatores que me motivaram foram os elevados índices de reprovação, a evasão e a deficiência de conhecimentos apresentados pelos estudantes nesta etapa do ensino, sobretudo na disciplina de Física. É notório que a maioria dos estudantes que frequentam o Ensino Fundamental têm pouco conhecimento sobre os conceitos físicos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (1997), enfatizar a Ciência como uma construção humana para uma compreensão do mundo, é uma meta para o ensino médio, contribuindo para compreender os fenômenos naturais e como a sociedade interage com seus recursos, criando um novo ambiente social e tecnológico. Assim sendo, a disciplina de Ciências deveria contribuir para a criação de uma visão abrangente da Natureza, levando em conta os elementos biológicos, químicos e físicos que estão envolvidos nessa relação, embora frequentemente se restrinja à abordagem dos conceitos biológicos.

Dessa forma, a educação não deve ser entendida como uma simples aquisição de conceitos, uma vez que, ao iniciar a vida escolar, os alunos apresentam uma grande expectativa e ansiedade por novos conhecimentos que tragam respostas às suas perguntas. Sendo assim, é dever do professor, como mediador de aprendizagem, atentar para metodologias que aumentem ou aumentem ainda mais o interesse das crianças, favorecendo, dessa forma, o seu desenvolvimento integral (FREITAS e AGUIAR, 2012).

Freitas et al. (2008) afirmam que, na maioria das vezes, as aulas são organizadas basicamente com temas de Biologia, Ecologia, Meio Ambiente e, raramente, de Física, influenciado pelas propostas mais frequentes e acessíveis nos livros didáticos. Além disso, os autores apontam que, apesar da preocupação com uma escola igualitária, os professores são forçados a ensinar determinados conteúdos, o que significa que é necessário aperfeiçoar o Ensino de Ciências Naturais através do desenvolvimento de um ensino interdisciplinar e ético.

Como consequência, é possível notar uma dificuldade dos estudantes em aprender os fenômenos Físicos no Ensino Médio, em parte devido à abordagem da Física no Ensino Fundamental ser superficial ou insuficiente, mas também como um reflexo da maneira como esses fenômenos são estudados na sala de aula, enfatizando a abordagem matemática e com uma metodologia tradicional.

Dessa forma, tendo em vista as necessidades observadas pela minha experiência em relação à disciplina, na primeira série do Ensino Médio, selecionei para o desenvolvimento deste estudo, que será apresentado em forma de dissertação e produto educacional, o tema: SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON. Atribuo a escolha à relevância e às dificuldades enfrentadas pelos estudantes em relação ao tópico.

Vale ressaltar que é importante entender as Leis de Newton para compreender os fenômenos que nos cercam diariamente, como a necessidade e a relevância do uso do cinto de segurança, o motivo pelo qual podemos caminhar, o funcionamento de um foguete ou de um satélite, entre outros.

Além disso, é importante levar em conta as ideias dos alunos, que são resultado de suas experiências sociais e observações diárias, tais como: ideias, crenças, saberes, etc. Essas ideias, por vezes, confrontam-se com os conceitos físicos apresentados na sala de aula, os quais, aparentemente, não se aplicam a situações fora desse contexto, como a inércia e o atrito. Observa-se que essas ideias, que frequentemente são vistas como um obstáculo ao aprendizado no ensino de Física, podem-se tornar uma possibilidade se utilizadas como uma ponte para o aprendizado, explorando as diferenças entre elas e as situações em que se aplicam, de acordo com a TAS.

Tendo em vista toda essa problemática do ensino de física, principalmente na primeira série do ensino médio, e levando em conta esses aspectos, é levantada a seguinte questão: Quais são as possibilidades e limitações de uma sequência didática de ensino com base na Teoria da Aprendizagem Significativa para abordar as Leis de Newton no Ensino Médio? O propósito do

estudo é elaborar uma sequência didática de ensino com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e aliada a metodologia ativa sala de aula invertida para abordar as Leis de Newton no Ensino Médio, a fim de avaliar sua aplicabilidade em termos didáticos.

Ainda, tem-se como objetivos específicos:

- Promover uma reflexão sobre a importância da metodologia ativa no Ensino de Física, em especial, sobre o tema Leis de Newton e sua abordagem em sala de aula.
- Discorrer sobre a TAS de David Ausubel.
- Aplicar a sequência didática com uma turma de 1ª série do Ensino Médio.
- Avaliar a sequência didática aplicada.
- Elaborar material para disponibilizar a sequência didática (Produto Educacional) aos professores.

A fim de atingir esses objetivos, a dissertação foi dividida em sete capítulos. No primeiro foi feita uma introdução geral, no segundo capítulo é apresentada uma breve revisão das leis de Newton, no terceiro capítulo é feita uma reflexão sobre metodologias ativas e sua importância para o processo de ensino-aprendizagem em Ensino de Física. No quarto capítulo é apresentada a TAS e um breve descrição sobre as técnicas relacionadas utilizadas na sequência didática. No quinto capítulo a sequência didática é discutida, o local de seu desenvolvimento e a descrição dos encontros. O sexto capítulo apresenta a abordagem e os recursos utilizados na pesquisa, além de apresentar uma análise e discussão dos resultados. Finalmente, são apresentadas as conclusões finais no capítulo sete.

## 2. ENSINO DE FÍSICA: ESTUDO DA MECÂNICA (LEIS DE NEWTON)

A Mecânica, um dos pilares fundamentais da Física, é a ciência que estuda o movimento dos corpos e as forças que agem sobre eles. No contexto do Ensino Médio, a compreensão dos princípios da Mecânica não só fortalece a base científica dos estudantes, mas também desenvolve habilidades críticas e analíticas que são essenciais para enfrentar os desafios do mundo moderno.

Neste capítulo, portanto, tem-se como objetivo discutir os principais conceitos teóricos da mecânica, em particular sobre as três leis de Newton, que é o foco deste trabalho, que fundamentado na TAS aliada a metodologia ativa sala de aula invertida oferece ferramentas práticas e insights para transformar o ensino de Física, especificamente a Mecânica, em uma experiência educativa enriquecedora e eficaz.

### 2.1 Mecânica

A Mecânica é o ramo da Física responsável pelo estudo dos movimentos dos corpos. Essa área pode explicar desde o movimento de pessoas, carros até o movimento dos planetas ao redor do Sol. Assim, através da mecânica é possível compreender, por exemplo, o movimento de uma esfera caindo ou de um planeta orbitando ao redor de uma estrela. Enquanto as velocidades forem bem menores que a velocidade da luz e os objetos estudados forem maiores que átomos, utiliza-se a mecânica newtoniana para descrever com qualidade o sistema (movimento) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 81).

Já para elementos que se movem com velocidade próxima ou igual à velocidade da luz, a mecânica utilizada é a relativística. Para elementos com o tamanho na ordem de grandeza de átomos ou menores, a mecânica utilizada é a quântica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 82).

Ao estudar um sistema utilizando a mecânica newtoniana é necessário escolher um referencial no qual as grandezas físicas serão medidas. Quando a aceleração do referencial é nula, ele recebe o nome de referência inercial. Caso a aceleração não seja nula, o nome dado é referencial não inercial.

A mecânica newtoniana é válida em referenciais inerciais. Ao realizar um estudo adotando um referencial não inercial, faz-se necessário utilizar forças fictícias, a fim de entender o sistema estudado. Um exemplo de força fictícia é a força centrífuga que é utilizada quando o

referencial adotado está em um movimento circular (rotação) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 82).

A mecânica newtoniana é fundamentada em três leis, conhecidas como as Leis de Newton. Diversas situações cotidianas podem ser elucidativas por meio dessas leis. Por exemplo, o movimento de um objeto que se desloca ao ser empurrado e a necessidade de manter a atenção ao frear um ônibus são casos que encontram explicação nessas diretrizes.

### **2.1.2 Newton e Suas Três Leis**

Isaac Newton nasceu em meados do século XVII e suas contribuições não se limitaram à física e à matemática. Ele também se destacou na filosofia, anatomia, astrologia, teologia e outras áreas. Tornou-se popular devido à sua Lei da Gravitação Universal. Explicou fenômenos ópticos, como a dispersão da luz. Criou o cálculo diferencial e integral, principal recurso matemático utilizado em diversas áreas do conhecimento. Em 1668, foi o primeiro a instalar um telescópio de reflexão. As leis que descrevem os movimentos de um corpo surgiram entre 1665 e 1666 e foram publicadas no livro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural) (BIOGRAFIA, 2018)

A mecânica newtoniana se divide em duas áreas: cinemática e dinâmica. A cinemática estuda como o movimento de corpos ocorre, sem se preocupar com o que o causa. A dinâmica também estuda o movimento, mas através do que gera ou altera o movimento. As Três Leis de Newton são as leis básicas usadas na dinâmica para entender o movimento (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 13).

### **2.1.3 Primeira Lei Newton**

A Primeira Lei de Newton afirma que: "um objeto permanecerá em repouso ou em movimento uniforme em linha reta, a menos que tenha seu estado alterado pela ação de uma força externa". Essa Lei é baseada nas ideias de Galileu sobre a inércia e é também conhecida como Lei da Inércia ou Princípio da Inércia (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 82).

Pode-se definir Inércia como a resistência oferecida por um corpo à alteração de seu estado de movimento (velocidade) ou repouso. Quanto maior a massa do objeto maior é a sua inércia, ou seja, maior é a resistência que este corpo oferece para alteração da sua velocidade.

A Primeira Lei de Newton diz que quando a força resultante sobre um objeto é nula a sua velocidade não se altera (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 82).

Algumas situações em que percebemos a Primeira Lei de Newton:

- Ao puxar bruscamente a toalha que cobre uma mesa, os objetos que estão em cima, por inércia, ficam no mesmo lugar.
- Uso do cinto de segurança baseia-se no princípio da inércia. Os passageiros de um veículo, ao colidir com outro veículo ou numa freada mais brusca, têm a tendência de continuar em movimento. Desta forma, sem o cinto, os passageiros podem ser arremessados para fora do veículo ou bater em alguma de suas partes.

### 2.1.4 Segunda Lei de Newton

A Segunda Lei de Newton ou Lei Fundamental da Dinâmica diz que a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto da sua massa pela sua aceleração (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 84). Assim, de acordo com a Segunda Lei, a massa ( $m$ ) do objeto é a constante de proporcionalidade da relação entre força e aceleração e é a medida da inércia de um corpo, portanto, quando se aplica a mesma força em dois corpos com massas diferentes, o de maior massa terá uma menor aceleração.

Utilizando o conceito de força resultante, pode-se escrever (para  $m$  constante) a equação (1):

$$\vec{F}_R = m\vec{a} \quad (1)$$

Pode-se separar os vetores força e aceleração em suas componentes, com isso a Equação (1) pode ser escrita como:

$$F_{Rx} = ma_x; F_{Ry} = ma_y; F_{Rz} = ma_z. \quad (2)$$

Quando há uma variação na massa do sistema estudado é necessário utilizar a Equação (1) escrita em termos do momento linear ( $\vec{P}$ ).

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (3)$$

O momento linear é o produto da massa de um corpo por sua velocidade e tem a direção e sentido desta. Newton usou o conceito de momento linear para expressar originalmente a Segunda Lei.

Chama-se força resultante de um sistema de forças é a força única que, agindo sobre um corpo, produz nele o mesmo efeito que o sistema de forças.

### 2.1.5 Terceira Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton, também chamada de Ação e Reação, relaciona as forças de interação entre dois corpos. Quando um corpo exerce uma força sobre outro, o segundo corpo exerce uma força sobre o primeiro. As forças que compõem esse par (ação – reação) são sempre iguais em intensidade e direção e opostas em sentido. Em outras palavras, “a toda ação corresponde uma reação de mesma intensidade e sentido oposto” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 89). Alguns exemplos da Terceira Lei:

- Na colisão entre um carro e um caminhão, ambos recebem a ação de forças de mesma intensidade e sentido contrário. Contudo, verificamos que a ação dessas forças na deformação dos veículos é diferente. Normalmente o carro fica muito mais "amassado" que o caminhão. Este fato ocorre pela diferença de estrutura dos veículos e não pela diferença na intensidade dessas forças.
- A Terra exerce uma força de atração sobre todos os corpos próximos a sua superfície. Pela Terceira Lei de Newton, os corpos também exercem uma força de atração sobre a Terra. Entretanto, pela presença diferença de massa, verificamos que a aceleração sofrida pelos corpos é bem mais considerável do que a sofrida pela Terra.
- As naves espaciais utilizam o princípio da ação e reação para se movimentarem. Ao ejetar gases em combustão, são impulsionadas em sentido contrário da saída destes gases.

### 2.1.6 Forças

Define-se Força como uma grandeza Física vetorial capaz de gerar alterações no movimento de um corpo e que está associada a ações como puxar, empurrar, etc. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 83).

Na natureza existem quatro interações (forças) fundamentais: fraca, forte, eletromagnética e gravitacional. Todas as forças que conhecemos são as manifestações de alguma dessas interações. Nos sistemas estudados nesse trabalho serão usadas forças do cotidiano, não sendo necessário usar o conceito das quatro interações fundamentais, por isso será dada uma definição para as forças abordadas.

### 2.1.7 Força de contato

As forças de contato são aquelas em que ocorre um contato direto entre as superfícies dos corpos que estão interagindo, ou entre o elemento que aplica força e o corpo que a recebe. Dessa forma, a força é gerada no ponto de contato entre dois objetos, portanto, quando o contato é finalizado, a força deixa de agir sobre o corpo. É causada fundamentalmente pelas forças elétricas de repulsão entre os átomos que compõem os objetos.

#### Força normal

A força normal, também chamada de “força de apoio”, é a força que as superfícies exercem para impedir que objetos as atravessem. Portanto, a força normal é uma força de contato e a sua direção é sempre perpendicular à superfície de apoio. Pode-se utilizar como exemplo, um bloco em repouso sobre em uma mesa, onde a mesa exerce a força normal no bloco, perpendicular às superfícies de contato e com módulo igual ao da força gravitacional que atua sobre o bloco.

### 2.1.8 Força gravitacional

A Força gravitacional ou interação gravitacional é a força de atração que existe entre todos os corpos com massa no universo, sendo responsável por prender objetos à superfície de planetas e por manter objetos em órbita em torno uns dos outros.

É uma das forças fundamentais que explicam a estrutura do universo. A gravidade está relacionada à massa, quanto maior a massa de um objeto, maior a força gravitacional que ele exerce sobre outros objetos.

Vale relatar a lenda sobre a queda de uma maçã que inspirou Newton a estudar a força gravitacional, embora a maçã não tenha realmente atingido sua cabeça e trazido entendimento instantâneo (ele passou mais de 20 anos estudando o assunto).

A Lei da Gravitação Universal de Newton é utilizada para explicar a força gravitacional, (ressaltando que neste trabalho não iremos abordar a relatividade) ela diz que toda massa pontual atrai cada outra massa pontual por uma força que aponta ao longo da linha que liga os dois pontos. A força, em módulo, é proporcional ao produto das duas massas ( $M$  e  $m$ ) e inversamente proporcional ao quadrado da distância ( $d$ ) entre as massas pontuais, que pode ser expressa pela Equação (4).

$$|\vec{F}_g| = F_g = \frac{GMm}{d^2} \quad (4)$$

Onde  $G$  é a constante da gravitação universal que tem o valor de  $6,67408 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ . Nesse trabalho, quando nos referimos à força gravitacional estaremos falando da força que a Terra exerce nos objetos a sua volta, usaremos o termo peso para nos referirmos a essa força. Colocando a massa da Terra e considerando a distância como sendo o raio da Terra podemos reescrever a Equação (4) como:

$$F_g = mg \quad (5)$$

Onde  $g$  é a aceleração da gravidade. Usaremos o valor aproximado para  $g$  de  $10,0 \text{m/s}^2$ .

### 2.1.9 Força de atrito

Pode-se observar a existência da força de atrito e entender as suas características através de uma experiência muito simples. Tomando como exemplo uma caixa bem grande contendo madeira em seu interior e colocada sobre o solo, como representado na Figura 2. Pode-se imaginar que, com a menor força aplicada, ela se deslocará. Isso, no entanto, não ocorre. Quando a caixa ficar mais leve, à medida que formos retirando a madeira, atingiremos um ponto no qual conseguiremos movimentá-la. A dificuldade de mover a caixa é devida ao surgimento da força de atrito ( $f$ ) entre o solo e a caixa.

**Figura 1 – Observação da força de atrito**



Fonte: [http://cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/universitario/cap09/cap09\\_36.htm](http://cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/universitario/cap09/cap09_36.htm).

Uma vez iniciado o movimento, o módulo da força de atrito é proporcional à força Normal  $N$ , conforme a Equação (6).

$$f = \mu N \quad (6)$$

O  $\mu$  é conhecido como coeficiente de atrito, ele expressa as propriedades das superfícies em contato (rugosidade, por exemplo). A força de atrito será maior quanto maior for o  $\mu$ .

Existem dois tipos de força atrito: atrito estático e o atrito dinâmico, sendo que a força de atrito será maior quando o corpo está na iminência de se deslocar (atrito estático) do que quando ele está em movimento (atrito cinético ou dinâmico). Nesse sentido, vale observar que o coeficiente  $\mu_s$  do atrito estático será sempre maior que o coeficiente  $\mu_c$  do atrito cinético ou dinâmico ( $\mu_s > \mu_c$ ). A força de atrito se opõe a tentativa de deslizamento do corpo sobre a superfície. Para cada um dos tipos de força de atrito, há uma forma de calcular o seu valor (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1993, p. 88).

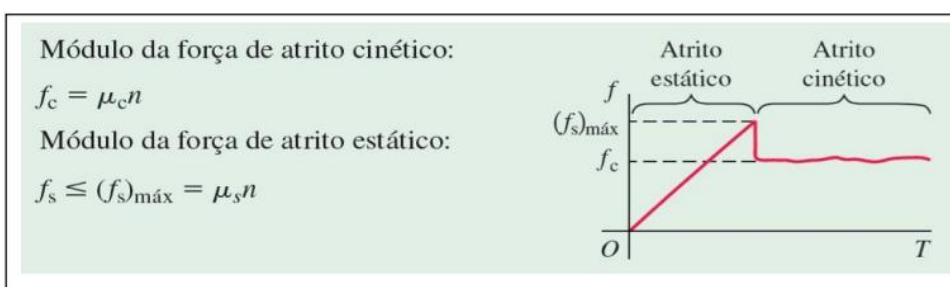
Pode-se determinar o limite do atrito estático através da equação (7):

$$f_s \leq (f_s)_{\text{máx}} = \mu_s N \quad (7)$$

Quando a força aplicada em um corpo em repouso é igual ou menor que o limite da força de atrito estático, o corpo permanece em repouso e o módulo da força de atrito é igual ao módulo da força aplicada. Quando o limite da força de atrito estático for ultrapassado pela força aplicada ao corpo, este entrará em movimento passando a sofrer a força de atrito dinâmico. Para calcular o valor deste atrito é utilizado o coeficiente de atrito dinâmico ( $\mu_c$ ) na Equação (6).

Pode-se observar a relação entre o atrito estático e atrito dinâmico em um objeto por meio do gráfico mostrado na Figura 2.

**Figura 2 – Gráfico da relação entre atrito estático e dinâmico**



Fonte: [https://astrofurg.com.br/HTMLFiles/Fisica1-Cap4\\_47.gif](https://astrofurg.com.br/HTMLFiles/Fisica1-Cap4_47.gif).

### 2.1.10 Força tensão

Ao se prender uma corda (ou qualquer objeto similar) a um corpo e depois esticá-la, a corda realiza uma força no corpo a qual está presa, o nome dado a essa força é tensão (ou tração). A tensão tem a direção da corda e o seu módulo vai depender das forças que esticam a corda.

No capítulo seguinte discutiremos a importância da metodologia ativa no ensino de Física, com ênfase no ensino das Leis de Newton.

### **3. IMPORTÂNCIA DA METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE FÍSICA E APLICAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON NO NOSSO DIA A DIA**

A Física é uma disciplina essencial que nos permite entender o funcionamento do universo, desde os fenômenos mais simples até os mais complexos. Dentro desse vasto campo, a Mecânica desempenha um papel fundamental, sendo o ramo da Física que estuda o movimento dos corpos e as forças que atuam sobre eles.

O estudo da Mecânica não só fornece uma compreensão profunda dos princípios físicos, mas também desenvolve habilidades críticas e analíticas que são valiosas em várias outras disciplinas e na vida cotidiana. No entanto, ensinar esses conceitos de maneira que seja significativa e envolvente para os alunos continua sendo um desafio para educadores em todo o mundo.

Neste capítulo, serão abordadas as metodologias ativas que podem transformar o contexto do ensino de Mecânica. Para alcançar esse objetivo, é necessário valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, uma vez que Ausubel enfatiza a importância do conhecimento prévio do aluno e como novos conhecimentos devem ser ancorados em conceitos já existentes para que a aprendizagem seja efetiva. A metodologia ativa da sala de aula invertida, foco deste trabalho, será explorada como uma ferramenta pedagógica para aumentar o engajamento dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais interativa e colaborativa.

Assim, neste capítulo será discutido a importância da metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem de física, principalmente das leis de Newton, com o objetivo de proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e significativa. Portanto, busca não só discutir as teorias e metodologias pedagógicas, mas também oferecer ferramentas práticas e insights para transformar o ensino de Física, especificamente a Mecânica, em uma experiência educativa enriquecedora e eficaz.

#### **3.1 Metodologias ativas na educação**

No momento histórico atual, o suporte digital parece estar conclamando uma reviravolta nos papéis do aluno enquanto receptor da informação e do professor como transmissor da informação, uma vez que o professor passou muito tempo sendo o único participante ativo durante as aulas, apenas ele possuía o conhecimento e o transmitia para os estudantes, os quais não tinham muita participação ou grandes reflexões acerca do que era ensinado.

Neste contexto, o processo de ensino-aprendizagem passa a considerar a necessidade de serem respeitadas as formas individualizantes de como uma pessoa aprende, segundo seu

estilo cognitivo. Desse modo, a discussão referente ao modo como deve ser flexibilizado o aprender e o ensinar pode ser proveniente do surgimento das novas metodologias de ensino, em particular das metodologias ativas, onde os discentes passam a ser protagonistas do seu próprio processo de aprendizagem, ou seja, o estudante desempenha um papel ativo na construção do próprio aprendizado, não cabendo apenas ao professor essa função ativa de ensinar.

Desse modo, os discentes não apenas absorvem conteúdos, mas também agregam, ou seja, são capazes de pesquisar informações, expor ideias, debater e criar. É um cenário no qual o estudante é um aliado na busca pelo conhecimento, pois a escola o motiva a persegui-lo e compô-lo em conjunto com o professor e com os colegas. Neste sentido, parece plausível acreditar que as novas tecnologias de informação e comunicação favorecem as modernas abordagens educacionais, visto que podem se tornar espaços geradores de oportunidades para que seja capaz de sintetizar, reestruturar e organizar a informação. (ALMEIDA; MORAN, 2005; COSTA; OLIVEIRA, 2004; KENSKI, 2012).

Neste sentido, devidos às mudanças ocorridas no mundo atual, ocasionadas pela pandemia, que trouxe problemas nas esferas política, social e econômica de todas as nações, bem como na educação, o uso da tecnologia foi indispensável. A necessidade de fechar escolas para evitar a propagação do vírus causador do covid-19 fez com que o ensino remoto emergencial se tornasse uma solução temporária, acelerando desse modo a transformação digital como recurso metodológico para processo de ensino e aprendizagem, que já vinha ocorrendo há algum tempo.

De modo geral, o avanço da humanidade sempre esteve ligado às transformações tecnológica e metodológica, e elas têm sido fundamentais nas mais diversas áreas de nossas vidas. Assim, devido a essa pandemia, as escolas públicas ou particulares tiveram que buscar novas roupagens para enfrentar esse novo desafio, no tocante ao ensino aprendizagem, uma das soluções, sem dúvida, foi a metodologia ativa aliada a tecnologia digital. Assim, com a adoção do ensino remoto, o cotidiano da sala de aula foi alterado e gestores, docentes, alunos e pais tiveram que repensar suas práticas no ambiente escolar (MELO, 2020).

Sabemos que o papel do professor no ensino remoto, híbrido ou presencial vem se modificando com a digitalização do ensino. O profissional se encontra frente às mais variadas ferramentas e opções para se comunicar com os alunos, porém é preciso dinamismo e adaptabilidade para aplicação e uso de todos esses recursos metodológico e tecnológico digitais. A transformação digital no ensino é essencial, pois desse modo, são quebradas barreiras e é

possível a interação entre alunos e professores quando não estão em sala de aula fisicamente, como o que ocorreu no momento de pandemia, pois permitiu a continuidade das aulas sem prejudicar os estudantes.

Esse foi um processo vital para a manutenção da qualidade de ensino durante o período da pandemia e em situações normais. Quando a metodologia ativa se alinha às transformações digitais é inserida no contexto da educação, o que se observa é a ampliação de horizontes ocasionada pelo desmoronamento das barreiras físicas que limitavam as possibilidades. A educação consegue, com o alicerce das ferramentas metodológicas, chegar onde nunca esteve, e ingressar em uma nova etapa na evolução do ensino ao longo da história.

Porém, essa forma repentina de acelerar com urgência o processo de transformação digital na educação, exige mudanças nos procedimentos e metodologias de ensino. Como consequência, surgiram vários desafios a serem superados no processo de ensino e aprendizagem, em especial para o trabalho desenvolvido pelos docentes (AGUIAR, 2020), sobretudo pela importância desses sujeitos no processo didático, sendo responsáveis pela condução do processo, com vistas a possibilitar a assimilação de forma consciente e sólida dos conhecimentos, aptidões e hábitos pelos estudantes, além de tornar possível que estes desenvolvam suas habilidades cognitivas (LIBÂNEO, 2008).

Diante disso, é também propósito deste trabalho evidenciar, por meio de uma revisão bibliográfica, as principais metodologias ativas utilizadas pelos professores, para estimular o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

### **3.1.2 Métodos educacionais e o digital**

Os métodos educacionais tradicionais constituídos especialmente para a transmissão de informações pelos professores, tem perdido espaço, uma vez que esta modalidade era estimulada quando havia dificuldade ao acesso de informações. No entanto, com democratização ao acesso à internet, a comercialização de cursos e capacitações, a materiais ofertados de forma gratuita, os indivíduos podem aprender em qualquer lugar, a qualquer momento. Sendo necessário uma análise de modelos educacionais levando em consideração uma sociedade altamente conectada (ALMEIDA; VALENTE, 2012).

O processo de aprendizagem ocorre em uma interligação do chamado mundo físico e mundo digital. Estes, ao contrário do que se pensa, não são mundos distintos, são um mesmo espaço estendido, uma possibilidade de sala de aula ampliada, que acontece de forma híbrida.

Por esta razão, esse formato híbrido tem ganhado tanto destaque na educação formal. Essa mescla de sala de aula com o ambiente virtual tem sido fundamental para posicionar e apresentar a escola em seu espaço físico para o mundo e o “mundo” para dentro do espaço educacional (MORÁN, 2015).

Dessa forma, observa-se que existem indicadores que demonstram o benefício em relação ao currículo por projetos como uma matriz de mudança em potencial para aqueles segmentos da educação que entendem ser essenciais para recuperar a totalidade do conhecimento e cessar o conservadorismo das práticas pedagógicas monótonas, repetitivas e acríticas (KELLER-FRANCO & MASSETTO, 2012).

Com o passar dos anos, a sociedade vem enfrentando diversas mudanças que têm colocado a educação formal em um impasse, se fazendo necessária uma modificação a fim de proporcionar formas eficientes de aprendizagem. Com isso, as instituições educacionais tem revisto seus processos de organizar o currículo, metodologias utilizadas e os espaços e momentos que ocorre essa troca de informação (MORÁN, 2015).

As mudanças podem ser progressivas, algumas instituições tendem a manter o modelo curricular disciplinar, no entanto, priorizam o envolvimento do aluno, a inclusão de metodologias ativas, o ensino híbrido e a sala de aula invertida. Outras instituições podem propor modelos disruptivos, nos quais, não tem disciplinas, espaços físicos, a metodologia de ensino baseia-se em atividades, desafios, jogos, problemas, que possibilitam uma aprendizagem individual, na qual, cada aluno aprende no seu próprio ritmo, conforme suas necessidades, com a experiência de aprendizagem em grupos por meio de projetos orientados por professores (MORÁN, 2015).

### **3.1.3 Metodologias Ativas no Ensino**

Alguns profissionais da educação acreditam que toda aprendizagem é inerentemente ativa. Neste caso, considera-se que, o aluno que participa assistindo aulas expositivas está ativamente envolvido no processo de aprendizagem. No entanto, estudos referentes a pesquisas da ciência cognitiva esclarecem que os alunos devem fazer algo a mais que simplesmente ouvir para que de fato a aprendizagem seja efetiva (MEYERS; JONES, 1993). Dessa forma, diversos teóricos como Dewey (1950), Freire (2009), Rogers (1973), Novack (1999), entre outros, enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele.

Por esta razão, Antunes (2014) enfatiza que existem inúmeras estratégias, tornando o contexto educacional na atualidade como uma espécie de mosaico. Uma vez que, alguns educadores ainda utilizam métodos tradicionais como as aulas expositivas, o quadro-negro, giz e livro didático, alguns outros profissionais preferem utilizar práticas pedagógicas inovadoras e diversificadas.

Por isso, frequentemente, são utilizados tanto na educação presencial quanto na educação a distância diversos materiais, além dos mais variados modos de comunicação: escritos, orais, e audiovisuais, que são previamente elaborados e selecionados a fim de proporcionar a mais eficiente maneira de compartilhar conhecimento. Evidenciou-se então, que a melhor forma de aprender é combinar de forma equilibrada as atividades, desafios e informação contextualizada (MORAN, 2015).

Dessa forma, por meio dessas mudanças, algumas instituições de ensino têm procurado por novas abordagens para o processo de ensino-aprendizagem, para que isto seja possível faz-se a reorganização do currículo e da integração da teoria com a prática, do ensino com o serviço, enfatizando a utilização de metodologias ativas de aprendizagem (MARIN et al., 2010).

Ademais, as metodologias devem acompanhar os objetivos pretendidos. Se os educadores visam a proatividade de seus alunos é necessário adotar metodologias nas quais os alunos possam se envolver em atividades com complexidade progressiva, que necessitem de tomada de decisões e avaliação de resultados, com o acompanhamento de materiais relevantes. Se há a necessidade de criatividade nesses estudantes, estes também devem experimentar possibilidades de demonstrar iniciativa (MORAN, 2015).

Salienta-se que nas etapas de formação, os alunos necessitam de acompanhamento para desenvolver alguns processos e estabelecer conexões a fim de confrontar e superar as etapas e suas possibilidades. Esses desafios e atividades podem ser incorporados, planejados, acompanhados e avaliados com o apoio de tecnologias. Quando empregados de maneira correta, os desafios contribuem para mobilizar as competências desejadas, sejam estas, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais (MORAN, 2015).

Isso se deve ao aperfeiçoamento de desenvolver competências simples e progressivamente tornando-as complexas. Comumente, empregando elementos do cotidiano para aproximar os conhecimentos desenvolvidos na escola com as demandas da vida. Dessa forma, as metodologias ativas são um interessante ponto de partida, pois, possibilitam ferramentas para

avançar dos processos mais simples aos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, e de reelaboração de novas práticas (MORAN, 2015).

Observou-se que alguns componentes são imprescindíveis para uma aprendizagem eficiente, dentre eles está a criação de desafios, atividades, jogos adequados para cada faixa etária, que há a combinação de tarefas individuais e em grupo, que estejam inseridos em plataformas adaptativas, utilizando as tecnologias adequadas (MORAN, 2015).

Com a inserção cada vez mais precoce de crianças a ferramentas digitais, cada dia os jogos e aulas roteirizadas com linguagem de jogos estão sendo inseridas no cotidiano escolar. Uma vez que, a geração atual está habituada a jogar, e toda a estrutura de competição, desafios e recompensas têm se tornado atraente e intuitiva. Por isso, os jogos colaborativos e individuais vêm garantindo espaço nas diversas áreas de conhecimento e diferentes níveis de ensino. Salienta-se que no que tange à educação, o articulador das etapas individuais e grupais é o docente (professor/tutor) com a missão de acompanhar, mediar, de analisar os processos, resultados, e eventuais lacunas ou necessidades, por meio dos percursos realizados pelos alunos de forma individual e coletiva (MORAN, 2015).

Dentre as metodologias ativas tem-se o ensino por meio de projetos e da solução de problemas (BARBOSA; MOURA, 2013). O estudante é desafiado a realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação. Essas estratégias de aprendizagem podem ser definidas como as que simultaneamente o aluno faz algo e pensa sobre o que está executando (BONWELL; EISON, 1991). Woods (1994) elenca as tarefas que tornam os alunos responsáveis pela própria aprendizagem, como apresentado no quadro 1.

**Quadro 1 - Tarefas que tornam os alunos responsáveis pela própria aprendizagem.**

a) explorar o problema, levantar hipóteses, identificar e elaborar as questões de investigação;
b) tentar solucionar o problema com o que se sabe;
c) identificar o que não se sabe e o que é preciso saber para solucionar o problema;
d) priorizar as necessidades de aprendizagem, estabelecer metas e objetivos de aprendizagem e alocar recursos de modo, a saber, o que, quanto e quando é esperado e, para a equipe, determinar as tarefas individuais;
e) planejar, delegar responsabilidades para o estudo autônomo da equipe;

f) compartilhar o novo conhecimento para que todos os membros aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe;
g) aplicar o conhecimento para solucionar o problema;
h) avaliar o novo conhecimento, a solução do problema e a eficácia do processo utilizado, refletindo sobre o processo

Fonte: Adaptado de Woods (1994).

A aprendizagem ativa ocorre por meio da interação do aluno com o assunto estudado, é preciso ouvir, falar, perguntar, discutir, fazer e ensinar, para que se construa o conhecimento ao invés de recebê-lo passivamente (BARBOSA; MOURA, 2013). A aplicação dos conteúdos aprendidos em contextos diferentes daqueles em que foram obtidos exigirá mais dedicação do que simplesmente decorar ou elaborar soluções mecânicas de exercícios, é necessário o domínio de conceitos, flexibilidade de raciocínio e capacidades de análise e abstração (MICOTTI, 1999). Com isso, uma vez que os alunos realizam reflexões, o estudante terá uma maior clareza acerca do conteúdo. E posteriormente, esse conhecimento construído não precisará ser retomado, apenas lembrado (ZABALA, 2001).

As metodologias ativas têm sido amplamente divulgadas desde a educação básica a educação superior (PEREIRA, 2012). A sua utilização induz a que os alunos se interessem mais pelas aulas, pois por meio dessa abordagem, sua curiosidade é despertada devido à utilização de situações de seu cotidiano, trazendo novas descobertas construídas a partir de informações já disponíveis ao aluno (BORGES; ALENCAR, 2014).

Dessa forma, a função do professor é de corresponsabilidade com os alunos, que planeja o curso juntos e utilizando técnicas que favoreçam a participação (MASETTO, 2003). O educador atua como orientador, supervisor e facilitador do processo de aprendizagem, não sendo uma fonte única de informações e conhecimentos (BARBOSA; MOURA, 2013). É responsável por promover o intercâmbio coletivo entre os estudantes, promovendo o movimento do saber atual para o saber a ser alcançado (AJELLO, 2005).

Ademais, as metodologias ativas têm se mostrado especialmente eficientes para estudantes com necessidades especiais e para a integração de alunos sem e com algum tipo de deficiência, que melhoram a aprendizagem de todos (TORRES; IRALA, 2007). O estudo de Camargo (2016) na área de educação em ciências demonstrou que as metodologias ativas promovem a integração e interação em sala de aula entre os alunos com e sem deficiência. Isto

proporciona aos alunos a possibilidade de conhecer o outro, e faz com que os educandos notem suas capacidades, habilidades e limites de cada colega, construindo uma visão mais tolerante com respeito e com solidariedade ao próximo (LOVATO et al., 2018).

Assim, desenvolveu-se propostas acerca das aprendizagens, Torres e Irala (2007) denominaram de colaborativa e cooperativa. Alguns autores diferenciam as atividades colaborativas das cooperativas (DILLENBOURG, 1999; MCINNERNEY; ROBERTS, 2004). Além disso, outros tratam de práticas proativas de resolução de problemas em grupos (KEMCZINSKI et al., 2007).

Evidenciou-se que a cooperação envolve ajuda mútua na execução de tarefas, podendo existir relações desiguais e hierárquicas entre os participantes do grupo. No entanto, a colaboração se baseia nos membros do grupo trabalhando juntos, apoiando-se a fim de atingir objetivos comuns, com a liderança sendo compartilhada em um processo de confiança mútua (DAMIANI, 2008).

Além disso, a aprendizagem cooperativa é uma metodologia na qual os estudantes trabalham em grupos pequenos e heterogêneos, tais grupos se ajudam no decorrer do processo de aprendizagem e avaliam a forma como trabalham, visando objetivos comuns (LOPES; SILVA, 2010). Em contrapartida, a aprendizagem colaborativa não possui relações hierárquicas. Os grupos são formados por membros capazes de se comunicar e dividir ideias trabalhando em conjunto, havendo interação entre eles (KEMCZINSKI et al., 2007).

O papel do professor no processo de cooperação é controlar e organizar, enquanto no método colaborativo o processo é mais aberto e o aluno se torna mais ativo (MELIM, 2014). Enfatiza-se que há uma subordinação da colaboração à cooperação, pois o trabalho colaborativo depende da cooperação entre os sujeitos do grupo (TORRES; ALCÂNTARA; IRALA, 2004), no entanto, o inverso não se aplica (KEMCZINSKI et al., 2007). Em ambas as categorias, o problema a ser estudado é apresentado pelo professor aos alunos, e estes devem resolvê-lo de forma ativa, interagindo com seus colegas, descobrindo a melhor maneira de abordar o tema proposto.

Em suma, as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, que ocorre conforme os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, tais elementos podem ainda não terem sido considerados durante as aulas ou na própria perspectiva do professor (BERBEL, 2011). Observou-se que com o passar do tempo foram elaboradas diversas formas de metodologias ativas, que podem ser confundidas conforme suas similaridades. O trabalho

de Lovato e colaboradores (2018) classificou as metodologias ativas em relação à categorização de aprendizagens colaborativas e aprendizagens cooperativas, descritas no quadro 2.

**Quadro 2 - Classificação das metodologias ativas de acordo com os processos de aprendizagens colaborativas e cooperativas.**

<b>Aprendizagem Colaborativa</b>
Aprendizagem Baseada em Problemas ( <i>Problem-Based Learning – PBL</i> )
Problematização
Aprendizagem Baseada em Projetos ( <i>Project-Based Learning</i> )
Aprendizagem Baseada em Times ( <i>Team-Based Learning – TBL</i> )
Instrução por Pares ( <i>Peer-Instruction</i> )
Sala de Aula Invertida ( <i>Flipped Classroom</i> )
<b>Aprendizagem Cooperativa</b>
Jigsaw
Divisão dos Alunos em Equipes para o Sucesso ( <i>Student-Teams-Achievement</i>
<i>Divisions – STAD</i> )
Torneios de Jogos em Equipes ( <i>Teams-Games-Tournament – TGT</i> )

Fonte: Adaptado de Lovato et al., (2018).

### 3.1.4 Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning – PBL*)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) surgiu no fim dos anos 60 na McMaster University Medical School, no Canadá, inspirado no método de estudos de caso da escola de Direito da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos (SCHMIDT, 1993). Este método se mostrou benéfico especialmente em áreas como a enfermagem, engenharia, serviço social, direito, negócios e economia (STANLEY; MARSDEN, 2012). O quadro 3 mostra os procedimentos do processo de Aprendizagem Baseada em Problemas.

### Quadro 3 - Procedimentos do processo de Aprendizagem Baseada em Problemas.

a) os alunos são apresentados a algum problema e, em grupo, organizam suas ideias, tentam definir o problema e solucioná-lo com seus conhecimentos prévios;
b) após discutirem, levantam questionamentos de aprendizagem sobre os aspectos do problema que não compreendem;
c) planejam sobre os modos (quem, quando, como e onde) estas questões serão investigadas; d) em um reencontro, exploram as questões anteriores, fazendo uso de seus novos conhecimentos obtidos para a resolução do problema;
e) ao final do trabalho com o problema, os alunos avaliam o processo, a si mesmos e a seus colegas, uma competência necessária para uma aprendizagem autônoma.

Fonte: Adaptado de Barrows; Tamblyn, (1980).

O PBL é fundamentado na Pedagogia Construtivista. Baseia-se na utilização de problemas reais como ponto de partida, então, é realizado um diálogo entre os participantes do grupo direcionado para a resolução de problemas propostos pelos educadores (TAN, 2003). É uma tarefa autodirigida, os educandos assumem a responsabilidade individual e colaborativa para levantar e solucionar as questões e pelas avaliações. Também é considerado autorreflexivo, uma vez que os alunos monitoram sua compreensão e ajustam as estratégias para a aprendizagem (HUNG; JONASSEN; LIU, 2008).

Nesta metodologia os problemas de ensino são elaborados por uma comissão especial, a fim de solucionar a compreensão de conhecimentos essenciais do currículo, que são necessários para adquirir determinado conhecimento técnico (LOVATO et al., 2018). Possibilitando o desenvolvimento do raciocínio reflexivo da realidade, e a busca pela resolução do problema detectado. Por meio desta problematização, o estudante inicia estudos e investigações, com reflexão aos fatos que podem dar uma maior compreensão do caso. A fim de capacitar os estudantes de forma crítica e criativa (BERBEL 2005).

O professor, nesse caso, é um facilitador, seu papel é apoiar e modelar os processos de raciocínio identificando o nível de conhecimento dos alunos e nunca fornecem respostas diretas às questões (HUNG; JONASSEN; LIU, 2008). Inicialmente é utilizado um problema, que é direcionado, motivando e fazendo com que o aluno se foque. Dessa forma, a abordagem também é vantajosa para os professores, uma vez que diversas vezes ele mesmo aprende ao longo do curso (SILVA; KURI; CASALE, 2012).

### 3.1.5 Problematização

A metodologia da Problematização possui algumas semelhanças com à Aprendizagem Baseada em problemas (PBL) (OLIVEIRA, 2015). Ambas apresentam problemas como um dos pontos comuns, mas existem uma abordagem distinta dos problemas pelos integrantes do processo de ensino e aprendizagem (BERBEL, 1998).

Dessa forma, observa-se que na metodologia de Problematização os estudantes são responsáveis por identificar os problemas por meio da observação da realidade, na qual as questões de estudo estão ocorrendo. Esta problematização da realidade não apresenta restrições quanto aos aspectos incluídos para a formulação dos problemas, uma vez que são extraídos da realidade social, dinâmica e complexa (LOVATO et al., 2018).

Uma das metodologias problematizadoras é o “Arco de Maguerez” elaborado na década de 70 e publicado inicialmente por Bordenave e Pereira em 1977. Ademais, é utilizada desde 1992 na Universidade Estadual de Londrina (UEL), desenvolvida pela professora Berbel, com o intuito de transformar a educação. Essa metodologia descrita por Berbel (1998) possui cinco etapas que estão descritas no quadro 4.

#### Quadro 4 – Processo da metodologia de Problematização.

<p><b>Etapa 1- Observação da realidade:</b> os alunos são levados a conhecer a realidade deles, a identificar as características apoiados pelo professor, a selecionar umas das situações vistas e a problematizarem.</p>
<p><b>Etapa 2- Pontos-chave:</b> inicia-se uma reflexão sobre os possíveis fatores e determinantes do problema, para que haja uma maior compreensão da complexidade do mesmo, culminando na definição dos Pontos-chave do estudo.</p>
<p><b>Etapa 3- Teorização:</b> construção de respostas mais elaboradas para o problema, dados obtidos, analisados e discutidos, servindo como base para a modificação da realidade.</p>
<p><b>Etapa 4- Hipóteses de Soluções:</b> pensar em alternativas criativas e originais para o problema.</p>
<p><b>Etapa 5- Aplicação à realidade:</b> apresentação da solução da problematização. Problematizar é ser capaz de resolver o problema proposto, arquitetando os conteúdos, reorganizando-os, entendendo-os e buscando alternativas para assim construir a melhor solução.</p>

Fonte: Berbel (1998).

### 3.1.6 Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning*)

A metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos surgiu em meados de 1900, desenvolvida por John Dewey (1859-1952). Em sua obra defendeu a capacidade de pensar dos alunos mediante o aprender a fazer. Enfatizou que estes alunos seriam capazes de adquirir conhecimentos por meio de situações problema, que são apresentadas em forma de projetos que envolveriam o conteúdo curricular, e que os estudantes se desenvolvessem no aspecto físico, emocional e intelectual, por meio desta metodologia experimental (DEWEY, 1958; DEWEY, 1959; LOVATO et al., 2018).

A metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos se baseia no envolvimento dos alunos na obtenção de informações e competências, por meio da procura pela resolução de problemas complexos e autênticos, que são planejados em busca de uma aprendizagem eficiente e dinâmica, que possui o aluno como figura central ativa na construção de seu conhecimento (DEWEY, 1958; DEWEY, 1959; LOVATO et al., 2018; MASSON et al., 2012). Os estudantes adquirem autonomia acerca de seus interesses e habilidades, permitindo que os alunos procurem e pesquisem sobre o tema a ser abordado pelo projeto e perceba o valor da aprendizagem (LOVATO et al., 2018).

Barbosa e Moura (2012) enfatizam que existem diretrizes que são indicadas pelas experiências para o desenvolvimento de um projeto de aprendizagem, abordados no quadro 5.

#### **Quadro 5 – Diretrizes para o desenvolvimento de um projeto de aprendizagem.**

a) grupos de trabalho com número reduzido de participantes (4 – 6 alunos);
b) definição de prazos (2 – 4 meses);
c) definição de temas por meio da negociação entre aluno e professor, levando em conta interesses e objetivos didáticos;
d) uso de múltiplos recursos, incluindo aqueles que os próprios alunos podem providenciar dentro ou fora do ambiente escolar;
e) socialização dos resultados dos projetos em diversos níveis, como a sala de aula, a escola e a comunidade.

Fonte: Adaptado de Barbosa e Moura (2012).

Ademais, de acordo com Barbosa e Moura (2012) os projetos podem ser classificados em três categorias: Projeto construtivo: que possui o objetivo de construir algo novo, introduzindo alguma inovação, propondo uma solução nova para um problema ou situação. Projeto investigativo: que objetiva o desenvolvimento de pesquisa sobre uma questão ou situação, empregando-se o método científico. E por fim, Projeto didático (ou explicativo): que busca responder determinadas questões, “Como funciona? Para que serve? Como foi construído?” Busca explicar, ilustrar ou revelar os princípios científicos de funcionamento de objetos, mecanismos, sistemas etc.

### **3.1.7 Aprendizagem Baseada em Times (*Team-Based Learning – TBL*)**

A Aprendizagem Baseada em Times é baseada em um método colaborativo. A turma é dividida em grupos de 5 a 8 alunos, a fim de obter heterogeneidade entre os grupos. A constituição das equipes deve ser preservada durante todo o desenvolvimento do curso. Uma das possibilidades é realizar uma leitura de artigo de revisão sobre o tema a ser tratado. O assunto pode ter sido discutido previamente em outras aulas ou disciplinas, ou ser um tema novo, no entanto, sempre se valoriza o conhecimento prévio dos estudantes (RAVINDRANATH; GAY; RIBA, 2010).

A aprendizagem é obtida por meio da interação do grupo. As questões abordadas são discutidas dentro dos grupos, as respostas são apresentadas à classe, revisando assim os principais aspectos do assunto (RAVINDRANATH; GAY; RIBA, 2010). Este método contempla todo o conteúdo, e além disso, possibilita o uso de conceitos do curso para a resolução de problemas. Dessa forma, é responsável por fornecer aos educandos conhecimentos tanto conceituais quanto processuais (MICHAELSEN; SWEET, 2008).

### **3.1.8 Instrução por Pares (*Peer-Instruction*)**

A metodologia de Instrução por Pares foi desenvolvida por Eric Mazur da Universidade de Harvard. Com o intuito de envolver todos os alunos durante a aula, elaborando e aplicando atividades em que eles são influenciados a aplicar os conceitos discutidos naquele momento, ao mesmo tempo que explicam para os seus colegas. Neste caso, os pares agem como mediadores do processo de aprendizagem, assumindo a responsabilidade pelo ensino do colega (CROUCH; MAZUR, 2001; LOVATO et al., 2018).

Os estudantes são estimulados a encontrar alguém com respostas diferentes. O professor circula pela sala, incentivando discussões produtivas e conduzindo o pensamento dos

estudantes. Ao final, o professor explica a resposta correta e pode apresentar outra questão ou passar para um tópico diferente (WATKINS; MAZUR, 2010).

### **3.1.9 Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*)**

O método Sala de Aula Invertida iniciou-se em escolas norte americanas, por educadores que necessitaram criar estratégias diferenciadas para atender aos alunos que se ausentavam por longos períodos de tempo das aulas regulares para atividades extracurriculares como os jogos esportivos. Dessa forma, os professores começaram a gravar as suas aulas e divulgá-las em ambiente virtual, com o intuito dos alunos acompanharem os conteúdos que os alunos que frequentavam regularmente a turma. Dessa forma, após assistirem os vídeos gravados, esses estudantes retornavam com dúvidas e contribuições. E assim, os educadores inverteram a lógica das aulas para todos os alunos. O ensino tornou-se híbrido, os alunos assistiam aos vídeos com os conteúdos teóricos nos locais e horários mais adequados. Posteriormente, se reúnem com os professores para a aplicação do conteúdo que foi visto anteriormente (LOVATO et al., 2018; SCHNEIDER et al., 2013).

Dessa forma, a sala de aula invertida constitui-se como uma modalidade de *e-learning* (“aprendizagem eletrônica”). Assim, os momentos em sala de aulas são utilizados para realizar atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios, dentre outros (VALENTE, 2014). Por fim, a combinação de aprendizagem por desafios, problemas reais e jogos com a aula invertida permite que os alunos aprendam na prática, de forma colaborativa (MORÁN, 2015).

### **3.1.10 Jigsaw**

Dentre as metodologias cooperativas tem-se a Jigsaw, desenvolvida pelo psicólogo Elliot Aronson em 1978, no Texas (Aronson, 1978). Esse método se baseia na criação de grupos de alunos que ensinam uns aos outros, em um assunto no qual eles dominem. Os estudantes trabalham em grupos de 5 a 6 indivíduos. Consiste em cada um dos alunos receber informações que os demais do grupo não possuem, tornando-o um especialista no assunto. Após esta preparação estes indivíduos retornam aos seus grupos e compartilham uns com os outros o que aprenderam. Posteriormente, os alunos são testados sobre o assunto para receber recompensas. Cada integrante do grupo é essencial para o resultado final. Estes estudantes assumem uma postura ativa e central em sua participação em sala de aula, sendo fundamentais para a aprendizagem de todos (COLOSI; ZALES, 1998).

No entanto, alguns pesquisadores como Slavin (1989) Newmann e Thompson (1987) analisaram e concluíram que a metodologia Jigsaw é pouco eficaz academicamente, se comparadas às técnicas cooperativas já conhecidas, entretanto, é considerada mais eficiente quando comparada aos métodos convencionais de ensino (LOVITO et al., 2018).

### **3.1.11 Divisão dos Alunos em Equipes para o Sucesso (*Student-Teams- Achievement Divisions – STAD*)**

O método de Divisão dos alunos em equipes para o sucesso (STAD) foi desenvolvido na década de 70 por Robert Slavin e seus associados na Universidade Johns Hopkins (SLAVIN, 1994). Este sucesso do grupo se deve às contribuições individuais de cada membro, uma vez que existe fator de responsabilidade individual. Dessa forma, para o sucesso ser alcançado são estabelecidas relações de entreajuda, para que seja possível que todos tenham um bom desempenho em situações de avaliação individual. Neste caso, todos os elementos podem contribuir para o sucesso do grupo, sendo cada participante indispensável (ANDRADE, 2011).

Para que isso seja possível, os estudantes são organizados em grupos, nos quais se ajudam nas atividades sugeridas pelo professor. O principal objetivo é a aprendizagem do conteúdo, baseada em conceitos básicos. Estes grupos tem a tarefa de realizar as tarefas propostas pelo professor e posteriormente são avaliados por meio de pequenos testes individuais, que visam avaliar o rendimento do trabalho em grupo. E assim, os grupos que apresentarem melhores resultados são premiados (SLAVIN, 1994). Esta técnica beneficia todos os alunos. Sendo frequentemente utilizada com alunos que possuem necessidades educacionais especiais, nos quais verificam-se os resultados positivos no aprimoramento escolar, no comportamento e na relação com os colegas de classe (ANDRADE, 2011).

### **3.1.12 Torneios de Jogos em Equipes (*Teams-Games-Tournament – TGT*)**

O método Torneios de Jogos em Equipes (TGT) foi desenvolvido por David Devries e Keith Edwards, em 1972, na Universidade Johns Hopkins. Os grupos são formados de maneira heterogênea nas dimensões de habilidade, sexo e etnia, competindo com integrantes de outra equipe em mesas de torneios (DEVRIES; MESCON; SHACKMAN, 1975). A equipe que obtiver maior desempenho é recompensada (SALAM, HOSSAIN; RAHMAN, 2015).

Nesta técnica os indivíduos devem se ajudar mutuamente, possibilitando aos alunos que possuem baixo rendimento oportunidades iguais de sucesso. Dessa forma, os estudantes

adquirem conceitos e competências dos assuntos abordados, se obtiverem sucesso, eles vencem os jogos, mediante a maior pontuação (DEVRIES; MESCON; SHACKMAN, 1975).

É possível notar semelhanças entre o TGT e o STAD, entretanto, os membros de diferentes times competem entre si em testes de desempenho acadêmico. E os pontos obtidos pelos indivíduos são contabilizados para o grupo (SLAVIN, 1994). Tais torneios de jogos são embasados em jogos de perguntas e respostas, nas quais, utilizam-se questões de múltiplas escolhas, verdadeiro ou falso, ou outros tipos de questões objetivas. O Professor não tem o poder de ajudar os alunos durante os torneios pontuação (DEVRIES; MESCON; SHACKMAN, 1975).

### **3.1.14 Importância da metodologia ativa sala de aula invertida**

A metodologia ativa de ensino é uma abordagem inovadora que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem. No contexto do ensino de física, essa metodologia pode ser aplicada através da sala de aula invertida, onde os alunos estudam os conceitos previamente em casa e a aula presencial é dedicada à resolução de problemas e atividades práticas.

Essa ferramenta metodológica transforma o processo de ensino tradicional, onde o professor é o centro da atenção e os alunos é o ouvinte. O uso da metodologia ativa sala de aula invertida inverte esse modelo de ensino tradicional, o aluno agora passa a ser o centra da atenção, foco do ensino não se concentra na transmissão de informações e na memorização de conteúdo, em vez disso foco está centrado no processo de aprendizagem. A pedagogia tradicional tem sido usada por séculos e, com o passar do tempo, se tornou menos popular devido a vários fatores, como sua falha em incentivar a criatividade e as habilidades de pensamento crítico.

Seguindo a teoria da aprendizagem significa, esse modelo de ensino tradicional deve ser repensado, pois não atende mais as necessidades atuais, diante da evolução constate das ferramentas tecnológicas, assim:

(...) é essencial uma educação que ofereça condições de aprendizagem em contextos de incertezas, desenvolvimento de múltiplos letramentos, questionamento da informação, autonomia para resolução de problemas complexos, convivência com a diversidade, trabalho em grupo, participação ativa nas redes e compartilhamento de tarefas. Por isomorfismo, a formação do professor também deve se pautar pela atividade criadora, reflexiva, crítica, compartilhada e de convivência com as diferenças, usando as mídias e as tecnologias como linguagem e instrumento da cultura, estruturantes do pensamento, do currículo, das metodologias e das relações pedagógicas. (BACICH; MORAN, 2018, p.16)

Dessa forma, a abordagem de sala de aula invertida oferece uma maneira inovadora e eficaz de ensinar e aprender as leis de Newton, proporcionando uma compreensão mais profunda e aplicação prática dos conceitos. Este método, fundamentado nos princípios

fundamentais da sala de aula invertida, reestrutura a sequência de aprendizagem tradicional. Os alunos primeiro se envolvem com o conteúdo teórico em casa, por meio de vídeos selecionados ou leituras recomendadas, antes de chegarem à sala de aula prontos para aplicar seus conhecimentos por meio de atividades práticas e discussões guiadas lideradas pelo professor.

Essa estratégia apresenta inúmeras vantagens, incluindo promover a autonomia do aluno, otimizar o tempo de aula e aumentar o envolvimento com o material. Para implementar esta metodologia de forma eficaz, aconselha-se a utilização de ferramentas tecnológicas, como plataformas de aprendizagem online e recursos multimídia interativos. Conforme salienta (BACICH; MORAN, 2018):

É preciso reinventar a educação, analisar as contribuições, os riscos e as mudanças advindas da interação com a cultura digital, da integração das TDIC, dos recursos, das interfaces e das linguagens midiáticas à prática pedagógica, explorar o potencial de integração entre espaços profissionais, culturais e educativos para a criação de contextos autênticos de aprendizagem mediados pelas tecnologias. Para impulsionar o engajamento dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem é premente recontextualizar as metodologias de ensino diante das suas práticas sociais inerentes à cultura digital, ou seja, integrar as mídias e as TDIC no desenvolvimento e na recriação de metodologias ativas. (BACICH; MORAN, 2018, p. 16)

Essas ferramentas não apenas facilitam o acesso aos materiais de estudo, mas também permitem o monitoramento e suporte contínuos do instrutor. Os resultados esperados incluem experiências de aprendizado mais profundas e duradouras, interação aprimorada entre alunos e instrutores e avaliações qualitativas que refletem uma compreensão mais sólida das leis de Newton.

Conseqüentemente, a abordagem de sala de aula invertida não apenas transforma a dinâmica educacional, mas melhora significativamente o processo de aprendizagem, tornando-o mais interativo, centrado no aluno e impactante, assim:

A inversão da sala de aula estabelece um referencial que oferece aos estudantes uma educação personalizada, ajustada sob medida às suas necessidades individuais (...) Educadores precisam encontrar maneiras de chegar até esses estudantes com necessidades muito distintas. A personalização da educação é uma proposta de solução (BERGMANN; SAMMERS, 2018, p. 25).

Neste contexto, estudantes que participam de aulas invertidas tendem a desenvolver habilidades de autogerenciamento mais eficazes, pois são incentivados a assumir a responsabilidade por seu próprio aprendizado. Além disso, os professores têm a oportunidade de utilizar o tempo da aula de maneiras mais criativas e interativas, facilitando atividades colaborativas, discussões profundas e projetos práticos. Assim, o uso de metodologia ativa transforma o processo de ensino-aprendizagem do aluno, conforme salienta (BACICH; MORAN, 2018):

As pesquisas atuais nas áreas da educação, psicologia e neurociência comprovam que o processo de aprendizagem é único e diferente para cada ser humano, e que cada um aprende o que é mais relevante e que faz sentido para ele, o que gera conexões cognitivas e emocionais. Metodologias ativas englobam uma concepção do processo de ensino e aprendizagem que considera a participação efetiva dos alunos na construção da sua aprendizagem, valorizando as diferentes formas pelas quais eles podem ser envolvidos nesse processo para que aprendam melhor, em seu próprio ritmo, tempo e estilo. (BACICH; MORAN, 2018, p.22).

Além disso, a sala de aula invertida estimula a autonomia e a criatividade dos alunos, já que eles assumem um papel mais ativo no processo de aprendizagem. Ao estudar o conteúdo por conta própria, os alunos têm a liberdade de explorar diferentes recursos, fazer perguntas, buscar respostas e encontrar soluções, desenvolvendo habilidades essenciais para o aprendizado ao longo da vida. Assim, conforme (BACICH; MORAN, 2018):

A metodologia ativa se caracteriza pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem. Essa concepção surgiu muito antes do advento das TDIC, com o movimento chamado Escola Nova, cujos pensadores, como William James, John Dewey e Édouard Claparède, defendiam uma metodologia de ensino centrada na aprendizagem pela experiência e no desenvolvimento da autonomia do aprendiz. (BACICH; MORAN, 2018, p. 16-17)

Outro fator importante que deve ser lembrado é que a sala de aula invertida prepara os alunos para o mundo real, na qual a capacidade de aprender de forma autônoma e se adaptar a diferentes situações é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem. Ao desenvolver habilidades como autodisciplina, organização, responsabilidade e pensamento crítico, os alunos estão se preparando para o sucesso não apenas nos estudos, mas também em suas futuras carreiras. Assim, com esse método de ensino, o professor tem o papel de ser apenas o mediador do processo de ensino-aprendizagem dos alunos, com isso aumentando os desafios dos professores em como transmitir e ressignificar os conhecimentos para estes indivíduos. Essa ideia corrobora como pensamento de (BERGMANN; SAMS. 2018):

Nitidamente, a aula gira em torno dos alunos, não do professor. Os estudantes têm o compromisso de assistir aos vídeos e fazer perguntas adequadas. O professor está presente unicamente para prover feedback especializado. Também compete aos alunos a realização e apresentação dos trabalhos escolares. Como também se oferece um guia de soluções, os alunos são motivados a aprender, em vez de apenas realizar os trabalhos pela memória. Além disso, os alunos devem recorrer ao professor sempre que precisarem de ajuda para a compreensão dos conceitos. O papel do professor na sala de aula é o de amparar os alunos, não o de transmitir informações. (BERGMANN; SAMS. 2018, p. 37).

Nesse contexto, é importante ressaltar que o professor não perdeu sua autonomia, ou deixou de ser uma peça fundamental para o processo de ensino-aprendizagem, muito pelo contrário, requer dos discentes o exercício permanente do trabalho reflexivo e da disponibilidade para acompanhamento e intervenções em situações imprevistas e desconhecidas, assim:

O professor como orientador ou mentor ganha relevância. O seu papel é ajudar os alunos a irem além de onde conseguiriam ir sozinhos, motivando, questionando, orientando. Até alguns anos atrás, ainda fazia sentido que o professor explicasse tudo e o aluno anotasse, pesquisasse e mostrasse o quanto aprendeu. Estudos revelam que quando o professor fala menos, orienta mais e o aluno participa de forma ativa, a aprendizagem é mais significativa (DOLAN; COLLINS, 2015 apud BACICH; MORAN, 2018, p.38)

Vale ressaltar, também, que ao aplicar a metodologia ativa sala de aula invertida os alunos têm a oportunidade de revisar e estudar o material em casa, eles chegam à aula com uma base de conhecimento prévia, o que lhes permite se envolverem em discussões mais aprofundadas e participarem de atividades práticas de forma mais ativa.

Assim, essa abordagem busca promover a participação ativa dos alunos, incentivando-os a assumir um papel mais ativo no seu próprio processo de aprendizagem. Ao invés de serem apenas receptores passivos de informações, os alunos são encorajados a explorar, questionar, colaborar e construir seu conhecimento.

Portanto, o uso de metodologias ativas transforma a sala de aula em um ambiente dinâmico e interativo, onde o aprendizado é uma experiência envolvente e significativa. Ela prepara os alunos não apenas para exames e avaliações, mas para os desafios da vida real, equipando-os com as habilidades e conhecimentos necessários para se tornarem cidadãos competentes e inovadores.

### **3.1.15 A importância de ensinar as Leis de Newton**

De acordo com o que foi mencionado no capítulo inicial, a compreensão dos fenômenos que nos rodeiam é fundamental para a compreensão do dia a dia. Compreender a complexidade dos fenômenos físicos incita-nos a refletir para além dos nossos preconceitos, ponderando os méritos e deméritos das nossas decisões e ações, como, por exemplo, a importância crucial do uso do cinto de segurança. Portanto, a apreensão da relevância do cinto de segurança está associada a um princípio físico, a lei da inércia. Nesse sentido, o cinto de segurança representa uma medida simples e eficiente que proporciona uma proteção significativa aos ocupantes do veículo, auxiliando na preservação de vidas e na redução de ferimentos em situações de colisão.

Neste sentido, para orientar esta pesquisa, no sentido de mostrar a importância de ensinar as leis de Newton, foram analisados documentos oficiais relativos ao Ensino Médio, especificamente relacionados ao Ensino de Física, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9697/94 (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL,

1999) e as Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) tem como principal objetivo o aprimoramento do indivíduo como ser humano, abarcando a promoção da ética, o cultivo da autonomia intelectual e do pensamento crítico, bem como a apreensão dos princípios científico-tecnológicos inerentes aos processos produtivos, estabelecendo uma relação interconectada entre teoria e prática (BRASIL, 1996).

Nesse cenário, os Parâmetros Curriculares Nacionais ressaltam a importância de direcionar a educação dos alunos para a aquisição de conhecimentos fundamentais, o refinamento do pensamento científico e a competência na utilização de diversas tecnologias. Tal abordagem preconiza uma formação abrangente, que estimule o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, busca, análise e seleção de informações, promovendo ainda a capacidade de aprender, inovar e formular, em vez de enfatizar a simples memorização. Assim, a escola tem o propósito de formar cidadãos conscientes, sendo fundamental que cumpra o papel social de auxiliar os alunos a entender a importância do conhecimento e a buscá-lo (BRASIL, 1996). Portanto, é importante que a escola se baseie no desenvolvimento de habilidades que possibilitem aos jovens conviverem em sociedade e terem autonomia para adquirir novos conhecimentos.

Os PCN+ destacam a importância de um ensino que prepare os alunos para compreender e interagir com o mundo físico de maneira crítica e consciente. Assim, um dos objetivos principais dos PCN+, é a inclusão da formação de cidadãos aptos a compreender fenômenos naturais e tecnológicos, e a integração das competências específicas de Física com outras áreas do conhecimento.

Além disso, discute sobre as metodologias recomendadas no processo de ensino-aprendizagem, como a contextualização dos conteúdos e a utilização de projetos pedagógicos que promovem a construção ativa do conhecimento, bem como mostra a relevância da Física para o desenvolvimento das habilidades críticas e a compreensão de avanços tecnológicos que impactam a sociedade.

Nesta perspectiva, seguir as orientações dos PCN+, é de fundamental importância para o ensino de Física no Ensino Médio, uma vez que pode não apenas melhorar a qualidade da educação científica, mas também contribuir para a formação integral dos alunos, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Assim, em relação ao ensino de Física no Ensino Médio, os PCN+ (BRASIL, 2002) levantam dois pontos relevantes: valor cultural e incentivo à compreensão do mundo. A Física deve contribuir para a criação de uma cultura científica capaz de interpretar fatos e fenômenos, observando-os em sua perspectiva histórica e social, evidenciando que estão em constante mudança.

Nesse contexto, é importante frisar que os PCN+ (BRASIL, 2002) salientam o papel da Física para o desenvolvimento do espírito investigativo, uma competência que deve ser fortalecida entre os estudantes com o objetivo de incentivar a formação de um estudante questionador com vontade de conhecer o mundo em que habita.

Vale lembrar que os PCN (BRASIL, 1999) estabelecem quatro princípios básicos, apontados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), como diretrizes gerais: a aprender a conhecer, a fazer, a aprender a viver e a aprender a ser. Esses princípios fornecem uma estrutura holística para a educação, buscando não apenas o desenvolvimento acadêmico, mas também a formação de indivíduos completos, capazes de contribuir positivamente para a sociedade e para si mesmos.

Neste contexto, o conhecimento escolar pode proporcionar ao aluno um crescimento completo, para além do domínio da teoria, que permita ao aluno se aprofundar em diversas áreas e sua educação permanente, aprimorando o desenvolvimento de habilidades, bem como o seu desenvolvimento social. Assim, esses princípios têm como objetivo fornecer uma base sólida para a educação, preparando os estudantes para enfrentar os desafios da atualidade e para exercer plenamente a cidadania.

Nesta perspectiva, é preciso ter em mente que a Física ensinada na escola não é destinada à formação de profissionais na área, mas sim ao contato com informações que possam ser úteis para o dia-a-dia do aluno e que o permita compreender os fenômenos que o rodeiam. Desse modo, o ensino de física nas escolas não é apenas para formar futuros cientistas, mas para desenvolver habilidades intelectuais, cívicas e práticas essenciais para todos os alunos, capacitando-os a ser cidadãos críticos, informados e inovadores.

Assim, o processo de seleção dos temas se torna desafiador para o docente: como explorar os conceitos de física em sala de aula visando o desenvolvimento integral dos estudantes? Os PCN+ evidenciam que, frequentemente, a escolha dos conteúdos é baseada unicamente na estrutura da Física, sem considerar a formação dos alunos, priorizando o "o que ensinar de física" ao invés do "por que ensinar física". O propósito é desenvolver habilidades para que os

estudantes possam lidar de forma eficaz com situações cotidianas. Assim, o cerne da ação pedagógica está nas competências, as quais se aprimoram por meio de atividades práticas relacionadas a saberes ou assuntos de estudo.

Nota-se neste contexto, que a escola de qual conteúdo ensinar de física depende de saber diferenciar entre "o que ensinar de Física" e "para que ensinar Física", uma vez que aborda duas dimensões distintas, mas complementares, do ensino desta disciplina. A primeira se refere ao conteúdo da disciplina, ou seja, aos conceitos, teorias, princípios e fórmulas que compõem o currículo de Física. Esta dimensão abrange os tópicos específicos que serão abordados ao longo do curso, tais como:

- Mecânica: Leis de Newton, cinemática, dinâmica, energia, trabalho e potência.
- Termodinâmica: Calor, temperatura, leis da termodinâmica.
- Eletromagnetismo: Campos elétricos e magnéticos, circuitos elétricos.
- Óptica: Propriedades da luz, reflexão, refração, lentes e espelhos.
- Física Moderna: Teoria da relatividade, mecânica quântica, física de partículas.

O foco está em quais conteúdos são considerados essenciais para formar uma base sólida de conhecimento em Física.

Já segunda se refere aos objetivos e finalidades da educação em Física. Esta dimensão considera porque esses conteúdos devem ser ensinados e qual é o propósito mais amplo da educação nesta área. Entre os objetivos principais, estão:

- Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Científico: ensinar Física para que os alunos aprendam a analisar, experimentar, formular hipóteses e resolver problemas de forma lógica e rigorosa;
- Compreensão do Mundo Natural: proporcionar aos alunos um entendimento dos fenômenos naturais e das leis que regem o universo, permitindo-lhes fazer conexões entre teoria e prática;
- Preparação para a Cidadania: formar cidadãos críticos e informados que possam participar ativamente em discussões e decisões sobre questões científicas e tecnológicas que impactam a sociedade;

- Estímulo à Curiosidade e Inovação: incentivar a curiosidade científica e a capacidade de inovar, preparando os alunos para enfrentar novos desafios e contribuir para o avanço do conhecimento e da tecnologia;
- Desenvolvimento de Competências Transferíveis: fornecer habilidades que são úteis em diversas áreas do conhecimento e profissões, como raciocínio lógico, habilidade matemática e resolução de problemas.

Dessa forma, o “para que ensina física” foca nos objetivos e finalidades mais amplos, como o desenvolvimento de habilidades críticas e a formação integral dos alunos. Compreender essa diferença é crucial para planejar e implementar um ensino de Física que não só cubra os conteúdos necessários, mas também atenda aos objetivos educacionais mais amplos, preparando os alunos para uma participação ativa e informada na sociedade.

Nessa perspectiva, os PCN+ apresentam seis tópicos fundamentais para organizar o ensino de Física: Movimentos, variações e conservações; Calor, ambiente e usos de energia; Som, imagem e informação; Equipamentos elétricos e telecomunicações; Matéria e radiação e Universo; Terra e vida.

No que diz respeito ao assunto Movimentos, variações e conservações, os PCN+ destacam a importância de desenvolver habilidades para resolver questões do dia a dia, ao mesmo tempo em que promovem a compreensão de conceitos fundamentais. É importante também sensibilizar os alunos sobre os avanços tecnológicos nas áreas dos transportes e na melhoria da produtividade humana.

Nesses contextos, as Leis de Newton se sobressaem por serem aplicadas em várias situações do dia a dia. A importância de utilizar o cinto de segurança, por exemplo, é para garantir que nosso corpo fique protegido em caso de colisão, demonstrando de forma clara o princípio da inércia.

Na indústria automotiva, especialmente na fabricação de carros de competição, são utilizados materiais mais leves e motores mais potentes para gerar uma aceleração superior, evidenciando o princípio Fundamental da Dinâmica.

O simples ato de dar passos está ligado às Leis de Newton, em particular ao princípio de ação e reação. Ao aplicarmos uma força para trás no chão com os pés, o chão responde exercendo uma força para frente nos pés.

Percebe-se que, ao compreender os acontecimentos do cotidiano, os alunos terão oportunidade de entender o mundo e os eventos ao seu redor, além de se envolver de maneira mais crítica na sociedade em que estão inseridos. Dessa forma, o conteúdo criado se transforma em uma ferramenta, um meio para um propósito mais amplo, que é compreender a amplitude das ciências, suas mudanças e impacto em nosso cotidiano. Assim, a forma como a aprendizagem é conduzida torna-se crucial para alcançar esses objetivos.

Nesse contexto, é importante que a escola busque formas de fomentar nas estudantes as habilidades adequadas para que possam atuar como cidadãos responsáveis e críticos, procurando assim promover uma educação completa do aluno. Para isso, é crucial realizar pequenas alterações no processo de ensino-aprendizagem, especialmente dentro da sala de aula, promovendo atividades que estimulem o desenvolvimento de habilidades em vez de apenas a memorização de conceitos.

### **3.2 Estudos Correlatos**

A metodologia ativa Sala de Aula Invertida (SAI) foi apresentada e discutida em um contexto geral nas seções 3.1.9 e 3.1.14. Aqui, nosso objetivo é situar esta dissertação no conjunto de pesquisas que já investigaram a da sala de aula invertida, e o uso de recursos tecnológicos para o ensino de Física, no contexto do Brasil, em particular nos Polos do MNPEF.

Já foi dito que o ensino de Física enfrenta desafios relacionados ao engajamento dos alunos e à assimilação de conceitos abstratos, o que tem motivado o desenvolvimento de abordagens inovadoras. A sala de aula invertida, enquanto metodologia ativa, surge como uma alternativa que reorganiza o papel do professor e do estudante, promovendo um aprendizado mais participativo. Nos últimos anos, diversas dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) investigaram a eficácia dessas metodologias. A fim de compreender o cenário atual dessa abordagem, foi realizada uma busca na página eletrônica do MNPEF-SBF (<https://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacoes>), em 15/02/2025, utilizando como filtro o termo “sala de aula invertida”. Os resultados demonstram que a metodologia da sala de aula invertida ainda é pouco explorada no âmbito do MNPEF, com apenas 9 dissertações identificadas (de um total de 1063), o que representa 0,85% das pesquisas cadastradas. A Tabela 1 apresenta um resumo dessas dissertações, destacando seus autores, polos de origem e suas principais contribuições para a aplicação da sala de aula invertida no ensino de Física, desde a clássica até a contemporânea.

**Quadro 6 – Trabalhos relacionados sobre a aplicação da Sala de Aula Invertida no ensino de Física, no âmbito do MNPEF.**

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Polo / Ano</b>	<b>Contribuição</b>
<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO SALA DE AULA INVERTIDA AO ENSINO DE ELETRODINÂMICA EM NÍVEL MÉDIO</b>	Viviane Peixoto Pepe	Polo 34, 2020	Desenvolveu uma sequência didática para eletrodinâmica, utilizando vídeos, jogos e simuladores, evidenciando maior motivação dos alunos.
<b>Desenvolvimento e aplicação de um e-book para ensino de física quântica na perspectiva da sala de aula invertida</b>	Diego Brilhante da Silva	Polo 10, 2020	Criou e aplicou um e-book interativo, promovendo o uso da SAI para o ensino da dualidade onda-partícula e constatando ganhos significativos de aprendizagem.
<b>SALA DE AULA INVERTIDA E OUTRAS METODOLOGIAS ATIVAS VISANDO UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE A COSMOLOGIA</b>	Adriano Nunes Oliveira Pinto	Polo 33, 2022	Aplicou a SAI junto a metodologias ativas para ensino de cosmologia, baseando-se na história da ciência e promovendo aprendizado significativo.
<b>MODELO DA SALA DE AULA INVERTIDA PARA APRENDIZAGEM CONCEITUAL EM TERMODINÂMICA</b>	Janaina Bezerra Pacheco	Polo 04, 2022	Desenvolveu uma cartilha didática para auxiliar o ensino de termodinâmica no Ensino Médio, utilizando a SAI e demonstrando aprendizagem conceitual eficaz.
<b>SALA DE AULA INVERTIDA APLICADA NO ENSINO DE MECÂNICA DOS FLUIDOS</b>	Jhionatan Cavalcante de Lima Aguiar	Polo 38, 2022	Investigou o uso da SAI no Ensino Remoto Emergencial, destacando desafios e vantagens do uso de TICs no ensino de Mecânica dos Fluidos.
<b>SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA ABORDAGEM DOS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA GOOGLE SALA DE AULA</b>	Jailson Silva Holanda	Polo 37, 2020	Criou e aplicou uma sequência didática para transmissão de calor, demonstrando a eficácia do Google Sala de Aula na aplicação da SAI.
<b>SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA LEI DA INÉRCIA COM APLICAÇÃO DE JOGO LÚDICO</b>	Kátia da Silva Albuquerque Leão	Polo 59, 2019	Utilizou um jogo lúdico aliado à SAI para o ensino da Lei da Inércia, promovendo maior protagonismo do aluno no aprendizado.

<b>Utilizando Sala de Aula Invertida em Aulas Experimentais de Física Térmica</b>	Carlos Henrique dos Santos	Polo 17, 2019	Combinou a SAI com experimentação em Física Térmica, favorecendo um aprendizado mais dinâmico e significativo.
<b>A METODOLOGIA DA SALA DE AULA INVERTIDA APLICADA AO ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA O ENSINO MÉDIO</b>	Jilvan Cruz Araújo	Polo 44, 2017	Aplicou a SAI no ensino de Óptica Geométrica, utilizando plataformas digitais e verificando ganhos qualitativos e quantitativos.

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se observar na tabela que há apenas uma dissertação relacionada ao ensino das leis de Newton usando SAI. Nesse contexto de renovação das práticas pedagógicas de Física no Ensino Médio, esta dissertação insere-se buscando inovar ao propor o uso combinado da sala de aula invertida, recursos tecnológicos (Seneca e Khan Academy) e atividades experimentais para o ensino das Leis de Newton. Diferente dos estudos anteriores, este trabalho foca nas Leis de Newton e explora sua interseção com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Além de estimular a participação ativa dos alunos, a pesquisa investiga como a TAS pode favorecer a compreensão dos conceitos fundamentais da mecânica. Busca-se, assim, superar dificuldades conceituais e estimular a participação efetiva dos alunos, tanto em sala de aula quanto em atividades extraclasse. Outro ponto importante deste trabalho está na integração planejada de plataformas digitais e experimentos práticos, consolidando um ambiente de aprendizagem interativo e dinâmico.

Dessa forma, esperamos que a presente dissertação possa contribuir para a literatura sobre o ensino de Física ao propor como a sala de aula invertida pode ser utilizada para ensinar as Leis de Newton, ao mesmo tempo em que aponta limitações e potencialidades da adoção de metodologias ativas em contextos escolares com restrições de tempo, recursos e domínio tecnológico dos estudantes.

#### **4. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AS ATIVIDADES UTILIZADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Neste capítulo, são abordadas as ferramentas que dão suporte e embasamento à sequência didática. A intenção é abordar os fundamentos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa, distinguindo entre os conceitos de Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica. Adicionalmente, aborda-se a relevância de atividades como experimentos, leituras e plataformas on-line educativas no ensino de Física.

##### **4.1 Teoria da Aprendizagem Significativa**

A Teoria da Aprendizagem Significativa está fundamentada no cognitivismo, seu estudo está centrado na mente humana e em seu processo de aquisição do conhecimento. Ausubel, identificado como a principal autoridade nesta abordagem teórica, sustenta a promoção e a facilitação da Aprendizagem Significativa, a qual ele conceitua como um processo no qual uma nova informação interage com conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do aprendiz, com conhecimentos já preexistentes, designados pelo autor como subsunçores (MOREIRA, 1999, p. 152).

Por estrutura cognitiva, compreende-se a organização e hierarquização dos conceitos no cérebro humano, estabelecendo conexões entre os conceitos específicos e os mais abstratos. Em outras palavras, a Aprendizagem Significativa, tal como denota o seu próprio nome, consiste na articulação de significado do novo conceito dentro do universo que o aluno já conhece, ou seja, através dos seus subsunçores. Os mesmos desempenham uma função crucial como ponto de referência para a nova aquisição de conhecimento (âncora), visto que, à medida que novas informações são assimiladas, as conexões essenciais para o processo de aprendizagem ocorrem de forma mais descomplicada.

Destaca-se que o subsunçor pode apresentar maior ou menor estabilidade cognitiva, bem como variar em sua diferenciação, ou seja, sua complexidade em termos de significados. Quando utilizado como uma ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio passa por transformações, incorporando novos significados (MOREIRA, 2012). Por outro lado, no processo de aprendizado em que não há conexões com os conhecimentos prévios, ou mesmo na ausência destes, ocorre a obtenção de um tipo de aprendizagem mecânica, tal como conceituada por Ausubel:

[...] a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos (MOREIRA, 1999, p. 154).

Moreira (1999) ressalta a Aprendizagem Significativa como o cerne do processo de ensino-aprendizagem, em virtude de seus inúmeros benefícios em comparação com a aprendizagem mecânica, uma vez que se revela mais duradoura e passível de ser transferida. Dessa forma, a aprendizagem significativa envolve a aplicação do conhecimento em contextos distintos do originalmente aprendido. Salienta-se que referido conhecimento permanece armazenado na estrutura cognitiva do aluno, para além das avaliações escolares. A aprendizagem mecânica é caracterizada pela assimilação de conhecimento sem a compreensão dos motivos e finalidades subjacentes, frequentemente limitada a contextos escolares específicos e sujeita a ser prontamente esquecida. Nesse contexto, o propósito do docente ao discorrer sobre conceitos deve ser a obtenção da Aprendizagem Significativa.

No entanto, tal circunstância não configura a Aprendizagem Mecânica como a antagonista do processo de ensino-aprendizagem; conforme os conceitos previamente expostos, a Aprendizagem Significativa consiste na interação entre a informação nova e os subsunçores. Analisando tais aspectos, é possível identificar que, em determinadas situações, a aprendizagem inicialmente mecânica se faz essencial e pode, então, direcionar o aluno rumo a uma Aprendizagem Significativa. Conforme mencionado por Darroz et al. (2015):

Para Ausubel, essas duas formas de aprendizagem se complementam na medida em que a segunda pode levar à primeira. Os subsunçores são adquiridos por um processo de formação de conceitos que se inicia no nascimento, no entanto, pode ocorrer a ausência de subsunçores para determinados assuntos. Nesse caso, a aprendizagem mecânica é necessária, pois ela ocorrerá até que alguns elementos de conhecimento relevantes em uma determinada área existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores.

Conforme Moreira afirmou em seu trabalho, é possível identificar três categorias de aprendizagem significativa: aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e combinatoria, as quais são determinadas pela forma como a nova ideia se relaciona ao subsunçor (MOREIRA, 1999). A aprendizagem subordinada se manifesta quando um conceito novo interage com um subsunçor já estabelecido. Já para Prass (2012), o referido procedimento pode se desenrolar de forma derivativa, em que o conhecimento adquirido representa simplesmente mais um caso daquilo que já está estabelecido, sem introduzir alterações significativas à ideia geral com a qual está associado; ou de forma correlativa, quando a nova informação assimilada expande o entendimento de algo já conhecido.

A aprendizagem superordenada ocorre quando se adquire um conceito mais abrangente do que o subsunçor. A aprendizagem combinatória é definida por Braga como:

[...] a nova informação não está hierarquicamente nem acima e nem abaixo da ideia já existente na estrutura cognitiva à qual ela se relacionou de forma não arbitrária e lógica. Este tipo de aprendizagem é de grande importância, por exemplo, quando, para o ensino de um determinado conceito, se faz uso de analogias. Neste caso, a nova ideia não é exemplo nem generalização do conceito, proposição ou ideia que lhe serviu como âncora, muito embora esta seja necessária para lhe dar sentido (Braga 2010, p. 27).

Conforme citado por Moreira (1999), a aprendizagem pode ocorrer por meio de duas abordagens distintas: a recepção, em que o novo conceito é apresentado em sua forma final, requerendo assim a internalização pelo estudante; ou a descoberta, que envolve a identificação de informações sobre o que será aprendido. Segundo o autor, a aprendizagem por recepção não implica em aprendizado passivo; ele ressalta que, em geral, não é necessário descobrir para aprender de modo significativo, embora essa abordagem possa motivar os estudantes. Destaca-se que o ensino centrado no aluno não se equivale à aprendizagem por descoberta e que esta última não conduz obrigatoriamente à obtenção de aprendizagem significativa.

Levando em consideração esses aspectos, constata-se que a metodologia de instrução, seja por via receptiva ou descoberta, não constitui o cerne da Aprendizagem Significativa, uma vez que sua efetivação está condicionada a determinadas circunstâncias. Assim, torna-se evidente que a função do docente requer centralização na implementação de métodos que facilitem o processo de aprendizagem, seja por intermédio de atividades que permitam ao discente explorar novos conceitos, ou por meio da receptividade, como visto em uma análise aprofundada seguida de discussão, na qual o aluno possa reestruturar conceitos e confrontá-los.

Dentro desse contexto, levando em consideração a relevância da atuação do docente na condução do processo de ensino-aprendizagem com ênfase na aprendizagem significativa, a TAS esclarece três aspectos imprescindíveis para a sua realização:

- *primeiro*: que o aprendiz tenha subsunçores relevantes em sua estrutura cognitiva para ancorar os novos conceitos;
- *segundo*: material potencialmente significativo: novos conceitos devem estar organizados de maneira não arbitrária e que seja relacionável com a estrutura cognitiva do estudante, ou seja, com seus subsunçores. Esse aspecto destaca um dos pontos-chaves da TAS: “[...] o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1968, apud MOREIRA, 1999, p. 163);

- *terceiro*: é a disposição do aprendiz em relacionar esse novo conceito.

No que diz respeito aos precursores, Ausubel sugere a utilização de organizadores prévios cuja finalidade é servir como intermediários entre o conhecimento existente do aprendiz e o conteúdo a ser ensinado, de modo a facilitar a aprendizagem ao atuarem como "pontes cognitivas" (MOREIRA, 2012).

Os organizadores prévios são materiais introdutórios que são apresentados anteriormente à introdução do novo conceito, tendo um grau específico de abstração, genericidade e exclusividade. Eles desempenham um papel crucial na ausência de subsunçores, podendo auxiliar na sua definição (MOREIRA, 1999). Para esse propósito, emprega-se de forma generalizada o conteúdo que será abordado, porém sem expor os novos conceitos. Acerca desse tema, Moreira e Masini (2011) defendem que, no caso de um material completamente não familiar, utiliza-se um organizador explicativo para promover subsunçores relevantes aproximados.

Dessa forma, surge a seguinte indagação: Como empregar os organizadores prévios? É possível utilizar uma variedade de atividades como organizadores prévios, tais como simulações computacionais, demonstrações, vídeos, textos, problemas do cotidiano, representações midiáticas, problemas tradicionais na disciplina de ensino, entre outros. O propósito consiste em estabelecer conexões cognitivas. Neste momento inicial, é essencial conceder oportunidade para os alunos expressarem seus conhecimentos, haja vista que contribuirão para as futuras aprendizagens.

No que tange ao material potencialmente significativo, os professores costumam questionar-se sobre a melhor maneira de tornar os conceitos facilmente compreensíveis para os seus alunos. Neste caso, a utilização de um material de importância substancial implica na organização dos conceitos abordados, dos instrumentos e das atividades de forma a facilitar o processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração os aspectos cognitivos dos alunos.

Com o intuito de alcançar esse objetivo, para além da utilização dos organizadores prévios como recursos introdutórios, Moreira (1999) identifica determinados princípios que podem auxiliar os professores na elaboração de materiais pedagogicamente significativos. Tais princípios incluem a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação.

A diferenciação progressiva consiste no procedimento de atribuição de novos significados a um determinado subsunçor resultante da utilização reiterada deste para conferir

significado a novos conhecimentos. Em termos pedagógicos, os conceitos devem ser abordados de forma a serem expostos inicialmente os conceitos mais amplos, seguidos, posteriormente, pelos conceitos mais detalhados. Como exemplo, é necessário que o aluno adquira o entendimento do conceito de Força, a fim de, posteriormente, compreender o conceito mais específico de Força Gravitacional.

A reconciliação integradora ocorre simultaneamente à diferenciação progressiva, consistindo no ato de relacionar e diferenciar os conceitos apresentados:

Diz respeito à forma com que se relacionam as ideias a serem apresentadas para o aluno, e como estas serão relacionadas por ele na sua estrutura cognitiva. O foco está na possibilidade de que eventuais semelhanças, diferenças e contradições não sejam devidamente trabalhadas ou elucidadas, de modo que o estudante pode deixar de fazer algumas 'conexões' interessantes, fazê-las erroneamente ou perdê-las com o tempo (PRASS, 2012, p. 33).

A disposição sequencial, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980), consiste na ordenação sucessiva dos tópicos ou unidades a serem tratados, com o intuito de melhorar a compreensão dos conteúdos. A consolidação implica na introdução de novos conceitos somente após a completa compreensão dos conceitos anteriores. Levando em consideração a importância de subsunções relevantes para a promoção da Aprendizagem Significativa, é fundamental que os conceitos assimilados sejam efetivamente internalizados na estrutura cognitiva do discente. Na escola, por vezes, a consolidação do aprendizado não é devidamente observada, em razão da limitação temporal e da extensão dos conteúdos a serem abordados. Dessa forma, ocorre a geração de um efeito dominó, no qual as dificuldades se acumulam, dificultando assim a assimilação dos conceitos subsequentes.

No que se refere à disposição do aprendiz, destaca-se o papel decisivo do estudante em assimilar o conhecimento de forma significativa ou simplesmente memorizá-lo (MOREIRA, 1999). Entretanto, a decisão é influenciada por diversos fatores que afetam determinados comportamentos, como aspectos cognitivos, falta de estímulos adequados, estímulos menos eficazes ou mesmo desafios ligados à aquisição do conhecimento.

É importante ressaltar que um aspecto adicional que pode afetar essa decisão é uma aula que não desperta o interesse do aluno, não o motiva a pensar, apenas o direciona a reproduzir respostas, juntamente com avaliações padronizadas. Neste caso, observa-se uma tendência para a repetição desse comportamento, por parte do aluno que acredita que simplesmente memorizar é o bastante. Prass (2012, p. 31), diz que:

Mesmo que o material (ou a aula) seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por simplesmente decorá-lo (aprendizado mecânico). Vários fatores

podem levar o estudante a este tipo de postura, desde o fato de estar acostumado com aulas e avaliações que exigem respostas idênticas a um gabarito pouco flexível e alheio às suas características individuais (como maturidade matemática e estilo de redação), até o fato de não ter tempo, estímulo ou material adequado para uma aprendizagem significativa.

Levando em conta esses elementos e os princípios para desenvolver um material didático significativo, pode-se introduzir em sala de aula atividades que promovam uma participação mais aprofundada dos alunos e incentive a reflexão, promovendo a conexão entre seu conhecimento prévio e o conteúdo que será aprendido, com o intuito de contextualizar e facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, é importante reconsiderar o método de avaliação, uma vez que, para promover uma Aprendizagem Significativa, abordagens rígidas e avaliações padronizadas podem não ser a forma mais eficaz de avaliar o progresso dos alunos. Importante notar que a avaliação da Aprendizagem Significativa possui uma abordagem distinta, uma vez que visa avaliar a compreensão, a assimilação de significados e a capacidade de aplicar o conhecimento em contextos não usuais.

Ausubel sugere elaborar perguntas e situações de uma maneira inovadora e pouco convencional, as quais demandem a máxima transformação do conhecimento já adquirido. Na perspectiva dele, os testes de compreensão devem ser redigidos de modo distinto e inseridos em um cenário que se diferencie, de certa forma, do contexto original encontrado no material de instrução (AQUINO FILHO; MACHADO; AMARAL, 2015).

As situações novas não devem ser propostas apenas no momento de avaliação, mas em todo o processo de aprendizagem, de maneira gradativa. No que se refere a avaliação, esta deve ser formativa, ou seja, não se limitar a uma avaliação final, mas ocorrer ao longo do processo de ensino-aprendizagem e, também, ela deve ser recursiva, ou seja, os erros dos alunos não devem ser ignorados, mas utilizados como um potencializador.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta uma sequência didática estruturada de acordo com os aspectos mais relevantes da TAS, entre eles, os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação na estruturação das aulas e, principalmente, nos momentos expositivos.

No que diz respeito ao assunto das Leis de Newton, nota-se que os alunos têm várias concepções e ideias sobre o tema, que surgem a partir de suas experiências cotidianas. Por esse motivo, foram empregados organizadores prévios para proporcionar ocasiões em que os alunos pudessem relembrar e compartilhar essas informações.

Ao longo das aulas, foram gradualmente sugeridas situações-problema. Assim, tornou-se imprescindível procurar diversas atividades que engajassem os estudantes, proporcionando-lhes um papel mais dinâmico dentro da sala de aula. Dessa forma, foram utilizadas atividades práticas, leituras, plataforma de estudo online e experimentos que serão abordados mais adiante.

#### **4.2 Atividades experimentais**

Refletir sobre a Aprendizagem Significativa nos leva naturalmente a considerar diferentes metodologias. Embora as aulas expositivas e os diálogos entre professor e aluno sejam valiosos, é fundamental incluir atividades em sala de aula que permitam aos estudantes se envolverem ativamente no processo de aprendizagem. Nesse contexto, é de extrema importância reconhecer o papel essencial das atividades experimentais, especialmente quando se trata do ensino de Física.

Embora sua presença seja limitada nas aulas de Física, a maioria dos professores reconhece e afirma a importância do desenvolvimento dessas atividades. Desse modo, além de incentivar os alunos, as atividades experimentais são vistas como uma característica inseparável do ensino de Ciências, conseqüentemente, da Física. Nessa perspectiva, as aulas experimentais estão alinhadas com os objetivos de um ensino voltado para a alfabetização científica, desenvolvendo a capacidade crítica.

Constata-se que a exigência desse enfoque metodológico se torna ainda mais patente na sociedade contemporânea, visto que há uma demanda de indivíduos, cidadãos e profissionais capacitados cientificamente, aptos a manusear a tecnologia e a apreender a relevância da Ciência em sua edificação.

Borges considera as aulas de laboratório como contextualizadoras e declara que negar a importância dos laboratórios no ensino de Ciências implica em desvincular o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas (BORGES, 2006, p.35).

Rosa (2003) ressalta que a Física possui na experimentação um importante aliado na busca por revelar essa natureza e que a experimentação sempre desempenhou um papel coadjuvante significativo no desenvolvimento da disciplina ao longo da história, evidenciando sua posição como ciência da experiência.

A utilização de atividades experimentais em uma sequência didática com enfoque na Aprendizagem Significativa requer uma reflexão mais aprofundada sobre seu emprego.

Ausubel indica que novas situações devem ser abordadas regularmente e não somente durante o processo de avaliação. Neste caso, o início de uma aula experimental através da apresentação de uma situação-problema pode se mostrar mais eficaz para explorar as potencialidades dessa atividade do que a simples comparação de dados numéricos ou medidas.

Rosa (2003) destaca que, embora seja evidente a influência das atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem em Física, é fundamental ter clareza e consciência dos objetivos estabelecidos, assim como estabelecer regras específicas para sua aplicação. Se assim não for feito, há o risco de que o laboratório didático se torne apenas mais uma estratégia de ensino frustrada.

Em outras palavras, a autora ressalta que o momento das atividades experimentais deve ser dedicado à reflexão do processo de ensino-aprendizagem, apresentando objetivos claros, e não deve ser considerado apenas como um momento de ilustração das aulas teóricas. Dentro desse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) destacam que:

[...] é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. (BRASIL, 1998, p. 122)

Além disso, no que diz respeito à utilização de atividades experimentais, destaca-se a importância de realizar questionamentos frequentes aos alunos. Giani (2010) salienta a relevância do planejamento de atividades. Para ela, os experimentos devem ser planejados de modo a promover a participação ativa do aluno no processo de coleta de dados, análise, discussão e formulação de hipóteses, com o propósito de potencializar o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

A autora ressalta que a problematização deve se fazer presente em todas as fases e que a resolução de uma situação-problema nem sempre conduz à sua solução; nesse cenário, o primordial não reside na resposta exata, mas sim no processo pelo qual o resultado foi alcançado: “[...] habitualmente o professor espera que o aluno obtenha um resultado correto. E se acaso isso não aconteça, normalmente, o professor desconsidera todo o processo de construção” (GIANI, 2010, p. 27).

A partir do equívoco do estudante, indagar sobre os rumos que o conduziram a tais conclusões pode revelar-se ainda mais enriquecedor. Com isso, evidencia-se que não apenas a avaliação deve ser um processo recursivo, mas também o ensino como um todo, uma vez que,

embora o erro seja frequentemente descartado, ele é fundamental para a aprendizagem, conforme indicado por Giani (2010):

Quando o aluno é capaz de perceber um erro é porque está atento, analisando as informações transmitidas e comparando-as com seu conhecimento adquirido. Sendo assim, os erros não devem ser ignorados, e sim valorizados para gerar reflexões e possibilitar o uso da capacidade de raciocínio, Giani. (2010, p. 28)

Na realização da presente sequência didática, as atividades experimentais foram empregadas com a finalidade de fomentar a problematização, a partir de diversas situações, com especial enfoque na discussão dos resultados em vez de uma análise quantitativa de dados. Com esse propósito, em certas atividades, foi solicitado aos alunos que registrassem em vídeo o procedimento e, em seguida, analisassem os resultados, com o intuito de promover a reflexão sobre os fenômenos.

### **4.3 Leituras**

A disciplina de Física no ambiente escolar é frequentemente vinculada à disciplina de Matemática pelos discentes. Para certos indivíduos, a Física e a Matemática são consideradas sinônimas, compartilhando um objeto de estudo comum que são os números. É sabido que atualmente, as investigações no campo da disciplina de Física frequentemente se concentram na resolução de problemas, o que a torna mais abstrata para os alunos e contribui para a transmissão dessa percepção aos estudantes.

Entretanto, a utilização excessiva de uma única metodologia pode acarretar prejuízos aos educandos, uma vez que não contempla todas as competências e habilidades requeridas, além de oferecer uma perspectiva limitada do conhecimento, seja de física ou de qualquer outra disciplina. Ricon e Almeida (1991) destacam que a leitura é uma responsabilidade atribuída a todas as disciplinas, destacando a autonomia na busca por novos conhecimentos, adquiridos por meio dela, Para eles "Bom leitor", o estudante continuará, em momento posterior e já além do ambiente escolar, ao buscar informações essenciais para a vida cidadã, ao verificar notícias, a dedicar-se aos estudos, ao aprofundar-se em um tema ou, simplesmente, dedicar-se à leitura pelo prazer de ler (RICON; ALMEIDA, 1991, p. 9).

Além disso, adicionalmente, observa-se a complexidade que os alunos enfrentam na interpretação, o que acaba impactando seu processo de aprendizagem. Assim, nota-se a relevância da leitura para o aluno no aprimoramento de habilidades como autonomia, senso crítico, compreensão, entre outras.

No ensino de Física, a leitura engloba igualmente a aquisição de uma linguagem científica, a qual é fundamental para a compreensão de conceitos. Dessa forma, ao promover a prática da leitura na disciplina de Física, é possível ampliar a compreensão da terminologia específica e dos conceitos que podem não ser habitualmente encontrados nos textos científicos redigidos em língua portuguesa. Como recurso, o docente pode buscar apoio no livro didático, o qual dispõe de uma variedade de leituras, ou explorar outras fontes, tais como revistas, jornais, textos de apoio, divulgação científica, artigos, etc.

Ricon e Almeida (1991) afirmam que distintos gêneros de textos literários podem ser empregados no ensino de Física, não somente com o propósito de motivar, mas também para promover a formação de atitudes, cuja responsabilidade é de todas as disciplinas promover sentimentos e emoções desejáveis, incentivar a curiosidade científica, desenvolver a consciência crítica, entre outros aspectos.

Apesar da relevância do material didático na promoção da leitura, Ricon e Almeida (1991) observaram que os estudantes do Ensino Médio enfrentam dificuldades na interpretação de textos que limitam as possibilidades de compreensão, como ocorre com os textos incluídos nos livros didáticos de Física, os quais frequentemente estão confinados a uma única significação.

Nessa perspectiva, o presente sequenciamento didático utiliza-se de textos com o propósito de fomentar a leitura e, conseqüentemente, abordar a linguagem científica. Para tal finalidade, procurou-se textos, tanto impresso como virtual, de compreensão acessível e que discorram sobre os conceitos de forma contextualizada. Por meio da leitura, os conceitos de massa e peso foram abordados, os quais frequentemente geram divergências, pois são comumente empregados pelos alunos no dia a dia como termos sinônimos, resultando em equívocos em relação ao conceito físico. Após cada leitura, foi realizado um debate com o objetivo de envolver os alunos, bem como para explicar com suas palavras o que entenderam sobre o tema e para partilhem outras situações que englobem esses conceitos.

O capítulo a seguir detalha a metodologia utilizada para elaboração e aplicação da seqüência didática proposta como produto educacional deste trabalho.

## **5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON**

O presente capítulo tem por finalidade detalhar a sequência didática e o roteiro de sua aplicação junto a uma turma de primeira série do Ensino Médio. Com o propósito de fazê-lo, primeiramente a sequência didática é descrita, em seguida, as especificidades da instituição de ensino e da turma escolhida para sua implementação. Posteriormente, é apresentado o programa da aplicação da sequência didática e, no final, são descritos os encontros realizados.

### **5.1 Sequência didática Leis de Newton**

A sequência foi elaborada com base na perspectiva da TAS, uma vez que apresenta em seus princípios a promoção do diálogo em ambiente escolar, bem como o reconhecimento das vivências dos discentes.

Nesse sentido, as atividades propostas tiveram início a partir de situações-problema, valendo-se de uma atividade como organizador prévio com o objetivo de conectar os conhecimentos previamente adquiridos pelos estudantes.

Ao abordar os conceitos, foram considerados os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. Desse modo, buscou-se analisar os conceitos gerais antes de se aprofundar nos específicos, retomando os aspectos cruciais, estabelecendo relações e distinções entre eles. No desfecho da situação-problema inicial, foram apresentadas aos estudantes novas situações-problema, as quais se apresentam em níveis de complexidade progressivamente mais elevados.

Com o intuito de engajar os discentes, foram empregadas diversas atividades, tais como atividade de casa para ser pesquisados na internet, em sites e plataforma educacional Seneca e Khan Academy, leitura de textos impressa e virtual que revisitam conceitos e a história das ciências, exibição de vídeos que exploram situações do dia a dia onde se manifestam os fenômenos físicos estudados, experimentos práticos que demonstram Leis de Newton. Essas atividades serviram como instrumentos para a realização de debates, bem como para a análise dos fenômenos.

#### **5.1.1 Aplicação em sala de aula**

A aplicação da sequência didática transcorreu no período compreendido entre abril e julho de 2024, em uma instituição de ensino estadual, situada no município de Monteirópolis/AL, a qual conta atualmente com aproximadamente 406 alunos nos três turnos. Sendo ofertado no período diurno, desde o primeiro ano até a terceira série do Ensino Médio, e no período

noturno a escola atende à Educação de Jovens e Adultos, na modalidade de Ensino Médio. A instituição educacional está situada no centro do município de classe média baixa e recebe estudantes residentes na localidade, bem como discentes de áreas adjacentes e povoados do município de Monteirópolis, e dispõe da colaboração de aproximadamente 47 funcionários.

Vale ressaltar que os alunos desta escola são na sua maioria oriundos de povoados do município citado acima, apresentam uma carência afetiva, baixa autoestima e dificuldades na aprendizagem, devido ao meio social em que estão inseridos. Nos últimos anos os pais tiveram uma participação maior na vida escolar e na visita dos mesmo a instituição e sendo assim, o acesso à escola tornou-se maior que nos últimos anos.

Apesar do aumento dos alunos na escola, a maioria tem influências culturais dos pais através de hábitos e costumes de trabalho de culturas agrícolas e manuseio de como lidar no campo. Assim, 50% dos alunos são de comunidades quilombolas e, além disso, 60% dos alunos são negros e pardos.

Outro fato importante a ser considerado neste estudo é a localização do município, Monteirópolis está localizada no médio sertão de alagoas, na microrregião da Batalha, limitando-se com São José da Tapera, Palestina, Jacaré dos Homens e Olho D'Água das Flores, está a 200 metros acima do nível do mar. Sua população é de 7184 habitantes (dados do IBGE-2022), tem uma área de 86604 km<sup>2</sup> ficando a 220 km da capital, tendo acesso pela AL 220 e AL 105.

Também vale ressaltar que a economia de Monteirópolis, em linha gerais, é mantida pelos vínculos empregatícios que a maioria possui com o Estado, com o próprio município e por beneficiários do INSS, Programa de distribuição de renda como Programa Bolsa Família, comercio local que nos últimos anos aumentaram, além da Agropecuária que tem como principais produtos o milho, feijão, mandioca e pecuária.

A instituição de ensino dispõe de uma estrutura razoável, composta por 6 salas de aula, um laboratório de informática equipado com 12 computadores em perfeitas condições, 2 net-books, conexão à internet, biblioteca, entre outros recursos. A escola não dispõe de um laboratório de Ciências, assim como não dispõe de materiais relacionados à disciplina de Física.

O propósito da instituição educativa consiste em fomentar uma formação integral dos jovens e dos adultos através de um processo pedagógico eficaz que respeite a diversidade dos indivíduos envolvidos no contexto educacional. Dessa forma, busca-se a construção do saber, ao mesmo tempo em que se promove o desenvolvimento de sujeitos dinâmicos, criativos,

críticos e transformadores, engajados com questões sociais e a cidadania, capacitando-os para o trabalho em equipe e conscientizando-os sobre a importância do aspecto individual e coletivo.

Nesse contexto, a instituição educacional busca engajar os discentes por meio de atividade de integração como expo-literatura. Esta e outras atividades são realizadas ao longo do ano acadêmico, sendo abordadas simultaneamente com os conteúdos, em diversas áreas. Como público-alvo da pesquisa, foram selecionados 89 estudantes com idades compreendidas entre 15 e 17 anos, pertencentes a duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, os quais, em sua maioria, frequentam a mesma instituição de ensino desde os primeiros anos do Ensino Fundamental.

Vale ressaltar que o produto educacional foi aplicado apenas em uma turma com um total de 43 alunos, aqui chamada de turma experimental. A segunda turma, chamada de turma controle, serviu para comparação de resultados onde a metodologia aplicada foi a expositiva, centrada no professor, ou seja, aula tradicional.

No que concerne ao desempenho acadêmico, apesar da maioria ter concluído o ensino fundamental na mesma escola, a turma não demonstra homogeneidade, visto que a maior parte dos alunos exibe um desempenho moderado, havendo estudantes com rendimento tanto elevado quanto reduzido. Além disso, alguns discentes têm apresentado frequência ausente ao longo do ano, o que compromete o acompanhamento dos conteúdos e impacta negativamente em seu processo de aprendizagem.

Em relação à disciplina de Física, na qual foi elaborada a aplicação do produto educacional, esta possui uma carga horária de um período semanal de 50 minutos de aula, tendo em vista redução da carga horário proposta pelo novo ensino médio. Infelizmente, com essa redução da carga horário de física, além das paradas da aula por interesse da gestão, isso prejudicou a realização eficiente desta pesquisa. No total, ocorreram 6 reuniões, com duração de 50 minutos cada uma.

### **5.1.2 O programa da Sequência didática para o ensino das Leis de Newton**

A sequência didática foi aplicada ao longo de seis encontros de 50 min cada. No Quadro 1, o programa é apresentado juntamente com a descrição do número de encontros e períodos destinados à implementação da sequência didática, bem como as ações relacionadas à TAS e as atividades propostas em cada uma delas.

Quadro 7 – Programa.

Encontro	Nº de Períodos	Ações Relacionadas à TAS	Atividades Propostas
1	1	Resgate dos conhecimentos prévios	Pré-teste. Vídeos. Questionário. Debate.
		Organizador prévio	Experimento: Torre da inércia.
2	1	Organizador prévio	Atividade com figuras referente à presença das forças. Questionário sobre peso e massa. Debate.
		Situação-problema inicial	Questionamento: Onde as forças estão presentes no nosso cotidiano?
		Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Leitura de textos sobre as forças. Leitura de texto sobre peso e massa.
3	1	Discussão do conteúdo (Reconciliação integradora)	Atividade Experimental: Análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies. Atividade experimental: Análise do movimento de um bloco submetido a forças diferentes.
		Situação-problema 2	Questionamento: Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo? Questionamento: Qual a relação entre força, massa e aceleração?
		Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Aula expositiva e dialogada: Leitura sobre a primeira e segunda Lei de Newton.
4	1	Situação-problema 3	Questionamento: Qual a consequência para um corpo que aplica uma força sobre o outro?
		Organizador prévio	Foguetes de balão/carrinho de balão.
		Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Apresentação expositiva e dialogada utilizando o Power Point sobre as três leis de Newton.
5	1	Atividade de sistematização (Reconciliação integradora)	Questões para debate em duplas.
		Atividade de sistematização (Reconciliação integradora)	Questões e debate Jogo futebol Leis de Newton
		Avaliação em grupos	Seminário: Apresentação dos alunos
6	1	Avaliação individual	Pós-teste

Fonte: Elaboração própria.

## 5.2 Descrição dos encontros

As atividades que foram realizadas em cada encontro durante a aplicação da sequência didática proposta tiveram a duração de 50min. Esse tempo, em geral, foi dividido em duas partes de 25min, mas pode ser dividido em outra proporção conforme o desenvolvimento das atividades. Durante o encontro, no momento do relato, são priorizados os aspectos metodológicos em relação aos conteúdos desenvolvidos, relacionando as atividades com a TAS.

### 5.2.1 Encontro 1

O primeiro encontro foi iniciado com o recolhimento dos termos de consentimento (Apêndice A), que foi entregue na aula anterior e discutido com os estudantes sobre o objetivo do produto educacional e quais ferramentas seriam usadas para o desenvolvimento dessa sequência didática (sala de aula invertida, plataforma Seneca, plataforma Khan Academy, experimento, vídeos e textos, etc.), bem como, sobre a importância da participação efetiva e frequência nas aulas, da participação efetiva nas plataformas Seneca e Khan Academy, uma vez que serão usadas em todos os encontros, assim, servirão como apoio didático teórico. Após o recolhimento do termo de consentimento, foi aplicado o pré-teste (Apêndice B) com 5 questões, com objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos educandos sobre as Leis de Newton, e teve uma duração de 15min.

Logo após o pré-teste, teve início o segundo momento do encontro, com duração de 35min, que foi dividido em duas partes. Na primeira parte foi proposto um debate sobre dois vídeos: Acidente de trânsito sem cinto de segurança e Comercial sobre o uso do cinto de segurança que abordam a importância do cinto de segurança, um deles apresenta uma situação de um acidente onde um dos passageiros não usa cinto de segurança, sendo lançado para frente, e o outro é um comercial que demonstra a função e a importância do cinto de segurança. O debate sobre os vídeos ocorreu em equipe, e depois no grande grupo.

Após os discentes assistirem aos vídeos, para fomentar a discussão entre eles, foi utilizado um questionário com algumas perguntas norteadoras para instigar os estudantes. Desse modo, o objetivo do questionário foi estimular os alunos a externalizarem seus conhecimentos prévios sobre o tema:

- a) As pessoas no carro se encontram em movimento ou em repouso em relação à estrada?
- b) Quando acontece a colisão o que acontece com a pessoa usando o cinto?

- c) E com as pessoas que não estão usando cinto?
- d) Por que a pessoa que usa o cinto não é lançada para frente?
- e) Por que a pessoa que não usa o cinto é lançada?

Na segunda parte, foi usado um experimento Torre da Inércia (Apêndice C), como um organizador prévio, a fim de resgatar os subsunçores dos estudantes relacionadas ao conceito de inércia e criar pontes cognitivas que subsidiará o novo tema abordado.

O experimento consiste em uma torre formada por blocos de madeira e cartas empilhadas, nessa sequência, conforme mostrado Figura 3. O objetivo é que os alunos tentem remover as cartas sem derrubá-la. Em seguida, foi montada outra torre usando copos de plástico no lugar de blocos. Ao fim da atividade, foi feito um debate sobre as dificuldades e facilidades encontradas no jogo. Em seguida, uma nova situação-problema, mais complexa, foi apresentada aos estudantes: “Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo?” Essa situação-problema foi utilizada com o intuito de identificar a necessidade da existência de uma força resultante para mudar o estado de movimento de um corpo, que será tema do próximo encontro.

**Figura 3 – Torre da Inércia.**



Fonte: elaboração própria.

Por fim, foi discutida a primeira lei de Newton, bem como, foi apresentado o tema do segundo encontro: “localize as forças presentes nas imagens sobre fatos do nosso cotidiano”. Para a realização desta atividade, como tarefa de casa e suporte teórico, os alunos deverão usar a plataforma Seneca, a plataforma Khan Academy, bem como, foram indicados sites para pesquisar na internet sobre o tema citado e para ser discutido no encontro seguinte.

### 5.2.2 Encontro 2

Esse encontro foi dividido em duas partes com a intenção de discutir sobre a presença de forças no dia a dia. Para isso, foi utilizada como referência a atividade “Localize as forças presentes nas imagens sobre fatos do nosso cotidiano” (Apêndice D) que teve como objetivo observar e analisar algumas figuras, dentre elas: uma pessoa caindo de paraquedas, um bloco sendo empurrado, um jarro de flores sob a mesa e uma pessoa caminhando. Neste sentido, a ideia desse encontro foi fomentar a compreensão crítica de observação dos docentes e, ao mesmo tempo para que os estudantes identificassem as forças presentes, usando seus conhecimentos prévios sobre vetores.

A primeira parte da atividade foi dividida em grupos, onde cada um analisou as figuras entre si e respondeu ao que se pedia no problema, conforme exibido na figura 4. A atividade foi organizada de forma prévia, com o objetivo de resgatar os subsunçores dos alunos em relação ao conceito de força e sua aplicação no nosso dia a dia, com o objetivo de estabelecer pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e o que será ensinado.

**Figura 4 - Presença de forças no dia a dia.**



Fonte: elaboração própria.

Diante dos resultados alcançados e dos conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores, os alunos foram questionados, inicialmente, com o objetivo de introduzir e instigar os estudantes a discutirem o tema que será abordado nos próximos encontros: “Em que medida as forças estão presentes no nosso dia a dia?” Este questionamento tem como premissa a

necessidade de identificar a presença de forças em diversas situações, tais como: um bloco em repouso, uma pessoa caminhando, um pássaro flutuando, etc.

Para trabalhar a situação-problema e a abordagem do conteúdo, com base no princípio de diferenciação progressiva proposto pela Teoria da Aprendizagem Significativa, os alunos utilizaram, como atividade de casa, proposta no primeiro encontro, como suporte teórico, a plataforma Seneca, a plataforma Khan Academy, sites e um texto que foi apresentado na aula (Apêndice E), que apresenta diversas forças presentes no dia a dia, tais como: gravidade, empuxo, força normal, atrito, etc. Após a leitura foi feito um debate no grande grupo, tendo como objetivo discutir o conceito de força e diferenciar as diversas interações que ocorrem entre os corpos. Por fim, retoma-se a atividade das figuras para verificar as forças presentes em cada situação utilizando a leitura como apoio, para isso, no grande grupo e de maneira colaborativa, cada figura foi analisada, corrigindo os erros e acrescentando as forças que não haviam sido apontadas pelos estudantes.

Na segunda parte do encontro, prosseguiu-se a discussão. Os alunos receberam um texto para leitura que trata dos conceitos de peso e massa (Apêndice F). Considerando o princípio da organização sequencial, os conceitos devem ser trabalhados de forma a facilitar o entendimento. Dessa forma, um dos objetivos foi discutir e diferenciar os conceitos de peso e massa, que são fundamentais para compreender a Segunda Lei de Newton. Em seguida, os estudantes discutiram a importância da leitura em grupo e sobre o tema proposto. O quadro foi usado para diferenciar os conceitos, apontando as características de cada um deles ao longo do texto. O segundo objetivo desta atividade foi calcular o peso de um corpo na Terra e na Lua, a fim de verificar a diferença entre os valores e enfatizar a influência da aceleração gravitacional sobre o corpo. Logo após, os estudantes responderam um pequeno questionário sobre o texto (Apêndice G) com o objetivo de discutir e enfatizar os aspectos mais relevantes dos conceitos abordados, permitindo a reconciliação integradora.

Após o debate, foi discutido o conceito de peso e massa, bem como o tema do terceiro encontro, que será a 2ª lei de Newton. Como suporte teórico, será realizada uma atividade experimental. Como atividade de casa, os alunos devem usar a plataforma Seneca, a Khan Academy e pesquisar na internet sites índicos sobre o tema.

### **5.2.3 Encontro 3**

O terceiro encontro também foi dividido em duas partes. Na primeira, propôs-se uma atividade experimental: analisar o movimento de um bloco com diferentes superfícies, bem

como analisar o movimento de um bloco submetido a forças diferentes (Apêndice H), uma vez que é necessário estabelecer os organizadores prévios para a abordagem da Segunda Lei de Newton. No primeiro caso, o objetivo foi abordar a existência de forças que se opõem ao movimento, especialmente a existência do atrito, retomando as características mais relevantes e promovendo a reconciliação integradora dos temas abordados. O segundo caso teve como objetivo observar que a força gerada aumenta a aceleração. Dessa forma, o objetivo da atividade foi registrar o tempo gasto pelo bloco para percorrer o trajeto, aumentando a massa do bloco em movimento a cada nova situação.

A turma foi dividida em dois grupos, cada um tendo a responsabilidade de conduzir um experimento utilizando blocos, como mostra a Figura 5, com fixadores e dois blocos ligados por uma corda, sendo que um dos blocos apresenta superfícies de porosidades diferentes. Devido à falta de tempo, o equipamento foi montado com antecedência para facilitar a execução da atividade.

**Figura 5 - Registro para análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies.**



Fonte: elaboração própria.

A atividade experimental teve como objetivo registrar o tempo em que o bloco percorreu o percurso, alterando a superfície do bloco em contato com a mesa em cada análise, bem como, aumentando a massa do bloco em movimento em cada nova situação. Os alunos foram solicitados a filmar o experimento e, posteriormente, analisarem as filmagens para registrar o tempo em cada situação. Ao final da atividade, houve um debate sobre os conceitos de atrito e força.

Logo após a discussão, os estudantes receberam a última situação-problema da sequência didática: Qual a relação existente entre a força, a massa e a aceleração? A partir dos dados obtidos na atividade experimental permitiu uma conversa com os estudantes sobre a Segunda Lei de Newton.

Para aprofundar a discussão dos conceitos, os alunos receberam um texto sobre a segunda lei de Newton (Apêndice I), que apresenta os seguintes questionamentos: Que tipo de carro acelera mais? O texto apresenta uma comparação entre três modelos de carro com diferentes potências e massas, resultando em um tempo de aceleração diferente para cada um deles. O objetivo desta leitura foi promover uma discussão mais aprofundada sobre a relação entre massa, força e aceleração, retomando os aspectos apresentados na atividade experimental da aula que permitiu observar a relação entre a força e a aceleração. Após a leitura, os estudantes responderam a uma atividade sobre alguns conceitos (Apêndice J) que, posteriormente, foi discutida pelo grande grupo.

Na segunda parte, a situação-problema anterior foi retomada. Como recurso didático, realizei uma apresentação de slides utilizando o PowerPoint, apresentando novas situações relacionadas aos conceitos de inércia e força. O objetivo era abordar os conceitos de forma relevante e, para isso, iniciou-se a apresentação questionando os estudantes sobre situações que dizem respeito ao movimento dos corpos:

- a) O que faz um corpo cair em direção à Terra?
- b) Por que os objetos começam a se mover?
- c) O que faz com que um corpo deixe de exercer um movimento?
- d) O que faz com que um objeto em movimento altere a sua velocidade?

Após a análise dos resultados desta atividade, com base no princípio de diferenciação integradora da TAS, retoma-se o conceito de força já trabalhado nas aulas anteriores, ampliando a discussão e diferenciando-o do conceito de força resultante. Nessa aula, também foram discutidas as forças de contato e forças de campo, bem como as situações em que a força resultante é nula. Dessa forma, foi apresentado o conceito de inércia, bem como sua relação com a massa, apresentando exemplos cotidianos que podem ser observados, além do conceito de referencial inercial.

Por fim, foi apresentado o tema do quarto encontro, que tem como premissa discutir o conceito de Ação e Reação usando um experimento de baixo custo, bem como reforçando a

utilização, como suporte teórico, das plataformas Seneca, Khan Academy e sites indicados para pesquisar na internet sobre o tema proposto, como atividade de casa. Além disso, a turma foi dividida em grupos, onde cada grupo ficou responsável por uma das leis de Newton, e cada grupo fará um minisseminário de apresentação.

#### 5.2.4 Encontro 4

O quarto encontro também teve duração de 50 minutos e foi dividido em duas partes. O objetivo foi discutir o conceito de Ação e Reação. A aula começou com uma nova questão: Qual a consequência de um corpo que aplica uma força em outro?

Para iniciar o debate sobre o tema proposto, a turma foi dividida em duas equipes, conforme detalhes na Figura 6. Elas receberam os materiais necessários para a confecção de um foguete e um carrinho de balão de sopro (Apêndice L). O objetivo era observar que um corpo que aplica uma força recebe outra de mesma intensidade, direção e sentido contrário. Após a construção do foguete e do carrinho, o grupo lançou o balão e carrinho, variando a quantidade de ar em cada lançamento.

Figura 6 - Divisão da turma em grupos e aplicação do experimento



Fonte: elaboração própria.

Na segunda parte, foi aplicada uma avaliação que consiste em um minisseminário de apresentação. Para isso, no encontro anterior, os estudantes foram divididos em grupos e houve um sorteio para determinar o tema. Cada grupo foi designado para fazer uma apresentação de uma das Leis de Newton, sendo um dos grupos encarregados de pesquisar sobre a bibliografia de Issac Newton. O objetivo deste minisseminário foi despertar a curiosidade dos estudantes,

com base nos temas abordados, buscando novas situações cotidianas que envolvam as Leis de Newton, podendo, para isso, usar diversos recursos, como cartazes, experimentos, vídeos, Power Point, etc.

Após a organização das apresentações, encerrou-se a discussão sobre Ação e Reação com uma explanação utilizando o PowerPoint. O objetivo era aprofundar o entendimento dos estudantes sobre este conceito, apresentando as diferenças e as semelhanças entre a força de Ação e Reação, bem como situações nas quais este princípio pode ser observado, tendo em vista a diferenciação progressiva.

### 5.2.5 Encontro 5

Nesse encontro, os alunos receberam uma atividade avaliativa que deveria ser respondida em grupo (Apêndice M), conforme mostra a figura 7. Essa etapa favoreceu o estímulo ao entendimento das leis de Newton, além de permitir que os estudantes refletissem e retomassem os tópicos mais relevantes dos conteúdos abordados, permitindo a reconciliação integradora da TAS. Para atingir esse objetivo, foram selecionadas questões contextualizadas, que incentivassem o debate entre os estudantes, ao invés de enfatizar problemas matemáticos.

**Figura 7 – aplicação da atividade em dupla.**



Fonte: elaboração própria.

Esse encontro também permitiu ao professor identificar possíveis dificuldades na compreensão dos conceitos estudados. Dessa forma, tendo em vista o princípio de consolidação da

TAS, as atividades de sistematização são importantes para identificar possíveis dificuldades e auxiliar o professor a elaborar estratégias para superá-las. Neste encontro, após a atividade, houve uma discussão sobre as questões propostas, com o objetivo de aperfeiçoar o entendimento dos estudantes sobre os conceitos abordados anteriormente. Dessa forma, a atividade foi organizada antes, com o objetivo de resgatar os subsunçores dos alunos em relação ao conceito estudado anteriormente sobre as leis de Newton e suas aplicações no nosso dia a dia, com o objetivo de estabelecer pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e o que será ensinado.

Por fim, seria realizado como atividade final de sistematização um jogo de futebol, onde os alunos seriam solicitados a jogar futebol de campo sobre as Leis de Newton. A sala de aula representaria um campo de futebol, composto por duas equipes com 11 estudantes de cada lado. O jogo deveria ter início após uma disputa de par ou ímpar, para decidir qual equipe responderia inicialmente aos desafios durante a partida, cada jogador deveria lançar a bola para o próximo jogador da equipe se acertasse a pergunta, caso contrário, a bola seria repassada para o time adversário. O vencedor será aquele que responder a todas as questões, ou seja, aquele que conseguir fazer o gol. No enantato, pela redução do currículo de física, provocado pelo novo ensino médio, bem como pelas paradas das aulas pela gestão, essa atividade não foi aplicada.

### **5.2.6 Encontro 6**

O sexto encontro foi um momento de avaliação final, onde os estudantes responderam ao pós-teste (Apêndice N), que apresenta novas situações sobre os conceitos estudados. A avaliação desta sequência didática procura indícios de Aprendizagem Significativa, tendo em vista a capacidade dos estudantes de explicar e usar os conceitos aprendidos em uma nova situação-problema.

Dessa forma, além da avaliação final (pós-teste) e do pré-teste, que permitiram observar a evolução dos conceitos, a avaliação também foi contínua, acompanhando o desenvolvimento das outras atividades propostas na sequência didática. É importante salientar que os alunos não foram avaliados apenas nos aspectos cognitivos, mas também em todos os aspectos formativos relevantes para a construção da aprendizagem, mediante a observação da postura e participação nas atividades em sala de aula e extraclasse.

### **5.3 Alguns aspectos Metodológicos**

A presente pesquisa é um estudo do tipo pesquisa-ação, pois trata-se de uma estratégia que pode ser adotada por professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar seus

resultados para aprimorar seu ensino e, em decorrência, de alguma forma melhorar o aprendizado de seus alunos. Ou seja, trata-se de um problema social que será investigado através da prática do professor/pesquisador (GIL, 1999, p. 56).

Neste sentido, com a pesquisa-ação buscar-se entender as mudanças que permitem que os alunos tenham um papel mais ativo e participativo nas aulas, sendo incentivado a buscar o conhecimento por conta própria antes de discutir o conteúdo com seus colegas e o professor. Dessa forma, o tempo em sala de aula é utilizado de maneira mais eficiente, propiciando debates, esclarecimento de dúvidas e atividades colaborativas que consolidam o conhecimento adquirido de maneira independente.

Assim, quanto à abordagem, o presente estudo caracteriza-se como qualitativo, definida por Gerhardt e Silveira (2006), como:

“A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” ressalta ainda que “A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (GERHARDT; SILVEIRA, 2006, p. 31).

Nesse contexto, para a realização deste trabalho, foi pensado a pesquisa qualitativa, uma vez que se preocupa com o progresso do processo, não somente com o produto final. Além disso, permite a verificação de dados que dificilmente poderiam ser quantificados, o que torna a análise mais enriquecedora e responde ao questionamento inicial desta pesquisa: quais as potencialidades e os limites de uma sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa para a abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio? Este estudo também se dedica à avaliação de possíveis mudanças comportamentais dos estudantes e utiliza-se de instrumentos para coletar informações, como o pré-teste e o pós-teste, diário de bordo, além de uma turma controle que servirá para comparar os resultados obtidos.

O pré-teste (Apêndice B) e o pós-teste (Apêndice M) são perguntas que relacionam os mesmos conceitos, mas apresentam problemas diferentes. O objetivo é apresentar novas situações, pois, de acordo com Ausubel, é uma forma de obter indícios de Aprendizagem Significativa. Assim sendo, é importante lembrar que a avaliação da Aprendizagem Significativa se concentra na compreensão e percepção de significado em situações novas.

Um recurso importante na formação inicial e continuada do professor é o diário de bordo. Ele é uma ferramenta metodológica essencial, pois possibilita a reflexão, a independência e o desenvolvimento de novas práticas, especialmente no ensino de física. Isso possibilita

uma ampla gama de saberes e práticas didático-pedagógicas, uma vez que seu uso é essencial. Além disso, o seu uso

permite refletir sobre o ponto de vista do autor e sobre os processos mais significativos da dinâmica em que está imerso. É um guia para reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução sobre seus modelos de referência. Favorece, também, uma tomada de decisões mais fundamentadas. Por meio do diário, pode-se realizar focalizações sucessivas na problemática que se aborda, sem perder as referências ao contexto. Por último, propicia também o desenvolvimento dos níveis descritivos, analítico-explicativos e valorativos do processo de investigação e reflexão do professor. (Porlán; Marín, 1997, p. 19-20)

Neste sentido, o Diário de Bordo consiste no registro feito pelo professor no decorrer das aulas. Zabalza (2004) conceitua os diários como: “documentos em que os professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo em suas aulas” (ZABALZA, 2004, p. 13).

O uso do diário como instrumento de pesquisa, Zabalza (2004), salienta que a sua contribuição deve ser analisada com base nas suas características próprias. É um recurso que oferece um grande número de dados, desde dados para análise, descrições para reflexões, extratos de documentos para interpretações pessoais e até histórias sobre fatos passados para hipótese. No entanto, tais registros são testemunhos de uma perspectiva particular, o que não diminui seu valor para pesquisa. No entanto, o escritor pede que o pesquisador leve em conta a natureza subjetiva desses dados.

Para discussão e análise dos dados, utiliza-se a análise de conteúdo apresentada por Laurence Bardin. A autora define essa técnica como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Dessa forma, a análise de conteúdo, conforme apresentada por Laurence Bardin, é uma abordagem metodológica rica para a interpretação de dados qualitativos. Ela envolve uma série de etapas sistemáticas que permitem categorizar e interpretar a informação, transformando o conteúdo bruto em dados compreensíveis e significativos. A autora propõe três etapas na análise de conteúdo: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A pré-análise consiste na organização inicial dos dados, segunda a autora, normalmente envolve uma leitura flutuante, que consiste no primeiro contato do pesquisador com os

documentos, seguida da escolha dos documentos, da formulação das hipóteses e objetivos e da elaboração dos indicadores.

Segundo a autora, a organização inicial dos dados geralmente envolve uma leitura variável, que é o primeiro contato do pesquisador com os documentos, seguido pela seleção dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos e elaboração dos indicadores. Bardin (2011), ressalta a que escolha dos dados, devem seguir algumas regras:

- ✓ Exaustividade: deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada;
- ✓ Representatividade: a amostra deve representar o universo;
- ✓ Homogeneidade: os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por indivíduos semelhantes;
- ✓ Pertinência: os documentos precisam adaptar-se ao conteúdo e objetivo da pesquisa;
- ✓ Exclusividade: um elemento não deve ser classificado em mais de uma categoria.

A exploração do material é a fase de categorização, que envolve a codificação e a classificação e agregação das informações em categorias. De acordo com a autora, essas categorias podem ser criadas previamente ou definidas durante a exploração do material. No entanto, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação é a etapa final da análise de conteúdo. Essa etapa consiste em captar os conteúdos presentes em todo o material coletado, utilizando a reflexão e a crítica.

A análise de conteúdo permite uma compreensão rica e detalhada dos dados, indo além das aparências superficiais. É uma ferramenta poderosa na pesquisa qualitativa, essencial para revelar as nuances e complexidades dos dados coletados.

Nesse sentido, após cada encontro, registrou-se no Diário de Bordo todas as atividades realizadas no contexto escolar, bem como, o comportamento dos estudantes durante esse período.

A seguir serão apresentados os resultados e discussões obtidos a partir da aplicação do produto educacional, ou seja da sequência didática, na turma experimental.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA PESQUISA**

Ao aprofundar-se nas interseções entre pedagogia moderna e ferramentas tecnológicas, busca-se não apenas avaliar os benefícios tangíveis para a educação, mas também compreender as implicações a longo prazo para o futuro do aprendizado. Com este trabalho esperamos contribuir mais um pouco para a compreensão de como produtos educacionais no ensino de física podem mitigar dificuldades no campo do ensino de física, preparando o terreno para uma nova era de conhecimento acessível e personalizado aos nossos estudantes.

Neste contexto, os estudos realizados proporcionaram o desenvolvimento de um produto educacional, que acompanha esta dissertação, e é destinado à aplicação na educação básica. O material foi concebido para que outros docentes possam se beneficiar dele e, dessa forma, possibilitar avanços na relação ensino-aprendizagem dos estudantes.

A sequência didática buscou dados através de duas turmas de primeiro ano do ensino médio, onde em uma foi aplicado o ensino tradicional e na outra foi aplicado o produto educacional, e em ambas as turmas foi aplicado um pré-teste, um pós-teste, além da adoção de Diário de Bordo da turma experimental. Essas informações foram analisadas de acordo com o que Bardin (2004) propôs.

Os resultados da investigação conduzida durante a aplicação da sequência didática proposta são apresentados procurando analisar qualitativamente às vantagens e limitações de uma sequência de ensino embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa para abordar as Leis de Newton no contexto do Ensino Médio.

### **6.1 Análise e discussão dos dados**

Para análise dos dados, estruturou-se a pesquisa em duas partes: na primeira parte é apresentada a análise do Diário de Bordo, na segunda parte são analisados o pré-teste e o pós-testes dos estudantes aplicado nas duas turmas.

#### **6.1.1 Diário de Bordo**

Para a análise dos registros no Diário de Bordo e dos dados coletados na pesquisa, foram criadas categorias a priori. As categorias selecionadas foram obtidas a partir da análise dos registros, de acordo com os aspectos que se desejam observar nas aulas: participação/motivação dos estudantes, convívio social e postura dos alunos diante de novas metodologias. Em seguida, apresentam-se e discutem-se os registros do Diário de Bordo.

### 6.1.1.1 Participação/motivação dos estudantes

A participação dos alunos durante as aulas é crucial para o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, na proposta elaborada a partir da TAS, os estudantes foram convidados a expor seus conhecimentos e atividades que promovessem o debate e a reflexão.

Para obtenção do conhecimento proposto neste produto educacional, foi usado experimentos e a metodologia sala de aula invertida, uma vez que essa abordagem pedagógica ganhou atenção significativa devido ao seu potencial para promover uma compreensão mais profunda, engajamento ativo e experiências de aprendizagem personalizadas para os alunos. O objetivo central desta investigação é projetar e validar uma sequência didática abrangente que integre perfeitamente o modelo de sala de aula invertida no ensino e aprendizagem das Leis de Newton.

Desse modo, os alunos têm a oportunidade de internalizar conceitos em seu próprio ritmo, revisando materiais conforme necessário e buscando recursos adicionais para esclarecer dúvidas. Isso é particularmente vantajoso para estudantes que podem não acompanhar o ritmo típico de uma aula tradicional. Além disso, o tempo em sala de aula se torna mais produtivo e dinâmico, sendo reservado para a aplicação prática do conhecimento, debates aprofundados e resolução colaborativa de problemas.

Nesse contexto, Ausubel aponta a capacidade do aprendiz de relacionar conceitos como um dos elementos necessários para promover uma Aprendizagem Significativa (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999). No Diário de Bordo, foram encontradas informações sobre o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas.

No primeiro encontro, houve um momento de debate, com o objetivo de que os estudantes expressassem os seus conhecimentos prévios sobre o tema proposto. Com esse objetivo, foram utilizados dois vídeos sobre uma situação cotidiana: o uso do cinto de segurança. Neste encontro, a motivação foi discutir sobre a primeira lei de Newton. O tempo não foi suficiente para realizar todas as propostas planejadas devido a fatores externos. Além disso, houve resistência da turma para formar os grupos, dificultando a realização das tarefas.

Nesse momento inicial os alunos, a minoria, foram participativos, mas durante o debate foi constatado falta de conhecimento sobre o tema, como destacado no diário no presente texto:

Notei, ao longo do debate que a turma não conseguiu acessar as plataformas Seneca e Khan Academy sugeridas como suporte de estudo, bem como não realizaram as tarefas propostas como atividade de casa. Desse modo, foi constatado uma relutância por parte da maioria dos alunos de participar das plataformas sugeridas como suporte pedagógico, alegando não ter celular, que não é caso, uma vez que quase todos são vistos com

celulares na escola. Assim, uma pequena parte dos alunos foi participativa e apresentou suas ideias e respostas, sobretudo em relação às questões que dizem respeito às situações do dia a dia. (DIÁRIO DE BORDO)

Ao longo do debate, é possível notar que, ao trazer situações do dia a dia ou interesse para a sala de aula, abordando-as de acordo com os conceitos estudados, é uma forma de estimular o diálogo entre os estudantes. Ausubel sustenta que o fator mais relevante que influencia a aprendizagem é o conhecimento prévio do aprendiz (AUSUBEL, apud MOREIRA, 1999). Em outras palavras, a maneira mais eficaz de aproximar os estudantes dos assuntos abordados em aula é a partir do que eles já conhecem. Isso também é demonstrado no trecho extraído das anotações do terceiro encontro:

Na leitura sobre a Segunda Lei de Newton, percebi que os meninos foram mais participativos iniciando o debate e expondo suas ideias. O texto trazia uma comparação entre carros e estabelecia uma relação entre a força, massa e aceleração, talvez esse assunto tenha chamado atenção deles e despertou o interesse em participar. (DIÁRIO DE BORDO)

Nota-se, que em alguns momentos os estudantes foram menos participativos, principalmente, quando apresentavam alguma dificuldade, infelizmente, por falta de estudo prévio, como sugerido, uma vez que a ideia do produto educacional é a metodologia ativa sala de aula invertida, onde o aluno deveria pesquisar nos sites sugeridos e textos, bem como nas plataformas Soneca e Khan Academy, o tema de cada encontro. Como revelado no trecho do terceiro encontro:

Alguns grupos apresentaram dificuldade em identificar a presença do atrito durante a atividade experimental. Na hora do debate no grande grupo, percebi que os estudantes se envolveram menos, apenas um dos grupos se sobressaiu nesse ponto, esse fato poderia estar associado a essa dificuldade de compreender a atividade. (DIÁRIO DE BORDO)

Diante desses aspectos, é possível notar que, em alguns casos, o nível de envolvimento dos estudantes pode ser uma forma de identificar possíveis dificuldades. O olhar do professor é crucial para identificar as dificuldades e promovê-las, seja através de uma ajuda individual ou de métodos que se aproximem mais dos alunos. Ao longo dos encontros, os estudantes foram compreendendo a dinâmica das aulas e tornando-se mais participativos, sendo mais questionadores também nos momentos de dúvidas, especialmente no decorrer das atividades.

Foi observado que, na sua maioria, os estudantes se apresentaram mais motivados e interessados nas atividades promovidas na sala de aula, principalmente durante as mais lúdicas, como a brincadeira do foguete e carrinho de balão, promovida no quarto encontro:

Devido à falta de tempo, os experimentos já foram previamente montados, e distribuídos entre as duas equipes. Durante a formação das equipes, os alunos demoraram pra se organizar para a atividade propostas, e nesse momento houve um pouco de tumulto

na sala de aula, todos se movimentando e falando, estavam entusiasmados, mas chamei atenção deles para manter a organização. (DIÁRIO DE BORDO)

Outro exemplo do envolvimento dos alunos durante as atividades lúdicas, ocorreu no primeiro encontro. Nessa aula, os alunos montaram uma Torres de blocos e corpos com cartão, sendo a atividade, junto com a brincadeira do foguete e carrinho de balão as que eles mais gostaram:

Em nenhum outro momento vi os alunos tão envolvidos numa atividade, pediram para repetir mais vezes e deram sugestões para melhorar o experimento, principalmente, o experimento de foguete e carrinho movido a balão de sopra. E como sugestão, eles propuseram uma competição entre as equipes para verificar qual foguete era mais rápido, assim como, qual carrinho percorria a maior distância. (DIÁRIO DE BORDO)

Pereira (2009) afirma que os jogos despertam o interesse pelo lúdico e podem criar ambientes de aprendizagem atrativos e gratificantes, sendo um poderoso estímulo para o desenvolvimento integral do aluno.

Além disso, as atividades com características lúdicas desempenharam um papel crucial na sequência didática, uma vez que foram estruturadas como uma forma de organização prévia. A TAS afirma que os organizadores prévios são extremamente importantes e servem como uma ponte cognitiva entre o que o estudante já sabe e o que deve saber. É notório que a introdução dessas atividades serviu como uma base para os conceitos posteriores estudados, além de despertar o entusiasmo e uma participação ativa durante as aulas.

Porém, apesar da maioria dos alunos ter participado efetivamente das atividades promovidas em sala de aula, nas atividades extraclasse, uma maioria, não foi tão comprometida, como é exposto no trecho do quinto encontro:

Alguns alunos não fizeram a atividade solicitada, isso me frustrou, alguns simplesmente não reservam um tempo em casa para fazer as tarefas, revisar, por isso, tento fazer o máximo em sala de aula, e incentivá-los a fazer as tarefas em casa. Outro ponto importante observado foi que a maioria não sabe ler e nem escrever corretamente, talvez esse seja o motivo de não querer participar das aulas, bem como, não querer fazer as atividades propostas para casa, ou seja, não estudar previamente os temas da aula do dia seguinte. (DIÁRIO DE BORDO, 14/05/2024)

De acordo com os registros apresentados, e apesar das dificuldades extras ocorridas durante a aplicação do produto educacional, verificou-se uma participação significativa dos alunos nas atividades desenvolvidas em sala de aula, no tocante aos experimentos, já em relação aos debates, poucos alunos expressaram suas ideias sobre o tema proposto em cada debate, bem como, contribuíram com diversas sugestões, sobretudo nas atividades que mais os chamaram a atenção, o que contribuiu para a formação de conceitos relevantes no estudo das Leis de

Newton. Como aspecto negativo, é notório que o comprometimento com atividades extraclasse não teve o mesmo nível de envolvimento da sala de aula.

### 6.1.1.2 Convívio social

A aplicação da proposta consistiu em atividades realizadas em grupos, com intuito de favorecer a troca de ideias entre os estudantes e incentivar o debate e a reflexão. Este processo é muito relevante, pois torna mais enriquecedoras as atividades que, em alguns casos, os alunos não consideram tão relevantes, como, por exemplo, atividades de sistematização. Dessa forma, percebeu-se um aumento no envolvimento e na discussão de ideias nesses momentos, proporcionado pelo trabalho em grupo. Apesar da importância da realização a atividade em grupo, alguns componentes não participavam efetivamente do debate como esperado.

O trabalho em duplas favoreceu a dinâmica da atividade, em vários momentos percebi os alunos discutindo ideias diferentes, cada um expondo sua opinião, pensando nas diferentes possibilidades, isso estimulou o debate e promoveu um momento muito rico de trocas e reflexão. Porém, percebi que alguns alunos não participavam do debate, e ao questionar esses alunos, percebi que os mesmos não fizeram as atividades de casa e nem acessaram as plataformas sugeridas como apoio pedagógico. (DIÁRIO DE BORDO)

Neste sentido, é possível notar que os momentos de diálogo são extremamente importantes para favorecer a aprendizagem. Assim, na perspectiva da TAS, a interação entre os alunos e entre os professores é crucial para a construção de novos conceitos. De acordo com Mees (2012), a Aprendizagem Significativa é dinâmica, fundamentada na interação entre professor e aluno; dessa forma, serão construídos novos subsunçores ou modificados os antigos.

Observa-se também, apesar das dificuldades por falta de participação ou por não ter feito as atividades de casa como proposto, que os trabalhos em grupos permitiram aos estudantes não apenas trocas de conhecimentos, mas também desenvolver outras competências como: criticidade, organização, responsabilidade, respeito e autonomia:

No momento da atividade experimental, apesar da falta de tempo, ou por motivos externos da gestão escolar, observei que os grupos foram bem organizados na distribuição das responsabilidades e na organização de como realizariam a atividade experimental. Durante a atividade uma parte do grupo estava concentrado e participando, um dos grupos verificou que a mesa não favorecia o movimento do bloco, uma vez que era de material plástico, o que causaria discrepância na coleta de dados, o que demonstra que estavam atentos na realização da atividade. (DIÁRIO DE BORDO)

Portanto, em linhas gerais, percebe-se que as atividades em grupo estimularam os estudantes a participar de forma mais ativa nas aulas, porém no tocante as atividades de casa, a maioria dos alunos não realizaram suas atividades, e isso dificultou a troca de conhecimentos entre eles, mas durante o debate, para resolver a atividade em grupo, esse problema era

minimizado pelo grupo de alunos que fizeram suas atividades de casa, que talvez numa atividade individual não fosse possível, o que favoreceu o processo de ensino-aprendizagem.

### **6.1.1.3 Postura dos alunos diante de novas metodologias**

Ensinar as Leis de Newton é uma oportunidade única para conectar os conceitos teóricos da física com experiências práticas que os alunos vivem diariamente. Para isso, uma sequência didática eficaz, fundamentada na TAS, é essencial para garantir que os alunos compreendam não apenas o conteúdo, mas também como aplicá-lo em diversos contextos. Desse modo, na realização deste trabalho foi aplicado uma abordagem estruturada para implementar uma sequência didática focada nas Leis de Newton, integrando atividades práticas, discussões reflexivas e avaliação contínua. Esta metodologia não só facilita a assimilação dos conceitos, mas também desperta o interesse e a curiosidade dos alunos, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo.

Além disso, o uso de situações-problema requer uma alteração na dinâmica das aulas e na postura do aluno e do professor, uma vez que isso requer uma postura mais ativa do aluno, que deve sair da "zona de conforto", e do professor, que deve assumir um papel de mediador, o que requer um maior conhecimento teórico e um tempo maior de preparação para a preparação das aulas.

Na aplicação da proposta do produto educacional, inicialmente, foi realizado um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, usando um pré-teste, sendo um dos instrumentos de coleta de dados da pesquisa. E ainda, utilizou-se como organizadores prévios dois vídeos sobre o uso do cinto de segurança. Nesses dois momentos, não houve grande interferência do professor, que apenas conduziu o processo. Inicialmente, essas mudanças causaram certo estranhamento nos alunos:

Durante a aplicação do pré-testes, os alunos estranharam fazer um teste de um conteúdo que ainda não tinham aprendido, olhavam um para o outro com cara de espanto, pois para maioria um teste consiste em somente medir o que aprendeu, mas compreenderam a necessidade do mesmo e seu caráter diagnóstico. (DIÁRIO DE BORDO)

Neste contexto, percebe-se que os estudantes, na sua maioria, estão habituados a aulas tradicionais, com uso do quadro, explanação do professor, resolução de exercícios e avaliações que repetem o que foi apresentado em sala. Quando o professor adotado uma postura de questionador/ mediador pode, muitas vezes, causar estranhamento nos alunos.

Nesse sentido, é preciso pontuar também que se observa, na sua maioria, que os estudantes têm uma ideia limitada da avaliação. Assim, para eles, fazer uma avaliação de um

conteúdo sobre o qual ainda não foi abordado é algo estranho e incomum. Ainda convém lembrar, que para a maioria dos discentes, a avaliação tem o único objetivo de verificar se a nota necessária para a aprovação foi alcançada.

Em relação a esses aspectos, acredita-se que, ao alterar a dinâmica da aula, colocando situações nas quais o aluno seja o protagonista, usando a sala de aula invertida, pode provocar uma mudança de postura dos estudantes em relação ao seu próprio aprendizado, tornando-os conscientes do seu papel no processo de ensino-aprendizagem e da importância e do caráter das avaliações.

Isso, no entanto, requer uma mudança de mentalidade tanto dos estudantes quanto dos educadores. Professores precisam se tornar facilitadores e guias, apoiando os alunos na aplicação do conhecimento, enquanto os estudantes devem se tornar protagonistas de sua própria jornada de aprendizado. Este novo modelo pode inicialmente parecer desafiador, especialmente em um ambiente onde a educação tradicional ainda predomina, mas os benefícios a longo prazo são claros.

Além disso, esse método, sala de aula invertida, permite o uso mais eficaz da tecnologia na educação. Ferramentas como vídeos educativos, podcasts, e-learning e recursos interativos online tornam-se centrais no processo de ensino, proporcionando uma experiência de aprendizado mais rica e diversificada. A personalização do ensino também se torna mais viável, uma vez que os professores podem identificar e atender às necessidades individuais de cada aluno de maneira mais eficiente.

Tendo em vista os aspectos observados, no decorrer dos encontros, foram adotados diferentes metodologias tais como: vídeos, leituras, atividades experimentais, sites, plataforma Seneca e Khan Academy, resolução de problema, entre outras. Algumas dessas atividades já eram presentes nas aulas e não eram novidade para os estudantes, como é o caso da resolução de problema, porém, eram propostas, na maioria das vezes, questões envolvendo cálculos e fórmulas.

Durante a aplicação da sequência didática, destacou-se a discussão de fenômenos, contextualizando os conceitos relacionados às Leis de Newton. Dessa forma, resolver problemas apenas com foco matemático não atenderia aos objetivos. Assim, em todas as atividades de sistematização, foram planejadas questões contextualizadas, que permitiram refletir sobre os conceitos estudados. No quinto encontro, propôs-se um questionário com objetivos específicos, que foi realizado com muita dificuldade pelos estudantes, uma vez que a maioria não fez as

atividades de casa como proposto. No entanto, esse momento se mostrou extremamente relevante, sobretudo porque verificou-se a necessidade de trabalhar mais com os alunos questões nesses moldes:

Ao questionar os estudantes sobre as dificuldades do questionário, a maioria considerou as questões muito difíceis, mas identifiquei que a principal dificuldade foi a interpretação ou o fato de não ter feito o estudo prévio como proposto. Apesar disso, percebi que a maioria se esforçou e foi bastante participativa durante a atividade, debatendo as respostas com suas duplas e solicitando ajuda quando, porventura, não conseguia compreender as respostas. (DIÁRIO DE BORDO)

Levando-se em conta o que foi observado, a TAS indica que novas situações-problema devem ser trabalhadas de forma progressiva. Dessa forma, a resolução de problemas com um foco reflexivo e questões contextualizadas foi um fator benéfico, pois permitiu aos estudantes trabalharem fragilidades, além de ter estimulado o esforço na busca pela solução.

Em relação ao uso dos experimentos didáticos, observou-se que houve um impacto muito positivo na turma, foi possível observar que a maioria dos alunos participaram entusiasmados das atividades, porém quando questionados sobre os fenômenos envolvidos em cada atividade experimental, era notório a falta de conhecimento prévio, demonstrando que as atividades de casa não estavam sendo realizadas. Assim, em linhas gerais, o envolvimento dos estudantes foi essencial para abordagem de conceitos e oportunizou estabelecer uma discussão sobre os fenômenos, conforme o registro do terceiro encontro:

No experimento torre de inércia percebi que todos participaram, alguns me chamavam para ver que haviam conseguido. Todos adoraram o experimento e se mostravam entusiasmados. Ao final da brincadeira, na hora do debate, quando questionei qual caso ficou mais fácil de remover as cartas, os estudantes deram respostas diversas, mas a maioria expressou sua opinião. (DIÁRIO DE BORDO)

Em virtude do que foi mencionado, pode-se observar através dos registros que o uso das atividades experimentais lúdicas é uma ótima estratégia didática, tendo nesse momento uma função de organizador prévio. Considerando esses aspectos, promover uma reflexão acerca da atividade é de extrema necessidade, para que ela não seja apenas um momento de ludicidade, mas para que os estudantes exponham suas ideias e consigam estabelecer pontes cognitivas entre as situações ocorridas no jogo e aquilo que será ensinado.

É importante observar, também, que a aula invertida pode favorecer a personalização do ensino, possibilitando que cada estudante avance no seu próprio ritmo. Tal flexibilidade é crucial para atender às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem presentes em qualquer turma. Esta metodologia, portanto, pode reduzir as disparidades no desempenho acadêmico,

auxiliando tanto aqueles que necessitam de mais tempo para compreender os conteúdos quanto os que desejam avançar de forma mais acelerada.

Durante a sequência didática, foi proposto aos alunos organizarem fora do horário de aula, em grupos, uma apresentação para turma sobre as Leis de Newton, sendo que cada grupo ficou responsável por um tópico diferente, e um dos grupos realizaria uma pesquisa sobre a bibliografia de Isaac Newton. A apresentação ocorreu no quarto encontro, mas nessa atividade, observou-se que os objetivos estabelecidos não foram totalmente atingidos:

Fiquei frustrado com o segundo momento do quinto encontro, pois tinha como finalidade ser realizado um miniseminário, onde três equipes ficaram responsáveis por uma das leis de Newton, e uma quarta equipe ficou responsável pela biografia de Newton. No entanto, apenas duas equipes apresentaram seus temas, uma sobre a segunda lei, e a outra sobre a biografia de Newton. As outras duas equipes não quiseram fazer suas apresentações, e não justificaram o motivo, apenas se recusaram a apresentar o trabalho. Assim, tive que apresentar para a turma as outras duas leis Newton que versa sobre inércia e sobre a lei de ação e reação. (DIÁRIO DE BORDO)

O objetivo desse encontro era que os grupos procurassem novas situações, vídeos, experimentos e fizessem uma pequena explanação para os colegas. Os dois grupos conseguiram atingir os objetivos, fazendo boas apresentações, porém como relatado, no diário de bordo, duas equipes não fizeram suas apresentações, por motivos não justificados. O motivo observado durante os encontros foi a falta de motivação, interesse, vontade, etc. Outro ponto importante observado foi que a maioria não sabe ler e nem escrever corretamente, talvez esse seja o principal motivo de não querer participar das aulas, bem como, não querer fazer as atividades propostas para casa, ou seja, não estudar previamente os temas da aula do dia seguinte.

Portanto, foi observado e verificado que as dificuldades encontradas por alguns alunos, na hora de resolver as atividades, estava relacionado a falta de estudo prévio sobre as leis de Newton, uma vez que foi objetivo central do produto educacional, sala de aula invertida, bem como as dificuldades na leitura e na escrita.

### **6.1.2 Pré-teste e pós-teste**

A utilização de pré-teste, pós-teste e da turma controle é uma estratégia eficaz no contexto da avaliação de conhecimento, permitindo uma análise clara e objetiva do progresso dos alunos. O pré-teste, realizado antes do início de uma unidade de ensino, serve para mapear o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto em questão, identificando áreas de força e pontos que precisam de maior atenção. Já o pós-teste, aplicado após a conclusão das atividades didáticas, avalia o quanto os alunos absorveram e compreenderam o conteúdo ensinado.

Em relação a turma controle, ela serviu para comparar o processo de ensino tradicional com o processo de ensino metodologia ativa sala de aula invertida aplicado a turma experimental. Essa abordagem não apenas serve para qualificar o aprendizado, mas também oferece insights valiosos para o aprimoramento das práticas pedagógicas, garantindo um ensino mais personalizado e eficaz.

Desse modo, esses instrumentos de pesquisa foram usados a fim de estabelecer um comparativo entre os conhecimentos iniciais e os finais apresentado pelos estudantes, permitindo analisar possíveis apropriações de conceitos, com o objetivo de obter possíveis indícios de aprendizagem.

Os testes foram elaborados com questões distintas. Para análise dos dados, após a leitura do material, considerou-se os conceitos abordados nas questões e definiu-se como categorias de pesquisa: peso e massa, inércia, relação massa X força X aceleração, ação e reação e atrito. As transcrições das respostas dadas pelos estudantes nos testes é apresentada no texto e acompanhada de uma identificação alfanumérica para cada estudante da turma experimental (A1, A2, A3, A4, A5, ...) e para cada estudante da turma de suporte será identificado como (B1, B2, B3, B4, ...).

Além disso, os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste foram definidos conforme os níveis de conhecimentos dos discentes, tendo em vista os aspectos observados nestas atividades e levando em consideração que este trabalho é de cunho qualitativo, assim a análise dos resultados obtidos foi classificada conforme a tabela:

#### **Quadro 8 – Mapeamento do nível de compreensão cognitivo de física.**

Nível de conhecimento	Descrição dos níveis de conhecimento
Iniciante (I)	O aluno não consegue explorar os conceitos básicos da física.
Básico (II)	O aluno está começando a explorar os conceitos básicos da física.
Intermediário (III)	O aluno possui um entendimento sólido dos princípios fundamentais da física e pode aplicá-los em situações simples.
Avançado (IV)	O aluno demonstra proficiência em conceitos mais complexos da física e é capaz de resolver problemas desafiadores.
Especialista (IV)	O aluno é um especialista na área da física, com conhecimento aprofundado e capacidade de análise crítica.

Fonte: elaboração própria.

### 6.1.2.1 1ª Lei de Newton

A primeira questão do pré-teste trata da Lei da Inércia, formulada por Isaac Newton, é um dos pilares fundamentais da física clássica e desempenha um papel crucial na compreensão do movimento. Conhecida como a Primeira Lei de Newton, ela afirma que um corpo em repouso permanece em repouso e um corpo em movimento continua em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força externa seja aplicada. Esta lei não só desafia o entendimento intuitivo do movimento, mas também estabelece a base para todas as outras leis do movimento de Newton.

Desse modo, com essa questão, esperava-se que os estudantes compreendessem a Lei da Inércia, além de buscar explorar como esse princípio pode ser observado e aplicado em diferentes contextos, desde o cotidiano até aplicações avançadas em engenharia e tecnologia.

No pré-teste, a primeira questão foi adaptada do vestibular da Vunesp conforme (Quadro 9). Nessa atividade questiona-se sobre qual é a relação da inercia com o sintoma de segurança veicular.

#### Quadro 9 – Questão número 1 do pré-teste.

As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. A qual Lei Física, a função do cinto está relacionada? Justifique sua resposta baseando-se na referida lei.

Fonte: elaboração própria.

Nas respostas da primeira questão do pré-teste, a maioria dos estudantes, tanto da turma experimental como da turma de suporte, não conseguiu relacionar o uso do cinto de segurança com a primeira lei de Newton. Destaca-se que dos 41 estudantes da turma experimental, 9 faltaram, 12 não responderam, e apenas 20 responderam à questão. Já em relação a turma suporte, dos 46 estudantes, 23 faltaram, 6 não responderam, e 10 responderam à questão. A maioria das respostas dadas pelos estudantes das turmas experimental e suporte, remete a conceitos ligados ao cotidiano de segurança de trânsito, sem fazer ligação com conceito físico, ou seja, que era uma lei obrigatória de trânsito. Conforme relatado nas respostas:

A1-[Pré] o cinto é uma proteção veicular obrigatoriamente uma lei física estadual. A24, -[Pré] sim o cinto de segurança é obrigatório tanto para o motorista quanto o passageiro e é uma lei que tem em todo o Brasil. A26 – [Pré] o cinto de segurança é obrigatório para evitar acidentes mais graves nos motoristas e passageiros, não quer dizer que com cinto de segurança vai livrar de tudo, mais ajuda bastante e evita coisas mais

graves. B8 – [Pré] se eles respitase as les não teria tanatos asidentes. B18 – [Pré] a lei física da segurança. a física de descobriu para proterjer as pessoas.

Ainda em relação à primeira questão do pré-teste, dois alunos da turma experimental, e quatro alunos da turma suporte, citam as leis de Newton, porém não sabem justificar suas respostas, conforme relatado no pré-teste:

A16 – [Pré] primeira lei de newton. ouvir relatos sobre. A30 – [Pré] 2 lei porque a pessoa pode voa e volta por conta da gravidade. B22 – [Pré] no caso em um acidente de carro, o cinto de segurança ajuda a manter os ocupantes do veiculo em seu estado atual. B35 – [Pré] lei de newton. B40 – [Pré] está relacionada a lei de newton. B45 – [Pré] lei de nilton.

Assim, em relação a primeira questão, das duas turmas, apenas um estudante da turma de suporte conseguiu responder à questão com propriedade, conforme relato do pré-teste: “B30- [Pré] primeira lei de newton, em caso de colisão o cinto faz uma força contraria ao movimento, impedindo que o passageiro continue o movimento inercial e se lesione.”

Portanto, os resultados obtidos na primeira questão do pré-teste, em relação a lei da inércia, estão representados no Quadro 10 abaixo, a qual mostra uma visão geral do resultado da turma experimental (1º ANO M 01), bem como da turma suporte (1º ANO M 02).

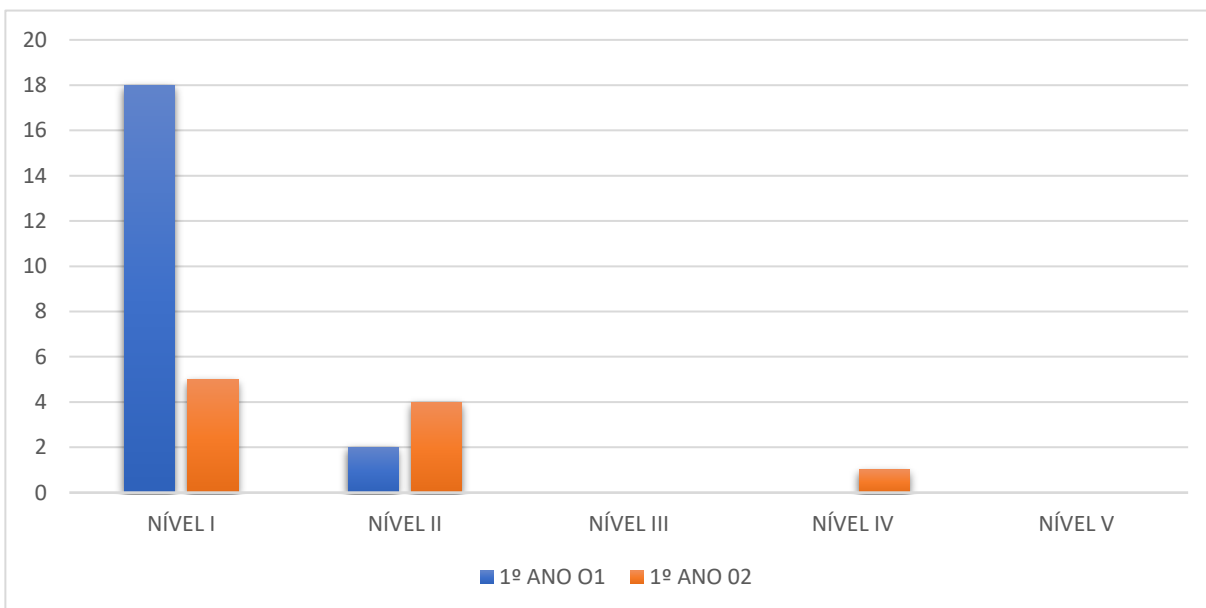
**Quadro 10 – Resultado pré-teste das turmas de 1º ano do Ensino Médio da escola estadual de Monteirópolis.**

TURMA	QUES-TÕES	S/R	I	II	III	IV	V	TOTAL
1º ANO M 01	1ª	12	18	02				32
1º ANO M 02	1ª	06	05	04		01		16

Fonte: elaboração própria.

A interpretação da tabela, permite observar que na turma experimental houve uma maior interesse em participar das aula, dos 43 alunos, 32 estudantes estavam presentes, enquanto na turma controle, usando a aula tradicional, dos 46 estudantes, apenas 16 estavam presentes. Além disso, é notório no Quadro 10, a falta de conhecimento prévio sobre a lei da inércia, em ambas as turmas, fato esse, mostrado no gráfico abaixo.

**Gráfico 1 – Resultado do nível de compreensão da questão 1 do pós-teste.**



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que, nesse gráfico, o eixo x representa os níveis de conhecimento dos discente, enquanto o eixo y, representa a quantidade de alunos em cada nível de aprendizagem.

Já no pós-teste, as questões 4, 5, 6, 7 e 8, abordam, também, sobre a 1ª lei de Newton, relacionam-se com a questão 1 do pré-teste, trazendo situações cotidianas onde podemos observar essa propriedade. Desse modo, a quarta questão traz uma situação do cotidiano representada na tirinha mostrada na figura 8:

Figura 8 – questão 4 do pós-teste.

4) Ao analisar a situação representada na tirinha abaixo, quando o motorista freia subitamente o motorista:



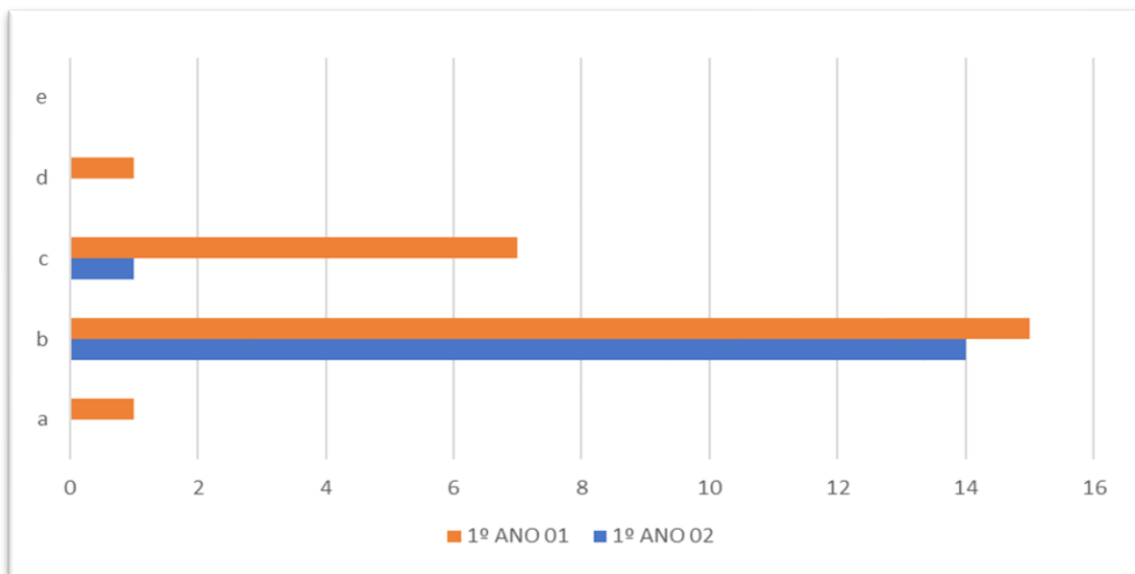
Disponível em <<https://artedafisicapibid.blogspot.com/2020/10/dionei-santos-tirinhas-de-fisica-no.html>>. Acessado em 17 abriu 2024.

- a) mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
- b) tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
- c) é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
- d) permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.
- e) é empurrado para trás pelo para-brisa que por inércia o atinge.

Essa atividade foi adaptada de uma questão do vestibular do CEFET-MG, tem como objetivo verificar se os estudantes compreenderam a lei da inércia ou 1ª lei de Newton. Na tirinha é solicitado que os estudantes selecionem a resposta correta, apresentada nas alternativas, onde diferentes situações relacionadas a inércia foram citadas, porém apenas uma é a correta.

Assim, observa-se por meio do Gráfico abaixo, que a maioria dos estudantes das duas turmas, selecionaram a alternativa b, o que demonstra que houve um grande avanço, principalmente da turma experimental, visto que no pré-teste, a maioria não apresentou conhecimentos prévio sobre o tema.

**Gráfico 2 - Dados da questão 4 do pós-teste: “A afirmativa certa é:”**



Fonte: elaboração própria.

As questões 5, 6 e 7 do pós-teste têm como objetivo verificar se os discentes compreenderam o conceito de inércia. No pós-teste (Quadro 11), a quinta questão trata sobre a lei da inércia, onde um aluno, após assistir sua primeira aula sobre o tema, afirma que ela é uma força que mantém um corpo em seu estado de repouso ou movimento.

#### **Quadro 11- Questão número 5 do pós-teste.**

Um estudante ao assistir a aula sobre a primeira lei de Newton, conta para seu colega que inércia é uma força que mantém as coisas em seus lugares, em repouso ou em movimento. Você concorda? Se sim ou se não, explique por quê.

Fonte: elaboração própria.

É possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que a maioria dos estudantes, da turma experimental, afirmaram que o estudante estava errado, pois a inércia não é uma força, mas a tendência dos corpos de manterem o seu estado de movimento ou repouso. Já em relação a turma suporte, o mesmo não aconteceu, a minoria não conseguiu diferenciar essa tendência de os corpos permanecerem em movimento ou repouso. Destaca-se, também, que dos 43 estudantes da turma experimental, 3 não responderam, e apenas 22 responderam à questão. Já em relação a turma suporte, dos 46 estudantes, 7 não responderam, e 9 responderam à questão.

Assim, pode-se perceber nas respostas dos estudantes da turma experimental que houve uma melhora no nível de compreensão da 1ª lei de Newton, em comparação com o resultado obtido no pré-teste, conforme relato dos discentes no pós-teste:

A12-[Pós] A inércia e não é uma força, mas sim a tendencia dos objetos de resistir as mudanças. A13-[Pós] á inercia não é uma força mas a tendencia dos objetos em ensistir a mudança. A26-[Pós] Sim, até porque a inercia é uma conservação do estado se ele estiver em repouso ele vai continuar em repouso, se ele estiver em movimento ele vai continuar em movimento. A38-[Pós] a inércia não é uma força, mas a tendencia dos objetos em resistir a mudança.

A mesma evolução não foi vista na turma controle, visto que, apenas dois estudantes conseguiram responder à questão 5, sendo que uma demonstra ter entendido parcialmente o conceito de inércia, conforme relato do pós-teste: “B2-[Pós] Sim, a inercia é a propriedade que os objetos têm de resistir a mudança em seu estado de movimento. B34-[Pós] Não, o colega está errado, a inercia não uma força, é uma propriedade da matéria.”

Nas questões 6 e 7 do pós-teste (Quadro 12), a primeira trata sobre o lançamento de uma sonda, enquanto a segunda trata sobre uma freada brusca de ônibus que faz com que o passageiro cambaleie para frente e para trás.

#### **Quadro 12- Questão número 6 e 7 do pós-teste.**

- 6) Uma sonda espacial pode ser levada por um foguete até o espaço exterior. O que mantém a sonda em movimento após o foguete parar de impulsioná-la?
- 7) Por que você cambaleia para frente quando o ônibus para subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele se torna mais rápido? Que lei se aplica aqui?

Fonte: elaboração própria.

Percebe-se, nas respostas destas questões, que a maioria dos estudantes da turma experimental conseguiu compreender o que mantém a sonda em movimento, e fato de cambalear para frente e para trás quando um ônibus freia bruscamente, de acordo com as respostas transcritas, está relacionado com a 1ª Lei de Newton:

A16-[Pós-6] O que mantem a sonda em movimento é a inercia. A34-[Pós-6] Primeira lei de Newton, porque após o foguete parar o movimento pra frente como a sonda se solta do foguete ela e jogada para frente. A37-[Pós-6] No espaço não tem resistência ao movimento, então não por isso que dó poro aproveit o impulso do foguete no espaço so tem vocuo, não tem nodo pro sondor e o lei do inercio. A43-[Pós-6] Segundo a lei da inércia a sonda continua em movimento, em não precisa de nada para manter ela se movendo. A7-[Pós-7] 1 lei de Newton, lei da inercia. A12-[PÓS-7] Por que existe atrito entre as rodas e o chão, por

isso ele para, a lei fala que seu corpo tende a ficar em movimento. Lei da inércia. A19-[Pós-7] a lei da inércia, por que o corpo tende a continuar em movimento, mas mesma velocidade que o ônibus estava. A21-[Pós-7] A gente tende a manter o nosso estado de movimento, que e manter a velocidade que o ônibus tinha antes. A37-[Pós-7] Porque tendemos o manter no estado de movimento, lei do inércia estamos em movimento junto con o ônibus, o determinado velocidade.

Desse modo, é possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os alunos conseguiram compreender o conceito de inércia identificando-a como a tendência de um corpo manter seu estado de movimento, alguns também mencionaram a necessidade da aplicação de uma força para mudar esse estado de movimento.

Já em relação a turma suporte, é possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os discentes não tiveram o mesmo nível de compreensão, uma vez que a maioria dos alunos conseguiram responder parcialmente à questão 6 e 7, conforme relato:

B2-[Pós-6] Devido a propriedade dos objetos de resistir a mudanças em seus estados. B30-[Pós-6] O foguete adicionou a força sobre a sonda e segundo a lei de inércia todo corpo que esta em MRU continua no seu estado. B34-[Pós-6] O foguete adicionou a força sobre a sonda e segundo a lei de inércia todo corpo que esta em MRU continua no seu estado. B9-[Pós-7] Um corpo tende a continuar em seu estado seja ele em movimento ou parado. Lei da inércia. B29-[Pós-7] A primeira lei de Newton. B37-[Pós-7] 1ª lei de Newton. O corpo tende a permanecer em repouso e movimento.

Destaca-se, que os alunos B30 e B34 parece ter copiado a resposta um do outro, uma vez que as respostas são resposta idênticas e com mesmo erro ortográfico.

Portanto, com os resultados obtidos na questão 6 e 7 do pós-teste, em relação a lei da inércia, estão representados na tabela abaixo, a qual mostra uma visão geral do resultado da turma experimental, bem como da turma suporte.

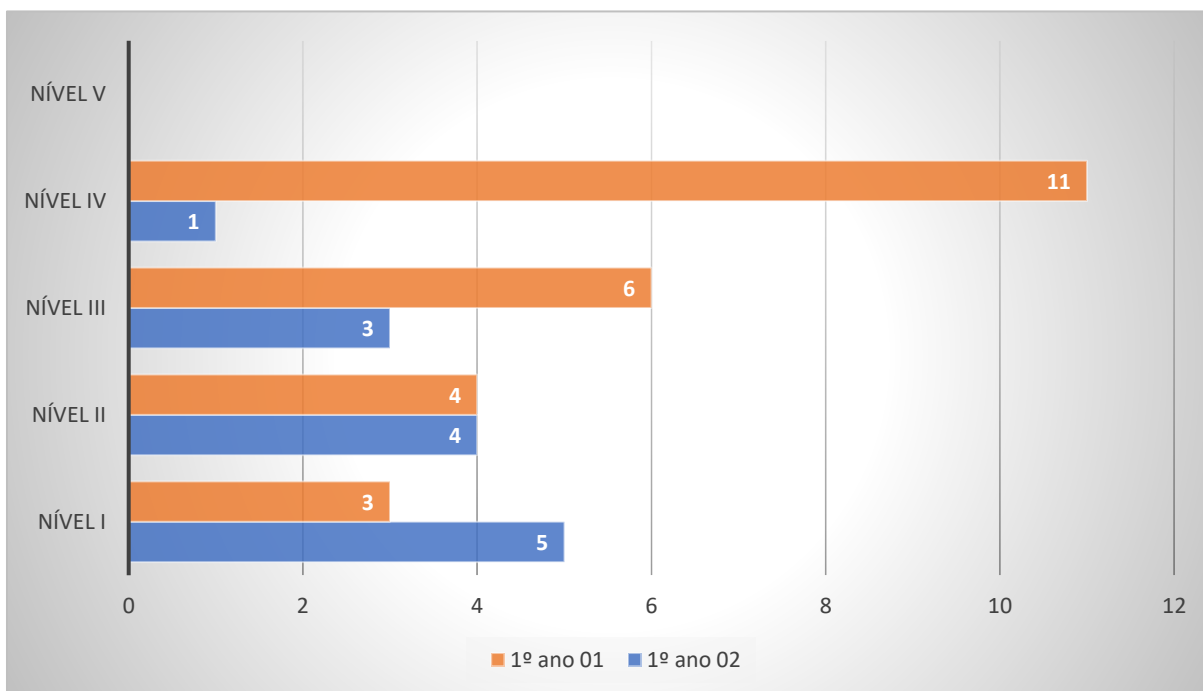
### **Quadro 13 – Resultado pós-teste das turmas de 1º ano do ensino médio da escola estadual de Monteirópolis.**

QUES-TÃO	TRUMA	S/R	I	II	III	IV	V	TOTAL
6	1º ANO 01	3	2	4	7	9		25
7	1º ANO 01	2	4	3	4	12		25
6	1º ANO 02	4	5	4	3			16
7	1º ANO 02	06	05	04		01		16

Fonte: elaboração própria.

Assim, observa-se por meio do Gráfico abaixo, que a maioria dos estudantes das duas turmas, principalmente da turma experimental, parece apresentar algum grande avanço, visto que no pré-teste, a maioria não apresentou conhecimentos prévios sobre o tema.

**Gráfico 3– Média de cada nível de compreensão da questão 6 e 7 do pós-teste.**



Fonte: elaboração própria.

Nesse gráfico, o eixo x representa o número dos estudantes em cada nível de aprendizagem, enquanto o eixo y representa os níveis de aprendizagem.

Ao examinar as respostas dadas pelos estudantes nos dois testes, percebe-se que eles não tinham conhecimentos prévios a respeito do conceito de inércia e destaca-se que o termo não foi citado em nenhuma das respostas do pré-teste. É importante notar que houve a inclusão do conceito de inércia nas respostas do pós-teste e a maioria dos estudantes conseguiu compreendê-la e explicar sua relação num contexto diferente do teste inicial. Observa-se, também, que alguns estudantes, conseguiram estabelecer uma conexão entre a inércia de um corpo e sua massa.

Comparando as respostas apresentadas no gráfico entre as turmas experimental e suporte, percebe-se que houve uma mudança significativa em relação ao conceito de inércia, evidenciando que os estudantes apresentaram uma evolução na apropriação desse conceito.

### 6.1.2.2 2ª Lei de Newton (Peso x força)

As questões números 2, 3 e 4 do pré-teste e as questões 1, 2 e 3 do pós-teste, apresentam situações sobre a força, massa e aceleração. Desse modo, os objetivos das questões 2, 3 e 4 do pré-teste, teve como foco verificar se os discentes tinham conhecimentos prévios sobre os temas abordados em cada questão, pois são conceitos essenciais para entender fenômenos físicos básicos e avançados, como o movimento de corpos em queda livre e a dinâmica de objetos em diferentes contextos gravitacionais.

Além disso, a Segunda Lei de Newton é crucial porque explica como a força e a aceleração são relacionadas à massa de um objeto. Assim, estudar 2ª lei Newton, é fundamental por várias razões:

- ✓ **Previsão de Movimentos:** Essa lei permite prever como um objeto se moverá quando uma força for aplicada, essencial para a engenharia e a física. Por exemplo, ao projetar veículos ou edifícios, é vital entender como as forças afetarão suas estruturas;
- ✓ **Aplicações Tecnológicas:** Toda a tecnologia que envolve movimento, desde carros e aviões até espaçonaves, depende da compreensão dessa lei para funcionar corretamente;
- ✓ **Dinâmica dos Corpos:** Oferece uma base fundamental para o estudo da dinâmica, explicando como diferentes forças interagem com a matéria;
- ✓ **Experimentos e Descobertas:** Fornece uma estrutura para realizar experimentos científicos e descobertas, já que podemos medir forças e prever como os objetos responderão, levando a avanços em várias áreas da ciência.

Desse modo, nas questões 2, 3 e 4 do pré-teste é abordado sobre o conceito de peso e força, bem como saber qual a direção e o sentido dos vetores que representam essas grandezas, conforme Quadro 14:

#### Quadro 14 – Questões 2, 3 e 4 do pré-teste

2. Explique que é peso de um corpo? Diga qual é a direção e o sentido do vetor que representa o peso de um corpo? Justifique sua resposta.
3. Explique o Que é Força?
4. A força é uma grandeza escalar ou vetorial? Justifique sua resposta

Fonte: elaboração própria.

Percebe-se, nas respostas desta questão (Quadro 14), que a maioria dos estudantes da turma experimental, bem como da turma suporte, não tinham conhecimentos prévios sobre o

tema abordado, bem como, a maioria não sabe escrever corretamente, fato esse verificado nas respostas dos estudantes de acordo com os registros de cada turma:

A1-[Pré-2] O peso de um corpo, pode prejudica saúde de pessoas, elas tem que pratica esportes e física. A8-[Pré-2] é quando a pessoa estar gorda. A24-[Pré-2] Peso do corpo é as massas que tem no corpo por isso a maioria das pessoas faz academia para criar massa muscular. A30-[Pré-2] O peso de um corpo é quando uma pessoa é obesa e não pode fazer nada. A36-[Pré-2] Nunco ouvi fala sobre o peso de um corpo. B1-[Pré-] o peço de um corpo é o peço da pessoo au objeto. B14-[Pré-2] O peso do corpo são os kilos. B29-[Pré-2] O peso de um corpo é a quantidade de massa que temos. A1[Pré-3] força é uma coisa dos seres humano, praticadompela fiseca. A7-[Pré-3] é quando a pessoa consegue pegar algo pesado com as mãos. A24-[Pré-3] força é ter forza em seu corpo se tive força consegue fazer varias coisas e também exercício. A26-[Pré-3] força é aquilo que não só fal da força do corpo e sim também da força decoragem de cada pessoa. B9-[Pré-3] o que sentimos a caregar ou enpurrar alguma coisa. B14-[Pré-3] força vem dos musculo e é muito forte. B29-[Pré-3] força é algo que usamos para tudo e principalmente movimentar nosso corpo. A1-[Pré-4] vetoreal e escalr, porque a força e praticada nas duas coisas. A19-[Pré-4] eu não vi isso. A33-[Pré-4] não estudei sobre isso. B18-[Pré-4] sim, por que quem tem força é grande.

Destaca-se, que apenas alguns alunos da turma experimental, bem como, da turma suporte, conseguiram demonstrar conhecimentos prévio sobre os temas abordados nas questões citadas, conforme o registro:

A5-[Pré-2] é força com a qual a gravidade, por exemplo, de um planeta como a terra. B30-[Pré-2] é a força com qual a gravidade, por exemplo, de um planeta como a terra, atrai um certo corpo. B40-[Pré-2] é força que a gravidade da terra atrai esse corpo em direção ao seu centro. A5-[Pré-3] é uma grandeza vetorial ou seja e definida a partir das imformação de valor. B30-[Pré-3] é uma grandeza do tipo vetorial, ou seja, é definida a partir das informações do valor numerico modulo, direção e sentido.

Tendo em vista os aspectos observados nas respostas das questões 2,3 e 4 do pré-teste, em relação ao conceito de peso e força, bem como sua representação vetorial, percebe-se que não houve resposta significativa em relação ao conceito do tema abordado na questão, evidenciando que os estudantes, efetivamente, não tinham apropriação prévia desses fenômenos.

Portanto, com os resultados obtidos nas questões 2, 3 e 4 do pré-teste, sobre peso, força e suas representações vetoriais, estão representados na tabela abaixo, a qual mostra uma visão geral do resultado da turma experimental, bem como da turma suporte.

**Quadro 15 – Resultado das questões 2, 3 e 4 do pré-teste das turmas de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Monteirópolis.**

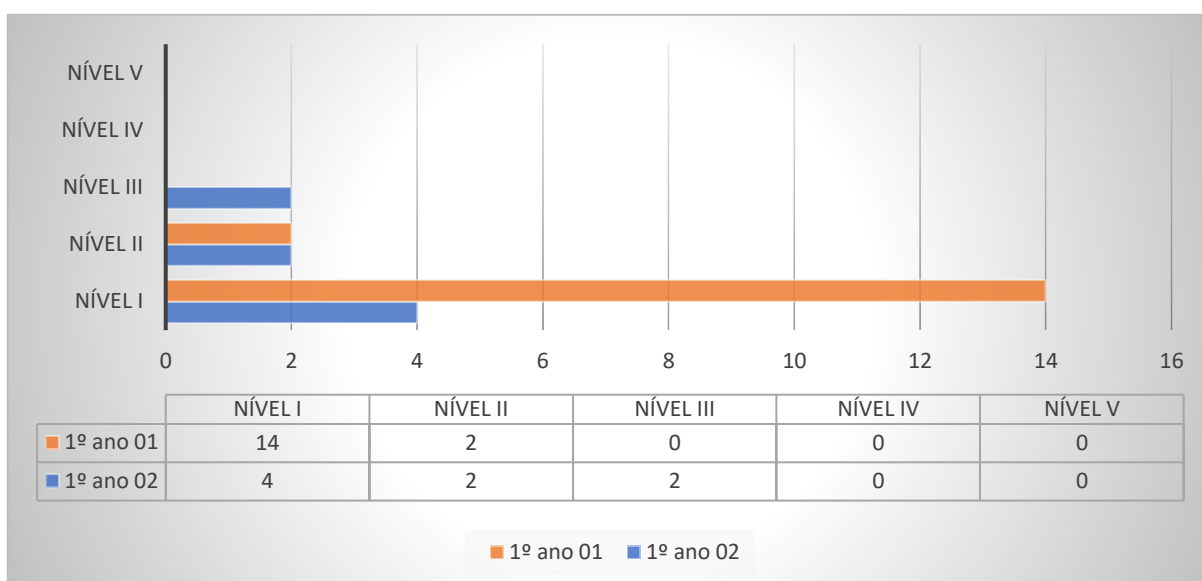
QUES-TÃO	TRUMA	S/R	I	II	III	IV	V	TOTAL
2	1º ANO 01	16	15	01				32
3	1º ANO 01	15	15	02				32
4	1º ANO 01	21	11					32

2	1º ANO 02	09	05		02			16
3	1º ANO 02	09	04	02	01			16
4	1º ANO 02	12	04					16

Fonte: elaboração própria.

Assim, é notório no Gráfico abaixo, que a maioria dos estudantes das duas turmas, principalmente da turma experimental, demonstraram falta de conhecimentos prévios sobre o tema abordado em cada questão citada.

**Gráfico 4– Média de cada nível de compreensão da questão 2, 3 e 4 do pré-teste.**



Fonte: elaboração própria.

As questões 1, 2 e 3 do pós-teste (Quadro 16), tem como objetivo verificar se os discentes das duas turmas, principalmente da experimental, através da metodologia ativa, sala de aula invertida e experimentos, conseguiram compreender os conceitos de força, peso, força normal e força resultante. Vale ressaltar que no pré-teste, a maioria dos alunos não conseguiram responder as questões sobre força e peso, demonstrando falta de conhecimento prévio.

**Quadro 16 – Questões 1, 2 e 3 do pós-teste.**

1. O que é força?
2. Quando você está parado sobre o chão, este exerce uma força orientada para cima contra seus pés? Quanta força o chão exerce? Por que você não se move para cima por causa dessa força? Explique com suas palavras.
3. Um objeto pode estar em equilíbrio mecânico quando apenas uma única força age sobre ele? Explique.

Fonte: elaboração própria.

Foi constatado que a maioria dos estudantes das duas turmas, principalmente da turma experimental, conseguiu compreender e responder as questões com propriedade, de acordo com as respostas transcritas, conforme registro:

A2-[Pós-1] É o agente da dinâmica responsável por altera o estado de repouso ou de movimento de um corpo. A3-[Pós-1] É uma grandeza física que é capaz de modificar direção, sentido e a velocidade. A12-[Pós-1] força é uma grandeza física vetorial que está nas três leis de Newton. A24-[Pós-1] A força é uma grandeza que pode causar alteração no estado de movimento de objeto. A32-[Pós-1] força é uma grandeza física vetorial que está nas 3 leis de Newton. a força é usada para mover objetos e etc. A7-[Pós-2] Sim, a força apoio igual a força do peso. A12-[Pós-2] o, chão exerce uma força para cima contra seus pés, equilibrando seu peso e mantendo você parado. A13-[Pós-2] O chão exerce uma força orientada cima dos “pés” essa força é conhecida como força e tem a mesma magnética. A15-[Pós-2] Sim, a força de apoio o chão exerce uma força orientada para cima dos pés, essa força é conhecida como a força normal e tem a mesma magnitude do peso do meu corpo mas em direção oposta. A24-[pós-2] O chão exerce uma força orientado para cima dos pés, essa força é conhecida como força normal e tem a mesma magnitude do peso do meu corpo, mas em direção oposta. A3-[Pós-3] Não, se só uma força age sobre o objeto, não tem como a força resultar em zero. A21-[Pós-3] Não tem como a força resultante ser igual a zero. A37-[Pós-3] O corpo está em equilíbrio quando o somotorio dos forços resultonte sobre o corpo em questão é igual o zero. A42-[Pós-3] Uma única força não permite o equilíbrio mecânico, é necessário que as forças se equilibrem, resultando em uma força liquida de zero.

Pelo analisado nas respostas das questões 1, 2 e 3 do pós-teste da turma experimental, foi possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os alunos conseguiram compreender, parcialmente ou com mais propriedade, os conceitos físicos solicitados em cada uma das questões. Assim, nas respostas transcritas da turma evidencia-se que o nível do conhecimento, principalmente, sobre força e peso, que foi objeto de estudo do pré-teste, evoluiu consideravelmente.

Já em relação à turma suporte é possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os discentes não tiveram o mesmo nível de compreensão, uma vez que a minoria dos alunos conseguiu responder parcialmente à questão 1, 2 e 3 conforme relato:

B2-[Pós-1] é a interação que pode causa uma mudança no movimento ou na forma de um objeto. B30-[Pós-1] Agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo material. B37-[Pós-1] Você usa a força para colocar um objeto em novimento ou deformar ele. B2-[Pós-2] Quando estamos parados sobre o chão, experimentamos uma força resultante que nos impede de afundar no chão ou cair em direção ao centro da terra. B30-[Pós-2] Sim, denominada força normal, exerceria o valor da minha massa corporal vezes a força da gravidade, porque a força que o solo exerce em mim é a mesma que eu exerço nele. B34-[Pós-2] Sim, denominada força normal. Exercia o valor da minha massa corporal vezes a força da gravidade. Porque a força que o solo exerce em mim é a mesma que eu exerço nele. B9-[Pós-3] Não pois se só uma força age sobre o objeto ele não consegue, pois a força resultará em zero. B30-[Pós-3] Se só uma força age sobre o objeto, não tem como a força resultante ser igual a zero, o único caso em que a gente pode considerar que isso seja possível é quando a única força agindo sobre o objeto é nula.

Portanto, com os resultados obtidos nas questões 1, 2 e 3 do pós-teste, em relação a 2ª lei de Newton, estão representados na tabela abaixo, a qual mostra uma visão geral do resultado da turma experimental, bem como da turma suporte.

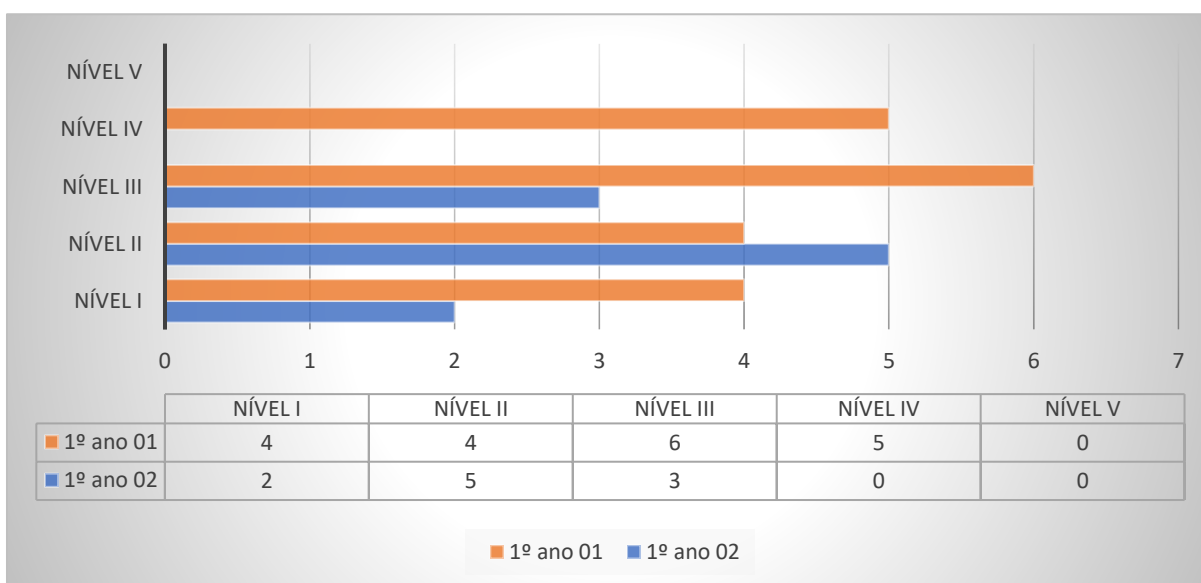
**Quadro 17 – Resultado das questões 1, 2 e 3 do pós-teste das turmas de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Monteirópolis.**

QUES-TÃO	TRUMA	S/R	I	II	III	IV	V	TOTAL
1	1º ANO 01	2	1	6	7	9		25
2	1º ANO 01	2	4	5	10	4		25
3	1º ANO 01	2	8	2	5	8		25
1	1º ANO 02	2	3	5	6			16
2	1º ANO 02	7		4	3	2		16
3	1º ANO 02	4	3	5	3	1		16

Fonte: elaboração própria.

Assim, observa-se por meio do Gráfico abaixo, que a maioria dos estudantes das duas turmas, principalmente da turma experimental, mostrou algum avanço, tendo em vista que no pré-teste nas questões sobre, principalmente, força e peso a maioria não apresentaram conhecimentos prévio sobre o tema.

**Gráfico 5 – Média de cada nível de compreensão das questões 1, 2 e 3 do pós-teste.**



Fonte: elaboração própria.

Neste gráfico, o eixo x representa o número dos estudantes em cada nível de aprendizagem, enquanto o eixo y representa os níveis de aprendizagem.

De acordo com o observado, mediante as respostas dos alunos, percebe-se que houve um resultado positivo, visto que uma boa parte dos estudantes, após realizar as tarefas de casa previamente como solicitado, apresentou indícios de compreensão dos conceitos relacionados a Segunda Lei de Newton, principalmente a turma experimental. Destaca-se que, a maioria dos estudantes da turma experimental que participou do produto educacional, não possuía algum conhecimento prévio sobre o assunto, principalmente relacionados a situações do cotidiano, o que influenciou o resultado, demonstrando a importância dos subsunçores para construção de conceitos.

É importante notar que houve a inclusão do conceito de força e peso nas respostas do pós-teste, caso que não aconteceu no pré-teste, além disso a maioria dos estudantes da turma experimental, conseguiu compreendê-la e explicar sua relação num contexto diferente do teste inicial. Observou-se, também, que alguns estudantes, conseguiram compreender que a força muda o estado inercial de um corpo, bem como, para um corpo está em equilíbrio mecânico é necessário que o somatório das forças que agem no corpo seja nulo.

Diante dos resultados obtidos nos dois testes, e comparando as respostas apresentadas no gráfico entre as turmas experimental e suporte, percebe-se que houve uma mudança significativa em relação aos conceitos físicos abordados em cada questão, principalmente de força e peso, evidenciando, efetivamente, que os estudantes após estudos prévios, ou seja, sala de aula invertida, apresentaram uma evolução na apropriação e compreensão do tema em tela.

### **6.1.2.3 Ação e Reação**

As questões 5 e 6 do pré-teste e, as questões 9 e 10 do pós-teste relacionam-se ao conceito de ação e reação. No pré-teste, em ambas as questões são abordadas sobre algumas características da força de reação. A questão 5 e 6, ambas retiradas de internet, a primeira solicita que os estudantes justifiquem suas respostas sobre o par de forças representadas na figura, enquanto a segunda aborda a situação de um aluno que tinha assistido sua primeira aula sobre a 3ª lei Newton, princípio da ação e reação, por coincidência seu carro ficou sem combustível e precisava empurrá-lo até o posto de combustível, porém ele pensou que não era possível, segundo esse princípio.

Desse modo, os objetivos dos problemas citados acima, tem como foco verificar se os discentes têm conhecimentos prévios sobre os temas abordados em cada questão, tendo em vista que o princípio de ação e reação é um conceito essencial para entender fenômenos físicos básicos e avançados. Assim, estudar o princípio de ação e reação, é fundamental por várias razões:

Entendimento das Forças: Esse princípio nos ajuda a compreender que forças sempre ocorrem em pares. Quando um objeto exerce uma força sobre outro, este reage com uma força de igual magnitude, mas em sentido oposto;

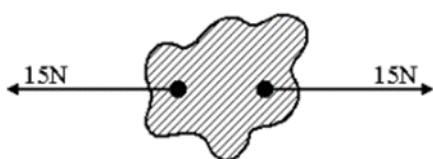
- ✓ Aplicações Práticas: Conhecimento dessa lei é essencial para diversas áreas, como engenharia, física, e até no cotidiano, explicando como aviões voam, carros se movem, e até como conseguimos caminhar;
- ✓ Fundamento da Dinâmica: A Terceira Lei de Newton é um dos pilares da dinâmica, uma área da física que estuda o movimento dos corpos e as forças que atuam sobre eles;
- ✓ Compreensão do Equilíbrio: Esse princípio é crucial para entender o equilíbrio e a estabilidade dos sistemas. Por exemplo, ao projetar uma ponte, é vital considerar as forças de reação que atuam para manter a estrutura estável.

Neste contexto, estudar essa lei abre portas para uma compreensão mais profunda das interações físicas em nosso universo e aprimora nossa capacidade de aplicar esses conceitos em soluções práticas e inovadoras.

Assim, nas questões 5 e 6 do pré-teste é abordado sobre o princípio da ação e reação, bem como quer saber quando um par de forças forma um conjunto de ação e reação, conforme figura:

**Quadro 18 – Questões 5 e 6 do pré-teste.**

5. As duas forças representadas a seguir podem constituir um par ação e reação? Justifique.



6. (MAPOFEI) - Um aluno que tinha tido sua primeira aula sobre o Princípio da Ação e Reação, ficou sem gasolina no carro. Raciocinou: “Se eu tentar empurrar o carro com uma força de intensidade  $F$ , ele vai reagir com uma força de intensidade  $F$  na mesma direção, mas em sentido contrário; ambas vão se anular e eu não conseguirei mover o carro”. Mas seu colega desceu do carro e o empurrou., conseguindo movê-lo. Qual o erro cometido pelo aluno em seu raciocínio?

Fonte: elaboração própria.

Percebe-se, nas respostas destas questões (Quadro 18) acima, que a maioria dos estudantes da turma experimental, bem como da turma suporte, não tinha conhecimentos prévios

sobre o tema abordado. Além disso, outro fato importante, observado nas respostas transcritas dos estudantes, é a dificuldade na escrita, fato esse verificado em suas respostas, de acordo com os registros de cada turma:

A1-[Pré-5] nunca vi isso. A9-[Pré-5] já ovi falar mas não lenbro. A17-[Pré-5] não sei sobre isso. A24-[Pré-5] sim por que um exemplo nos dois braços a pessoa tem a mesma força de um igual o outro. A32-[Pré-5] eu não sei se pode. A1-[Pré-6] ele estava fraco, e o carro também era pesado e ele tinha que em purra. A5-[Pré-6] ele não ter forças para empurrar o carro. A18-[Pré-6] por que ele não racionou o sentido ante contrário. A21-[Pré-6] ando porque tava na ladeira, ai o amigo dele conseguiu mover. A34-[Pré-6] eu acho que o carro não re moveu por conta da força urada, o carro rendo muito perado e tambem contando com a força do ar, mesmo perado tem ar rodas que ajundam e meio que deixa o carro mais leve. B9-[Pré-6] ter pensado em enpurrar o carro sendo que ele esta dentro dele. B18-[Pré-6] ele empurrou o carro ao invés de ligor para o posto de gasolina.

Levando-se em conta o que foi observado nas respostas das questões 5 e 6 do pré-teste, em relação ao princípio de ação e reação, percebe-se que não houve resposta significativa em relação ao conceito do tema abordado na questão, evidenciando que os estudantes, efetivamente, não tinham apropriação prévia desse fenômeno. Vale ressaltar que a turma suporte não respondeu à questão 5.

Portanto, com os resultados obtidos nas questões 5, e 6 do pré-teste, sobre a 3ª lei de Newton, estão representados na tabela abaixo, a qual mostra uma visão geral do resultado da turma experimental, bem como da turma suporte.

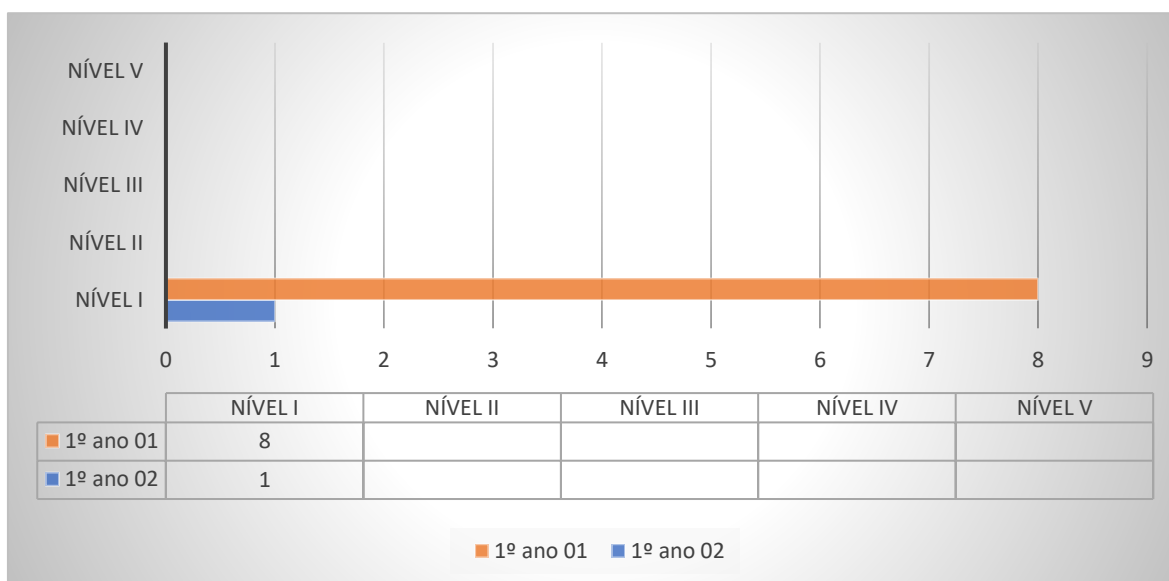
**Quadro 19 – Resultado das questões 5 e 6 do pré-teste das turmas de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Monteirópolis.**

QUES-TÃO	TRUMA	S/R	I	II	III	IV	V	TOTAL
5	1º ANO 01	21	11					32
6	1º ANO 01	19	13					32
5	1º ANO 02	16						16
6	1º ANO 02	14	02					16

Fonte: elaboração própria.

Tendo em vista o resultado da tabela, observa-se por meio do Gráfico 6 abaixo, que a maioria dos estudantes das duas turmas, efetivamente, demonstrou falta de conhecimentos prévios sobre o tema abordado em cada questão citada, o que influenciou o resultado, demonstrando a importância dos subsunçores para construção de conceitos.

**Gráfico 6 – Média de cada nível de compreensão das questões 5 e 6 do pré-teste.**



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que, nesse gráfico, o eixo x representa os níveis de conhecimento dos discentes, enquanto o eixo y, representa a quantidade de alunos em cada nível de aprendizagem.

Já no pós-teste, as questões 9 e 10 no Quadro 20 abaixo, tem como objetivo verificar se os discentes das duas turmas, principalmente da experimental, através da metodologia ativa, sala de aula invertida e experimentos, conseguiram absorver e compreender a 3ª lei de Newton. Vale ressaltar que no pré-teste, a maioria dos alunos não conseguiu responder as questões sobre o tema, demonstrando falta de conhecimento prévio.

#### **Quadro 20 – A terceira Lei de Newton.**

9. Explique a terceira Lei de Newton.

10. Analise a figura abaixo, sobre uma pessoa que se mantém parada, ou seja, o puxão da gravidade para baixo e a força de apoio do piso para cima. Essas forças são iguais e opostas? Elas formam um par de ação e reação? Justifique



Fonte: elaboração própria.

Percebe-se, nas respostas destas questões do Quadro 20 acima, que a maioria dos estudantes das duas turmas, principalmente da turma experimental, conseguiu compreender e responder as questões com certa propriedade, de acordo com as respostas transcritas, conforme registro:

A2-[Pós-9] A terceira lei de Newton. conhecido como lei da ação e reação afirma que, para toda força de ação que e aplicada a em um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente. A7-[Pós-9] ao aplicarmos uma força sobre o corpo recebemos desse corpo a mesma força a com mesmo módulo e na mesma direção chamado de ação e reação. A19-[Pós-9] Conhecida como a lei da “ação e reação” pra toda força de ação aplicada a um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente. A32-[Pós-9] A terceira lei de Newton é a “toda ação gera uma reação, isso quer dizer que tudo que você faz acontecer na mesma entencidade. A43-[Pós-9] Conhecida como lei da ação e reação, afirma que, para toda força de ação que é aplicada a um corpo, surge uma força de reação em um corpo diferente essa força de reação tem a mesma entensidade da força de ação e atua na mesma direção mas com sentido oposto. A2-[Pós-10] A força de gravidade empura você para o chão em quanto você empura o chão para subir, então você faz uma força contra o chão, isso chama reação e força. A19-[Pós-10] Iguais, pois quanto mais você preciona uma força maior, ela mas empurra de volta a 3ª lei de Newton, para cada ação uma reação. A21-[Pós-10] A força é a mesma, a homem bota força para baixo e o chão para cima. A24[Pós-10] Sim, pois a mesma força aplicada é a mesma força do chão. A43-[Pós-10] Sim as duas forças são eguais a oposta.

Pelo analisado nas respostas das questões 9 e 10 do pós-teste da turma experimental, foi possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os alunos, conseguiram compreender, parcialmente ou com mais propriedade, os conceitos físicos solicitados em cada uma das questões, porém na questão 10, ficou evidente, na maioria das respostas, que os discentes não conseguiram entender que o par de forças aplicado na figura não forma um par de ação e reação. Assim, está evidente nas respostas transcritas da turma que o nível do conhecimento, principalmente, sobre a 3ª lei de Newton, que foi objeto de estudo do pré-teste, evoluiu consideravelmente.

Já com respeito a turma suporte, é possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os discentes não tiveram o mesmo nível de compreensão, uma vez que a minoria dos alunos conseguiu responder parcialmente ou com mais propriedade às questões citadas, conforme relato:

B9-[Pós-9] Conhecida como lei da ação e reação, afirma que toda força de ação que é aplicada a um corpo surge uma força de ação aplicada. B15-[Pós-9] Toda força de ação é aplicada a um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente de mesma intensidade da força aplicada, mesma direção e sentido oposto. B34-[Pós-9] Lei da ação e reação. Para que toda força de ação que é aplicada a um corpo, surge uma força de reação em um corpo diferente. E essa força de reação tem a mesma intensidade da força de ação e atua na mesma direção, mas com sentido oposto. B30-[Pós-10] As forças tem a mesma intensidade realmente são opostas mais não forma um par. B34-[Pós-10] As forças tem a mesma intensidade realmente são opostas mais não forma um par. B40-[Pós-10] Não, porque para ação e reação não pode ocorrer no mesmo corpo.

Desse modo, os resultados obtidos nas questões 9 e 10 do pós-teste, em relação a 3ª lei de Newton, estão representados no Quadro 21 abaixo, o qual mostra uma visão geral do resultado da turma experimental, bem como da turma suporte.

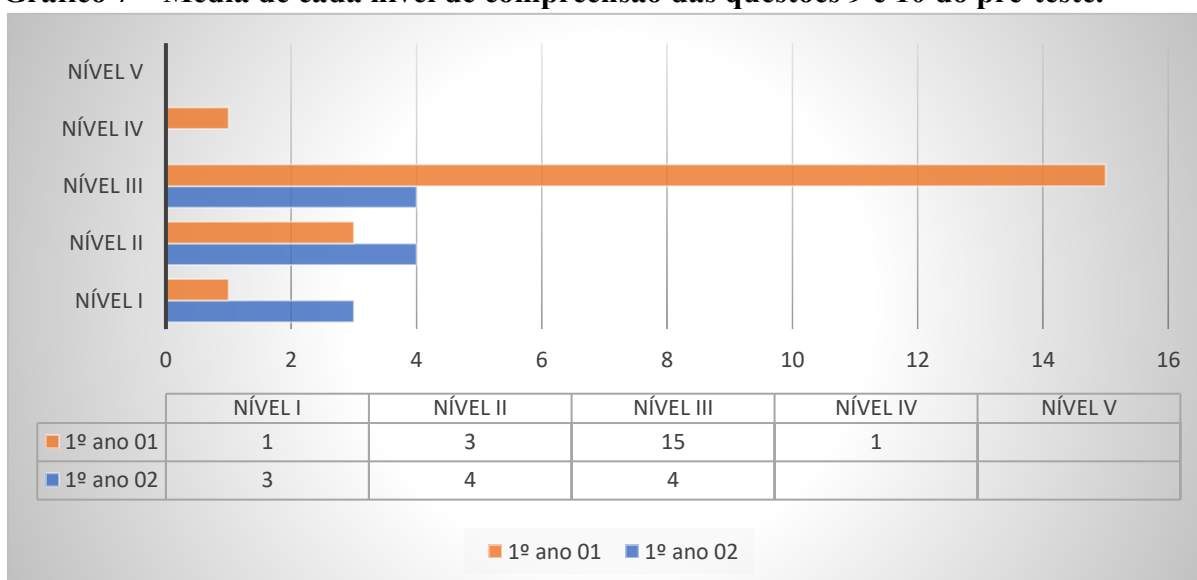
**Quadro 21 – Resultado das questões 9 e 10 do pós-teste das turmas de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Monteirópolis.**

QUES-TÃO	TRUMA	S/R	I	II	III	IV	V	TOTAL
9	1º ANO 01	4	1	3	15	2		25
10	1º ANO 01	7	1	3	14			25
9	1º ANO 02	2	2	4	5	3		16
10	1º ANO 02	6	3	4	2	1		16

Fonte: elaboração própria.

Tendo em vista o resultado da tabela acima, observa-se por meio do Gráfico 7 abaixo, que a maioria dos estudantes das duas turmas, principalmente da turma experimental, conseguiu absorver e entender, parcialmente ou com mais propriedade, o tema abordado em cada questão citada, indicando a importância dos subsunçores adquiridos através dos experimentos realizados na sala de aula, bem como da metodologia ativa sala de aula invertida.

**Gráfico 7 – Média de cada nível de compreensão das questões 9 e 10 do pré-teste.**



Fonte: Autor.

Observa-se que, nesse gráfico, o eixo x representa os níveis de conhecimento dos discentes, enquanto o eixo y, representa a quantidade de alunos em cada nível de aprendizagem.

Observando as respostas, verifica-se indícios que os alunos, em sua maioria, obtiveram um bom entendimento da Terceira Lei de Newton, mesmo que ainda seja possível observar algumas dificuldades persistentes. Logo, apesar dos objetivos em relação ao Princípio de Ação e Reação não terem sido totalmente alcançados, é possível avaliar que houve progresso em relação aos conhecimentos iniciais.

## 7. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou investigar as potencialidades e os limites de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa usando a metodologia ativa sala de aula invertida para o ensino de Leis de Newton no Ensino Médio. Para tanto, estruturou-se uma sequência didática utilizando diversas metodologias, a qual foi aplicada junto a uma turma de primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual de Monteirópolis-AL.

As aulas foram elaboradas de maneira que os estudantes fossem ativos no processo de ensino-aprendizagem, utilizando para isso atividades diversificadas, que favorecessem esse percurso, dando ênfase aos momentos de discussão no grande grupo, partindo de situações problema e trazendo para sala de aula acontecimentos do dia a dia dos estudantes.

Através do Diário de Bordo foi possível acompanhar o desenvolvimento dos alunos da turma experimental, a cada encontro, tendo em vista, avaliar o envolvimento dos mesmos com a proposta, mudanças de postura e progresso do convívio social. Já através da turma controle, do pré-teste e pós-teste foi possível analisar as evoluções conceituais ocorridas, comparando os conhecimentos iniciais aos finais, com o objetivo de verificar possíveis indícios de aprendizagem.

De acordo com o exposto através do Diário de Bordo, utilizar situações experimental e do contexto diário revelou-se uma maneira efetiva de estimular os estudantes a participarem das aulas, e conseqüentemente expor suas ideias para o grande grupo. Por outro lado, isso também permitiu ao professor identificar com mais facilidade possíveis dificuldades, tanto por meio das exposições dadas pelos alunos, quanto pela falta delas. Desse modo, observou-se que, em alguns momentos, a falta de participação não é apenas motivada pelo desinteresse, mas também pela dificuldade na leitura e na escrita, bem como em compreender alguns conceitos.

Ainda, durante os encontros foram utilizadas diversas atividades, tais como: vídeos, debates, atividades experimentais, texto e etc. A inserção desses recursos causou um impacto positivo em termos de envolvimento e participação das aulas, em especial, o uso de experimentos. As atividades experimentais, provocaram muito entusiasmo entre os estudantes e desenvolveram papel importante na construção de conceitos.

A troca de ideias e conhecimentos durante os encontros, inicialmente teve alguns problemas, por motivo de empatia da turma, por paradas da aula para informes da gestão, apesar

de tudo isso, com o decorrer das atividades aplicadas em sala de aula, foi favorecida pela construção de grupos durante a realização das tarefas. Foi observado que houve maior empenho durante as atividades de sistematização, geralmente menosprezadas pelos estudantes. Por outro lado, o uso de problemas contextualizados também favoreceu esse processo.

Entretanto, o uso da sequência didática não causou mudanças significativas no empenho dos estudantes nas atividades extraclasse, como foi possível observar mediante as tarefas solicitadas, uma vez que a maioria não acessou as plataformas educacionais digitais Seneca e Khan Academy como proposto, bem como duas equipes não apresentaram seus trabalhos em grupo, evidenciando que não realizaram suas tarefas fora do horário escolar.

Através do pré-teste foi possível observar que os estudantes, tanto da turma experimental como da turma controle, não possuíam subsunções sobre o tema abordado nesta atividade, uma vez que tais conhecimentos prévios, segundo David Ausubel, seriam importantes para iniciar o diálogo e estabelecer pontes cognitivas para construção de conceitos. Já em relação ao pós-teste, observou-se, ainda, por meio das respostas dos estudantes, indícios de construção e/ou captação de conceitos, ainda que, inegavelmente constatou-se algumas dificuldades persistentes em alguns conceitos, como atrito, massa e peso. Em termos gerais, houve uma evolução conceitual.

Neste sentido, a sequência didática provocou modificações positivas na postura dos alunos frente a sua aprendizagem, gerando uma maior frequência e participação durante as aulas, fato esse verificado na turma experimental, ao contrário da turma controle, a maioria não frequentou as aulas durante esse período. Com essa maior frequência dos alunos nas aulas, efetivamente, isso estimulou o diálogo e a criticidade, além de contribuir nos aspectos de construção de conhecimento.

Evidenciou-se como dificuldade na aplicação dessa sequência didática a persistente complexidade em compreender alguns conceitos físicos por parte dos estudantes. Em parte, o tempo destinado ao diálogo e discussão de todos os conceitos é pequeno devido a mudança do currículo de física, ocasionado pelo novo ensino médio, essa redução da carga horária contribuiu negativamente na realização completa da aplicação do produto educacional. Entretanto, devemos considerar que o tema Leis de Newton é bem abrangente e envolve inúmeros conceitos, não havendo tempo para aprofundar cada um deles isoladamente.

A autonomia dos estudantes também foi um fator limitante da sequência didática, ao propor no seminário final que os estudantes, com base nas discussões em sala de aula, apresentassem novas situações relacionadas aos conceitos estudados, esse objetivo não foi alcançado.

Em relação as potencialidades da sequência didática, sala de aula invertida aliada a TAS, evidenciam-se o favorecimento a compreensão de conceitos e a Aprendizagem Significativa em detrimento das aulas tradicionais. As mudanças na estrutura da aula também produziram alterações na postura dos estudantes frente ao caráter diagnóstico das avaliações e na importância da participação ativa, isso facilitou o trabalho do professor em identificar as dificuldades dos estudantes durante todo o processo de ensino-aprendizagem, acompanhando a evolução dos mesmos mediante a sua participação. Outro ponto destaque foi o envolvimento dos estudantes e entusiasmo em participar das atividades, principalmente dos experimentos, que favoreceram a trocas de ideias e discussão de conceitos.

Por fim, destaca-se a necessidade de mais ações que busquem transformar a dinâmica da sala de aula, onde ocorre as verdadeiras mudanças na educação e que tornem mais prazeroso e eficiente o processo de ensino-aprendizagem, para assim provocar mudanças reais na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. R. M. **Pandemia da covid-19 e demandas de atuação docente**. Revista Diálogos Acadêmicos, v. 9, n. 1, 2020.
- AJELLO, A. M. **Professores e Discussões: Formação e Prática Pedagógica**. In: Pontecorvo, C., Ajello, A. M., & Zucchermaglio, C. *Discutindo se Aprende: Interação Social, Conhecimento e Escola*. Porto Alegre, RS: Artmed. 2005.
- ANDRADE, C. N. R. **Aprendizagem Cooperativa: Estudo com alunos do 3.º CEB (227 f.)**. Dissertação de Mestrado, Ensino das Ciências, Escola Superior de Educação de Bragança, Bragança, Portugal. 2011.
- ANTUNES, C. **Professores e Professauros: Reflexões Sobre a Aula e Práticas Pedagógicas Diversas**. Petrópolis: Vozes. 2014.
- ALMEIDA, M. E. B. **Integração de currículo e tecnologias: a emergência de web currículo**. Anais do XV Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte: UFMG, 2010.
- ALMEIDA, M. E. B. e Moran, J. M. (2005). **Integração das Tecnologias na Educação**. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed.
- AQUINO FILHO, Gilmar F.; MACHADO, Jonatas T.; AMARAL, Luiz H. Ausubel: **Aprendizagem Significativa e avaliação**. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo, out. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ho9b72>>. Acesso em: 15 de nov. 2017.
- ARONSON, E. **The Jigsaw Classroom**. Beverly Hills: Sage Publications. 1978.
- AUSUBEL David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BARDIN Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. Boletim Técnico do Senac, 39(2), 48-67. 2013.
- BARROWS, H.; TAMBLYN, R. M. **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Spring Publishing Company. 1980.
- BERBEL, N. A. N. **A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?** *Interface*, Botucatu, 2(2), 139-154. 1998.

BERBEL, N. A. N. **O Problema de Estudo na Metodologia da Problematização**. In: Berbel, N. A. N. (org.) Exercitando a reflexão com conversas de professores. Londrina, PR: Grafcel. 2005.

BORGES, A. Tarcisio. **Implementação dos PCNs em sala de aula: dificuldades e possibilidades**. 2006. (Coleção Explorando o Ensino - Física, volume 7).

BRAGA, Cleonice M. **O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da Aprendizagem Significativa**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. *Lei nº 9.394*, de 20/12/1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <<https://bit.ly/1U7QxVu>>. Acesso em: 16 abr. 2024.

BRASIL. Portaria nº 343, de 17 de março de 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus – COVID-19. Disponível em: . Acesso em 10 de março de 2024.

CAMARGO, E. P. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual**. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física. 2016.

COLOSI, J. C. & ZALES, C. R. **Jigsaw Cooperative Learning Improves Biology Lab Courses**. *Bioscience*, 48(2), 118-124. 1998.

CROUCH, C.; MAZUR, E. **Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results**. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977. 2001.

DAMIANI, M. F. **Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios**. *Educar em Revista*, 31, 213-230. 2008.

DARROZ, Luiz M.; ROSA, Cleci W.; GHIGGI, Caroline M. **Método Tradicional X Aprendizagem Significativa: investigação na ação dos professores de física**. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2Jxshg6>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

DEVRIES, D. L.; MESCON, I. T.; SHACKMAN, S. L. **Teams-Games- Tournament in the Elementary Classroom: A Replication** (Tech. Rep. nº. 190). Baltimore: Johns Hopkins University, Center for Social Organization of Schools. 1975.

- DEWEY, J. **A Filosofia em Reconstrução**. São Paulo, SP: Companhia Editora Nacional. 1958
- DEWEY, J. **Como Pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. São Paulo, SP: Editora Nacional. 1979a
- DEWEY, J. **Democracia e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 1959
- DEWEY, J. **El Hombre y Sus Problemas**. Buenos Aires: Editorial Paidós. 1952
- DEWEY, J. **Experiência e educação**. São Paulo: Editora Nacional. 1979b
- DEWEY, J. **Vida e Educação**. São Paulo: Nacional. 1959a.
- DIAS, Rosilâna Aparecida; LEITE, Lígia Silva. **Educação a Distância: da legislação ao pedagógico**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2010.
- DILLENBOURG, P. **What do you mean by collaborative learning?** In: Dillenbourg, P. (ed.). Collaborative-learning: cognitive and computational approaches. Oxford: Elsevier. 1999.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 36. ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009.
- GADOTTI, M. **Boniteza de um sonho**: ensinar-e-aprender com sentido. Novo Hamburgo: Feviale, 2003.
- GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. (Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS). Disponível em: <<https://bit.ly/11Y0IHZ>>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- GIANI, Kellen. **A experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOMES, Jocelma C.; CASTILHO, Weimar S. **Uma visão de como a física é ensinada na escola brasileira, e a experimentação como estratégia para mudar essa realidade**. In: Jornada de iniciação científica e extensão do IFTO, 1, 2010. Palmas. *Anais...* Palmas: IFTO, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2sGeCZO>>. Acesso em: 20 mar. 2024. Anais eletrônicos
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOEDERT, L. **Práticas de mediação pedagógica online em interlocução com o modelo de comunidade de inquirição**. Tese de Doutorado em Ciências da Educação (Especialidade Tecnologia Educativa). Instituto de Educação, Universidade do Minho, Portugal. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/64649>. Acesso em 09 mar. 2024.

HUNG, W.; JONASSEN, D. H.; LIU, R. **Problem-Based Learning**. In: Spector, M., Merrill, M. D., & Bishop, M. J. (eds.). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York: Lawrence Erlbaum Associates. 2008.

KEMCZINSKI, A., et al. (2007) **Colaboração e cooperação** – pertinência, concorrência ou complementaridade. *Revista Produção Online*, 7(3), 1-15.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2008.

LOPES, Maria G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar**. 4. ed. revista, São Paulo: Cortez, 2011.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; DA SILVA LORETO, E. L. **Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão**. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 2, 2018.

LUDOVICO, F. M.; MOLON, J.; BARCELLOS, P. D. S. C. C.; FRANCO, S. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática [recurso eletrônico]** / Organizadores, Lilian Bacich, José Moran. – Porto Alegre: Penso, 2018.

MARIN, M. J. S., et al. **Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem**. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 34(1), 13-20. 2010.

MARQUES, Carlos V. S. **Proposta de Ensino de introdução à Física baseada na História e Filosofia da Ciência**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2JwUux>>. Acesso em: 17 abril. 2024.

MASETTO, M. T. **Competência Pedagógica do Professor Universitário**. São Paulo, SP: Summus. 2003.

MASSETO, M. **Competência pedagógica do professor universitário**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2012.

- MASSON, T. J., et al. **Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)**. Anais do COBENGE – XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém, 1-10. 2012
- MCINNERNEY, J. M.; ROBERTS, T. S. **Collaborative or cooperative learning?** In: T. S. Roberts (ed). *Online Collaborative Learning: Theory and Practice*. Hershey: IGI Global. 2004.
- MELO, I.V. **As consequências da pandemia (COVID-19) na rede municipal de ensino: impactos e desafios**. 2020. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Docência no Ensino Superior) –Câmpus Ipameri, Instituto Federal Goiano, Ipameri, 2020.
- MEYERS, C.; JONES, T. B. **Promoting Active Learning**. San Francisco: Jossey Bass. 1993.
- MICHAELSEN, L. K.; SWEET, M. **The Essential Elements of Team-Based Learning**. *New Directions for Teaching and Learning*. Special Issue: Team-Based Learning: Small Group Learning's Next Big Step, 2008(116), 7-27. 2008.
- MEEES, Alberto A. **Implicações das teorias de aprendizagem para o Ensino de Física**. Disponível em: <<https://bit.ly/2JbD4xj>>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- MENDES, Jandu F.; COSTA, Ivan F.; SOUSA, Célia M. S. G. **O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, p. 1-9, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2LrU4Mz>> Acesso em: 05 mar. 2014.
- MICOTTI, M. C. O. **O ensino e as propostas pedagógicas**. In: Bicudo, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas*. São Paulo, SP: Editora UNESP. 1999.
- MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção mídias contemporâneas. *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.
- MONTEIRO, Midiã M.; MARTINS, André F. P. **História da ciência na sala de aula: uma sequência didática sobre o conceito de inércia**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 4, p. 4501-1-4501-9, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2sAAjLz>>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- MOREIRA, Marco A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** 2010. Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2024. (Material de apoio aula inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Naturais Referências Bibliográficas 183 da UFMG, Cuiabá, MT, 2010. Disponibilizado na disciplina Teorias de Aprendizagem do Curso de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, IOC/Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, 2012. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012).

NEWMANN, F. M.; THOMPSON, J. A. **Effects of cooperative learning on achievement in secondary schools: A summary of research.** Madison: National Center on Effective Secondary Schools, University of Wisconsin. 1987.

NEWTONO, Isaac. **Philosophiae Naturalis Principia Mathematic.**, Dawson & Sons, London, 1st ed., 1687.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender.** 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1999.

OLIVEIRA, R. M. **Problem Based Learning como estratégia de ensino: diagnóstico para a aplicabilidade no Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal do Paraná (162 f).** Dissertação de Mestrado, Contabilidade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. 2015.

RAVINDRANATH, D.; GAY, T. L.; RIBA, M. B. **Trainees as teachers in team-based learning.** *Academic Psychiatry*, 34(4), 294-297. 2010.

RICON, Alan E.; ALMEIDA, Maria J. P. M. Ensino da Física e Leitura. **Revista Leitura: teoria & prática**, ano 10, n. 18, dez. 1991.

ROSA, Cleci T. W. **Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo.** *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 94-108, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2JpTQrV>>. Acesso em: 20 abril. 2024.

R.K. Covid-19: **Desafios dos docentes na linha de frente da educação.** *Interfaces Científicas-Educação*, v. 10, n. 1, p. 58-74, 2020.

ROGERS, C. **Liberdade para Aprender.** Belo Horizonte: Ed. Interlivros, 1973.

SANTOS, Robson J.; SASAKI, Daniel G. G. **Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 3506-1-3506-9, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2M2vGSt>>. Acesso em: 16 abril. 2024.

SASSERON, Lúcia H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte. v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2LoeO7D>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SALAM, A.; HOSSAIN, A.; RAHMAN, S. **Effects of using Teams-Games-Tournaments (TGT) Cooperative Technique for Learning Mathematics in Secondary Schools of Bangladesh.** *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 3(3), 35-45. 2015.

SCHMIDT, H. G. **Foundations of problem-based learning:** some explanatory notes. *Medical Education*, 27(5), 422-432. 1993.

SCHNEIDER, E. I., et al. **Sala de Aula Invertida em EAD:** uma proposta de Blended Learning. *Revista Intersaberes*, 8(16), 68-81. 2013.

Secretaria de Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** ciências naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

SILVA, A. N. R.; KURI, N. P.; CASALE, A. **PBL and B-Learning for Civil Engineering Students in a Transportation Course.** *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(4), 305-313. 2012.

SLAVIN, R. E. **Cooperative learning and student achievement.** In: Slavin, R. E. (ed.). *School and classroom organization*. New Jersey: Lawrence Erlbaum. 1989.

STANLEY, T.; MARSDEN, S. **Problem-based learning:** Does accounting education need it? *Journal of Accounting Education*, 30(3-4), 267-289. 2012.

TAN, O. S. **Problem-based learning innovation:** Using problems to power learning in the 21st century. Singapore: Thomson Learning Asia. 2003.

TERRAZZAN, Eduardo A. **Textos de divulgação científica em aulas de Física:** uma abordagem investigativa. Santa Maria: UNIFRA, 2010.

TROVA, Nilson F. **O uso da rede social de aprendizagem Edmodo como auxílio no processo de ensino-aprendizagem**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2kP407j>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

TORRES, P. L.; ALCÂNTARA, P. R.; IRALA, E. A. F. **Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem**. Revista Diálogo Educacional, 4(13), 129-145. 2004.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. **Aprendizagem colaborativa**. In: Torres, P. L. (org.) Algumas vias para entretecer o pensar e o agir. Curitiba, PR: SENAR. 2007.

VALENTE, G. S. C.; DE MORAES, É. B.; SANCHEZ, M. C. O.; DE SOUZA, D. F.; Pacheco, M. C. M. D. **O ensino remoto frente às exigências do contexto de pandemia: Reflexões sobre a prática docente**. Research, Society and Development, v.9, n.9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.815>. Acesso em: 11 mar. 2021.

VALENTE, J. A. **Comunicação e a Educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação**. Revista UNIFESO – Humanas e Sociais, Vol. 1, n. 1, 2014, pp. 141- 166

WATKINS, J.; MAZUR, E. **Using JiTT with Peer Instruction**. In: Simkins, S., & Maier, M. (eds.) Just in Time Teaching Across the Disciplines. Sterling: Stylus Publishing. 2010

WOODS, D. **Problem-Based Learning: how to get the most out of PBL**. Hamilton: W. L. Griffen Printing Limited. 1994.

ZABALA, A. **Enfoque Globalizador e Pensamento Complexo: uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre, RS: Artmed. 2001.

ZABALZA, Miguel. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

## APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido



Instituto de Física – Universidade Federal de Alagoas  
57072-970 - Maceió – AL - Brasil

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: intitulada SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, este documento deverá ser assinado em duas vias, sendo a primeira de guarda e confidencialidade do Pesquisador(a) responsável e a segunda ficará sob sua responsabilidade para quaisquer fins. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o(a) pesquisador(a) responsável SAMUEL VIEIRA DOS SANTOS, através do telefone: (82)99619-7028 ou através do e-mail [vieirasantos1977@gmail.com](mailto:vieirasantos1977@gmail.com).

A presente pesquisa é motivada pela necessidade de solucionar o problema que aflige os professores de física, bem como, diversas áreas do conhecimento, que é a falta de interesse e comprometimento da atual geração, citada por muitos especialistas, como geração tecnológica, que não mais se adequa as velhas metodologias do ensino tradicional e expositivo. O ensino de física auxilia na compreensão do mundo em que vivemos, mas há muito tempo o processo de ensino de física acaba sendo comprometido pela instrumentalização, tratamento matemático formal, desmotivando o aluno, e se detendo a formalismos e modelos de aula expositiva, não contribuindo de uma maneira efetiva e significativa na transposição dos saberes de física. O objetivo desse trabalho é investigar, através da utilização de práticas pedagógicas e métodos qualitativos, aliadas as diferentes formas de tecnologia e metodologias ativas, indicadores que demonstrem, durante o processo ensino - aprendizagem, que os conceitos adquiridos pelos alunos tenham sido por eles apropriados e se tornado significativos, promovendo uma aprendizagem ativa, construtiva e colaborativa na disciplina de física. Para a coleta de dados será utilizado um estudo quase experimental envolvendo grupo controle (GC), nesse grupo será

utilizado o processo tradicional, e grupo experimental (GE), o qual será utilizado o processo de metodologia ativa sala de aula invertida. Os instrumentos que serão utilizados para coleta de dados consistem em diário de bordo e dois testes aplicados antes e depois da aplicação do produto educacional.

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer tempo e aspecto que desejar, através dos meios citados acima. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sendo sua participação voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e todos os dados coletados servirão apenas para fins de pesquisa. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu \_\_\_\_\_ estou de acordo em participar da pesquisa intitulada SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON, de forma livre e espontânea, podendo retirar meu consentimento a qualquer momento.

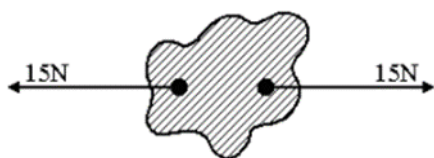
\_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pela pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

**APÊNDICE B - Questionário Pré-teste****ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS  
MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**

- 1) As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. A qual Lei Física, a função do cinto está relacionada? Justifique sua resposta baseando-se na referida lei.
- 2) Explique que é peso de um corpo? Diga qual é a direção e o sentido do vetor que representa o peso de um corpo? Justifique sua resposta.
- 3) Explique o que é Força?
- 4) A força é uma grandeza escalar ou vetorial? Justifique sua resposta
- 5) As duas forças representadas a seguir podem constituir um par ação e reação? Justifique.



- 6) (MAPOFEI) – Um aluno que tinha tido sua primeira aula sobre o Princípio da Ação e Reação, ficou sem gasolina no carro. Raciocinou: “Se eu tentar empurrar o carro com uma força de intensidade  $F$ , ele vai reagir com uma força de intensidade  $F$  na mesma direção, mas em sentido contrário; ambas vão se anular e eu não conseguirei mover o carro”. Mas seu colega desceu do carro e o empurrou., conseguindo movê-lo. Qual o erro cometido pelo aluno em seu raciocínio?

## APÊNDICE C - experimento Torre de Inércia

### EXPERIMENTO TORRE DE INÉRCIA

#### **Torre de Inércia**

##### Materiais:

- Copos de plásticos;
- Cartas de baralho ou cartões recortados de folha fotográfica A4 em tamanho padrão;
- Blocos de madeira.

##### Montagem:

Construir uma torre usando copos empilhados, intercalados com as cartas de baralho.

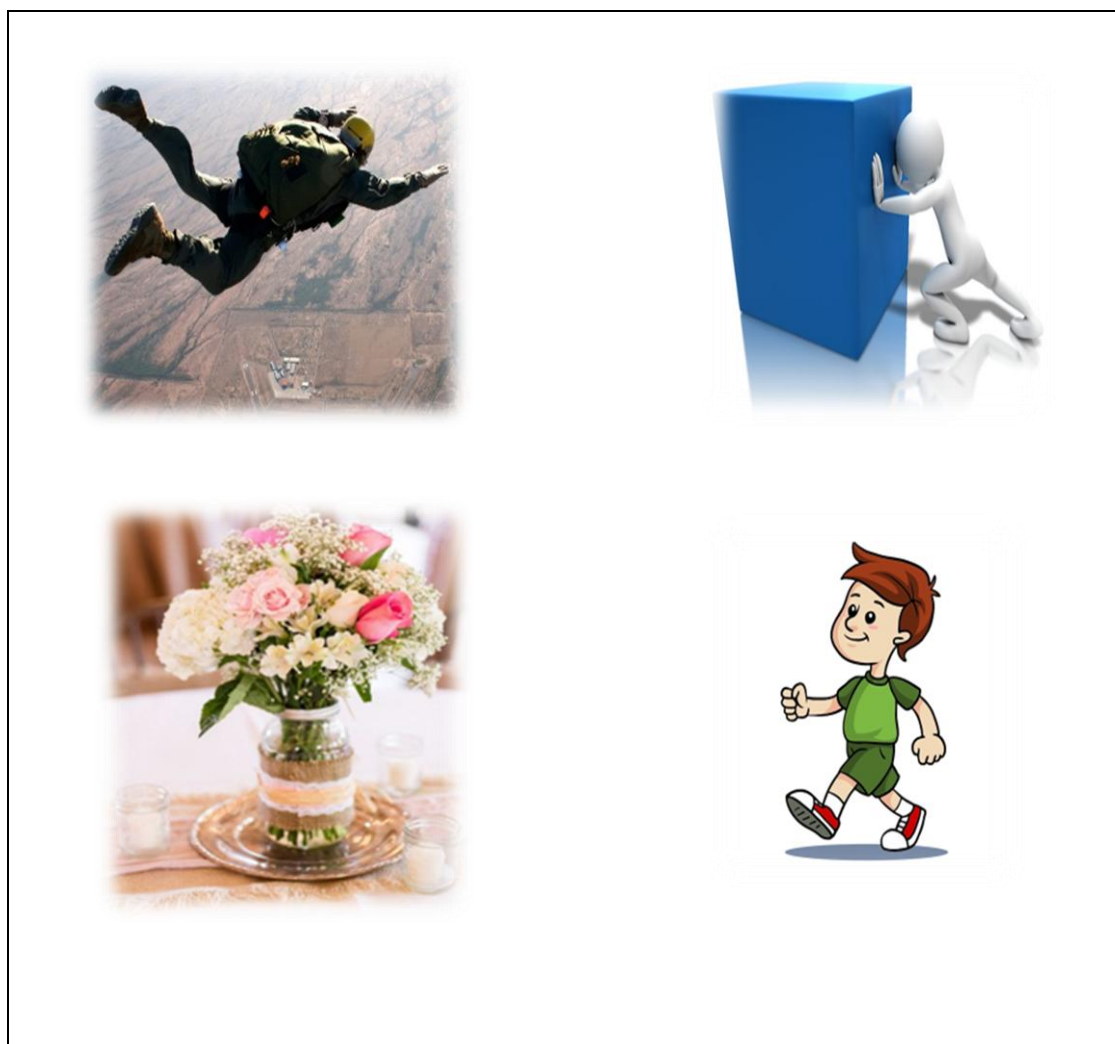
Construir a segunda torre, de igual forma, usando os blocos de madeira.

##### Regras:

Os participantes devem remover as cartas das torres sem derrubá-la.

**APÊNDICE D - Atividade das Figuras****ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS  
MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE****ATIVIDADE: LOCALIZAR AS FORÇAS****As forças no cotidiano**

Desenhe nas figuras abaixo vetores representando as forças existentes em cada caso e identificando-as:



**APÊNDICE E - Texto sobre as forças****ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS****MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE****ONDE ESTÃO AS FORÇAS?**

As formas pelas quais os objetos interagem uns com os outros são muito variadas. A interação das asas de um pássaro com o ar, que permite o voo, por exemplo, é diferente da interação entre uma raquete e uma bolinha de pingue-pongue, da interação entre uma lixa e uma parede ou entre um ímã e um alfinete.

Isaac Newton, o famoso físico inglês do século XVIII, conseguiu elaborar leis que permitem lidar com toda essa variedade, descrevendo essas interações como forças que agem entre os objetos. Cada interação representa uma força diferente, que depende das diferentes condições em que os objetos interagem. Mas todas obedecem aos mesmos princípios elaborados por Newton, e que ficaram conhecidos como Leis de Newton.

Desse modo, Força é o agente da dinâmica responsável por alterar o estado de repouso ou movimento de um corpo. Quando se aplica uma força sobre um corpo, esse pode desenvolver uma aceleração, como estabelecem as leis de Newton, ou se deformar. Existem diferentes tipos de força na natureza, tais como a força gravitacional, força elétrica, força magnética, força nuclear forte e fraca, força de atrito, força de empuxo etc.

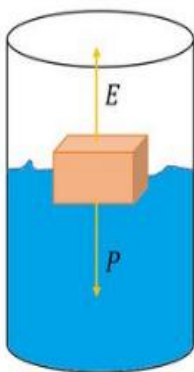
As forças são grandezas vetoriais que, portanto, precisam ser definidas de acordo com seu módulo, direção e sentido. O módulo de uma força diz respeito à sua intensidade; a direção diz respeito às direções nas quais as forças se aplicam (horizontal e vertical, por exemplo); cada direção, por sua vez, apresenta dois sentidos: positivo e negativo, esquerda e direita, para cima e para baixo etc.

## Gravidade



A gravidade, também conhecida como força peso, é o tipo de força que faz com que dois corpos que tenham massa atraiam-se mutuamente. A força peso é responsável por nos manter presos à Terra e também pela órbita de todos os planetas em torno do Sol.

## Na água



A força de empuxo surge quando algum corpo é inserido no interior de um fluido, como o ar atmosférico ou a água. Essa interação da água com os objetos se dá no sentido oposto ao da gravidade e é medida através de uma força que chamamos de empuxo hidrostático. É por isso que nos sentimos mais “leves” quando estamos dentro da água. O que sustenta balões no ar também é uma força de empuxo, igual à que observamos na água.

## Sustentação



Para que as coisas não caiam é preciso segurá-las. Para levar o lápis o garotão faz força para cima. Neste caso, temos duas situações, a força da gravidade, que puxa o lápis baixo, e uma força para cima, de sustentação, que a mão do garoto faz no lápis. Em geral, ela é conhecida como força normal.

A força normal, também chamada de “força de apoio”, é um tipo de força de contato exercida por um corpo sob uma superfície. Como exemplo, podemos pensar num bloco em repouso numa mesa, onde ambas exercem a força normal uma na outra, perpendicular às superfícies de contato.

Note que essa força é importante na medida que evita que objetos sólidos sejam atravessados por outros. Isso porque a força da gravidade age empurrando esse objeto para baixo, ao mesmo tempo que a força normal se opõe a ela.

### No ar



Para se segurar no ar o pássaro bate asas e consegue com que o ar exerça uma força para cima, suficientemente grande para vencer a força da gravidade. Da mesma forma, o movimento dos aviões e o formato especial de suas asas acaba por criar uma força de sustentação.

Essas forças também podem ser chamadas de empuxo. Porém, trata-se de um empuxo dinâmico, ou seja, que depende de um movimento para existir. As forças de empuxo estático que observamos na água ou no caso de balões, não dependem de um movimento para surgir.

### Atrito



A força de atrito corresponde a força exercida entre duas superfícies que estão em contato. Dessa forma, a força atrito possui direção, sentido e módulo, sendo uma força de oposição à tendência do escorregamento.

Ela está muito presente no nosso dia-a-dia, desde o movimento dos automóveis, dos animais, dos humanos, ao empurrar uma mobília da casa, dentre outros.



Força de atrito

Portanto, a força atrito é uma força que se opõe ao movimento do corpo ou dos objetos, tentando impedi-lo. A força de atrito surge das irregularidades entre duas superfícies que estejam em contato. Logo, quanto maior às rugosidades apresentadas nas superfícies, maior será a força de atrito.

## Resistências



Em que difere a prática de esporte desses dois atletas? Ambos empurram o chão para trás para poderem ir para a frente, interagem através da força de atrito. Porém, o primeiro atleta usa um tipo de paraquedas que dificulta a corrida devido a resistência gerada pelo atrito do ar, imprimindo uma resistência proporcional a velocidade de aceleração do atleta em movimento. Esse tipo de interação se representa através do que chamamos de força de resistência. Como o atrito a força de resistência é oposta ao movimento. É essa força de resistência que permite a existência dos paraquedas.

Fontes: Adaptados de <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/forca.htm>>; <[Taís da Silva-produto educacional-PPGCEM.pdf \(capes.gov.br\)](#)> Acesso em: 27 mar. 2024.

**APÊNDICE F – TEXTO MASSA E PESO****ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS  
MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE****MASSA E PESO: ENTENDA A DIFERENÇA E COMO CALCULAR**

Vamos pensar a seguinte situação: Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?



Fonte: Adaptado de < [vector-drawing-smart-refrigerator-hand-with-phone-control-app-phone\\_531064-195.jpg \(626×455\) \(freepik.com\)](#) > Acesso em: 26 março 2024.

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e conseqüentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças.

O peso ( $P$ ) e a massa ( $m$ ) são duas grandezas fundamentais nos estudos da física. Enquanto o peso mede força, massa indica a quantidade de matéria. Embora estejam relacionadas são distintas e, muitas vezes, utilizadas equivocadamente como sinônimos.



Fonte: Adaptado de <shutterstock\_464606768-722x1024.jpg (722×1024) (science-sparks.com)> Acesso em: 26 março 2024.

Assim, o peso caracteriza uma força de atração dos corpos por interação gravitacional, o qual varia conforme a gravidade exercida sobre esse corpo. A massa é uma grandeza invariável que designa a quantidade de matéria de num corpo.

A massa é uma grandeza escalar, necessitando apenas de um valor seguido da unidade de medida para ser totalmente compreendida. No Sistema Internacional de unidades a massa é medida em quilogramas (Kg). Seu valor é constante para um corpo, seja na Terra ou qualquer outro lugar no universo.

Por outro lado, o peso é uma grandeza vetorial, precisando de valor para caracterizar sua intensidade, além da direção e sentido que atua. Como o peso é uma força que provém da gravidade, sua direção é sempre vertical, com sentido para o centro da Terra.

#### 1. Exemplo:

A massa de um astronauta é igual na Terra ou na Lua, já o peso é diferente, visto que esses locais possuem valores de gravidade distintas.

Nesse sentido, vale ressaltar que frases comumente utilizadas para se referir à massa corporal, como por exemplo, “Eu peso 60 kg”, “Qual seu peso?”, são incoerentes, uma vez que os enunciados corretos são: “Minha massa é de 60 Kg” e “Qual a sua massa?”.

Como calcular o peso:

O Peso (P) é uma grandeza vetorial visto que apresenta intensidade, direção e sentido, sendo o produto da massa de um corpo e a aceleração da gravidade exercida sobre ele.

A sua intensidade é calculada pela fórmula:

$$P = m \cdot g$$

Onde:

**m** é a massa;

$g$  é aceleração da gravidade.

A aceleração da gravidade na Terra possui um valor aproximado de  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Por questão de simplificação, exercícios e questões de provas consideram a aceleração da gravidade como  $10 \text{ m/s}^2$ .

Dessa forma, diferente da massa, o peso é um valor variável. No Sistema Internacional (SI), a unidade padrão do Peso é o Newton (N).

Exemplo:

Se o valor de gravidade ( $g$ ) na superfície do planeta Terra é de aproximadamente  $10 \text{ m/s}^2$ , qual é a intensidade da força peso de um corpo de massa  $60 \text{ kg}$ ?

$$P = m \times g$$

$$P = 60 \times 10$$

$$P = 600 \text{ N}$$

Logo, o peso de uma pessoa de massa  $60 \text{ kg}$  no planeta Terra é de  $600 \text{ N}$ . Por conseguinte, se o valor de gravidade ( $g$ ) na superfície do planeta Marte é de aproximadamente  $3,70 \text{ m/s}^2$ , qual é a intensidade da força peso exercida em um corpo de massa  $60 \text{ kg}$  no planeta vermelho?

$$P = m \cdot g$$

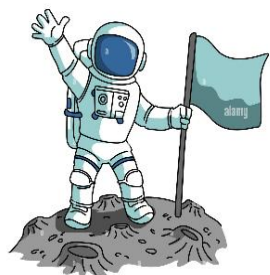
$$P = 60 \times 3,70$$

$$P = 222 \text{ N}$$

Logo, o peso de uma pessoa de massa  $60 \text{ kg}$  no planeta Marte é de  $222 \text{ N}$ .

Desse modo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela, o mesmo ocorre no planeta Marte, porém seu campo gravitacional é de menor intensidade que o da Terra. No caso da Terra, esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, “todos” os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual à da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. Só que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.



alamy

Fonte: Adaptado de <<https://c8.alamy.com/comp/FW3E5K/astronaut-FW3E5K.jpg>> Acesso em: 26 março 2024.

Portanto, o peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

CORPO CELESTE	ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE (m/s <sup>2</sup> )
Sol	274
Vênus	8,90
Terra	9,80
Lua	1,60
Marte	3,70
Júpiter	24,80

Fonte: Adaptado de <<https://s4.static.brasilecola.uol.com.br/img/2017/04/valor-gravidade.jpg>>. Acesso em: 26 março 2024.

**APÊNDICE G–ATIVIDADE SOBRE PESO E MASSA**  
**ATIVIDADE SOBRE TEXTO PESO E MASSA**



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**  
**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



**QUESTÕES SOBRE PESO E MASSA**

- 1) Qual a diferença entre massa e peso? Justifique sua resposta.
- 2) Explique qual a relação entre massa e inércia?
- 3) Qual a relação entre a massa e o peso, explique com suas palavras?
- 4) O que significa o peso de um tijolo de 1 kg?
- 5) Qual o peso de um astronauta de 70kg na Lua?
- 6) Se o peso de um objeto na Terra é igual a 147N, qual o valor da sua massa?
- 7) Leia a seguinte afirmação: “Uma pessoa possui 50kg de massa, porém na Lua esse valor seria menor devido à ação da gravidade ser diferente ao da Terra.” Essa afirmação está correta? Por quê?
- 8) O peso depende da localização? Explique com suas palavras.

## APÊNDICE H - ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1 E 2



ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS

MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE



### Atividade Experimental 1

1. Observe e analise as superfícies apresentadas na figura 1 e 2, discutindo e anotando as semelhanças que o grupo observar.



Figura 2 - Pista de Boliche



Figura 3 – Pista de patinação

2. Continuando a discussão vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao movimento de um bloco que apresenta diferentes superfícies.

3. Observe os equipamentos usados na atividade experimental:





4. Vamos analisar o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície do bloco em contato com a mesa. Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?

5) Analisar o movimento do bloco, para isso respondam em grupo as perguntas abaixo: a) Como fazer o bloco se movimentar?

b) Qual o trajeto que será considerado?

c) Qual a superfície que será considerada?

d) Como organizar a atividade?

e) Registrem os dados numa tabela, repetir o procedimento, no mínimo, três vezes anotando cada tempo e depois estabelecer uma média.

6) Conversando sobre a atividade:

a) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco.

b) Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade:

### Atividade

Superfície	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Lixa A257				
Lixa A220				
Face normal				

Analisando os resultados obtidos no experimento acima responda:

- 1) Observe cada uma das superfícies usadas. Descreva sua diferença.
- 2) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, todas as superfícies foram iguais?
- 3) Explique a relação entre a superfície usada e a facilidade/ dificuldade do movimento do bloco.

## APÊNDICE I – TEXTO SOBRE A SEGUNDA LEI DE NEWTON



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**

**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



### Atividade Experimental 2

2. Vamos analisar o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos o peso. Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?

5. Analisar o movimento do bloco, para isso respondam em grupo as perguntas abaixo:

a) Como fazer o bloco se movimentar?

b) Qual o trajeto que será considerado?

c) Qual a superfície que será considerada?

d) Como organizar a atividade?

e) Registrem os dados numa tabela, repetir o procedimento, no mínimo, três vezes anotando cada tempo e depois estabelecer uma média.

6) Conversando sobre a atividade:

a) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco.

b) Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade

Neste experimento utilizaremos diferentes forças, para isso, faremos 3 medidas, onde aumentaremos gradualmente os pesos usados e iremos cronometrar ou filmar, anotando o tempo que o bloco demorará para percorrer certa distância. Repita o procedimento 3 vezes para cada força observada.

Superfície	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Força 1				
Força 2				

Força 3				
---------	--	--	--	--

Analisando os resultados obtidos no experimento acima responda:

- 1) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, foram iguais em todas as situações?
- 2) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco.
- 3) Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade:



## ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE



### Texto sobre a Segunda Lei de Newton

### A ACELERAÇÃO DO CARRO E A SEGUNDA LEI

A tabela mostra o desempenho de modernos veículos nacionais. Você é capaz de dizer por que uns aceleram mais rápido do que os outros?

Acelera!

Por que um carro acelera mais do que outro? A resposta está na Segunda Lei de Newton.

QUE CARRO ACELERA MAIS?			
CARRO	MOTOR	MASSA	TEMPO DE ACELERAÇÃO/ (0 a 100 km/h)
Onix LTZ Turbo 2024/3 cilindros em linha e 12 válvulas.	1.0 turbo	1102 kg	10,1 s
Fiat Argo Trekking AT 2024/4 cilindros em linha e 8 válvulas.	1.3 Fire-fly	1.170 kg	11,8 s
Polo Comfortline/3 cilindros em linha e 12 válvulas.	1.0 TSI	1.146 kg	10,5 s

Jim Davis  
Garfield na Maior  
Ed. Cedibra



Você pode observar pela tabela acima que dos três modelos, um atingem mais rapidamente a velocidade de 100 km/h. Se compararmos o primeiro carro com o terceiro, veremos que seus motores 1.0 turbo e 1.0 TSI, é responsável pela força, e que a única diferença é massa. Na

verdade, os motores dos dois modelos têm a mesma potência, porém de fabricação diferente, ou seja, Chevrolet e Volkswagen.

O segundo carro possui um motor mais potente 1.3 Firefly, porém não é turbo, o que significa que ele não é capaz de exercer uma força maior. Isso explica o maior tempo para se atingir a marca dos 100 km/h. Por outro lado, o primeiro e o terceiro carros (ONIX e POLO) têm o mesmo motor, porém seus tempos de aceleração são diferentes. Por que será?

Se você observar bem, verá que o carro que possui maior massa é o que acelera menos (maior tempo), o que nos leva a concluir que uma massa maior provoca uma aceleração menor. Portanto, a principal diferença entre os dois modelos é a massa que contribui para a diferença de tempo para atingir de 0 a 100km/h. Neste caso, analisando a diferença de massa entre eles, pode-se concluir que ambos atingem 100km/h, aproximadamente, no mesmo intervalo de tempo, levando em consideração a mesma massa.

Tudo isso está de acordo com a Segunda Lei de Newton:

“A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.”

Como poderíamos expressar isso matematicamente? Já vimos que podemos “medir” o movimento de um corpo pelo produto da massa pela velocidade:  $m.v$ . A mudança do movimento seria então o produto da massa pela mudança da velocidade, que é o que chamamos de aceleração:  $m.a$ . Podemos, então, escrever assim:  $m.a = F$ . Ou, como é mais bem conhecida:

$$F = m.a$$

Podemos dizer que essa fórmula expressa a Segunda Lei de Newton em modulo.

Calculando a aceleração

A aceleração, portanto, mede a rapidez com que se muda a velocidade. Observe a tabela da página anterior. O automóvel Onix LTZ Turbo demora 10,1 segundos para atingir a velocidade de 100 km/h. Isso quer dizer que, em média, sua velocidade aumenta, aproximadamente, 9,9 km/h por segundo.

**Tente calcular a aceleração dos outros dois modelos. Leia mais para saber obter o valor da força resultante em cada um.**

Por que “em média”? Porque ele pode acelerar mais nos primeiros 4,95 segundos e menos nos 4,95 segundos restantes, por exemplo. De qualquer forma, dizemos que sua aceleração média foi de 9,9 km/h/s.

Devemos lembrar que para poder fazer cálculos de forças precisamos transformar todos os valores de velocidade para metros por segundo, aplicado a seguinte regra, 1m/s corresponde a 3,6km/h, segundo o SI. Portanto, para determina a aceleração usa-se a expressão matemática:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Na Física o  $\Delta$  (delta) representa variação. Então estamos dizendo que a aceleração média é a variação da velocidade dividida pela variação (intervalo) do tempo! Use-a para achar a aceleração dos outros carros! Fonte:

<<https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/mec18-2.pdf>> Acesso em: 03 abril. 2024.

**APÊNDICE J – ATIVIDADE SOBRE A SEGUNDA LEI DE NEWTON****ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**  
**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE****Questões sobre a Segunda Lei de Newton**

1-Explique, com suas palavras, a 2º Lei de Newton.

2- Ao aplicar a mesma força resultante sob dois objetos de massas diferentes, qual deles irá adquirir maior aceleração? Justifique sua resposta.

3-Resolva o seguinte problema, se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo duplicada, enquanto cresce a aceleração?

4-Calcule a força resultante que age sob um bloco com massa de 50kg que adquire uma aceleração de  $10\text{m/s}^2$ .

5-Calcule a aceleração adquirida por um bloco de massa 10kg no qual é aplicado uma força resultante de 25N.

## APÊNDICE K – EXPERIMENTO FOGGUE E CARRINHO MOVIDO A BALÃO DE SOBRO



### Foguete movido a Balão

#### Materiais:

- Barbante
- Canudinho
- Balão
- Fita

#### Montagem:

Para fazer a montagem do foguete, primeiro corta-se um pedaço de Barbante de cerca de 2 metros de comprimento. Segundo passo, passar o barbante dentro canudinho. Terceiro passo, encher o balão sem amarrar, segurando a saída de ar. Em seguida, posicionar dois estudantes segurando a extremidade do barbante, para que fique esticado. O balão cheio deve ser fixado ao canudinho com a fita.

#### Procedimento:

Após a montagem, abrir a saída de ar do balão e observar o movimento do mesmo. Repetir o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar no balão, e verificar as diferenças.



### Carrinho movido a balão

#### Materiais:

- Frasco de plástico
- Canudinho
- Balão
- Fita
- 4 tampas de garrafa pet
- Palito de churrasco

Montagem:

Para fazer a montagem do carrinho, primeiro deve-se furar o frasco que servirá para fixar os eixos e o canudinho. Segundo passo, colocar os eixos no frasco, feitos de palito de churrasco e, fixar as tampas de garrafa pet nos eixos que servirá como pneus. Terceiro passo, fixar o canudinho com o balão preso com a fita no frasco. Quarto passo, encher o balão, segurando a saída de ar.

Procedimento:

Após a montagem, abrir a saída de ar do balão e observar o movimento do mesmo. Repetir o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar no balão, e verificar as diferenças.

**APÊNDICE L – ATIVIDADE SOBRE AS LEIS DE NEWTON****ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS****MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE****QUESTÕES SOBRE AS LEIS DE NEWTON**


- 1- Diferencie peso e massa.
- 2- Qual a relação entre a importância do uso do cinto de segurança com a primeira Lei de Newton?
- 3- A Inércia de um corpo está associada: a) ao seu movimento.
  - b) à sua massa.
  - c) ao seu repouso
  - d) à sua aceleração.
  - e) à sua capacidade de fazer uma curva.
- 4- Quando jogamos uma bola fazendo-a rolar sobre o piso ela se desloca uma certa distância e para. Mesmo em superfícies muito lisas ela para após percorrer uma grande distância. Como podemos explicar que os planetas girem em torno do sol por bilhões de anos sem parar e mesmo sem diminuir suas velocidades?
- 5- Calcule o peso de um corpo de massa 70Kg que se encontra na Terra, onde a aceleração gravitacional é  $9,8\text{m/s}^2$ .
- 6- Marque a alternativa que expressa as características da força de Reação:
  - a) Maior intensidade do que a ação, mesmo sentido, mesma direção.
  - b) Menor intensidade do que a ação, sentido contrário, mesma direção.
  - c) Mesma intensidade do que a ação, sentido contrário, mesma direção.
  - d) Mesma intensidade do que a ação, mesmo sentido, mesma direção.
  - e) Maior intensidade do que a ação, mesmo contrário, mesma direção.

7- Calcule a força resultante que age sob um corpo de massa 35kg que adquire aceleração de  $3\text{m/s}^2$ .

8- Dois corpos um de massa 20kg e outro de massa 30kg são submetidos a mesma força resultante. Nessas condições, qual irá adquirir maior aceleração? Explique.


9- Se você jogar uma bola contra a parede, a bola aplicará uma força sobre ela. Nesse caso qual será a reação?

## APÊNDICE M – PÓS-TESTE



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**

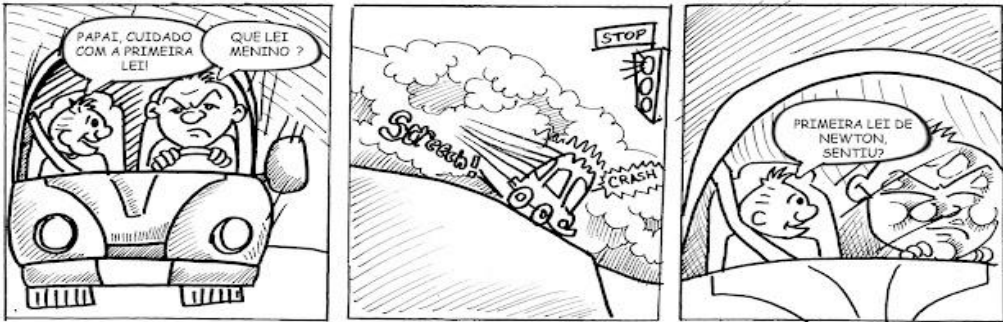
**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



**PÓS-TESTE**

- 1) O que é força?
- 2) Quando você está parado sobre o chão, este exerce uma força orientada para cima contra seus pés? Quanta força o chão exerce? Por que você não se move para cima por causa dessa força? Explique em suas palavras.
- 3) Um objeto pode estar em equilíbrio mecânico quando apenas uma única força age sobre ele? Explique.
- 4) Ao analisar a situação representada na tirinha abaixo, quando o motorista freia subitamente, o motorista:

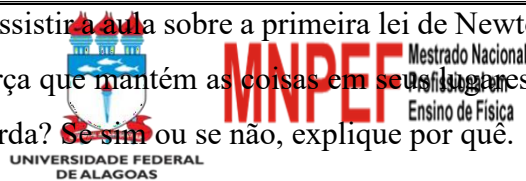
**PRIMEIRA LEI DE NEWTON**



Disponível em <<https://artedafisicapid.blogspot.com/2020/10/dionei-santos-tirinhas-de-fisica-no.html>>. Acessado em 17 abril 2024.

- a) mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
- b) tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
- c) é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
- d) permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.
- e) é empurrado para trás pelo para-brisa que por inércia o atinge.

5) Um estudante ao assistir a aula sobre a primeira lei de Newton, conta para seu colega que inércia é uma força que mantém as coisas em seus lugares, em repouso ou em movimento. Você concorda? Se sim ou se não, explique por quê.



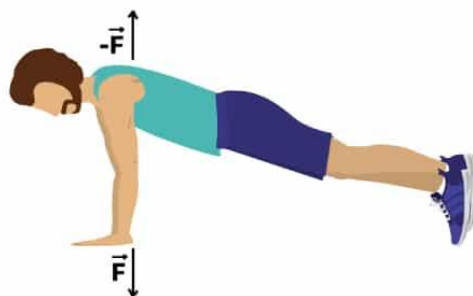
6) Uma sonda espacial pode ser levada por um foguete até o espaço exterior. O que mantém a sonda em movimento após o foguete parar de impulsioná-la?

7) Por que você cambaleia para frente quando o ônibus para subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele se torna mais rápido? Que lei se aplica aqui?

8) Jogue uma bola de boliche numa pista e notará que ela se move cada vez mais lentamente com o decorrer do tempo. Isso viola a lei de Newton da Inércia? Justifique sua resposta.

9) Explique a terceira lei de Newton.

10) Analise a figura abaixo, sobre uma pessoa que se mantém parada, ou seja, o puxão da gravidade para baixo e a força de apoio do piso para cima. Essas forças são iguais e opostas? Elas formam um par de ação e reação? Justifique.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM  
ENSINO DE FÍSICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊN-  
CIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE  
ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE  
NEWTON**

**SAMUEL VIEIRA DOS SANTOS**

**MACEIÓ**

**2024**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S237s Santos, Samuel Vieira dos.  
Sala de aula invertida : sequência didática para o processo ensino-aprendizagem das leis de Newton / Samuel Vieira dos Santos. – 2025.  
145 f. : il. color. + material adicional 39 f.

Orientador: Pedro Valentim dos Santos  
Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Maceió, 2025.  
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 109-116.  
Apêndices: f. 117-145.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Metodologias ativas de ensino. 3. Sala de aula invertida. 4. Leis de Newton. I. Título.

CDU: 53: 371.3

## **Apresentação**

Este material didático é voltado para os professores de Física do Ensino Médio das diferentes redes de ensino, resultado de uma dissertação do Mestrado Profissional de Ensino de física, desenvolvida na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), orientada pelo Professor Dr. Pedro.

Este material é composto por uma sequência didática que aborda conceitos relacionados às Leis de Newton, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel, que tem como objetivo uma aprendizagem que extrapola a memorização, fundamentada na realidade do educando e com base em seus conhecimentos prévios.

É importante notar que o ensino de Física nas escolas tem sido fundamentado de forma exaustiva na oratória do professor, sendo pouco espaço para metodologias que envolvam os educandos, que são apenas meros receptores e reprodutores de informações.

Assim, no cenário educacional atual, a necessidade de métodos de ensino inovadores é mais urgente do que nunca. Com o objetivo de promover uma aprendizagem profunda e significativa, apresentamos a metodologia “SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON”, um produto educacional que alia a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel à metodologia ativa de Sala de Aula Invertida.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel destaca a importância do conhecimento prévio dos alunos na assimilação de novos conceitos, enfatizando que a aprendizagem verdadeira ocorre quando novas informações se conectam de maneira significativa ao que o aluno já sabe. Este trabalho foi concebido para maximizar essa conexão, facilitando a compreensão profunda das Leis de Newton.

Ao integrar a metodologia de Sala de Aula Invertida, transferimos o foco do ensino tradicional para um modelo onde os alunos têm acesso ao conteúdo introdutório fora da sala de aula. Isso libera tempo em classe para atividades práticas e colaborativas, permitindo que os alunos apliquem os conceitos das Leis de Newton em experimentos reais e discussões guiadas.

A "SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON" não é apenas um recurso de aprendizado, mas uma ferramenta transformadora que capacita tanto alunos quanto professores.

Ao promover um ambiente de aprendizagem ativo e engajador, buscamos não apenas facilitar a aquisição de conhecimento, mas também desenvolver habilidades críticas e de resolução de problemas, preparando os alunos para os desafios do mundo real.

Com essa abordagem, intenção é não só elevar a qualidade do ensino de Física, mas também inspirar uma nova geração de estudantes a compreender e aplicar os princípios fundamentais que regem o movimento e as forças no universo.

Dessa forma, a justificativa para a elaboração desta proposta foi a necessidade de permitir uma reflexão sobre a prática docente, de forma a melhorar a aprendizagem, resgatando a motivação dos educandos em aprender.

Para isso, a elaboração desta sequência didática utilizou diversos recursos, tais como vídeos, leituras, atividades experimentais, Plataforma Seneca e Khan Academy etc. O objetivo é que as atividades propostas aqui possam auxiliar os professores no desenvolvimento de conteúdos relativos às Leis de Newton e enriquecer as aulas de Física.

É importante salientar que este material é de acesso e distribuição gratuitos, podendo ser distribuído gratuitamente. Assim, o professor poderá realizar alterações, desde que seja mencionado o autor do trabalho original.

## PRODUTO EDUCACIONAL

### SALA DE AULA INVERTIDA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON

#### SUMÁRIO

<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO: A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>2 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>10</b>
<b>3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Primeiro Encontro .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Segundo Encontro .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Terceiro Encontro .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Quarto Encontro: .....</b>	<b>32</b>
<b>3.5 Quinto Encontro .....</b>	<b>35</b>
<b>3.6 Sexto Encontro .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO: A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa, formulada por David Ausubel, destaca-se como uma das principais abordagens no campo da psicologia educacional. Esta teoria sublinha a importância do conhecimento prévio do aluno na assimilação de novos conceitos, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura.

A aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se conectam de forma relevante e substancial ao que o aluno já sabe, contrastando com a aprendizagem mecânica, onde a memorização é feita sem a compreensão plena. Este referencial teórico tem implicações profundas para a prática pedagógica, pois enfatiza a necessidade de um ensino que seja estruturado de forma a facilitar essas conexões significativas.

Com isso, a teoria oferece uma perspectiva valiosa para a elaboração de currículos e estratégias de ensino que possam melhorar o processo de aprendizagem e maximizar o potencial dos alunos. No presente referencial teórico, será explorada a fundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, suas principais características, aplicações práticas e a relevância para a educação contemporânea.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), David Ausubel distingue dois tipos de aprendizado: o aprendizado mecânico e o aprendizado significativo, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparativo entre Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica

Aprendizagem Significativa	Aprendizagem Mecânica
É um processo onde uma nova informação interage com conhecimentos já preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, chamados subsunçores	É um processo onde a nova informação tem pouca ou nenhuma interação com conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante, sendo armazenada de maneira arbitrária sem ligar-se aos subsunçores. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada.

Fonte: Adaptado. MOREIRA, 1999.

Ausubel em sua teoria sustenta a promoção da Aprendizagem Significativa. A aprendizagem significativa é a capacidade de aplicar o conhecimento em situações diferentes

daquelas em que foi adquirido (MOREIRA, 1999). Já aprendizagem mecânica é, na verdade, a decoreba, ou seja, o aprendizado sem compreender o motivo ou o propósito, sendo, muitas vezes, limitado a determinadas situações escolares e facilmente esquecida.

Sendo assim, quando o professor se concentra na Aprendizagem Significativa, deve orientar a sua prática de forma a facilitar esse processo. Dessa forma, a TAS apresenta três elementos fundamentais para a promoção da Aprendizagem Significativa:

- O aprendiz deve possuir subsunções relevantes em sua estrutura cognitiva para ancorar os novos conceitos.
- A utilizar material potencialmente significativo.
- Disposição do aprendiz aprender a relacionar esse novo conceito.

No tocante aos subsunções, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios para ancorar a nova aprendizagem e também para o desenvolvimento de conceitos subsunções. (MOREIRA; MASINI, 2011)

Os organizadores prévios são materiais introdutórios que deve ser apresentado antes do novo conceito, possuem um certo nível de abstração, generalidade e exclusividade e têm como objetivo estabelecer pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e o que será ensinado, ou seja, resgatar os conhecimentos anteriores que os estudantes possuem. Dessa forma, Ausubel salienta que “[...] o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1968, apud MOREIRA, 1999, p. 163).

Neste sentido, podem ser utilizadas diversas atividades como organizadores prévios, como por exemplo, simulações computacionais, demonstrações, vídeos, textos, problemas do dia a dia, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da disciplina de ensino, etc. Torna-se crucial permitir que os estudantes expressem seus conhecimentos, que serão utilizados posteriormente para auxiliar nas futuras aprendizagens.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, o uso de material potencialmente relevante e significativo significa organizar de tal forma os conceitos abordados, os instrumentos e as atividades, de modo que o estudante consiga relacionar os conceitos apresentados com mais facilidade. Além do uso dos organizadores prévios, destaca-se alguns princípios podem auxiliar a prática docente na elaboração desse material, como a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação.

- A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subunçor resultante da sucessiva utilização desse para dar significado a novos conhecimentos. Em termos didáticos, os conceitos devem ser trabalhados de maneira que primeiro sejam apresentados os conceitos mais gerais e depois, progressivamente, apresentado os conceitos mais específicos;
- A reconciliação integradora acontece em concomitância com a diferenciação progressiva, trata-se de relacionar e diferenciar os conceitos apresentados;
- Organização sequencial é a disposição sucessiva dos tópicos ou unidades a serem abordados, visando à simplificação do processo de compreensão e apropriação dos conteúdos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN ,1980);
- A consolidação consiste em somente apresentar novos conceitos quando os anteriores estiverem totalmente compreendidos.

Em relação a disposição do aprendiz em aprender significativamente, em sua teoria, Ausubel aponta que não basta o uso de material potencialmente significativo, é necessário que o aprendiz decida se vai aprender de forma significativa ou apenas memorizar, mas isso está condicionado a uma série de fatores que podem influenciar esse tipo de comportamento. Os aspectos cognitivos, podem ser uma variável, como a ausência de subsunções, os subsunçores "pobres", as aulas que não despertam o interesse do aluno, as avaliações que seguem esses padrões, dentre outras. Para Prass (2012):

Mesmo que o material (ou a aula) seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por simplesmente decorá-lo (aprendizado mecânico). Vários fatores podem levar o estudante a este tipo de postura, desde o fato de estar acostumado com aulas e avaliações que exigem respostas idênticas a um gabarito pouco flexível e alheio às suas características individuais (como maturidade matemática e estilo de redação), até o fato de não ter tempo, estímulo ou material adequado para uma aprendizagem significativa (PRASS, 2012, p. 31).

Embora nem todos esses fatores estejam sob o controle do professor, o educador é responsável por selecionar os caminhos para a Aprendizagem Significativa. Tendo em vista os princípios para elaborar um material potencialmente relevante, o professor pode utilizar em suas aulas atividades que permitam maior envolvimento dos alunos, que envolvam reflexão e, conseqüentemente, estabelecer conexões entre o que eles já conhecem e o que vão aprender, buscando contextualizações.

Dessa forma, o processo de avaliação deve ser repensado, pois, se o objetivo é promover uma aprendizagem significativa, questões engessadas e avaliações padronizadas não são

a melhor maneira de avaliar.

A avaliação da aprendizagem significativa requer outro enfoque, uma vez que é necessário avaliar a compreensão, a captação de significados, a capacidade de transferir o conhecimento para situações não-conhecidas ou não-rotineiras (MOREIRA, 2012, p. 10).

No entanto, essas situações novas devem ser apresentadas não apenas na avaliação, mas em todo o processo de aprendizagem, de forma gradual. Do mesmo modo, a avaliação não deve se limitar ao resultado final, mas também deve ser formativa, ou seja, ao longo do processo. A avaliação deve ser recursiva, ou seja, não deve ignorar os erros dos alunos, usando-os para promover o aprendizado.

Portanto, esta sequência didática foi elaborada considerando todos os aspectos relevantes da TAS. Os organizadores prévios dos estudantes foram enfatizados, pois, de acordo com Ausubel (MOREIRA, 1999), os subsunçores são fundamentais para a aprendizagem significativa.

No que diz respeito ao tema Leis de Newton, percebemos que os alunos não apresentavam concepções sobre o tema, assim como, não viam relação dessa lei com seu cotidiano. Dessa forma, foram pensados diversos momentos para que os alunos pudessem criar subsunçores acerca desse conhecimento. Além disso, para as aulas se propõe situações problemas de forma progressiva não focando no formalismo matemático. Assim, através da metodologia ativa sala de aula invertida, procurou-se uma série de atividades que envolvessem os estudantes e os motivassem, dando-lhes um papel mais ativo na sala de aula.

## 2 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

Com o intuito de melhorar o processo de ensino-aprendizagem de física, este trabalho propõe iniciar uma sequência didática utilizando metodologias ativas para o ensino das Leis de Newton, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, é uma abordagem que promete transformar o aprendizado em uma experiência rica e envolvente. Essa metodologia coloca os alunos como protagonistas, incentivando-os a conectar novos conhecimentos com experiências e saberes pré-existentes, promovendo um aprendizado profundo e duradouro.

Ao aplicar essa teoria no ensino das Leis de Newton, pretende-se criar um ambiente onde os alunos podem explorar conceitos como inércia, força e ação e reação de maneira ativa e prática. Utilizando atividades que engajam a curiosidade e o pensamento crítico, os alunos não apenas compreendem os fundamentos teóricos, mas também veem sua aplicação em situações cotidianas.

Nesta sequência didática, tem a ideia de integrar a metodologia ativa sala de aula invertida, experimentos práticos e discussões colaborativas para construir uma compreensão sólida e significativa das Leis de Newton. Pretende-se com isso preparar os alunos para serem pensadores independentes e aplicarem esses conceitos essenciais de física de maneira autônoma e confiante.

Neste contexto, as atividades propostas, neste produto educacional, relacionam os pressupostos das Leis de Newton com a Aprendizagem Significativa, sendo assim, propomos alguns pilares na construção dessa sequência didática:

- Antes de iniciar o novo conteúdo, é necessário realizar um resgate dos subsunçores dos alunos;
- Durante a aplicação da sequência didática apresentar situações-problemas, aumentando a complexidade de cada atividade;
- Procurar atividades integrativas que tornem o estudante protagonista, fomentem a criatividade e que motivem a reflexão crítica;
- Considerar os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora durante a apresentação de conceitos;
- Organizar as atividades em grupos e individual;

- Avaliar o docente durante todo o processo, bem como através de uma avaliação final individual, na qual devem ser apresentadas situações novas sobre os conceitos aprendidos.


A sequência didática proposta está estruturada para ser aplicada em seis encontros, sendo sugerido que cada um deles tenha duração de 2h/aula, porém por motivo de redução da carga horaria de física do novo ensino médio, cada encontro terá duração de 1h/aula.

### 3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### 3.1 Primeiro Encontro

O presente encontro tem como objetivo resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação às Leis de Newton e foi dividido em duas partes. Dessa forma, recomenda-se iniciar a sequência didática com exibição de dois vídeos, escolhidos para fomentar o debate e incentivar os estudantes a exporem suas ideias. Como mostra o Quadro 2, foram selecionados vídeos que tratam do uso do cinto de segurança, uma vez que é um tema presente no dia a dia.

Quadro 2 - Vídeos selecionados

	<p>Vídeo 1: Acidente de trânsito sem cinto de segurança: Apresenta o que ocorre num acidente de trânsito, quando um passageiro não está usando o cinto de segurança, sendo lançado para frente. Disponível em: &lt;<a href="https://youtu.be/pYuqLZxcz3A?si=YOqAvhSrFXArPKZ6">https://youtu.be/pYuqLZxcz3A?si=YOqAvhSrFXArPKZ6</a>&gt;.</p>
	<p>Vídeo 2: Comercial sobre o uso do cinto de segurança: Apresenta a função e a importância do uso do cinto de segurança. Disponível em:&lt; <a href="https://youtu.be/u-P17ysYsQM?si=wEtXYfvYnUE06cIU">https://youtu.be/u-P17ysYsQM?si=wEtXYfvYnUE06cIU</a>&gt;.</p>

Fonte: elaboração própria.

Em seguida, os estudantes devem debater, em grupo, sobre as situações apresentadas nos vídeos. Para fomentar e estimular a discussão, é recomendável utilizar as seguintes perguntas norteadoras para reflexão crítica:

- As pessoas no carro se encontram em movimento ou em repouso?
- Quando acontece a colisão o que acontece com a pessoa usando o cinto? E com pessoa que não está usando cinto?
- Por que a pessoa que usa o cinto, não é lançada para frente?
- Por que a pessoa que não usa o cinto é lançada?

Logo após o debate, é recomendado socializar e discutir as respostas em um grande grupo.

Por fim, sugere-se, também, organizar a turma em grupo de, no máximo, 5 componentes para a realização do experimento "Torre de Inércia". Neste trabalho, por motivo de tempo a turma foi dividida em dois grupos. O objetivo é, de maneira divertida, resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como discutir o conceito de inércia.

(Apêndice)

<b>Torre de Inércia</b>	
<u>Materiais:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copos de plásticos</li> <li>• Cartas de baralho ou cartões recortados de folha fotográfica A4 em tamanho padrão</li> <li>• Blocos de</li> </ul>	
madeira <u>Montagem:</u>	
Construir uma torre usando copos empilhados, intercalados com as cartas de baralho.	
Construir a segunda torre, de igual forma, usando os blocos de madeira.	
<u>Regras:</u>	
Os participantes devem remover as cartas das torres sem derrubá-la.	

Após o experimento, discutir com os estudantes sobre os obstáculos encontradas na atividade. É recomendável apresentar a seguinte situação problema: Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo?

O objetivo deste problema é identificar a necessidade de existir uma força resultante capaz de alterar o estado de movimento de um corpo.

Dessa forma, procura-se fomentar e incentivar o debate sobre a situação problemática proposta, bem como, relacionar as situações do experimento. Em seguida, apresentar aos alunos o conceito de inércia, enfatizando as condições de equilíbrio e a relação entre a massa e a inércia.

Também é sugerido, neste encontro, demonstrar a relevância do cinto de segurança e estabelecem relações com o conceito de inércia, podendo ser usado como recurso o PowerPoint. O objetivo é abordar os conceitos de maneira significativa, para isso, pode-se questionar os estudantes sobre situações relativas ao movimento de corpos:

- O que faz um corpo cair em direção à Terra?
- Por que os objetos começam a se mover?
- O que faz com que um corpo deixe de exercer um movimento?
- O que faz com que um objeto em movimento altere a sua velocidade?

Essas questões serão, efetivamente, a base para a diferenciação dos conceitos de força e força resultante. Tendo em vista os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, é necessário abordar também a existência de forças de contato, forças de ação a distância, bem como situações em que a força resultante é nula. Assim, concluir, juntamente com os estudantes, o conceito de Inércia e sua relação com a massa, utilizando exemplos do cotidiano em que podemos observar esse fenômeno.

### **3.2 Segunda Encontro**

O segundo encontro foi dividido em duas partes. A primeira parte, tem como objetivo discutir a influência das forças em diversas situações cotidianas, tendo em vista que elas desempenham um papel vital em nosso cotidiano, moldando cada aspecto de nossas vidas, desde as ações mais simples até as mais complexas. Além disso, podemos explorar como essas interações invisíveis, mas poderosas, influenciam nosso mundo físico. Desde a força gravitacional que nos mantém ancorados ao chão, passando pela força de atrito que nos permite caminhar sem escorregar, até as forças aplicadas em tecnologias avançadas, como motores de automóveis e aeronaves, as forças estão presentes em todas as esferas da vida.

Neste sentido, este encontro visa desvendar e analisar essas forças, destacando sua importância prática e suas aplicações reais. Entender essas forças não só nos aproxima mais da física teórica, mas também nos permite apreciar a ciência por trás das rotinas que muitas vezes tomamos como garantidas. Assim, entender a dinâmica das forças e descobrir como elas moldam nosso mundo, bem como, efetivamente distingui-las, é de fundamental importância para compreender as leis de Newton.

Então, para iniciar o encontro, propõe-se entregar a atividade "As forças no cotidiano" para que os alunos identifiquem as forças existentes na atividade em duplas:



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**  
**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



**ATIVIDADE: LOCALIZAR AS FORÇAS**

**As forças no cotidiano**

Desenhe nas figuras abaixo vetores representando as forças existentes em cada caso e identificando-as:



Em seguida, sugere-se que é possível promover um debate a partir da situação-problema inicial: Qual o papel das forças no nosso dia a dia? Essa questão está relacionada à necessidade de perceber a presença de forças em diferentes situações, como um bloco em repouso, uma pessoa caminhando, etc.

Após o debate, recomenda-se entregar o texto "Onde estão as forças" para a leitura e, ao final, juntamente com os alunos, reavaliar as figuras da atividade "As forças no cotidiano" e identificar as forças presentes, corrigindo os possíveis erros.



## ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS

### MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE



#### ONDE ESTÃO AS FORÇAS?

As formas pelas quais os objetos interagem uns com os outros são muito variadas. A interação das asas de um pássaro com o ar, que permite o voo, por exemplo, é diferente da interação entre uma raquete e uma bolinha de pingue-pongue, da interação entre uma lixa e uma parede ou entre um ímã e um alfinete.

Isaac Newton, o famoso físico inglês do século XVIII, conseguiu elaborar leis que permitem lidar com toda essa variedade, descrevendo essas interações como forças que agem entre os objetos. Cada interação representa uma força diferente, que depende das diferentes condições em que os objetos interagem. Mas todas obedecem aos mesmos princípios elaborados por Newton, e que ficaram conhecidos como Leis de Newton.

Desse modo, Força é o agente da dinâmica responsável por alterar o estado de repouso ou movimento de um corpo. Quando se aplica uma força sobre um corpo, esse pode desenvolver uma aceleração, como estabelecem as leis de Newton, ou se deformar. Existem diferentes tipos de força na natureza, tais como a força gravitacional, força elétrica, força magnética, força nuclear forte e fraca, força de atrito, força de empuxo etc.

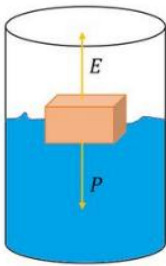
As forças são grandezas vetoriais que, portanto, precisam ser definidas de acordo com seu módulo, direção e sentido. O módulo de uma força diz respeito à sua intensidade; a direção diz respeito às direções nas quais as forças se aplicam (horizontal e vertical, por exemplo); cada direção, por sua vez, apresenta dois sentidos: positivo e negativo, esquerda e direita, para cima e para baixo etc.

## Gravidade



A gravidade, também conhecida como força peso, é o tipo de força que faz com que dois corpos que tenham massa atraiam-se mutuamente. A força peso é responsável por nos manter presos à Terra e também pela órbita de todos os planetas em torno do Sol.

## Na água



A força de empuxo surge quando algum corpo é inserido no interior de um fluido, como o ar atmosférico ou a água. Essa interação da água com os objetos se dá no sentido oposto ao da gravidade e é medida através de uma força que chamamos de empuxo hidrostático. É por isso que nos sentimos mais “leves” quando estamos dentro da água. O que sustenta balões no ar também é uma força de empuxo, igual à que observamos na água.

## Sustentação



Para que as coisas não caiam é preciso segurá-las. Para levar o lápis o garotão faz força para cima. Neste caso, temos duas situações, a força da gravidade, que puxa o lápis baixo, e uma força para cima, de sustentação, que a mão do garoto faz no lápis. Em geral, ela é conhecida como força normal.

A força normal, também chamada de “força de apoio”, é um tipo de força de contato exercida por um corpo sob uma superfície. Como exemplo, podemos pensar num bloco em repouso numa mesa, onde ambas exercem a força normal uma na outra, perpendicular às superfícies de contato.

Note que essa força é importante na medida que evita que objetos sólidos sejam atravessados por outros. Isso porque a força da gravidade age empurrando esse objeto para baixo, ao mesmo tempo que a força normal se opõe a ela.

### No ar



Para se segurar no ar o pássaro bate asas e consegue com que o ar exerça uma força para cima, suficientemente grande para vencer a força da gravidade. Da mesma forma, o movimento dos aviões e o formato especial de suas asas acaba por criar uma força de sustentação.

Essas forças também podem ser chamadas de empuxo. Porém, trata-se de um empuxo dinâmico, ou seja, que depende de um movimento para existir. As forças de empuxo estático que observamos na água ou no caso de balões, não dependem de um movimento para surgir.

### Atrito



A força de atrito corresponde a força exercida entre duas superfícies que estão em contato. Dessa forma, a força atrito possui direção, sentido e módulo, sendo uma força de oposição à tendência do escorregamento.

Ela está muito presente no nosso dia-a-dia, desde o movimento dos automóveis, dos animais, dos humanos, ao empurrar uma mobília da casa, dentre outros.



Força de atrito

Portanto, a força atrito é uma força que se opõe ao movimento do corpo ou dos objetos, tentando impedi-lo. A força de atrito surge das irregularidades entre duas superfícies que estejam em contato. Logo, quanto maior às rugosidades apresentadas nas superfícies, maior será a força de atrito.

## Resistências



Em que difere a prática de esporte desses dois atletas? Ambos empurram o chão para trás para poderem ir para a frente, interação através da força de atrito. Porém, o primeiro atleta usa um tipo de paraquedas que dificulta a corrida devido a resistência gerada pelo atrito do ar, imprimindo uma resistência proporcional a velocidade de aceleração do atleta em movimento. Esse tipo de interação se representa através do que chamamos de força de resistência. Como o atrito a força de resistência é oposta ao movimento. É essa força de resistência que permite a existência dos paraquedas.

Fontes: Adaptados de <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/forca.htm>>; <[Taís da Silva-produto educacional-PPGCEM.pdf \(capes.gov.br\)](#)> Acesso em: 27 mar. 2024.

Logo após a correção da atividade, orienta-se iniciar a segunda parte do encontro, que tem como objetivo discutir os conceitos de peso e massa. É conveniente iniciar a discussão questionando os estudantes sobre:

- Qual é a finalidade da balança?
- O que podemos medir usando uma balança?

Essas perguntas oferecem a oportunidade de resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e auxiliar na discussão dos novos conceitos, bem como na diferenciação. Após a discussão inicial, distribuir aos estudantes o texto "Massa e Peso" para leitura e discussão em grupo.



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**

**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



## PESO E MASSA: ENTENDA A DIFERENÇA E COMO CALCULAR

Vamos pensar a seguinte situação: Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?



Fonte: Adaptado de < [vector-drawing-smart-refrigerator-hand-with-phone-control-app-phone\\_531064-195.jpg](#) (626×455) (freepik.com) > Acesso em: 26 março 2024.

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e conseqüentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças.

O peso ( $P$ ) e a massa ( $m$ ) são duas grandezas fundamentais nos estudos da física. Enquanto o peso mede força, massa indica a quantidade de matéria. Embora estejam relacionadas são distintas e, muitas vezes, utilizadas equivocadamente como sinônimos.



Fonte: Adaptado de < [shutterstock\\_464606768-722x1024.jpg](#) (722×1024) (science-sparks.com) > Acesso em: 26 março 2024.

Assim, o peso caracteriza uma força de atração dos corpos por interação gravitacional, o qual varia conforme a gravidade exercida sobre esse corpo. A massa é uma grandeza invariável que designa a quantidade de matéria de num corpo.

A massa é uma grandeza escalar, necessitando apenas de um valor seguido da unidade de medida para ser totalmente compreendida. No Sistema Internacional de unidades a massa é medida em quilogramas (Kg). Seu valor é constante para um corpo, seja na Terra ou qualquer outro lugar no universo.

Por outro lado, o peso é uma grandeza vetorial, precisando de valor para caracterizar sua intensidade, além da direção e sentido que atua. Como o peso é uma força que provém da gravidade, sua direção é sempre vertical, com sentido para o centro da Terra.

#### 1. Exemplo:

A massa de um astronauta é igual na Terra ou na Lua, já o peso é diferente, visto que esses locais possuem valores de gravidade distintas.

Nesse sentido, vale ressaltar que frases comumente utilizadas para se referir à massa corporal, como por exemplo, “Eu peso 60 kg”, “Qual seu peso?”, são incoerentes, uma vez que os enunciados corretos são: “Minha massa é de 60 Kg” e “Qual a sua massa?”.

Como calcular o peso:

O Peso (P) é uma grandeza vetorial visto que apresenta intensidade, direção e sentido, sendo o produto da massa de um corpo e a aceleração da gravidade exercida sobre ele.

A sua intensidade é calculada pela fórmula:

$$P = m \cdot g$$

Onde: **m** é a massa e **g** é aceleração da gravidade.

A aceleração da gravidade na Terra possui um valor aproximado de  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Por questão de simplificação, exercícios e questões de provas consideram a aceleração da gravidade como  $10 \text{ m/s}^2$ .

Dessa forma, diferente da massa, o peso é um valor variável. No Sistema Internacional (SI), a unidade padrão do Peso é o Newton (N).

Exemplo:

Se o valor de gravidade (g) na superfície do planeta Terra é de aproximadamente  $10 \text{ m/s}^2$ , qual é a intensidade da força peso de um corpo de massa 60 kg?

$$P = m \times g$$
$$P = 60 \times 10$$
$$P = 600 \text{ N}$$

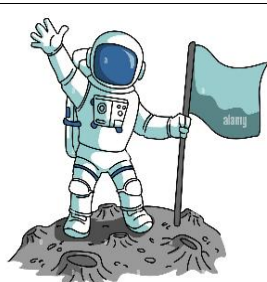
Logo, o peso de uma pessoa de massa 60 kg no planeta Terra é de 600 N. Por conseguinte, se o valor de gravidade (g) na superfície do planeta Marte é de aproximadamente 3,70 m/s<sup>2</sup>, qual é a intensidade da força peso exercida em um corpo de massa 60 kg no planeta vermelho?

$$P = m.g$$
$$P = 60 \times 3,70$$
$$P = 222 \text{ N}$$

Logo, o peso de uma pessoa de massa 60 kg no planeta marte é de 222 N.

Desse modo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela, o mesmo ocorre no planeta marte, porém seu campo gravitacional é de menor intensidade que o da terra. No caso da terra, esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, “todos” os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual à da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. Só que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.



Fonte: Adaptado de <<https://c8.alamy.com/comp/FW3E5K/astronaut-FW3E5K.jpg>> Acesso em: 26 março 2024.

Portanto, o peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

CORPO CELESTE	ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE (m/s <sup>2</sup> )
Sol	274
Vênus	8,90
Terra	9,80
Lua	1,60
Marte	3,70
Júpiter	24,80

Fonte: Adaptado de <<https://s4.static.brasilecola.uol.com.br/img/2017/04/valor-gravidade.jpg>>. Acesso em: 26 março 2024.

Em seguida, para fomentar e verificar se houve compreensão do conhecimento sobre massa e peso, deve-se rever a relação entre massa e inércia, explicando como calcular o peso de um corpo, de acordo com a fórmula apresentada no texto.

Para finalizar o encontro, sugere-se aplicar uma atividade para ser responder às perguntas sobre massa e peso em duplas. Em seguida, discutir com os alunos as questões e possíveis dúvidas existentes.



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**  
**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



**QUESTÕES SOBRE PESO E MASSA**

- 1) Qual a diferença entre massa e peso? Justifique sua resposta.
- 2) Explique qual a relação entre massa e inércia?
- 3) Qual a relação entre a massa e o peso, explique com suas palavras?
- 4) O que significa o peso de um tijolo de 1 kg?
- 5) Qual o peso de um astronauta de 70kg na Lua?
- 6) Se o peso de um objeto na Terra é igual a 147N, qual o valor da sua massa?
- 7) Leia a seguinte afirmação: “Uma pessoa possui 50kg de massa, porém na Lua esse valor seria menor devido à ação da gravidade ser diferente ao da Terra.” Essa afirmação está correta? Por quê?
- 8) O peso depende da localização? Explique com suas palavras.

### 3.3. Terceiro Encontro

Propõe-se iniciar o encontro conversando com os estudantes sobre as forças estudadas na aula anterior, a fim de resgatar os conhecimentos anteriores. O presente encontro tem como objetivo analisar e debater a força do atrito através de uma atividade experimental. Para tanto, sugere-se dividir os estudantes em grupos de, no máximo, 5 componentes. No entanto, por motivo de tempo, a turma foi dividida em dois grupos, entregando a cada grupo um roteiro "Atividade Experimental 1", "Atividade Experimental 2" e os materiais necessários para a montagem do experimento.

- Bloco de superfícies de porosidades diferentes.

- Os fios.
- Pesos e medidas.
- Roldana presa a um retângulo de madeira.
- Grampo Sargento C para fixação.

O Bloco de madeira utilizado na atividade foi construído da seguinte maneira: em uma das faces, uma lixa grossa, e na outra face oposta, uma lixa fina. Na terceira face foi apenas fixado e, por fim, as últimas faces não sofreu alterações.

Figura 1 - Montagem do equipamento



Fonte: arquivo pessoal, 2024.



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**

**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**

**Atividade Experimental 1**

1. Observe e analise as superfícies apresentadas na figura 1, discutindo e anotando as semelhanças que o grupo observar com as imagens das figuras abaixo.





Figura 2 - Pista de Boliche



Figura 3 – Pista de patinação

Montagem do equipamento:

- Posicione o bloco sob uma superfície lisa e plana, de modo que o fio fique suspenso em uma das extremidades.
- Posicione a roldana, fixando-a com o grampo, e passe o fio sob ela.
- Utilizando a superfície da lixa fina em contato com a mesa calibre a força utilizando os pesos de maneira que o mesmo comece a se movimentar, a força usada será mantida durante toda atividade.

2. Continuando a discussão vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao movimento de um bloco que apresenta diferentes superfícies.

3. Observe os equipamentos usados na atividade experimental:





Vamos analisar o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície do bloco em contato com a mesa. Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?

### Atividade

Neste experimento utilizaremos diferentes superfícies, para isso, vamos ajustar a força para cada superfície passe a se movimentar, em seguida, mudaremos apenas as superfícies de contato com a mesa e iremos cronometrar ou filmar, anotando o tempo que o bloco demorará para percorrer certa distância. Repita o procedimento 3 vezes para cada superfície observada.



Superfície	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Lixa A257				
Lixa A220				
Face normal				

Analisando os resultados obtidos no experimento acima responda:

- 1) Observe cada uma das superfícies usadas. Descreva sua diferença.
- 2) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, todas as superfícies foram iguais?
- 3) Explique a relação entre a superfície usada e a facilidade/ dificuldade do movimento do bloco.

Em seguida, cada grupo deve apresentar os seus resultados ao grupo maior. Em seguida, o professor deverá estimular a discussão com os alunos sobre o atrito e recolher os relatórios dos alunos.

O segundo experimento, tem como objetivo analisar e discutir a relação entre força, massa e aceleração, a fim de resgatar os subsunços. Em seguida, deve-se entregar ao segundo grupo o roteiro "Atividade Experimental 2" e os materiais necessários para a montagem do experimento.

	<b>ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS</b>	
<b>MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE</b>		
<b>Atividade Experimental 2</b>		
<b>Materiais:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bloco de com diferentes superfícies: superfície esponjada, superfície amarela e superfície amadeirada.</li><li>• Fio.</li><li>• Pesos.</li><li>• Roldana.</li><li>• Grampo para fixar.</li></ul>		
<b>Montagem do equipamento:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Posicione o bloco sob uma superfície lisa e plana, de modo que o fio fique suspenso em uma das extremidades.</li><li>• Posicione a roldana, fixando-a com o grampo, e passe o fio sob ela.</li><li>• Utilize a superfície amadeirada em contato com a mesa.</li></ul>		
<b>Atividade</b>		

Neste experimento utilizaremos diferentes forças, para isso, faremos 3 medidas, onde aumentaremos gradualmente os pesos usados e iremos cronometrar ou filmar, anotando o tempo que o bloco demorará para percorrer certa distância. Repita o procedimento 3 vezes para cada força observada.

Superfície	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Força 1				
Força 2				
Força 3				

Analisando os resultados obtidos no experimento acima responda:

- 1) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, foram iguais em todas as situações?
- 2) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco.
- 3) Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade:

Em seguida, discutir os resultados apresentados na atividade experimental, questionando-se sobre a alteração na velocidade com que o bloco percorreu o trajeto. Para fomentar a discussão, apresentar aos alunos a última situação-problema: Qual a relação entre força, massa e aceleração? Durante o debate, relacionar massa e inércia.

Para finalizar, entregar o texto "Que carro acelera mais", que discute a Segunda Lei de Newton, para leitura em dupla. Discutir o texto com os alunos, explicando os conceitos apresentados.



**ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS**  
**MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE**



## Texto sobre a Segunda Lei de Newton

### A ACELERAÇÃO DO CARRO E A SEGUNDA LEI

A tabela mostra o desempenho de modernos veículos nacionais. Você é capaz de dizer por que uns aceleram mais rápido do que os outros?

Acelera!

Por que um carro acelera mais do que outro? A resposta está na Segunda Lei de Newton.

QUE CARRO ACELERA MAIS?			
CARRO	MOTOR	MASSA	TEMPO DE ACELERAÇÃO/ (0 a 100 km/h)
Onix LTZ Turbo 2024/3 cilindros em linha e 12 válvulas.	1.0 turbo	1102 kg	10,1 s
Fiat Argo Trekking AT 2024/4 cilindros em linha e 8 válvulas.	1.3 Firefly	1.170 kg	11,8 s
Polo Comfortline/3 cilindros em linha e 12 válvulas.	1.0 TSI	1.146 kg	10,5 s

Jim Davis  
Garfield na Maior  
Ed. Cedibra



Você pode observar pela tabela acima que dos três modelos, um atingem mais rapidamente a velocidade de 100 km/h. Se compararmos o primeiro carro com o terceiro, veremos que seus motores 1.0 turbo e 1.0 TSI, é responsável pela força, e que a única diferença é massa. Na verdade, os motores dos dois modelos têm a mesma potência, porém de fabricação diferente, ou seja, Chevrolet e Volkswagen.

O segundo carro possui um motor mais potente 1.3 Firefly, porém não é turbo, o que significa que ele não é capaz de exercer uma força maior. Isso explica o maior tempo para se

atingir a marca dos 100 km/h. Por outro lado, o primeiro e o terceiro carros (ONIX e POLO) têm o mesmo motor, porém seus tempos de aceleração são diferentes. Por que será?

Se você observar bem, verá que o carro que possui maior massa é o que acelera menos (maior tempo), o que nos leva a concluir que uma massa maior provoca uma aceleração menor. Portanto, a principal diferença entre os dois modelos é a massa que contribui para a diferença de tempo para atingir de 0 a 100km/h. Neste caso, analisando a diferença de massa entre eles, pode-se concluir que ambos atingem 100km/h, aproximadamente, no mesmo intervalo de tempo, levando em consideração a mesma massa.

Tudo isso está de acordo com a Segunda Lei de Newton: “A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.”

Como poderíamos expressar isso matematicamente? Já vimos que podemos “medir” o movimento de um corpo pelo produto da massa pela velocidade:  $m.v$ . A mudança do movimento seria então o produto da massa pela mudança da velocidade, que é o que chamamos de aceleração:  $m.a$ . Podemos, então, escrever assim:  $m.a = F$ . Ou, como é mais bem conhecida:

$$F = m.a$$

Podemos dizer que essa fórmula expressa a Segunda Lei de Newton em modulo. Calculando a aceleração

A aceleração, portanto, mede a rapidez com que se muda a velocidade. Observe a tabela da página anterior. O automóvel Onix LTZ Turbo demora 10,1 segundos para atingir a velocidade de 100 km/h. Isso quer dizer que, em média, sua velocidade aumenta, aproximadamente, 9,9 km/h por segundo.

**Tente calcular a aceleração dos outros dois modelos. Leia mais para saber obter o valor da força resultante em cada um.**

Por que “em média”? Porque ele pode acelerar mais nos primeiros 4,95 segundos e menos nos 4,95 segundos restantes, por exemplo. De qualquer forma, dizemos que sua aceleração média foi de 9,9 km/h/s.

Devemos lembrar que para poder fazer cálculos de forças precisamos transformar todos os valores de velocidade para metros por segundo, aplicado a seguinte

regra, 1m/s corresponde a 3,6km/h, segundo o SI. Portanto, para determina a aceleração use-se a expressão matemática:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Na Física o  $\Delta$  (delta) representa variação. Então estamos dizendo que a aceleração média é a variação da velocidade dividida pela variação (intervalo) do tempo! Use-a para achar a aceleração dos outros carros! Fonte: <<https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/mec18-2.pdf>> Acesso em: 03 abril. 2024.

Para finalizar o encontro, a fim de resgatar os conhecimentos adquiridos, sugere-se aplicar a atividade "Questões sobre a segunda Lei de Newton" para que os estudantes possam responder. Após, retomar com os alunos as questões e esclarecer eventuais dúvidas.



## ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE



### Questões sobre a Segunda Lei de Newton

- 1-Explique, com suas palavras, a 2ª Lei de Newton.
- 2- Ao aplicar a mesma força resultante sob dois objetos de massas diferentes, qual deles irá adquirir maior aceleração? Justifique sua resposta.
- 3-Resolva o seguinte problema, se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo duplicada, enquanto cresce a aceleração?
- 4-Calcule a força resultante que age sob um bloco com massa de 50kg que adquire uma aceleração de  $10\text{m/s}^2$ .
- 5-Calcule a aceleração adquirida por um bloco de massa 10kg no qual é aplicado uma força resultante de 25N.

### 3.4 Quarto encontro

Para a realização do quarto encontro, é recomendável para execução desta atividade que os estudantes se organizem em grupos de, no máximo, quatro estudantes. No entanto, por

motivo de tempo, a turma foi dividida em dois grupos. Com o objetivo de realizar a atividade "Foguetes de Balão" e "Carrinho movido a balão". O objetivo principal desta atividade é, com base nos conhecimentos prévios dos estudantes, observar o fenômeno da ação e reação.



### **Foguete movido a Balão**

**Materiais:**

- Barbante
- Canudinho
- Balão
- Fita

**Montagem:**

Para fazer a montagem do foguete, primeiro corta-se um pedaço de Barbante de cerca de 2 metros de comprimento. Segundo passo, passar o barbante dentro canudinho. Terceiro passo, encher o balão sem amarrar, segurando a saída de ar. Em seguida, posicionar dois estudantes segurando a extremidade do barbante, para que fique esticado. O balão cheio deve ser fixado ao canudinho com a fita.

**Procedimento:**

Após a montagem, abrir a saída de ar do balão e observar o movimento do mesmo. Repetir o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar no balão, e verificar as diferenças.



### **Carrinho movido a balão**

**Materiais:**

- Frasco de plástico
- Canudinho

- Balão
- Fita
- 4 tampas de garrafa pet
- Palito de churrasco

#### Montagem:

Para fazer a montagem do carrinho, primeiro deve-se furar o frasco que servirá para fixar os eixos e o canudinho. Segundo passo, colocar os eixos no frasco, feitos de palito de churrasco e, fixar as tampas de garrafa pet nos eixos que servirá como pneus. Terceiro passo, fixar o canudinho com o balão preso com a fita no frasco. Quarto passo, encher o balão, segurando a saída de ar.

#### Procedimento:

Após a montagem, abrir a saída de ar do balão e observar o movimento do mesmo. Repetir o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar no balão, e verificar as diferenças.

Após a realização da atividade, é recomendado conversar com os alunos sobre o que foi feito, usando as seguintes questões para fomentar o pensamento crítico, e servirá como princípio norteador:

- Que mudanças são notadas quando a quantidade de ar do balão é alterada?
- Qual é a direção do ar? O balão está posicionado na mesma direção da saída de ar?
- Há uma força exercida pelo ar? Quem é o alvo dessa força?

Após as discussões, pode-se tirar a seguinte situação-problema: Qual a consequência para um corpo que aplica uma força em outro? Além disso, relacionar a situação da atividade ao conceito de ação e reação, discutindo com os alunos as diferenças entre as forças de ação e de reação.

### 3.5 Quinto encontro

Para validar a compreensão do tema abordado pelos docentes, neste quinto encontro, sugere-se aplicar uma avaliação, uma vez que o questionário é uma forma de refletir e organizar os conceitos já discutidos, com o objetivo de verificar se houve assimilação e acomodação dos conceitos estudados. Dado o princípio da consolidação, as atividades de sistematização são importantes para identificar possíveis dificuldades e auxiliar o professor na elaboração de estratégias para superá-las.



## ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS

MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE



### QUESTÕES SOBRE AS LEIS DE NEWTON

- 1- Diferencie peso e massa.
- 2- Qual a relação entre a importância do uso do cinto de segurança com a primeira Lei de Newton?
- 3- A Inércia de um corpo está associada: a) ao seu movimento.  
b) à sua massa.  
c) ao seu repouso  
d) à sua aceleração.  
e) à sua capacidade de fazer uma curva.
- 4- Quando jogamos uma bola fazendo-a rolar sobre o piso ela se desloca uma certa distância e para. Mesmo em superfícies muito lisas ela para após percorrer uma grande distância. Como podemos explicar que os planetas girem em torno do sol por bilhões de anos sem parar e mesmo sem diminuir suas velocidades?
- 5- Calcule o peso de um corpo de massa 70Kg que se encontra na Terra, onde a aceleração gravitacional é  $9,8\text{m/s}^2$ .
- 6- Marque a alternativa que expressa as características da força de Reação:

- a) Maior intensidade do que a ação, mesmo sentido, mesma direção.
- b) Menor intensidade do que a ação, sentido contrário, mesma direção.
- c) Mesma intensidade do que a ação, sentido contrário, mesma direção.
- d) Mesma intensidade do que a ação, mesmo sentido, mesma direção.
- e) Maior intensidade do que a ação, mesmo contrário, mesma direção.

7- Calcule a força resultante que age sob um corpo de massa 35kg que adquire aceleração de  $3\text{m/s}^2$ .

8- Dois corpos um de massa 20kg e outro de massa 30kg são submetidos a mesma força resultante. Nessas condições, qual irá adquirir maior aceleração? Explique.

9- Se você jogar uma bola contra a parede, a bola aplicará uma força sobre ela. Nesse caso qual será a reação?

Para finalizar, debater com os alunos sobre as questões, corrigindo-as e tirando as possíveis dúvidas.

### 3.6 Sexto encontro

Propõe-se, neste último encontro, que seja destinado à avaliação final conforme figura, salientado que está é apenas uma das avaliações, uma vez que, sob a perspectiva de aprendizagem significativa, os estudantes devem ser avaliados ao longo do processo, através de todas as atividades, acompanhando seu progresso.

Em relação à avaliação final, é necessário, efetivamente, realizar uma avaliação individual com questões que tratem de novas situações relacionadas aos conteúdos estudados, que impliquem compreensão e evidenciem a captação de significados. Além da avaliação individual, é possível propor um novo tipo de atividade final avaliativa.

Neste sentido, sugere-se devir a turma em grupos, estabelecendo, para cada grupo, um tema específico: princípio da inércia, princípio da ação e reação, princípio fundamental da dinâmica, atrito, entre outros. Pedir aos estudantes que criem um vídeo sobre o tema e, finalmente, promover um momento de socialização dos trabalhos.



## ESCOLA ESTADUAL DE MONTEIRÓPOLIS

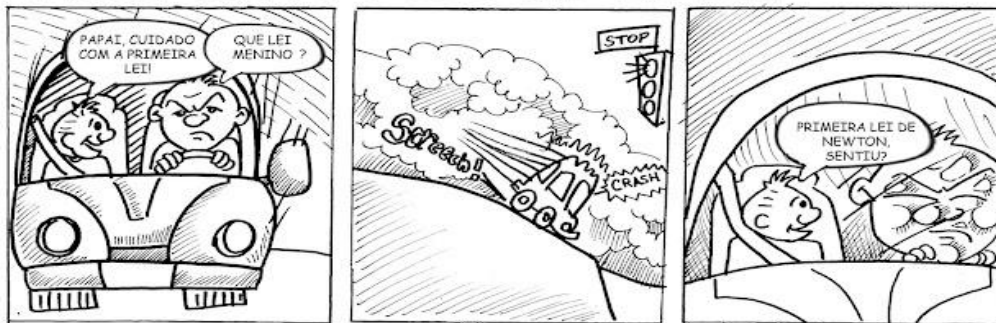
### MONTEIRÓPOLIS – AL 8ª GERE



#### PÓS-TESTE

- 1) O que é força?
- 2) Quando você está parado sobre o chão, este exerce uma força orientada para cima contra seus pés? Quanta força o chão exerce? Por que você não se move para cima por causa dessa força? Explique em suas palavras.
- 3) Um objeto pode estar em equilíbrio mecânico quando apenas uma única força age sobre ele? Explique.
- 4) Ao analisar a situação representada na tirinha abaixo, quando o motorista freia subitamente, o motorista:

#### PRIMEIRA LEI DE NEWTON



Disponível em

<<https://artedafisicapid.blogspot.com/2020/10/dionei-santos-tirinhas-de-fisica-no.html>>.

Acessado em 17 abriu 2024.

- a) mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
  - b) tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
  - c) é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
  - d) permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.
  - e) é empurrado para trás pelo para-brisa que por inércia o atinge.
- 5) Um estudante ao assistir a aula sobre a primeira lei de Newton, conta para seu colega que inércia é uma força que mantém as coisas em seus lugares, em repouso ou em movimento. Você concorda? Se sim ou se não, explique por quê.

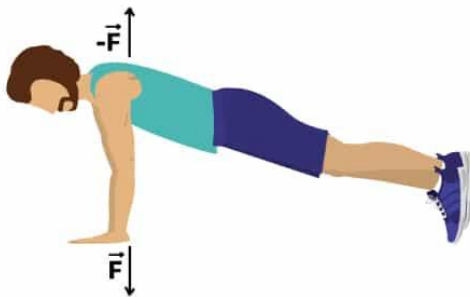
6) Uma sonda espacial pode ser levada por um foguete até o espaço exterior. O que mantém a sonda em movimento após o foguete parar de impulsioná-la?

7) Por que você cambaleia para frente quando o ônibus para subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele se torna mais rápido? Que lei se aplica aqui?

8) Jogue uma bola de boliche numa pista e notará que ela se move cada vez mais lentamente com o decorrer do tempo. Isso viola a lei de Newton da Inércia? Justifique sua resposta.

9) Explique a terceira lei de Newton.

10) Analise a figura abaixo, sobre uma pessoa que se mantém parada, ou seja, o puxão da gravidade para baixo e a força de apoio do piso para cima. Essas forças são iguais e opostas? Elas formam um par de ação e reação? Justifique.



## REFERÊNCIAS

AUSUBEL David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U, 1999.

MASINI, Elcie. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. 4. ed. São Paulo: Editora Centauro, 2011.

PRASS, Alberto R. **Teorias da Aprendizagem**. 2012. Disponível em:< [https://www.fisica.net/monografias/Teorias\\_de\\_Aprendizagem.pdf](https://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf)>Acesso em: 15 abril. 2024