



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROF. ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA CAMPUS DE ITABAIANA - DFCI

MARCOS GABRIEL NUNES DA CUNHA

APRENDIZADO DURADOURO DAS LEIS DE NEWTON: Uma Abordagem Baseada
em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

ITABAIANA/SE
2023



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROF. ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA CAMPUS DE ITABAIANA - DFCI

MARCOS GABRIEL NUNES DA CUNHA

APRENDIZADO DURADOURO DAS LEIS DE NEWTON: Uma Abordagem Baseada
em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Monografia apresentada ao Departamento de
Física do Campus de Itabaiana da Universidade
Federal de Sergipe para a obtenção do título de
licenciado em Física, sob a orientação do Prof.
Dr. Celso José Viana Barbosa

ITABAIANA/SE
2023



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROF. ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA CAMPUS DE ITABAIANA - DFCI

MARCOS GABRIEL NUNES DA CUNHA

APRENDIZADO DURADOURO DAS LEIS DE NEWTON: Uma Abordagem Baseada
em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Monografia apresentada ao Departamento de
Física do Campus de Itabaiana da Universidade
Federal de Sergipe para a obtenção do título de
licenciado em Física, sob a orientação do Prof.
Dr. Celso José Viana Barbosa

Aprovado em 01 de Novembro de 2023
Banca Examinadora

Prof. Dr. Celso José Viana Barbosa – Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Fabiano Rabelo Machado – Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Camilo Bruno Ramos de Jesus – Universidade Federal de Sergipe

ITABAIANA/SE
2023

Agradecimentos

Neste momento de conquista, é com profunda gratidão que expresso meus agradecimentos a todos que contribuíram para o sucesso da minha jornada acadêmica.

Em primeiro lugar, quero dedicar um agradecimento especial à minha família. Pelo apoio e confiança inabalável foram a base que sustentou minha jornada acadêmica. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao Professor Celso, meu orientador, agradeço por sua paciência e pelos valiosos conhecimentos que compartilhou comigo ao longo deste trabalho. Sua orientação foi fundamental para minha formação e para o desenvolvimento deste TCC.

Aos professores e acadêmicos do DFCI quero expressar minha gratidão pela educação de alta qualidade que recebi. Cada aula, discussão e interação moldaram meu pensamento e contribuíram para o sucesso deste projeto.

Não posso deixar de mencionar os técnicos José e Raphael, cujas conversas no laboratório foram extremamente enriquecedores para a minha jornada na UFS.

Gostaria de dedicar um agradecimento especial ao Professor Fabiano sua orientação e mentoria foram absolutamente fundamentais em minha trajetória.

Quero expressar minha profunda gratidão aos amigos que fiz durante minha experiência na UFS, amigos que sei que levarei para a vida.

Resumo

O presente estudo baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e implementou uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com o propósito de ensinar as Leis de Newton a turmas do primeiro ano do ensino médio. O objetivo central foi apresentar a metodologia da UEPS e avaliar seu impacto nas turmas, adotando uma abordagem qualitativa. A coleta de dados desempenhou um papel crucial no desenvolvimento do estudo. Utilizamos duas abordagens complementares: a observação registrada em um diário de bordo e a aplicação de questionários respondidos pelos alunos. Os resultados obtidos indicam que os objetivos estabelecidos foram alcançados. A abordagem adotada favoreceu a aprendizagem significativa, possibilitando uma compreensão sólida e duradoura das Leis de Newton por parte dos alunos. Este trabalho ressalta a eficácia da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da UEPS como estratégias pedagógicas inovadoras no ensino das ciências e enfatiza a importância da aprendizagem significativa na construção do conhecimento e no desenvolvimento de um aprendizado mais eficaz e duradouro no campo das ciências.

Palavras-chave: Leis de Newton. Aprendizagem significativa. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

Abstract

The present work was based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning and implemented a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) with the purpose of teaching Newton's Laws to two first-year high school classes. The central objective was to present the UEPS methodology and evaluate its impact on classes, adopting a qualitative approach. Data collection played a crucial role in the development of the study. We used two complementary approaches: observation recorded in a logbook and the application of questionnaires answered by students. The results obtained indicate that the established objectives were achieved. The approach adopted favored meaningful learning, enabling a solid and lasting understanding of Newton's Laws on the part of students. This work highlights the effectiveness of Ausubel's Meaningful Learning Theory and UEPS as innovative pedagogical strategies in science teaching and emphasizes the importance of meaningful learning in the construction of knowledge and the development of more effective and lasting learning in the field of science.

Keywords: Newton's Law. Meaningful learning. Potentially Significant Teaching Unit (UEPS)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa	3
2.2	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	5
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	7
3.1	Contextualização da escola	7
3.2	Resumo das atividades	8
3.3	Estrutura dos Encontros	9
4	ANÁLISE DOS DADOS	13
4.1	Encontro 1	13
4.2	Encontro 2	17
4.3	Encontro 3	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE A – UEPS	29

1 Introdução

Quando examinamos o cenário atual da educação no Brasil, em especial no que diz respeito às disciplinas de ciências, deparamo-nos com um desafio significativo: um déficit notável no aprendizado, aliado às altas taxas de reprovação nesses campos do conhecimento. Esses problemas geram uma desmotivação dos alunos em relação às aulas, refletindo, muitas vezes, o modo como os conteúdos são tradicionalmente ministrados. Em grande parte, a abordagem predominante envolve a apresentação mecânica de conceitos e fórmulas, sem contextualização ou significado prático.

No âmbito da física, torna-se evidente a necessidade premente de mudanças, sobretudo no ensino fundamental e médio. É crucial que os estudantes não apenas compreendam os enunciados, códigos, símbolos e a linguagem matemática empregados, mas também que sejam capazes de relacionar os princípios físicos com a cultura, a história e a aplicação prática em seu cotidiano. A física não deve ser vista como um corpo de conhecimento abstrato, mas sim como uma disciplina que dialoga com a realidade dos alunos, estimulando uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo.

Com o intuito de aprimorar a aprendizagem dos estudantes na disciplina de física, este trabalho busca apresentar propostas de abordagens metodológicas que rompam com o ensino tradicional. O panorama educacional atual nos revela um descompasso entre o que se ensina e o que efetivamente se aprende. As propostas de abordagens metodológicas aqui apresentadas estão fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Ausubel e defendida por Moreira e Massini (2001)

Aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.(MOREIRA, 2012, p.2)

Dentro desse cenário, existem estratégias que podem ser empregadas em conjunto com a TAS, como a utilização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). As UEPS consistem em sequências de ensino voltadas para a aprendizagem significativa, de modo a evitar a mera memorização. Essas unidades buscam estimular a pesquisa aplicada em sala de aula e a interação positiva na construção do conhecimento dos alunos (MOREIRA, 2011). Assim, a integração das UEPS com outras ferramentas didáticas pode ser altamente benéfica na facilitação da aprendizagem.

Os trabalhos de David Ausubel (1918-2008) são fundamentais nesse contexto, pois destacam a importância de utilizar um “subsunçor” - ou seja, um conhecimento específico já presente na estrutura cognitiva do aluno - como ponto de partida para a aquisição de novos conceitos. Essa abordagem é especialmente relevante para a física, uma vez que os

alunos podem recorrer a conhecimentos prévios para compreender e assimilar princípios físicos complexos.

O ensino de física no Brasil frequentemente se concentra na transmissão de conteúdo de maneira conteudista, caracterizada por um ensino tradicional. Isso tem contribuído para um déficit significativo no aprendizado dos alunos. Conscientes desse desafio, muitos professores têm procurado envolver os alunos em conceitos físicos relacionados às situações cotidianas, promovendo uma interação mais significativa em sala de aula.

É nesse contexto que as UEPS se destacam como uma ferramenta valiosa, uma vez que estão teoricamente fundamentadas e direcionadas para a aprendizagem significativa, fugindo da mera mecânica do ensino e estimulando a pesquisa aplicada no contexto da sala de aula, tornando o aprendizado mais relevante e envolvente.

Neste TCC, serão exploradas essas abordagens, com o objetivo de oferecer uma perspectiva crítica e prática para aprimorar o ensino de física, além disso verificar a eficácia da UEPS como unidade de ensino. Acredita-se que, por meio da integração das UEPS e da TAS, é possível superar as barreiras do ensino tradicional e proporcionar uma aprendizagem mais profunda e significativa aos estudantes, contribuindo assim para a melhoria do panorama educacional brasileiro.

2 Referencial Teórico

A estrutura teórica que fundamenta a pesquisa em questão repousa na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Neste capítulo exploraremos de forma abrangente os principais pilares dessa teoria, mostrando sua relevância e sua aplicabilidade para a presente investigação. Ao aprofundar nos conceitos centrais propostos por Ausubel estabeleceremos conexões sólidas e pertinentes entre sua abordagem e os objetivos deste estudo, demonstrando como a teoria contribui de maneira substancial para a compreensão dos fenômenos relacionados as Leis de Newton.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A TAS que foi desenvolvida pelo pesquisador David Paul Ausubel (1918-2008) aponta uma distinção crucial que reflete sobre o processo educativo: a diferença entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

A aprendizagem mecânica se configura como um processo de mera absorção de informações, muitas vezes desprovido de uma compreensão aprofundada. Nesse contexto, os estudantes tendem a encarar o aprendizado como um ato de memorização fria e desvinculado de sentido, onde fatos, dados e procedimentos são assimilados de forma passiva, sem conexão com conhecimentos prévios. Esse tipo de aprendizagem, embora possa resultar em algum nível de retenção a curto prazo, frequentemente carece de aplicabilidade prática e tende a ser esquecido com o tempo.

Por outro lado, a aprendizagem significativa tem como a abordagem educacional de maior valor e profundidade. Aqui, o aprendiz não é apenas um mero receptor de informações, mas sim um participante ativo no processo de aquisição do conhecimento. Na aprendizagem significativa, os alunos relacionam de forma intrínseca as novas informações com seus conhecimentos e experiências prévias, criando uma conexão lógica e coerente entre o que estão aprendendo e o que já sabem. Esse ato de construir significado torna o novo conhecimento mais relevante, memorável e aplicável, já que se insere de forma harmoniosa na estrutura cognitiva do aprendiz.

O objetivo da aprendizagem significativa reside na compreensão profunda, na qual o aprendiz não apenas entende os conceitos, mas também é capaz de aplicá-los de maneira criativa e adaptativa em uma variedade de situações. David Ausubel defendia vigorosamente que a aprendizagem significativa não apenas enriquecia o processo educativo, mas também estabelecia bases sólidas para a transferência de conhecimento para o mundo real.

Em resumo, a distinção perspicaz entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa revela a essência da educação de qualidade. Enquanto a primeira pode ser vista como um estágio inicial e superficial, a segunda representa o máximo do aprendizado, onde

a compreensão profunda, a aplicabilidade e a retenção duradoura de conhecimento são promovidas. Portanto, a adoção e promoção da aprendizagem significativa desponta como um pilar essencial no panorama educacional contemporâneo, capacitando os aprendizes a se tornarem pensadores críticos e solucionadores de problemas eficazes em uma sociedade em constante evolução.

Na formação educacional, o conhecimento prévio assume um papel de destaque, servindo como alicerce sólido para a construção do novo saber. Ausubel (2003) proferiu uma afirmação incisiva e emblemática ao afirmar que “o fator isolado mais determinante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já traz consigo. O desafio reside em identificar esse conhecimento pré-existente e, em seguida, orientar o processo de ensino de acordo com esse alicerce fundamental”.

Aprofundando ainda mais essa perspectiva, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) empreenderam uma exploração mais minuciosa da natureza da Aprendizagem Significativa. Nesse contexto, eles enfatizaram a importância de estabelecer conexões significativas entre as ideias apresentadas de forma simbólica e os elementos já enraizados na estrutura cognitiva do aluno. Tais elementos podem assumir diversas formas, incluindo imagens mentais, símbolos, conceitos e sentenças. A ideia dessa abordagem é que a aprendizagem eficaz ocorre quando se faz uma integração harmônica entre os subsunçores dos alunos e o novo conteúdo a ser assimilado.

De acordo com Moreira (2011), os subsunçores são capazes de ficar cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas ideias com as informações já obtidas pelo aluno. Vale salientar que precisamos atender as condições para que se tenha a aprendizagem significativa, de acordo com Moreira

São duas condições para a aprendizagem significativa. A primeira é essa que foi recém-mencionada: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo. A segunda é a da predisposição, a da intencionalidade: o sujeito deve querer relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal o novo conhecimento com algum conceito, alguma ideia, alguma proposição já existente em sua estrutura cognitiva. (MOREIRA; MASSINI, 2008, p.19).

Em resumo, o material potencialmente significativo abrange uma variedade de recursos, como aulas, livros, aplicativos, revistas, textos, jornais, documentários, filmes, jogos e outros instrumentos que apresentem relevância para o aluno e sejam adequados para atribuir significado ao conteúdo em questão. Além disso, Ausubel (2003) sugere a aplicação dos princípios da organização sequencial e da consolidação. A organização sequencial do conteúdo envolve a organização cuidadosa do material de estudo, levando em consideração a dependência entre os conteúdos, o que auxilia o aluno na construção de uma estrutura lógica de conhecimento. A consolidação refere-se ao domínio de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos. E a predisposição para aprender refere-se à disposição do aprendiz em relação à aprendizagem, ou seja, é uma decisão subjetiva

do próprio aluno de querer relacionar os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios, modificando-os e atribuindo-lhes significado (AUSUBEL, 2003).

Segundo Moreira (2011), a TAS é um processo que envolve dois componentes essenciais a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva implica que os educadores devem iniciar a instrução com a apresentação dos conceitos mais amplos e gerais de um tópico, antes de introduzir gradualmente os detalhes e especificidades (MOREIRA, 2011). Essa abordagem busca construir uma base sólida de conhecimento, permitindo aos alunos estabelecer conexões significativas entre as informações.

Por outro lado, o estágio da reconciliação integrativa é fundamental para a aprendizagem significativa, uma vez que envolve a eliminação de discrepâncias aparentes entre os novos conhecimentos e o conhecimento prévio dos alunos. Isso leva à resolução de conflitos cognitivos e à integração de novas informações de forma coerente com o que já se conhece (MOREIRA, 2006). Essa integração de informações é o que cria uma compreensão profunda e facilita a retenção a longo prazo.

2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências de ensino fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e têm desempenhado um papel crucial na educação contemporânea. De acordo com Moreira (2006), a aprendizagem significativa é um processo no qual os alunos constroem significados claros e consistentes ao relacionar o novo conhecimento a suas estruturas cognitivas preexistentes. Essa teoria tem servido como alicerce para o desenvolvimento das UEPS, que atuam como facilitadoras da aprendizagem ao considerar cuidadosamente os conhecimentos prévios dos alunos e ao empregar estratégias pedagógicas que estimulam a construção de significados de forma substancial.

Moreira (2011) destaca a importância da identificação dos objetivos instrucionais nas UEPS, pois esses objetivos direcionam o processo educacional. Eles são cuidadosamente delineados, definindo as metas educacionais a serem alcançadas por meio da unidade. Além disso, a compreensão profunda da aprendizagem significativa exige a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos. Essa etapa é vital para adaptar a instrução às necessidades individuais dos alunos, permitindo que eles estabeleçam conexões relevantes com o novo material.

A organização dos conteúdos é um terceiro aspecto crucial das UEPS, envolvendo a estruturação lógica e sequencial do material de estudo. Isso garante que os conceitos sejam apresentados de maneira coerente e progressiva, promovendo a compreensão em vez de mera memorização. A seleção cuidadosa dos materiais instrucionais é um componente que merece atenção, uma vez que esses recursos desempenham um papel fundamental na captação da atenção e do interesse dos alunos.

As atividades de aprendizagem são organizadas de forma a envolver ativamente os alunos na construção do conhecimento. Além disso, a avaliação na abordagem das UEPS não é simplesmente uma tarefa de mensuração, mas sim uma oportunidade para que os alunos demonstrem seu entendimento e construam significados. A retroalimentação é igualmente importante, fornecendo aos alunos feedback valioso e orientação para o desenvolvimento de seu conhecimento.

Finalmente, a avaliação da unidade desempenha um papel crucial na revisão e na melhoria contínua do processo educacional. A abordagem das UEPS, embora baseada em princípios sólidos, é flexível e adaptável, permitindo que os educadores ajustem suas estratégias com base nas necessidades de seus alunos. A avaliação da unidade não é apenas uma ferramenta para medir o desempenho, mas também um mecanismo valioso para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Ao analisar os resultados da avaliação, os educadores podem identificar áreas que exigem maior foco e refinamento, bem como aspectos que demonstram sucesso. Essa análise crítica permite uma abordagem contínua de aperfeiçoamento, na qual as UEPS podem ser adaptadas e refinadas para se alinhar de forma mais eficaz com os objetivos educacionais e as necessidades em constante evolução dos alunos. A flexibilidade a essa abordagem pedagógica possibilita que os educadores respondam de maneira ágil e responsiva, garantindo que o processo de ensino seja otimizado e que a aprendizagem significativa seja alcançada de maneira consistente (MOREIRA, 2011).

Para que a aprendizagem significativa seja eficaz, é necessário seguir uma sequência bem definida, conforme já delineado no artigo de intitulado "UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS" (MOREIRA, 2011). Essa sequência compreende os seguintes passos:

- 1-Definir o tópico a ser abordado;
- 2-Criar situações para buscar o conhecimento prévio do aluno;
- 3-Propor situação-problema para funcionar como organizador prévio;
- 4-Apresentar o conhecimento a ser ensinado;
- 5-Criar uma nova apresentação do conteúdo, porém em nível mais alto de complexidade;
- 6-Concluir a unidade de ensino e dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva e buscar a reconciliação integrativa;
- 7-Avaliar a aprendizagem significativa do aluno com uma avaliação somativa individual;
- 8-Avaliação da UEPS.(MOREIRA, 2011)

3 Procedimentos Metodológicos

3.1 Contextualização da escola

O Colégio Estadual Murilo Braga, localizado no município de Itabaiana, estado de Sergipe, ocupa uma área de 709.531 metros quadrados na Rua Quintino Bocaiuva, no coração do Centro da cidade. Esta instituição de ensino é um importante marco educacional na região, proporcionando uma estrutura que abriga 40 salas de aula, atendendo atualmente estudantes do Ensino Fundamental Maior, Ensino Médio e oferecendo cursos profissionais na área de rede de computadores e móveis. Além disso, o colégio gentilmente cede espaço para a realização do curso Pré-Universitário promovido pela Secretaria de Estado da Educação (SEED).

No que se refere à equipe de colaboradores, o CEMB é composto por um total de 117 funcionários dedicados e capacitados. Essa equipe diversificada e qualificada desempenha um papel fundamental na prestação de serviços educacionais de qualidade aos alunos e no funcionamento geral do Colégio Estadual Murilo Braga. Cada membro contribui para criar um ambiente de aprendizagem produtivo e seguro, promovendo o sucesso dos alunos e a excelência educacional.

A estrutura do Colégio Estadual Murilo Braga, oferece diversos recursos e instalações para aprimorar a experiência dos alunos. Suas instalações incluem uma conexão de Internet permitindo o acesso rápido a informação, laboratórios para experimentação prática, estimulando a investigação e o aprendizado interativo em disciplinas específicas. Uma quadra poliesportiva para atividades esportivas, uma biblioteca abastecida com uma variedade de recursos de leitura, salas de reforço para assistência adicional, uma sala de recursos para alunos com necessidades especiais, uma oficina para desenvolver habilidades práticas e um laboratório científico para experimentação em ciências. Essas instalações garantem um ambiente de aprendizado completo e versátil, atendendo às diversas necessidades dos estudantes.

Nesse contexto, é relevante destacar que as atividades propostas têm um papel fundamental. Elas foram planejadas com cuidado para que os alunos pudessem aprender da melhor forma possível, portanto, no próximo tópico apresentarei um resumo das atividades propostas detalhando como foi planejado cada momento dos encontros.

3.2 Resumo das atividades

Tabela 1 – Tabela - Implementação da Sequência de Ensino Aprendizagem

Encontro 1	Tempo	Atividade	Conteúdo	Objetivos
1º Momento	30 min/aula	Apresentação da proposta da UEPS e realização do pré-teste, os alunos respondem individualmente e depois discutem com professor e colegas.	Revisando as Leis de Newton.	Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a primeira Lei de Newton.
2º Momento	30 min/aula	Texto e questionário abordando a representação de uma força	Entendimento do conceito de força.	Verificar o entendimento sobre o que é uma força.
3º Momento	40 min/aula	Foi realizado um procedimento experimental, seguido de um texto enunciando a primeira lei, em seguida foi realizado um pós-teste.	Enunciado e Aplicações da primeira Lei de Newton.	Analisar as respostas e buscar a efetividade do conhecimento
Encontro 2	Tempo	Atividade	Conteúdo	Objetivos
1º Momento	30 min/aula	Pré-teste, questionário, simulação de um cabo de guerra (PhET).	Diferenciar o que é massa e peso, relembrar o conceito aceleração	Despertar a curiosidade na diferenciação do que é massa e peso.
2º Momento	30 min/aula	Exposição dialogada sobre a segunda Lei de Newton seguida de questionários.	Seunda Lei de Newton e suas aplicações.	Relacionar os conceitos novos aos já existente.
3º Momento	40 min/aula	Pós-teste com aplicação do método integrado (IpC).	Segunda Lei de Newton.	Analisar as respostas e buscar a efetividade do conhecimento.

Tabela 2 – Tabela - Implementação da Sequência de Ensino Aprendizagem

Encontro 3	Tempo	Atividade	Conteúdo	Objetivos
1º Momento	10 min/aula	Apresentação de um cena do filme Matrix	Terceira Lei de Newton e suas aplicações	buscar semelhança entre o conteúdo abordado e situações do cotidiano dos alunos.
2º Momento	10 min/aula	aplicação de um questionário	Terceira Lei de Newton e suas aplicações .	buscar semelhança entre o conteúdo abordado e situações do cotidiano dos alunos .
3º Momento	40 min/aula	Enunciar a terceira lei juntamente de suas aplicações.	Terceira Lei de Newton.	buscar semelhança entre o conteúdo abordado e situações do cotidiano dos alunos.
4º Momento	40 min/aula	Pós-teste com aplicação do método integrado (IpC); aplicação de um caça-palavra, construção de um mapa conceitual.	Terceira Lei de Newton e suas aplicações.	Analisar as respostas e os mapas conceituais buscando a efetividade do conhecimento.

3.3 Estrutura dos Encontros

A proposta de sequência de ensino em questão surgiu da necessidade de promover uma aprendizagem envolvente que capacite os alunos a se tornarem protagonistas de seu próprio aprendizado. Com esse propósito em mente, buscamos estabelecer uma conexão sólida entre o conteúdo apresentado e a vida cotidiana dos estudantes.

Em nossa abordagem, buscamos estabelecer uma forte relação entre o conteúdo acadêmico e o mundo real. Afinal, a física não é uma disciplina isolada, mas uma ciência que influencia muitos aspectos da nossa vida cotidiana. Para alcançar esse objetivo, iniciamos com situações-problema, um método que encoraja a resolução de desafios complexos, estimulando o pensamento crítico e analítico. Utilizamos uma atividade inicial como um ponto de partida para conectar os subsunçores dos alunos com os tópicos que abordamos.

Ao abordar os conceitos, seguimos uma abordagem que envolve a exploração gradual, começando com ideias gerais e depois aprofundando em conceitos mais específicos. Isso nos ajudou a entender os fundamentos antes de mergulhar nos detalhes.

À medida que prosseguimos com as aulas, os alunos enfrentarão desafios progressivamente mais complexos, envolvendo novas situações-problema. Com o objetivo de manter o engajamento dos estudantes, adotaremos uma abordagem diversificada, incorporando atividades que incluem leituras de textos, questionários, exibição de vídeos que ilustram fenômenos físicos no cotidiano, experimentos práticos, jogos educativos relacionados às Leis de Newton e simulações computacionais. Essas atividades desempenham um papel fundamental na estimulação de discussões e debates construtivos, auxiliando na ampliação do entendimento acerca das Leis de Newton.

A seguir, forneceremos um resumo da condução das sessões de ensino com o intuito de facilitar a análise do plano de aula completo, que se encontra disponível para consulta no APÊNDICE A.

Encontro 1: Primeira Lei de Newton.

Duração: 100 min.

Objetivo: Verificar os subsunçores dos alunos referente a primeira lei de newton.

Proposta da Aula: No início do nosso aula, apresentamos a proposta aos estudantes, detalhando o funcionamento das atividades e fornecendo uma introdução à temática, que abrange a fase inicial da Unidade de Ensino de Potencialmente Significativa (UEPS). Na sequência, conduzimos a administração de um questionário com duas perguntas de natureza geral, com o intuito de avaliar os conhecimentos prévios de cada aluno, alinhado com os princípios do referencial teórico. Os alunos tiveram no máximo 10 minutos para responder ao pré-teste. Em seguida, foi aberto um momento de votação individual no qual cada um sinaliza com os *flashcards*¹ a opção escolhida. Para cada votação os alunos discutiram as questões entre si: o que marcaram de igual ou diferente (um tentando convencer o outro, com argumentos físicos).

Nos 30 minutos seguintes de aula, apresentei a turma um vídeo e um texto sobre o hipismo, juntamente com um questionário de resolução aberta, no qual foi realizado as seguintes perguntas:

1) Por que o cavaleiro foi arremessado para a frente quando o cavalo cessou seu movimento?

2) Quais os riscos que ocorreu com o cavaleiro quando o mesmo caiu no chão?

Na sequência, fazendo uso dos 40 minutos restantes da aula, embarcamos em uma exposição didática abrangente, complementada por apresentações visuais que enriqueceram a compreensão dos conceitos. Nesse contexto, conduzimos um procedimento experimental

¹ Pequenos cartões contendo impressas uma das letras A,B,C,D ou E; para que os alunos possam responder às perguntas de múltipla escolha em que a letra representa uma alternativa

que permitiu aos alunos vivenciarem na prática os princípios abordados. Simultaneamente, aplicamos um questionário relacionado ao experimento, incentivando a reflexão crítica e a consolidação do conhecimento adquirido.

Posteriormente, avançamos com a introdução da primeira Lei de Newton, também conhecida como a Lei da Inércia. Este alicerce fundamental na física foi apresentado e discutido, ampliando ainda mais nosso repertório de princípios científicos. Para consolidar o aprendizado, promovemos imediatamente a realização de um pós-teste, que proporcionou a oportunidade de avaliar a assimilação dos conceitos e a capacidade de aplicá-los em contextos práticos.

Agora, vamos direcionar nossa atenção para o segundo encontro e suas perspectivas. Nesse ponto, será interessante destacar as experiências e desafios enfrentados pelos alunos, bem como a evolução de suas atitudes e compreensão ao longo da aula e como foi sua estruturação.

Encontro 2: Segunda Lei de Newton.

Duração: 100 min.

Objetivo: Analisar e compreender a segunda Lei de Newton.

Proposta da Aula: Neste momento o foi entregue flashcards afim de fazer uso do método Peer Instruction (Instrução pelos Colegas) como forma avaliar o subsunçores, com questões sobre Inventário do Conceito de Força - FCI.

Em seguida, foi mostrado um figura juntamente de um questionário contendo:

1) O que você mede quando sobe na balança?

2) A balança calcula a massa, mas o que é massa?

Posteriormente, procedemos à apresentação e enunciação da Segunda Lei de Newton, um conceito fundamental na física que estabelece a relação entre a força aplicada a um objeto, sua massa e a aceleração resultante. Esta Lei, também conhecida como a Lei Fundamental da Dinâmica, fornece uma estrutura sólida para compreender como os objetos se movem em resposta às forças que atuam sobre eles.

Em seguida, para ampliar nossa compreensão prática da Segunda Lei de Newton, empregamos um software de simulação do PhET ² com o título: Força e movimento noções básicas. Este simulador especializado nos permitiu simular situações diversas. Combinado a isso, aplicamos questionários (Apêndice A) que auxiliaram na avaliação do conhecimento adquirido e na aplicação prática dos conceitos estudados.

Continuando nossa jornada de aprendizado, promovemos uma exposição dialogada sobre os vários tipos de forças que podem influenciar o movimento de objetos. Nesse momento, exploramos exemplos concretos e casos do cotidiano para ilustrar como diferentes forças atuam de acordo com a Segunda Lei de Newton.

Por fim, para verificar o domínio dos conceitos e a aplicação prática da teoria, realizamos um pós-teste (Apêndice A) que avaliou a compreensão dos participantes sobre a Segunda

² (<http://phet.colorado.edu>)

Lei de Newton e a capacidade de aplicá-la a cenários do mundo real. Esse teste consolidou nosso processo de aprendizado, permitindo-nos medir o progresso alcançado e identificar áreas que necessitam de mais estudo e prática.

Encontro 3: Terceira Lei de Newton.

Duração: 100 min.

Objetivo: Analisar e compreender a Terceira Lei de Newton.

Proposta da Aula: Durante o início da aula, exploramos o conceito da Terceira Lei de Newton, também conhecida como a Lei de Ação-Reação, inspirados por uma emblemática cena do filme “Matrix”, onde os personagens desafiam as leis da física em uma realidade alternativa. Durante a cena é mostrado uma colisão entre dois caminhões onde serviu como ponto de partida para uma discussão animada sobre a Terceira Lei de Newton e sua aplicação no mundo real.

A fim de avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema, conduzimos um questionário que abordava conceitos-chave relacionados à Terceira Lei de Newton. Essa etapa teve como objetivo estabelecer uma linha de base para a compreensão dos alunos antes de aprofundarmos no assunto.

Na sequência, apresentamos a Terceira Lei de Newton, destacando seus princípios fundamentais e explorando suas implicações no movimento de objetos. Para tornar os conceitos mais tangíveis, fornecemos vários exemplos práticos e demonstrações que ilustraram a aplicação da lei em situações do cotidiano e em experimentos reais.

Para avaliar a retenção de conhecimento e a compreensão dos alunos, após a exposição teórica e prática, realizamos um pós-teste que testou sua capacidade de aplicar os princípios da Terceira Lei de Newton em cenários específicos.

Para concluir nossa UEPS, propusemos uma atividade lúdica na forma de um caça-palavras que desafiou os alunos a identificarem e relacionarem conceitos-chave das Lei de Newton. Essa atividade visou reforçar o vocabulário e os conceitos estudados.

Por fim, como uma avaliação mais abrangente e integradora, solicitamos aos alunos que elaborassem um mapa conceitual do tipo quebra-cabeça que refletisse a interconexão dos conceitos das Leis de Newton. Isso proporcionou uma oportunidade para aplicar o pensamento crítico e a síntese conceitual, consolidando o aprendizado de forma abrangente.

Essa abordagem estruturada e diversificada permitiu uma exploração significativa do conteúdo da Terceira Lei de Newton e incentivou a retenção de conhecimento, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos princípios da física.

4 Análise dos dados

No âmbito deste trabalho, a opção metodológica recai sobre a pesquisa qualitativa, uma vez que o objetivo primordial é aferir a presença de Aprendizagem Significativa nos discentes. Esse propósito é materializado por intermédio da análise de evidências colhidas ao longo da prática pedagógica, em consonância com as premissas elucidadas por Moreira (2011).

É fundamental que o professor cumpra o papel de pesquisador dentro da sala de aula no encontro com os alunos. O estudo busca usar uma variedade de ferramentas educacionais, incluindo pesquisas, vídeos, experimentos de software e outros recursos. As abordagens são consideradas métodos que podem enriquecer a aprendizagem, tornando-a mais envolvente e, portanto, mais significativa para os alunos. Nesse contexto o professor procura utilizar métodos para tornar a sala de aula um ambiente dinâmico e estimulante, na qual a aprendizagem se torna uma experiência fascinante ao longo do dia .

A coleta de dados foi uma etapa crucial e meticulosa em nosso estudo. Para esse fim, empregamos duas abordagens: a observação registrada em um diário de bordo e a aplicação das questões do inventário do conceito de força (FCI) - retiradas de Mazur (2015) - aos alunos. Em cada fase da pesquisa dedicamos nossa atenção à análise do comportamento dos alunos em relação à sua interação com colegas, professores e conteúdo. Nosso objetivo central era identificar indicadores de Aprendizagem Significativa.

O diário de bordo serviu como um meio detalhado de documentar as observações, permitindo-nos capturar as interações em sala de aula. Essas anotações incluíram tanto observações diretas quanto reflexões sobre o comportamento e o envolvimento dos alunos.

Paralelamente, as questões do FCI forneceram uma visão abrangente das percepções dos alunos sobre o processo de aprendizagem. Por meio dessas questões específicas, buscamos entender como eles percebiam o impacto das diferentes estratégias educacionais em seu desenvolvimento de conhecimento até chegar a efetivação do conhecimento.

Essa abordagem abrangente de coleta de dados nos permitiu uma análise profunda da dinâmica da sala de aula, contribuindo para uma compreensão mais completa da aprendizagem significativa e seu impacto no processo educacional.

4.1 Encontro 1

O primeiro encontro de um curso desempenha um papel crucial no estabelecimento de uma base sólida para o aprendizado subsequente. Neste estudo, analisamos a experiência de duas turmas, 1ºD e 1ºF, cada uma composta por 20 e 16 alunos, respectivamente, durante seu primeiro encontro.

O método de análise qualitativa passa a ser realizado por meio do diário de bordo do autor. Esse recurso valioso é um instrumento que oferece uma janela única para o processo de coleta de dados e reflexões pessoais. O diário de bordo é mais do que apenas um registro cronológico de eventos é um testemunho vivo das experiências, pensamentos e análises coletadas pelo pesquisador.

O diário de bordo também serve como uma espécie de arquivo pessoal de aprendizado. O pesquisador pode registrar lições aprendidas, desafios superados e até mesmo pensamentos inesperados. Esse registro de conhecimento pessoal pode ser inestimável para futuros projetos de pesquisa e para o aprimoramento das habilidades de investigação.

No primeiro encontro com os alunos iniciamos com a apresentação de como seria trabalhado o conteúdo no formato da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Era visível o espanto e a apreensão nos rostos dos alunos que estavam acostumados ao tradicional modelo de ensino. A mudança de padrão de aula inicialmente os deixou assustados, continuando com o trabalho, realizamos um pré-teste. Foi interessante notar como os alunos relutaram em responder às perguntas antes que o conteúdo fosse abordado. O silêncio predominou na sala de aula e muitos deles demonstraram receio ao escolher as alternativas. Parecia que a incerteza estava pairando no ar.

Foi possível notar mudanças quando incentivamos perguntas aos alunos. Eles começaram a se manifestar, questionando e interagindo sobre o conteúdo. Parece que o primeiro choque da mudança estava diminuindo, e os alunos começaram a se sentir mais à vontade com o novo modelo de ensino. Essa participação ativa foi um sinal promissor.

Durante o procedimento experimental fiquei surpreso com a agitação e o entusiasmo dos alunos ao saber que finalmente realizariam o experimento. Parece que a perspectiva de colocar em prática o que aprenderam os motivou ainda mais. A sala estava cheia de energia e curiosidade.

Durante o enunciado da primeira lei de Newton pude perceber que os alunos estavam realmente compreendendo o conteúdo. Suas perguntas mostraram que estavam relacionando o que aprenderam com a aplicação prática no experimento. A mudança de atitude em relação ao modelo de ensino começou a se tornar evidente.

Finalmente chegamos ao pós-teste. Fiquei satisfeito ao notar que os alunos estavam mais confiantes em escolher alternativas. A experiência anterior de interação e experimentação havia lhes dado mais segurança. Pareceu-me que estamos no caminho certo para tornar o aprendizado mais significativo e envolvente para esses alunos.

Neste momento focamos nossa atenção em duas questões específicas uma do pré-teste e outra do pós-teste. A primeira questão, aplicada no início da aula, teve como objetivo revelar os subsunçores dos alunos no tópico abordado. Observamos que na turma 1ºD, a alternativa correta da questão obteve um percentual de aproveitamento de 60%. Esse resultado inicial nos forneceu respostas valiosas sobre o nível de compreensão prévia dos alunos em relação ao conteúdo.

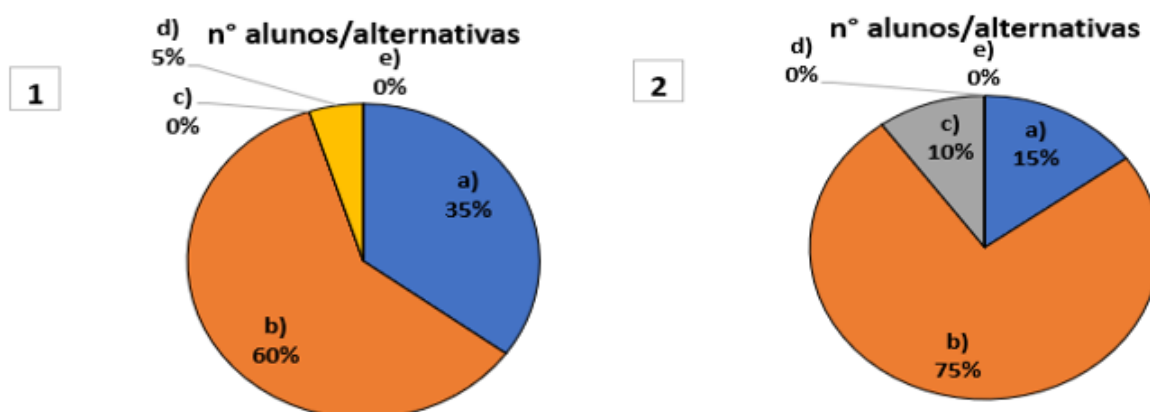
Durante a aula, para coletar as respostas dos alunos, utilizamos *flascards*, no qual cada aluno expôs sua resposta individualmente. Esse método proporcionou uma visão abrangente das respostas dos alunos e permitiu uma análise individualizada.

Ao final de cada questão, as respostas foram discutidas com os alunos. Essas discussões forneceram um ambiente de aprendizado interativo, no qual os alunos puderam compartilhar seu raciocínio e esclarecer dúvidas. Além disso, as estratégias pedagógicas empregadas durante as discussões visavam aprimorar a compreensão dos conceitos-chave.

Posteriormente, ao final da aula, realizamos uma segunda rodada de questões. Dentre elas, analisamos especificamente a Questão 3, que era semelhante à primeira questão apresentada no início da aula. Os resultados revelaram um aumento significativo no número de acertos dos alunos. O percentual de acertos na questão 1 do pré-teste foi de 60% e da questão 3 do pós-teste subiu para 75% sendo elas questões semelhantes.

A figura 1 abaixo contém a representação visual de dois gráficos relacionados a turma 1ºD. O primeiro gráfico, representando a questão 1 do pré-teste, revela um percentual de acertos de 60%. Este resultado inicial indica que, no início do processo de aprendizado, os alunos tinham um nível de compreensão menor em relação a primeira lei de Newton. No entanto, o segundo gráfico, que corresponde à questão 3 do pós-teste, exibe um aumento no percentual de acertos de 75%. Esse aumento na porcentagem de respostas corretas reflete o progresso significativo dos alunos ao longo do período de estudo. Essa evolução de 60% para 75% de acertos entre o pré-teste e o pós-teste é um indicador da eficácia do processo de ensino. Mostra que os alunos assimilaram os conceitos apresentados e conseguiram aplicá-los de maneira mais eficaz, todas as questões analisadas durante a pesquisa encontra-se na UEPS que está localizada no apêndice A.

Figura 1 – Gráfico referente a turma 1ºD

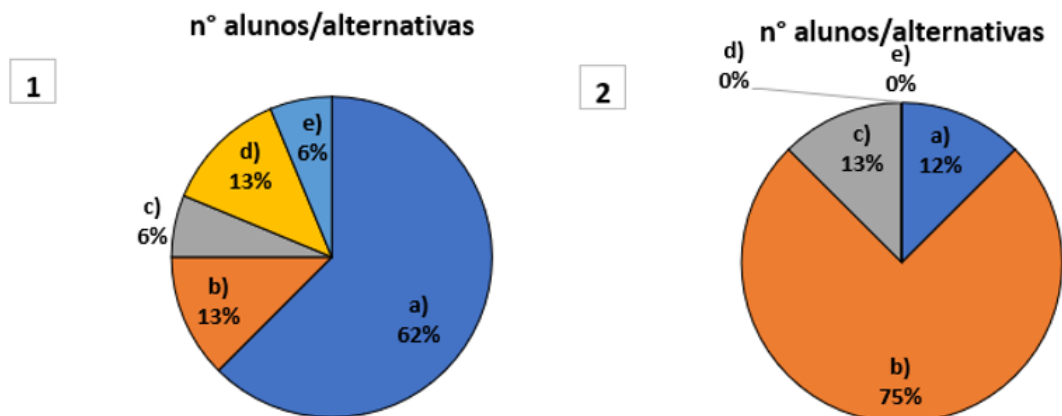


Fonte: Próprio autor

Os alunos da turma 1ºF, por sua vez, responderam as mesmas questões obtendo também um percentual de acertos de 75%, demonstrando um nível de compreensão semelhante ao da turma 1ºD.

A comparação entre essas duas turmas ressalta que após o conteúdo ser abordado desta forma, as estratégias pedagógicas empregadas durante a aula e a capacidade dos alunos de absorverem e aplicarem conceitos essenciais para a primeira Lei de Newton tiveram um número de acertos satisfatórios, o gráfico abaixo representa o resultado da turma 1^oF.

Figura 2 – Gráfico referente a turma 1^oF



Fonte: Próprio autor

Abaixo apresentamos duas fotos da nossa turma em ação, levantando os *flashcards* referentes a cada alternativa sugerida pelos alunos. À medida que as aulas avançaram, notamos um aumento na interação e colaboração entre colegas. Nossos *flashcards* são ferramentas valiosas em nosso processo de aprendizado. Eles nos ajudam a compreender e reter informações de maneira eficaz. Como parte de nosso compromisso com o sucesso acadêmico, criamos um ambiente em que todos são encorajados a participar ativamente. À medida que o tempo passou, percebemos que os alunos estavam cada vez mais dispostos a se aproximar e interagir. Essa proximidade fortalece o senso de comunidade e ajudou a aproveitar ao máximo as experiências de aprendizado.

Figura 3 – Turma respondendo o questionário



Fonte: Próprio autor

4.2 Encontro 2

Na análise do segundo encontro, por meio do diário de bordo, foi possível observar que a dinâmica da UEPS continuou a evoluir. Desta vez, começamos com a realização de um pré-teste, o que revelou um sutil, porém notável, aumento na confiança dos alunos ao responder às questões. Parece que a adaptação ao novo modelo de aprendizado estava acontecendo gradualmente.

Em seguida, introduzimos uma figura de um homem em uma balança e solicitamos que os alunos respondessem a um questionário relacionado a essa imagem. Ficou evidente que uma parte significativa da turma ainda estava com dificuldades em diferenciar massa de peso, apontando a necessidade contínua de explorar esse conceito.

Prosseguimos apresentando o conteúdo relacionado à segunda lei de Newton. Neste momento, muitos alunos expressaram desconforto devido à utilização de fórmulas para explicar a lei. É compreensível que essa abordagem tenha gerado inquietação, uma vez que a matemática muitas vezes pode ser intimidante.

Para tornar o conceito mais acessível e prático, utilizamos uma simulação interativa do PhET relacionada a um cabo de guerra. Foi incrível ver a animação e entusiasmo dos alunos, já que muitos deles revelaram que haviam participado de atividades semelhantes durante suas aulas de educação física. A aplicação prática do conceito parecia ter conquistado seu interesse.

Em seguida, conduzimos um questionário aberto, no qual os alunos tiveram a oportunidade de expressar suas opiniões e pensamentos. Fiquei impressionado ao notar que a maioria dos estudantes desejava compartilhar suas perspectivas, o que indicava um maior nível de engajamento na aula.

Por fim, apresentamos diferentes tipos de forças e observei que alguns alunos ficaram surpresos ao descobrir a diversidade de forças que atuam em nosso mundo. Esse momento de surpresa e questionamento demonstrou interesse sobre a segunda lei. Ao chegarmos ao pós-teste algo inusitado aconteceu, os alunos que estavam sentados no fundo da sala pediram para se aproximar. Eles queriam estar mais próximos do professor e da interação da aula. Isso resultou em uma aula mais vibrante, com os alunos discutindo e comparando suas respostas, buscando saber quem havia acertado mais questões. Foi uma dinâmica muito positiva que refletiu a crescente confiança e engajamento dos alunos.

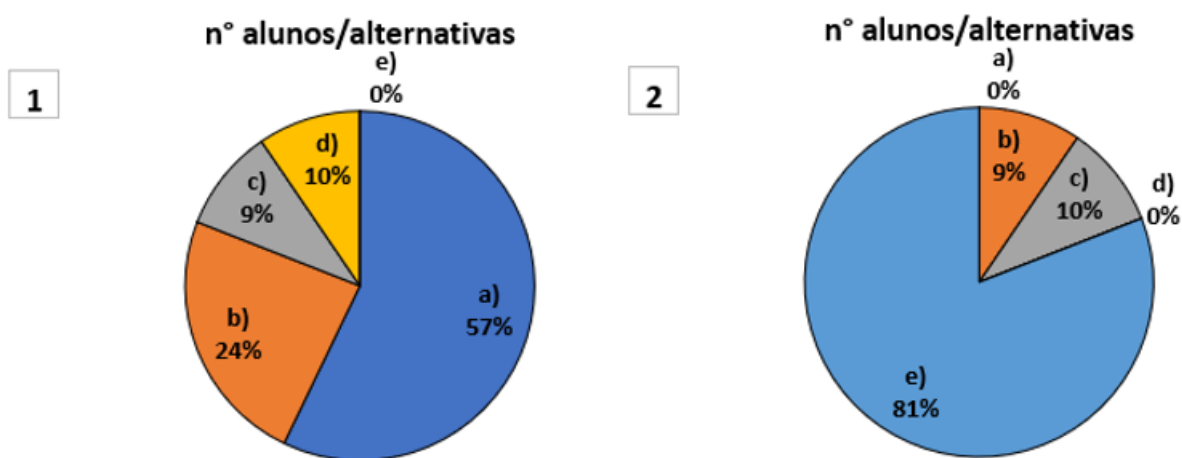
No segundo encontro com a turma 1ºD, com 21 alunos, a primeira questão do pré-teste da aula foi utilizada para explorar os subsunçores dos alunos, permitindo-nos mapear os conhecimentos prévios. Para nossa surpresa apenas 9% dos alunos responderam corretamente a essa questão. Esse resultado inicial, embora desafiador, ofereceu um ponto de partida significativo para nossa análise.

Ao longo da aula, como professor, utilizei abordagens pedagógicas centradas na interação, no diálogo e na colaboração, como por exemplo questionários, exposição dialogada do conteúdo, simulação computacional, entre outras. Isso estimulou um ambiente de

aprendizado participativo e incentivou os alunos a compartilharem suas perspectivas e explorarem os conceitos relativos a segunda Lei de Newton.

Ao final da aula, os alunos foram novamente desafiados com a terceira questão do pós-teste que era semelhante à questão apresentada no início do encontro. A análise dos resultados mostrou um aumento no número de acertos dos alunos da turma 1ºD. O percentual de acertos subiu para 81%, refletindo uma melhoria significativa em seu entendimento em relação a primeira questão aplicada na aula.

Figura 4 – Gráfico referente a turma 1ºD



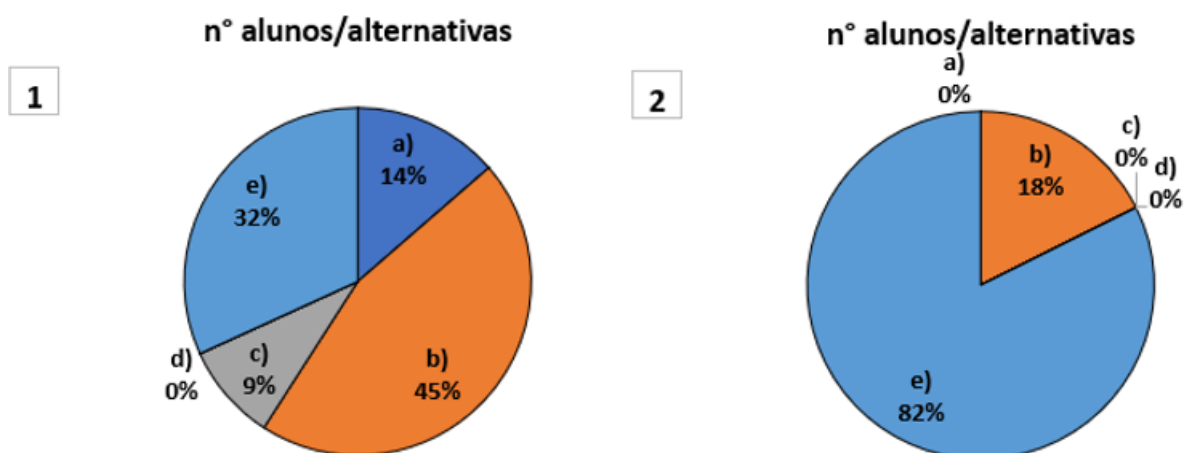
Fonte: Próprio autor

Durante a análise com a turma 1ºF, foi possível compararmos o desempenho da Turma 1ºF com o da Turma 1ºD ao responderem às mesmas questões. Surpreendentemente, a Turma 1ºF obteve no pré-teste 9% e no pós-teste um ótimo resultado, com 82% de acertos. Na figura 5 encontra-se o gráfico referente as turma do 1ºD e 1ºF.

Os alunos demonstraram um entusiasmo contagiante em relação à metodologia aplicada durante as aulas. Suas reações e participação ativa refletiram um nível significativo de animação e empolgação, pois a abordagem pedagógica adotada parece ter conquistado o interesse dos alunos, motivando-os a se envolverem de forma mais ativa e entusiástica nas atividades. Eles demonstraram ansiosamente um forte desejo de aprender e explorar os conceitos, o que é um indicativo claro de que o estilo de ensino implementado está alinhado com suas preferências e necessidades.

A atmosfera de empolgação gerada pelos alunos em resposta a essa metodologia é um sinal positivo de que estavam se envolvendo de maneira significativa com o conteúdo e se sentindo inspirados a participar ativamente do processo de aprendizado. Essa animação é um elemento valioso para promover um ambiente de ensino dinâmico e eficaz.

Figura 5 – Gráfico referente a turma 1ºF



Fonte: Próprio autor

Levando em conta esses pontos, percebemos que, às vezes, podemos identificar possíveis problemas ao avaliar o envolvimento dos alunos. Nesse caso, o papel do professor é essencial para reconhecer esses desafios e tentar resolvê-los, seja oferecendo ajuda individual ou ajustando as maneiras de ensinar para se adequarem melhor aos alunos.

À medida que as aulas avançavam, os estudantes começaram a entender melhor como as aulas funcionavam e se tornaram mais participativos. Eles também passaram a fazer mais perguntas quando tinham dúvidas, especialmente durante as atividades.

4.3 Encontro 3

No terceiro encontro com os alunos, decidimos adotar uma abordagem um pouco diferente. Começamos a aula com uma cena emocionante sobre colisões de caminhões do filme "Matrix". A decisão de passar um filme em sala de aula pareceu surpreender e empolgar os alunos. Eles estavam visivelmente ansiosos para a experiência, o que criou um ambiente de aprendizado diferenciado.

Após a cena do filme, introduzimos a terceira lei de Newton. Foi interessante notar que, entre as três leis de Newton, essa era a que os alunos pareciam ter um entendimento mais claro. Talvez a abordagem cinematográfica tenha ajudado a tornar o conceito mais tangível.

Para avaliar suas compreensões prévias, aplicamos um questionário que abordou as seguintes perguntas:

- 1) Ambos os veículos receberam o impacto com a mesma força? Justifique sua resposta.
- 2) Foi observado que a colisão entre os caminhões afetou ambos os veículos de maneira semelhante, mas quando o caminhão se chocou contra carros estes sofreram muito mais

danos do que o caminhão. Por que isso acontece?

3) Teria como somente um dos veículos envolvidos no acidente ter se deformado com as colisões?

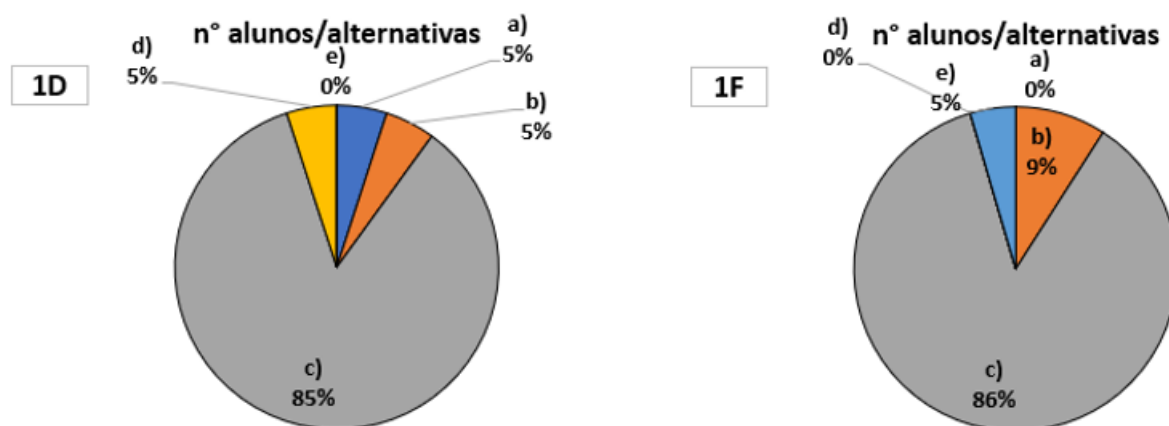
Através dessas perguntas, visamos despertar o pensamento crítico dos alunos e promover uma discussão sólida sobre os conceitos fundamentais da Terceira Lei de Newton.

Em seguida, aplicamos um questionário relacionado ao tópico. Fiquei satisfeito ao notar que as respostas foram, em grande parte, semelhantes e satisfatórias. A principal dúvida dos alunos parecia estar relacionada à estrutura dos caminhões.

Para continuar a exploração das leis de Newton, apresentei exemplos de pares de forças e propus mais questões. Os alunos pareciam estar à vontade ao resolvê-las, demonstrando uma crescente participação. Para um momento de descontração e interação, propus um jogo de caça-palavras. O entusiasmo dos alunos foi animador e eles entraram em uma competição saudável para ver quem conseguia resolver o jogo mais rapidamente. Essas atividades lúdicas proporcionam um tempo necessário no meio de sessões de aprendizado intensas.

Para avaliar a compreensão dos alunos, realizamos a análise da primeira questão que foi apresentada no final da aula, garantindo que os conceitos discutidos fossem absorvidos de maneira eficaz. Abaixo encontra-se o gráfico contendo os resultados obtidos da turma 1ºD e 1ºF e a eficácia no número de acertos do conteúdo abordado.

Figura 6 – Gráfico referente a turma 1ºF



Fonte: Próprio autor

Os índices de acertos de ambas as turmas são dignos de reconhecimento. A Turma 1ºD com 85%, e a Turma 1ºF com 86%, alcançaram resultados que refletem seu compromisso com a busca de conhecimento e a compreensão da terceira lei de Newton. Esse desempenho destaca não apenas a dedicação dos alunos, mas também o papel fundamental desempenhado pelo professor e pelo método de ensino adotado. A combinação desses fatores

Abaixo, apresentamos um mapa conceitual, do tipo fill-in, elaborado pelo autor no qual busca explorar uma rede interconectada de conceitos fundamentais sobre as leis de Newton. Cada nó deste mapa representa um conceito importante, à direita encontra-se uma lista contendo todos os conceitos que podem ser explorados neste mapa. Esta lista serve como um guia, mas os conceitos são deixadas em aberto, para que o aluno possa personalizar sua própria compreensão.

LEIS DE NEWTON

dividido em

conhecida por

sendo

propriedades

conhecida por

conhecida por

conhecida por

existe o equilíbrio

implica

implica

podendo ser

REPOUSO

MRU

$F_r = 0$

$F_r = m \cdot a$

DINÂMICO

ESTÁTICA

CORPOS DIFERENTES

$F_r > 0$ ou $F_r < 0$

TERCEIRA LEI

PRIMEIRA LEI

SEGUNDA LEI

PRINCÍPIO FUN. DA DINÂMICA

AÇÃO E REAÇÃO

TODA AÇÃO HÁ UMA REAÇÃO

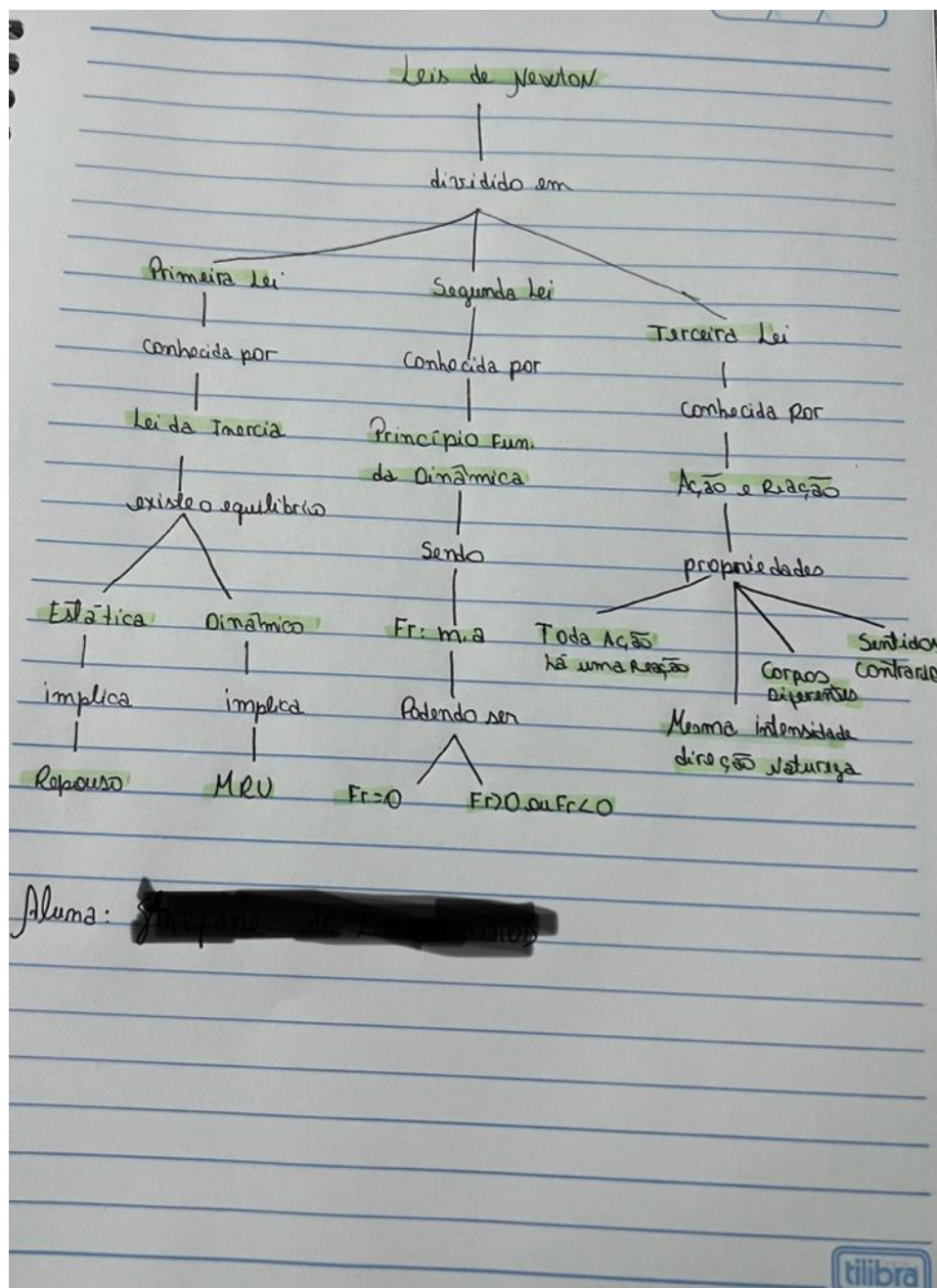
SENTIDOS CONTRÁRIOS

MESMA INTENSIDADE DIREÇÃO NATUREZA

O benefício e a importância do uso de mapas conceituais pelos alunos são notáveis. Essa ferramenta não só demonstra um compromisso com a aprendizagem, mas também a capacidade de organizar e conectar ideias de uma forma significativa, pois este processo de preenchimento é uma oportunidade para o aluno construir seu próprio entendimento e promover a aprendizagem significativa.

Vale salientar que o mapa conceitual é dinâmico e pessoal, sendo uma ferramenta flexível para ajudar a construir o próprio entendimento. Abaixo encontrasse mapas elaborados pelos alunos.

Figura 8 – Mapa conceitual elaborado pelo aluno

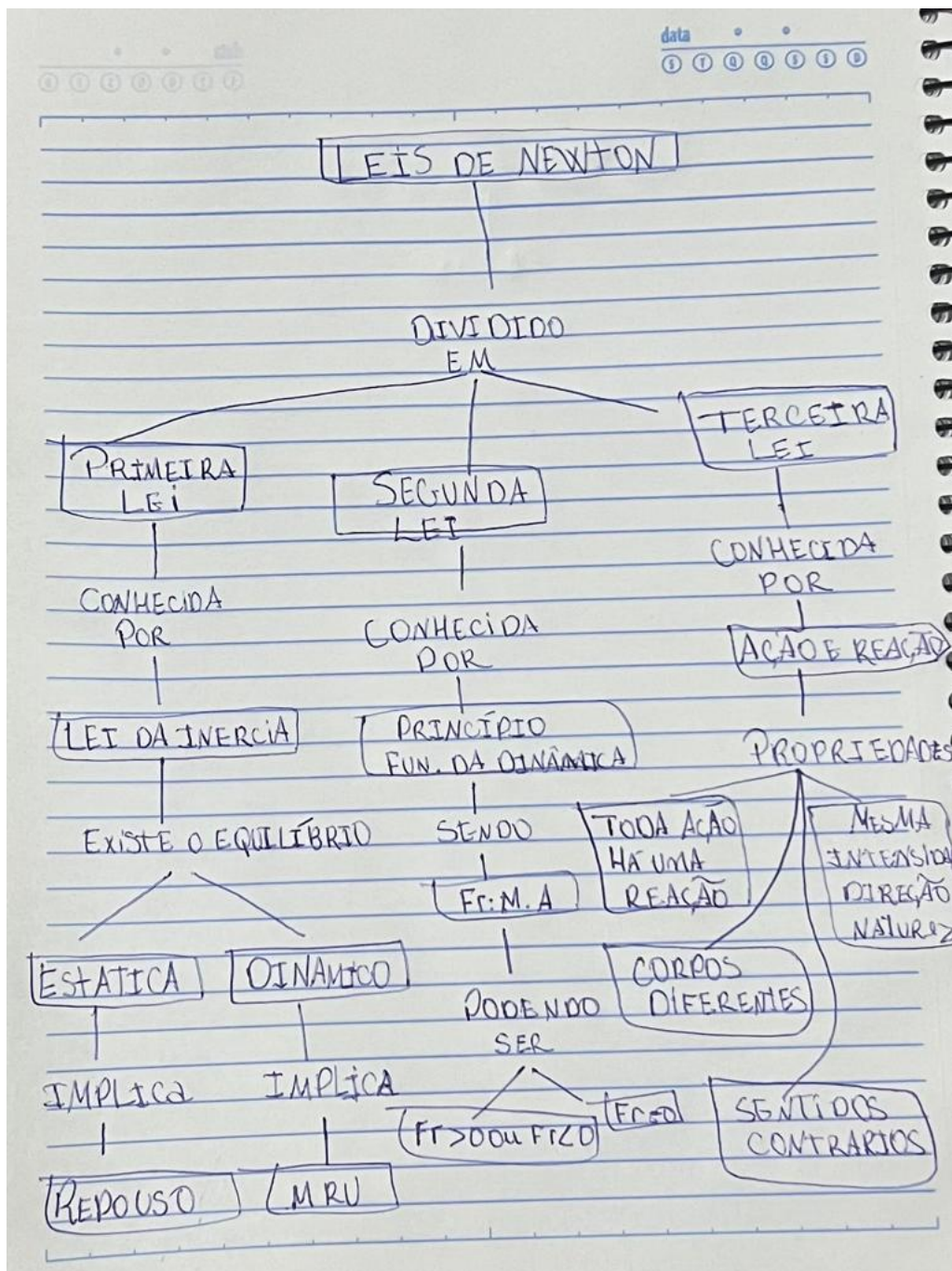


Fonte: Próprio autor

As figuras 8 e 9, que representam o mapa conceitual do aluno, apresentam uma estrutura próxima à do “Mapa conceitual elaborado pelo autor”, indicando uma convergência de ideias e percepções. Uma interpretação possível é que tanto o autor quanto o aluno compartilham uma compreensão fundamental do tópico em questão, outra interpretação seria que os alunos podem ter percebido que a estrutura dos conceitos a qual eles fizeram

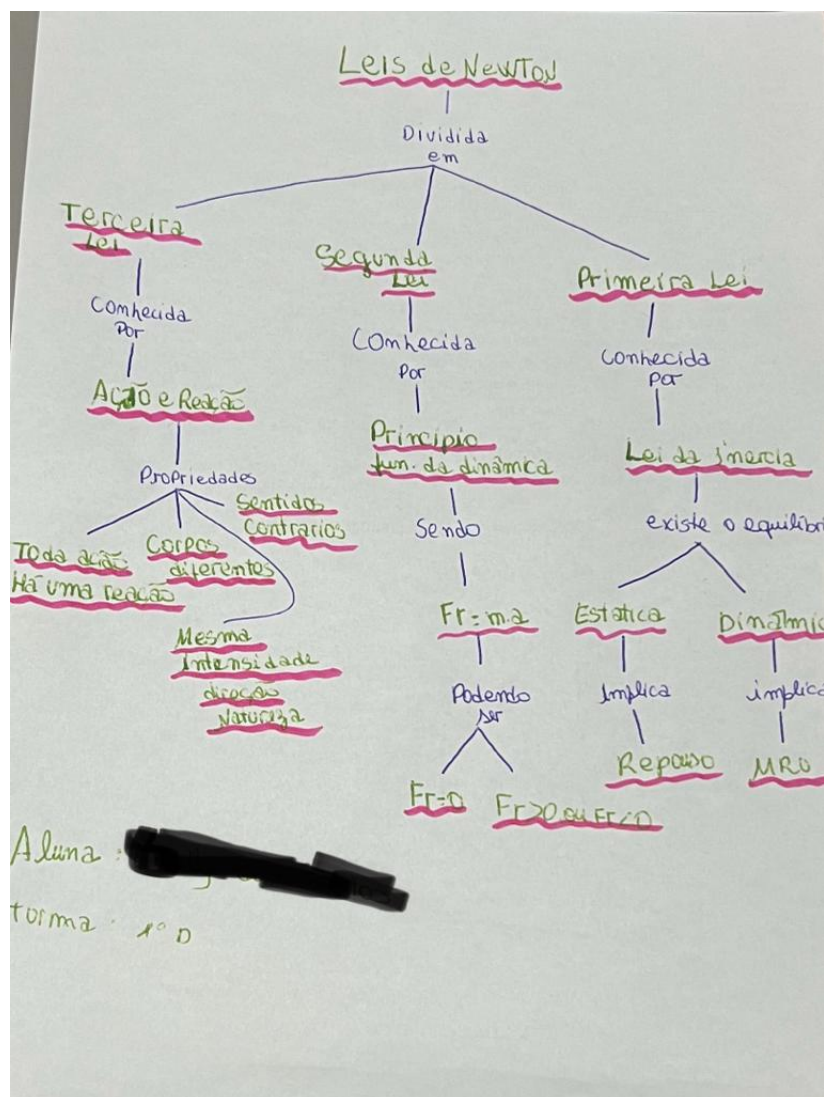
era a mais apropriada para transmitir as relações dos conceitos abordados do lado direito do mapa do autor.

Figura 9 – Mapa conceitual elaborado pelo aluno



Fonte: Próprio autor

Figura 10 – Mapa conceitual elaborado pelo aluno



Fonte: Próprio autor

Na figura 10, apresentamos um mapa conceitual que chama a atenção por sua abordagem hierárquica e pela interessante alteração na ordem de apresentação das Leis de Newton. A aluna responsável por este mapa optou por começar com a Terceira Lei de Newton, seguida pela Segunda Lei e, por fim, a Primeira Lei. Essa abordagem é diferente com a sequência tradicionalmente aceita de apresentar as leis, que geralmente começa com a Primeira Lei.

A decisão de reorganizar a sequência das Leis de Newton neste mapa é um exemplo da liberdade criativa que os alunos têm ao criar mapas conceituais. Tal escolha não apenas destaca a compreensão individual da aluna sobre o tópico, mas também demonstra uma abordagem de pensamento crítico e uma tentativa de transmitir as leis de Newton de uma maneira diferenciada.

Essa reorganização hierárquica das leis pode refletir a maneira como a aluna percebe as interações entre as leis. Ao começar com a Terceira Lei de Newton, que trata da

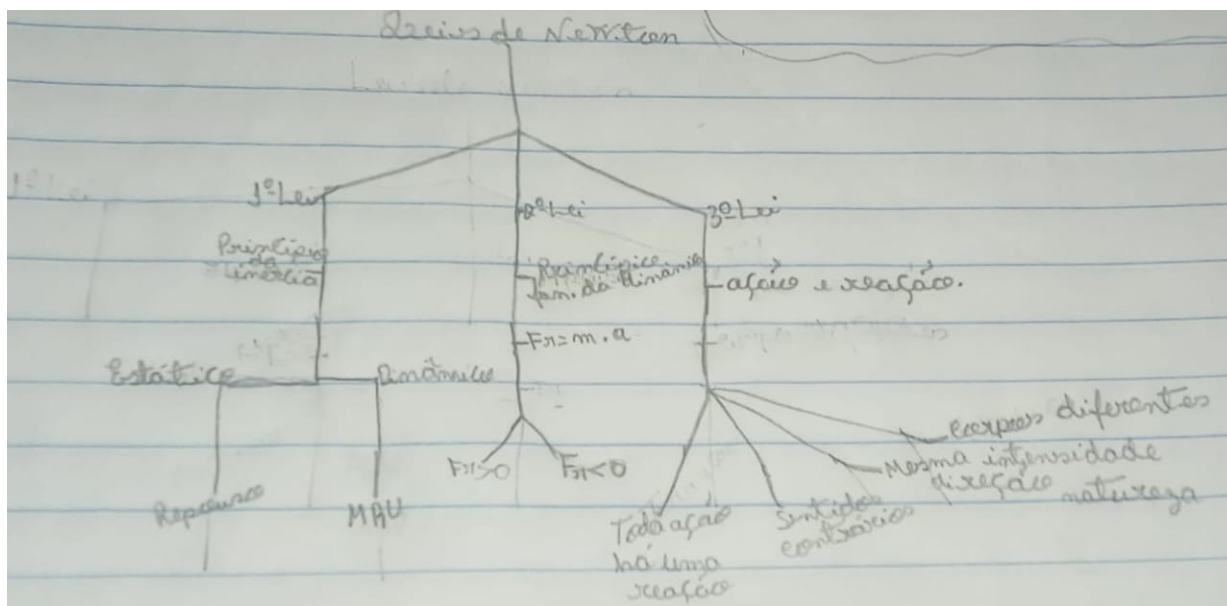
ação e reação, a aluna pode estar enfatizando a ideia de que todas as ações têm reações correspondentes, que é uma noção fundamental para entender as leis subsequentes.

Ao seguir com a Segunda Lei de Newton - que lida com a relação entre força, massa e aceleração - a aluna pode estar construindo uma progressão lógica a partir da Terceira Lei, demonstrando como as ações e reações afetam objetos e movimentos (Segunda Lei).

Finalmente, ao abordar a Primeira Lei de Newton, também conhecida como a Lei da Inércia, a aluna fecha o ciclo, destacando como os objetos em repouso permanecem em repouso, e os objetos em movimento permanecem em movimento a menos que uma força externa atue sobre eles.

A escolha da aluna de reorganizar as leis dessa forma destaca a versatilidade dos mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem, permitindo que os alunos expressem sua compreensão de maneira única e estimulante. Essa abordagem hierárquica das Leis de Newton na figura 10 serve para considerar as conexões inovadoras que podem surgir ao explorar conceitos bem estabelecidos de maneira diferente.

Figura 11 – Mapa conceitual elaborado pelo aluno



Fonte: Próprio autor

A figura 11 nos apresenta um mapa conceitual no qual o aluno responsável demonstrou um entendimento claro do padrão de organização de conceitos. No entanto, uma observação importante é que este mapa não inclui palavras de ligação, que são elementos cruciais para estabelecer as conexões e relações entre os conceitos, ficando mais parecido com um Mapa Mental.

O aluno escolheu corretamente os conceitos relevantes para cada lacuna e os organizou de maneira lógica e hierárquica. No entanto, a falta de palavras de ligação, como “conhecida por”, “implica”, “propriedades” e outras expressões semelhantes, dificulta a compreensão das relações entre os conceitos.

As palavras de ligação desempenham um papel fundamental entre os conceitos e na comunicação eficaz de como um conceito está relacionado a outro. Elas ajudam a contar a história por trás do mapa, explicando as relações de causa e efeito, dependência e interconexões que podem não ser óbvias apenas observando os conceitos isolados.

A ausência de palavras de ligação pode ser vista como uma oportunidade de aprimoramento para o aluno. Ao incluir essas palavras, o mapa conceitual se tornaria mais informativo, tornando explícitas as relações entre os conceitos e, assim, aprimorando a clareza da representação visual.

No entanto, é importante reconhecer que a criação de um mapa conceitual é um processo em constante evolução, e a figura 11 ainda oferece uma base sólida para desenvolver uma representação conceitual mais aprimorada. O aluno demonstrou uma compreensão dos conceitos-chave e, com a adição das palavras de ligação, o mapa poderia se tornar uma ferramenta de aprendizagem ainda mais eficaz.

Quando os alunos criam mapas conceituais, eles não apenas absorvem conhecimento, mas também sintetizam esse conhecimento, o que é um sinal claro de compreensão profunda, esses conceitos estruturados mostram o esforço e a dedicação dos alunos em mergulhar no conteúdo, fazer conexões e compreender a estrutura. Com isso o uso de mapas conceituais também ajuda os alunos a desenvolverem habilidades valiosas, como a capacidade de analisar, sintetizar e apresentar informações de forma clara e lógica.

Em suma, os mapas conceituais elaborados pelos alunos reforçam a ideia da iniciativa e comprometimento na busca pelo conhecimento. Essas representações visuais não são apenas uma ferramenta de aprendizagem, mas também demonstram o domínio dos conceitos pelos alunos e demonstram compreensão. A promoção e o reconhecimento dessa abordagem são essenciais, uma vez que representam um avanço significativo em direção a uma aprendizagem significativa.

5 Considerações Finais

Este trabalho teve como foco principal promover a Aprendizagem Significativa dos conceitos das Leis de Newton entre os alunos do primeiro ano do ensino médio no Colégio Estadual Murilo Braga, localizado em Itabaiana. Para alcançar esse objetivo, empregamos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Vale destacar que essa abordagem requer duas condições fundamentais: a primeira é que o material utilizado seja potencialmente significativo, e a segunda é que os alunos estejam dispostos a aprender.

Por meio do diário de bordo, foi possível observar a evolução das atitudes, emoções e percepções dos alunos, desde o primeiro encontro, quando a mudança de paradigma do ensino tradicional para a UEPS os deixou apreensivos, até o terceiro encontro, no qual a empolgação e o envolvimento ativo demonstraram uma notável adaptação ao novo modelo de aprendizado.

Através do diário de bordo, pude documentar a superação inicial do receio dos alunos em responder ao pré-teste, bem como a evolução de seu entendimento das leis de Newton. O registro de suas dúvidas, confusões e momentos de clareza ofereceu valiosos pontos de destaque e os desafios a serem abordados.

A interação dos alunos durante as aulas também foi cuidadosamente acompanhada, permitindo-me avaliar seu grau de envolvimento e participação nas atividades propostas. O diário de bordo registrou como a aplicação prática dos conceitos - como a simulação do PhET e o jogo de caça-palavras - gerou entusiasmo e competitividade saudável, evidenciando a eficácia dessas abordagens para manter o interesse dos alunos, no momento do pós-teste refletiu a participação ativa para interagir e comparar as respostas mostrando um aumento de confiança em suas habilidades.

As habilidades desenvolvidas estabeleceram conexões entre os alunos e situações do cotidiano, tornando os conceitos das Leis de Newton mais acessíveis e relevantes para eles. No primeiro encontro com as turmas 1ºD e 1ºF, observamos um número de acertos correspondente a 75%. No segundo encontro, o número na turma 1ºD aumentou para 81%, enquanto na turma 1ºF atingiu 82%, refletindo uma melhoria significativa na aprendizagem dos alunos. No terceiro encontro, o número de acertos nas turmas alcançou respectivamente 85% e 86%. No encerramento da aula, os alunos foram solicitados a criar mapas conceituais, usados para avaliar como cada aluno entendia o conteúdo, que se revelaram de extrema importância para validar a aprendizagem.

O objetivo da pesquisa foi apresentar a proposta metodológica da UEPS e avaliar seus efeitos nas turmas do primeiro ano do ensino médio em relação ao conteúdo das Leis de Newton. Os resultados demonstraram que os objetivos foram alcançados, pois a abordagem favoreceu a aprendizagem significativa dos alunos, permitindo uma compreensão sólida e duradoura do conteúdo.

Referências

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. *Lisboa: Plátano*, v. 1, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- MAZUR, E. *Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa*. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica (meaningful learning: from the classical to the critical view). In: SN. *Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de*. Espanha, 2006.
- MOREIRA, M. A. *UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS-UEPS (Potentially Meaningful Teaching Units–PMTU)*. 2011.
- MOREIRA, M. A. O que É afinal aprendizagem significativa. *Qurrriculum, La Laguna*, Cuiabá, 2012.
- MOREIRA, M. A.; MASSINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. [S.l.]: São Paulo: Centauro, 2001.
- MOREIRA, M. A.; MASSINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. [S.l.]: São Paulo: Vetor, 2008.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis educativa*, p. 09–29, 2010.

APÊNDICE A – UEPS



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROF. ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - DFCI**

Tema: Dinâmica

Título: Leis de Newton

Justificativa da UEPS

O presente plano de aula visa o ensino das leis de Newton, inicialmente identificando formas adequadas para descrever estes conceitos, abordando as suas definições e aplicações.

Além disso, ao adotar a UEPS, busca-se proporcionar aos estudantes oportunidades valiosas para desenvolver habilidades de análise crítica, resolução de problemas e trabalho em equipe. Por meio da investigação de situações-problema, os alunos são incentivados a explorar diferentes perspectivas, a tomar decisões informadas e a comunicar suas descobertas de maneira clara e eficaz.

Além disso, a UEPS está alinhada com as demandas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a importância de conectar o conhecimento teórico com situações da vida real. Essa abordagem pedagógica não apenas engaja os alunos de maneira mais profunda, mas também prepara os futuros cidadãos para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, onde a capacidade de resolver problemas complexos e tomar decisões embasadas em evidências é crucial.

Portanto, a implementação de uma Unidade de Ensino por Situações-Problema não apenas enriquecerá o processo de ensino-aprendizagem, mas também contribuirá para o desenvolvimento de competências essenciais que prepararão os alunos para um futuro promissor e socialmente responsável.

Ementa

- Massa
- Força
- 1ª Lei de Newton - Princípio da Inércia
- 2ª Lei de Newton - Princípio Fundamental da Dinâmica
- 3ª Lei de Newton - Princípio da Ação e Reação
- Aplicações da dinâmica: Força Peso, força Normal e Força de atrito
- Polias fixas e móvel
- Elevadores

Objetivo Geral

Discutir acerca da Massa, Força e as Leis de Newton e suas aplicações práticas relacionadas com o cotidiano. Norteados em atividades na teoria da aprendizagem significativa, em que os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o subsunçores do aluno e esclarecendo os conceitos físicos do estudante.

Objetivo Específico

Este trabalho destaca a importância da abordagem de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como uma estratégia pedagógica eficaz para promover a aprendizagem contextualizada, habilidade de resolução de problemas e tomada de decisões embasadas em evidências.

Duração das atividades

6 aulas de 50 min

SEQUÊNCIA DE ENSINO

MOMENTO 1 - Situação Inicial

Neste primeiro momento introduzimos a proposta aos estudantes, detalhando como ocorrerá as atividades e fazendo uma breve abordagem da temática, abrangendo a fase inicial da UEPS. Logo em seguida, procedeu a administração de um questionário com perguntas generalizadas, com o propósito de explorar os conhecimentos prévios de cada aluno de acordo com os princípios do referencial teórico essas questões serão o pré-

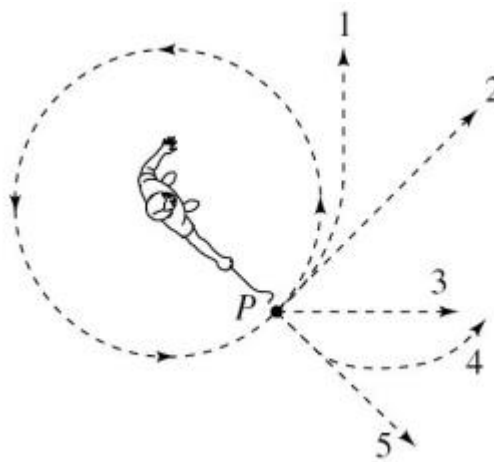
teste realizado para os alunos retiradas do livro do “*Peer instruction a revolução da aprendizagem ativa*” do autor Eric Mazur.

Questionário:

- 1) Uma bola de aço está presa a uma corda e é posta em movimento circular sobre um plano horizontal como mostra a figura abaixo.

No ponto P, a corda se rompe repentinamente junto à bola.

Se esses acontecimentos forem observados diretamente de cima, qual das trajetórias 1-5 abaixo a bola provavelmente seguirá após o rompimento da corda?



- 2) Um caminhão grande colide de frente com um pequeno carro compacto. Durante a colisão
- a) a força exercida pelo caminhão sobre o carro é maior do que a força exercida pelo carro sobre o caminhão.
 - b) a força exercida pelo carro sobre o caminhão é maior do que a força exercida pelo caminhão sobre o carro.
 - c) nenhum dos dois exerce força sobre o outro. O carro é esmagado simplesmente porque estava no trajeto do caminhão.
 - d) o caminhão exerce força sobre o carro, mas o carro não exerce força sobre o caminhão.
 - e) a força exercida pelo caminhão sobre o carro é a mesma força exercida pelo carro sobre o caminhão.

Após a resolução do questionário iremos mostrar a imagem abaixo juntamente com o texto.



Imagem 1- Hipismo

O Hipismo pode ser compreendido como arte, atividade de lazer ou esporte. Esse último surgiu no século XIX, inspirado no hábito dos ingleses, que caçavam raposas.

Como esporte, o hipismo é uma competição em que vários cavaleiros apresentam suas habilidades em provas de perícia, velocidade e adestramento, considerando harmonia, precisão e resistência dos competidores durante as provas, compostas de cercas de quase 2 m de altura, barreiras, muros e fossos cheios de água.

É um esporte que exige dons e qualidades do cavaleiro como nenhum outro, pois além de possuir aptidões físicas, como força, destreza e resistência, são necessárias também habilidades intelectuais, capacidade de decisão e paciência.

Texto extraído <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/educacao-fisica/hipismo.htm>

Abaixo passaremos um vídeo em que o cavaleiro cai do cavalo:



Imagem 2- O esporte do Hipismo

Disponível em <https://youtu.be/uGa4CcOImk8>

Questionário:

- 1) Por que o cavaleiro foi arremessado para frente quando o cavalo cessou seu movimento?
- 2) Quais os riscos que ocorre com o cavaleiro quando o mesmo caiu no chão?

MOMENTO 2 - Situação Problema

Neste momento iremos abordar o que é uma **força**.

Observamos que a física faz a análise do deslocamento de elementos, incluindo a aceleração, que é uma variação em sua velocidade. A física também se dedica a origem da aceleração, que é causada sempre por uma força, que pode ser definida, em termos informais, como um empurrão ou um puxão aplicado a um objeto, ou seja, dizemos que a força atua sobre o objeto, alterando a sua velocidade. Abaixo encontra-se algumas imagens da representação do que é uma força.

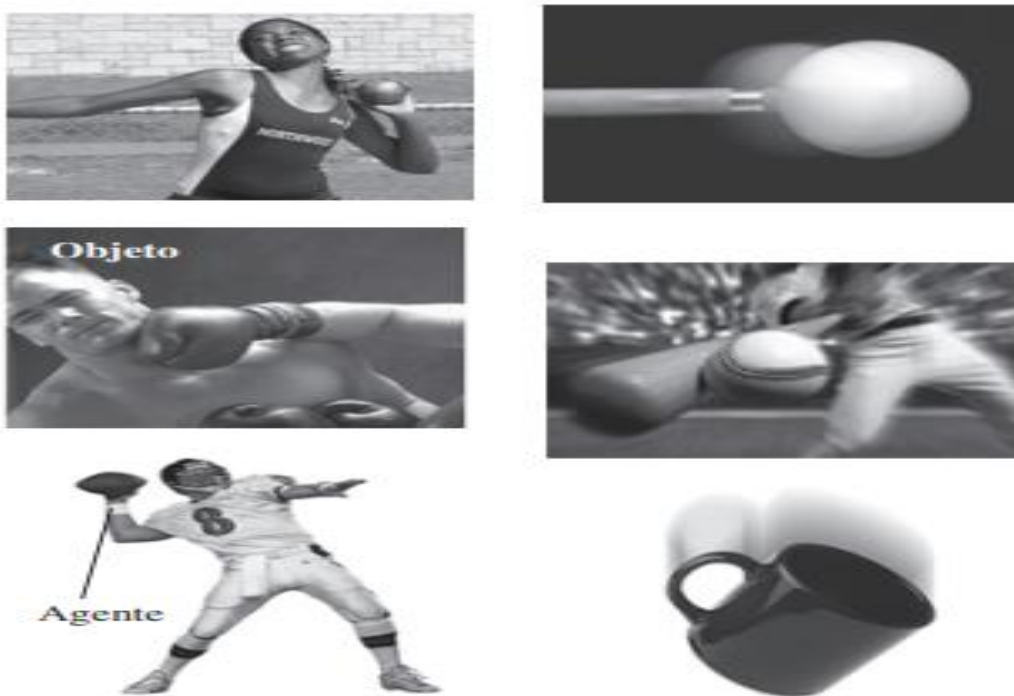


Imagem 3- representação de uma força

Resumindo a ideia de força temos:

- Uma força é um empurrão ou um puxão sobre um objeto.
- Qualquer força é um vetor. Ela possui módulo e orientação.
- Qualquer força requer um agente. Algo que empurre ou puxe.
- Qualquer força é de contato ou de ação a distância.

Será realizada a demonstração do experimento “Régua e Bolas De Inércia”, no qual as bolas são postas em cima da régua e faz com que elas caiam no copo ao mesmo tempo.

Materiais Necessários

Os materiais utilizados para realizar a demonstração experimental são:

- 1 régua
- 2 copos
- 2 tampas de garrafas PET

Procedimento Experimental

Coloca-se água nos dois copos depois posicionamos a régua em cima dos copos fazendo com que ela fique rente ao objeto sem cair, aplicamos uma força para a retirada da régua fazendo ela percorrer os recipientes e analisamos o que acontece com as tampas.

Em seguida realizaremos os seguintes questionamentos:

Questionário 1		
1º O que acontece quando aplicamos uma força na régua? Justifique sua resposta.		
Previsão inicial	Previsão em grupo	Conclusão

1º Lei de Newton

Será solicitado que alunos leiam em sequência o texto a seguir.

A IMPORTÂNCIA DA CADEIRINHA

Além de obrigatório no Brasil desde 2010, o uso da cadeirinha infantil para transportar as crianças no automóvel é fundamental, por menor que seja a viagem. O equipamento proporciona mais conforto aos pequenos e, acima de tudo, serve para protegê-los em caso de acidente ou situações de freadas bruscas, que projetam o corpo para frente.

Durante o deslocamento do veículo, a criança também está se movimentando na mesma velocidade. Se o carro parar de repente, ela é lançada contra o encosto do banco dianteiro. Sem a cadeirinha, os efeitos do impacto são perigosos, pois as partes mais sensíveis do corpo – como cabeça e tórax — ficam expostas a um choque muito forte. Isso pode causar lesões gravíssimas nos pequenos.

Estudos comprovam que cadeirinhas adequadas e corretamente instaladas são capazes de reduzir cerca de 70% o risco de morte e lesões de crianças depois de uma batida. É preciso, portanto, escolher o modelo certo de acordo com o tamanho e o peso da criança. Na hora da compra, dê preferência para as cadeirinhas com cinto de cinco pontos de fixação, que deixam as crianças mais presas e seguras com o carro em movimento. São dois pontos que saem dos ombros e dois nas pernas, que se juntam a um quinto, na cintura. Bebês com idade de até um ano devem viajar acomodados no chamado bebê conforto e de costas para o banco dianteiro.

Disponível em: <https://revista.autoline.com.br/a-importancia-da-cadeirinha-infantil/>. Acesso em 08/07/2023.

Vídeo: Teste de impacto com marcas de cadeirinhas para bebês

Disponível em: <https://youtu.be/MjEIRcHIeu8>.

Questionário 2		
Por que as pessoas são impulsionadas para frente quando o motorista freia ou acontece alguma colisão?		
Previsão inicial	Previsão em grupo	Conclusão

R: Temos na imagem uma aplicação direta da primeira lei de newton, conhecida como lei da inércia, onde um corpo em repouso tende a permanecer em repouso até que uma força altere seu estado, ou seja, quando o motorista freia o carro, o bebe que estavam em repouso em relação ao carro, terão seu corpo inclinado para a frente, pois tendem a permanecer em movimento.

Enunciado da 1º Lei de Newton

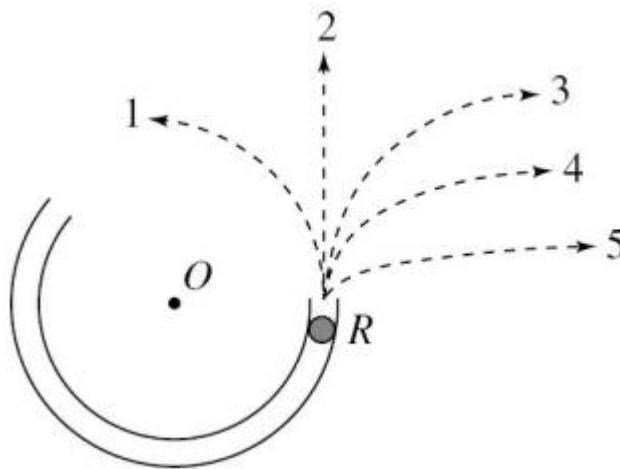
Um corpo tende a permanecer em estado de repouso ou movimento retilíneo e uniforme a menos que uma força o obrigue a mudar seu estado, ou seja, que todo corpo em repouso estático ou dinâmico tende a permanecer em repouso até que uma força mude seu estado. Sendo assim supondo que uma pessoa que esteja em seu automóvel e realize uma freada brusca ou sofra uma colisão, seu corpo que está em repouso em relação ao carro, durante a frenagem sofrerá um impulso para frente, pois o corpo tenderá a permanecer em movimento. Logo o cinto de segurança impedirá que seu corpo seja lançado para fora do carro.

Neste momento o professor irá entregar *flashcards* afim de aplicar o pós-teste com questões do mesmo livro que foi realizado o pré-teste porem com um nível de dificuldade maior e fazer uso do método **Peer Instruction** (instrução por colegas) como forma de reconciliação integrativa e aplicará as questões abaixo:

- 1) Você é um passageiro de um automóvel e não está usando o cinto de segurança. Sem aumentar nem diminuir a velocidade, o carro vira bruscamente

a esquerda e você é jogado colidindo com a porta direita. Qual é a análise correta dessa situação?

- a) Antes e após a colisão, há uma força para a direita empurrando você contra a porta.
 - b) A partir do instante em que você colide com a porta, essa exerce uma força para esquerda sobre você.
 - c) Ambas acima.
 - d) Nenhuma acima.
- 2) Baseando-se na primeira Lei de Newton, assinale a alternativa correta:
- a) Se estivermos dentro de um ônibus e deixarmos um objeto cair, esse objeto fará uma trajetória retilínea em relação ao solo, pois o movimento do ônibus não afeta o movimento de objetos em seu interior.
 - b) Quando usamos o cinto de segurança dentro de um carro, estamos impedindo que, na ocorrência de uma frenagem, sejamos arremessados para fora do carro, em virtude da tendência de permanecermos em movimento.
 - c) Quanto maior a massa de um corpo, mais fácil será alterar sua velocidade.
 - d) O estado de repouso e o de movimento retilíneo independem do referencial adotado.
- 3) Qual das trajetórias 1-5 a bola provavelmente seguirá após deixar a canaleta em R deslocando-se sem atrito sobre o tampo da mesa?



MOMENTO 3 – Situação Problema

Neste momento o professor irá entregar *flashcards* afim de realizar o pré-teste e fazer uso do método **Peer Instruction** (instrução por colegas) como forma de reconciliação integrativa e aplicará as questões sobre inventário do conceito de força - FCI.

- 1) Uma mulher exerce uma força horizontal constante sobre uma caixa grande. Como resultado, a caixa desloca-se sobre uma superfície horizontal com velocidade constante, a força horizontal constante aplicada pela mulher

- a) Tem o mesmo valor do que o peso da caixa.
 - b) É maior do que o peso da caixa.
 - c) Tem o mesmo módulo que a força total resiste ao deslocamento da caixa.
 - d) É maior do que a força total que resiste ao deslocamento da caixa.
 - e) É maior do que o peso da caixa ou a força total que resiste ao deslocamento da caixa.
- 2) Se, repentinamente, a mulher da questão anterior deixa de aplicar a força horizontal sobre a caixa, a caixa
- a) Para imediatamente.
 - b) Continua se deslocando com velocidade constante por um breve intervalo de tempo e então diminui de velocidade até parar.
 - c) Começa imediatamente a diminuir de velocidade até parar.
 - d) Continua com velocidade constante.
 - e) Aumenta a velocidade durante um breve intervalo de tempo e então diminui de velocidade até parar.

Introdução a 2º Lei de Newton

Figura 1



Disponível em: <http://naoquerosergordinho.blogspot.com/2010/04/agora-chegou-vou-emagrecer.html>.

O que você mede quando sobe na balança?

RESPOSTA: Muitos acreditam que a balança mede nosso peso, porém, na realidade, ela busca mensurar nossa massa.

A balança calcula a massa, mas o que é massa?

RESPOSTA: Massa é a quantidade de matéria de um corpo, no Sistema Internacional de Unidades (SI) sua medida possui a unidade de quilogramas (KG)

Como visto, a balança mensura a massa e não o peso, esse peso é na verdade uma força que age sobre o corpo que se encontra sob a aceleração da gravidade. Sendo assim temos que a força é um agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo material.

2º Lei de Newton

Quando se tem forças aplicadas em um corpo, sua velocidade varia, ou seja, o corpo possui aceleração, ela depende da força aplicada e da massa do corpo.

Quanto maior a força aplicada, maior será a aceleração, entretanto quanto maior a massa do corpo, menos será sua aceleração, pois **a aceleração de um corpo é diretamente proporcional a força aplicada nele e inversamente proporcional a sua massa.**

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m}$$

A aceleração tem a mesma direção e sentido da força, também vale salientar que a ela é definida como sendo a taxa de variação da velocidade com relação ao tempo.

$$\vec{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Enunciado da 2ª Lei de Newton

A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto de sua massa com sua aceleração.

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

Onde:

F_R é a força resultante;

m é a massa;

a é a aceleração.

A unidade básica de força é chamada de newton: $1N = 1 \text{ kg m/s}^2$.

Neste momento iremos utilizar uma simulação do PHET para ser demonstrado o somatório de todas as forças de um sistema com o jogo cabo de guerra.

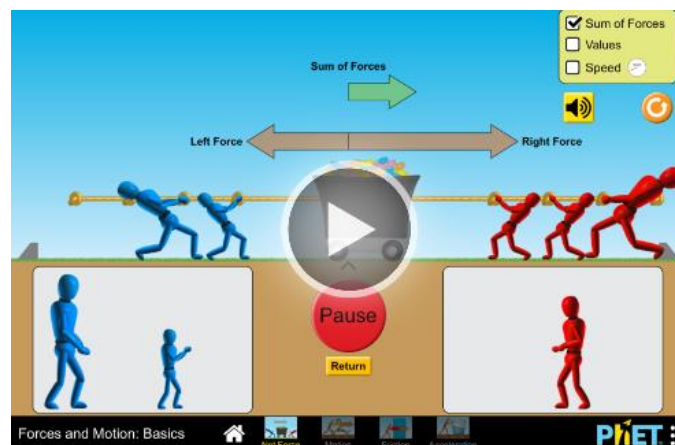


Figura 2- Simulação de um cabo de guerra.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=pt_BR

Questionário 1		
1° O que acontece quando colocamos um boneco do mesmo tamanho de cada lado do cabo de guerra?		
2° O que acontece se colocarmos um boneco do mesmo tamanho em cada lado, porém com diferentes distancias.		
3° O que acontece se colocarmos diferentes bonecos em cada lado?		
Previsão inicial	Previsão em grupo	Conclusão

Força é o agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo material, já a força resultante é a força total ou somatório das forças exercidas sobre um objeto. Por exemplo, considere duas forças de magnitude 30 N e 20 N que são exercidas respectivamente para a direita e para a esquerda (Ver Figura 3).

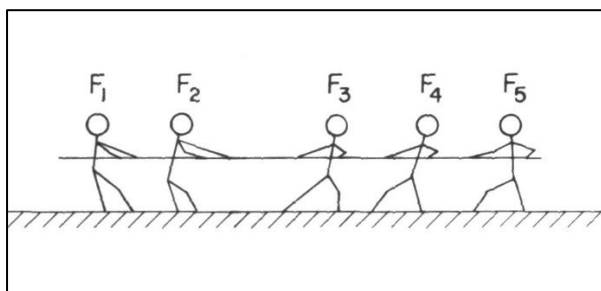


Figura 3 – Cabo de guerra onde cada pessoa aplica uma força de 10N.

Fonte: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAE4OIAE/2-apostila-mecanica-tecnica-estatica?part=2>

Se supormos que a direita é o sentido positivo, a força resultante pode ser encontrada da seguinte forma.

$$F_R = \sum F = 30N - 20N$$

Logo, $F_R = 10N$, para a direita.

Força Peso

Todos nós estamos “presos ao chão” por causa da existência de uma força de atração gravitacional da terra. A força que tudo é atraído pelo centro da terra ou de outros corpos celestes denomina-se força peso, este tipo de força atua no sentido de se aproximar objetos que está sendo atraído para o centro desse corpo como representa a figura 4.

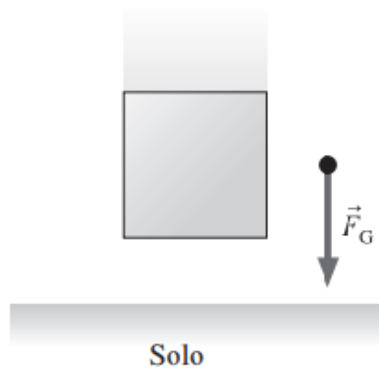


Figura 4- Representação da força peso.

O agente da força gravitacional é o planeta inteiro que puxa o objeto, a gravidade é exercida sobre todos os corpos estando eles se movimentando ou parados.

A gravidade é na realidade uma aceleração, na terra seu valor aproximado é de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Desse modo temos que a força peso pode ser vista como;

$$\vec{F}_p = m \cdot \vec{g}$$

Onde

$\vec{F}_p$ é a força peso;

m é a massa;

$\vec{g}$ é a aceleração da gravidade.

Força Normal e Atrito

Para que uma pessoa possa caminhar, é preciso de uma força aplicada para que se possa ir para frente. Essa força será através da interação entre o pé e o chão, obtendo duas componentes mostradas na figura abaixo:

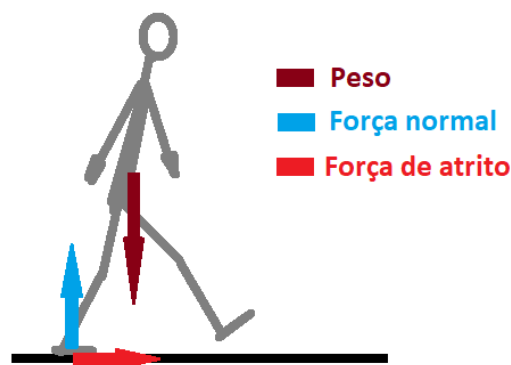
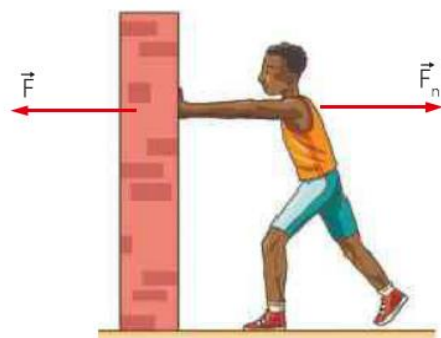


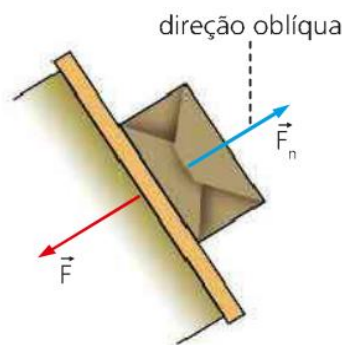
Figura 5- Representação de forças

<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=representacao-das-forcas-exercidas-em-um-caminhante>

A primeira componente é chamada de **força normal** que é perpendicular a superfície, exemplos serão mostrados a seguir pela figura 6.



Uma pessoa empurrando uma parede ou, então, ...



... uma caixa apoiada sobre uma superfície inclinada. A caixa pode escorregar ou não.

Ilustrações: Alberto De Stefano

Figura 6- Representação força normal.

A segunda componente é chamada **força de atrito** que tem a mesma direção da superfície entre o pé e o chão. Existem dois tipos de atrito podendo ser:

- Atrito cinético: aparece quando um objeto desliza ao longo de uma superfície. É uma força oposta ao movimento, o que significa que o vetor força atrito $\vec{F}_c$ tem sentido oposto ao do vetor velocidade $\vec{v}$.
- Atrito estático: é a força que mantém o objeto “grudado” sobre uma superfície e que impede de se mover, ele tem a orientação necessária para impedir a ocorrência do movimento.

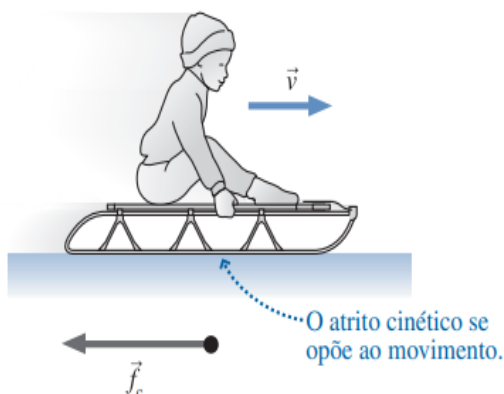


Figura 7- atrito cinético e estático.

Força Elástica de uma mola

Para que se tenha uma força elástica, uma mola pode empurrar (quando comprimida) ou puxar (quando esticada).

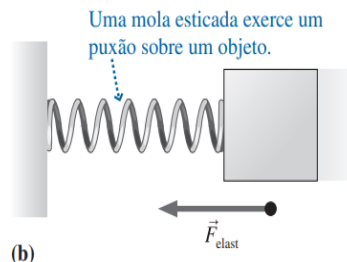
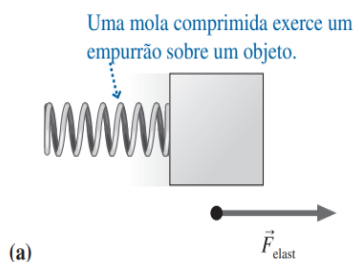


Figura 8- a força de uma mola.

Vale salientar que quando você flexiona um objeto e depois quando você libera ele retorna para a forma original irá se comportar como uma mola.

Força de Tensão

Quando uma corda, barbante ou arame puxa um objeto, ele exerce uma força de contato que chamamos de força de tensão. A orientação da força é a mesma do barbante ou corda. Como mostrado na figura abaixo:



Figura 9- Tensão sobre uma corda

Quando usamos um microscópio poderoso para olhar o interior da corda “veríamos” que ela é formada por átomos mantidos juntos por meio de ligações atômicas, que vai dar uma característica semelhante a minúsculas molas mantendo o átomo junto.

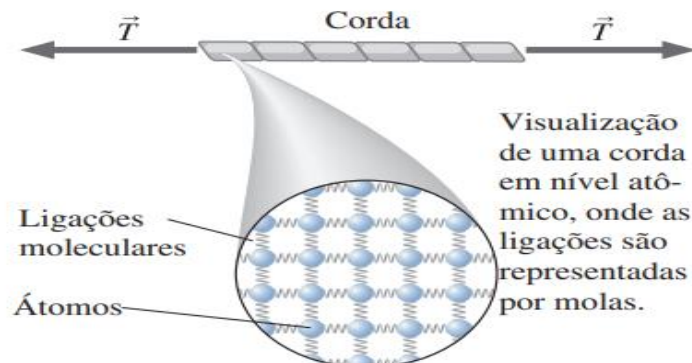


Figura 10- Interior de uma corda.

Força de Arraste

Questionário 2		
1º O que acontece quando colocamos algum objeto para fora do carro em movimento? Justifique sua resposta.		
Previsão inicial	Previsão em grupo	Conclusão

--	--	--

A força de resistência ou resistiva é uma força de atrito em uma superfície, que se opõe ou resiste ao movimento. A força de arraste, assim como o atrito cinético tem sentido oposto ao do movimento. A seguir teremos um exemplo da força de arraste na figura abaixo:

A resistência do ar é uma força significativa no caso da queda de folhas. Ela aponta em sentido oposto ao do movimento.

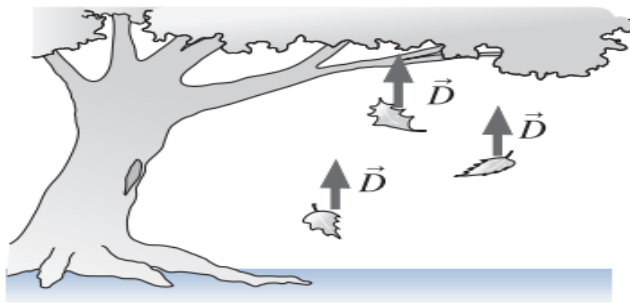


Figura 11- Força de arraste em folhas.

Força de empuxo

O empuxo é uma força de contato, com os gases da exaustão correspondente ao agente que empurra o motor.

Um avião ou jato durante a decolagem é impulsionado para a frente por uma força. Durante o lançamento de um foguete temos o empuxo como mostrado na figura abaixo:



Figura 12- Força de empuxo em um foguete.

Polias e roldanas

As roldanas e polias servem para mudar a direção e o sentido da força com que se puxa um determinado objeto ou ainda para que se reduza a força que se deve aplicar para realizar um movimento específico. As polias podem ser extremamente úteis, dependendo da forma como são interligadas.

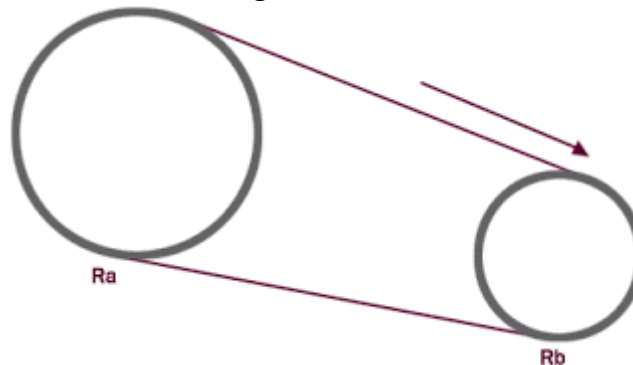


Figura 13- Representação de roldanas.

Disponível em: <http://vivaldiagem.blogspot.com/2013/05/uso-das-polias-no-cotidiano.html>.

Polias fixas

Utilizadas para mudar somente a direção e o sentido da força. Muito utilizada para suspender objetos, um exemplo de aplicação facilmente encontrado é em equipamentos de academia.



Figura 14- Polias fixas

Disponível em: <https://www.ergolife.com.br/equipamentos-para-musculacao/roldana-alta-g3.html>.

Polias móveis

A polia móvel facilita a realização de algumas tarefas, um exemplo é o levantamento de algum objeto pesado, a cada polia colocada de forma estratégica no sistema a força pode ser diminuída pela metade. Também utilizado em guindastes para facilitar que o mesmo consiga levantar uma carga.

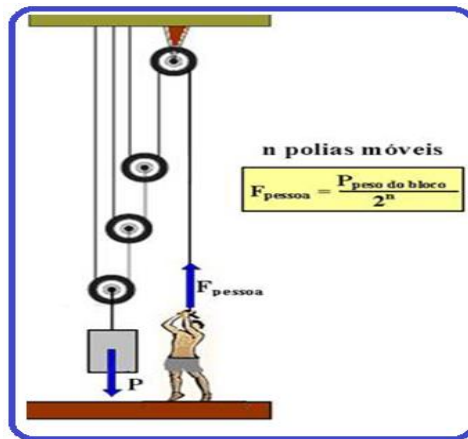
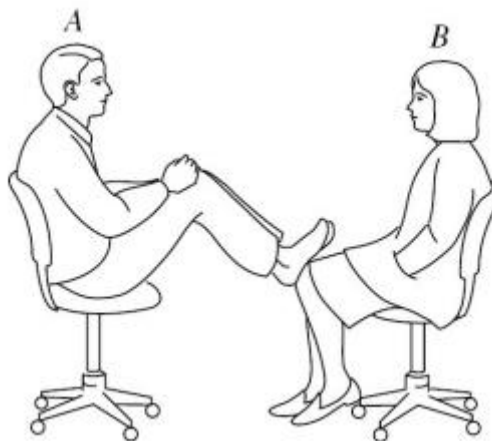


Figura 15- Polias móveis.

Disponível em: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/polias-e-roldanas/>.

Neste momento o professor irá realizar o pós-teste, entregando *flashcards* afim de fazer uso do método **Peer Instruction** (instrução por colegas) como forma de reconciliação integrativa e aplicará as questões sobre inventário do conceito de força - FCI do autor MAZUR.

- 3) Na seguinte figura, o estudante A tem uma massa de 75 kg e a estudante B tem uma massa de 57 kg. Eles estão sentados, frente a frente, em cadeiras de escritórios idênticas. O estudante A coloca seus pés descalços sobre os joelhos da estudante B, como mostrado. Então o estudante A repentinamente empurra seus pés para fora, movendo ambas as cadeiras.



Durante o empurrão e enquanto os estudantes ainda estão se tocando

- Ninguém exerce força sobre o outro.
- O estudante A exerce força sobre a estudante B, mas a estudante B não exerce força sobre o estudante A.
- Cada estudante exerce força sobre o outro, mas B exerce a força maior.
- Cada estudante exerce força sobre o outro, mas A exerce a força maior.
- Cada estudante exerce a mesma força sobre o outro.

4) Uma cadeira de escritório vazia está parada sobre o chão. Considere as seguintes forças:

- A. Uma força para baixo de gravidade.
- B. Uma força para cima exercida pelo chão.
- C. Uma força líquida (resultante) para baixo exercida pelo ar.

Qual(is) dessas forças está(ão) atuando sobre a cadeira de escritório?

- a) Apenas A.
- b) A e B.
- c) A e C.
- d) A, B e C.
- e) Nenhuma das forças. (Como a cadeira está parada, não há forças atuando sobre ela.)

5) Apesar do vento muito forte, uma jogadora de tênis consegue rebater uma bola de tênis com a raquete de tal modo que a bola passa por cima da rede e cai na quadra do oponente.

- A. Uma força para baixo de gravidade.
- B. Uma força ao rebater a bola.
- C. Uma força exercida pelo ar.

Qual(is) das forças acima está(ao) atuando sobre a bola de tênis após ela perder contato com a raquete, mas antes de tocar o solo?

- a) Apenas A.
- b) A e B.
- c) A e C.
- d) B e C.
- e) A, B e C.

Gabarito: 1) C 2) C 3) E 4) B 5) C

MOMENTO 4 – Nova Situação Problema

3º Lei de Newton

Cenas de filmes normalmente despertam muito interesse quando bem-feitas, mas você sabia que também pode ser ferramenta para uma aula de física?

Figura 1 - Vídeo de cena do filme Matrix Reloaded



Disponível em: <https://youtu.be/wSPAPeO17Zk>. Acessado em 09/07/2023.

Durante a colisão frontal entre os caminhões que são de mesmo porte foi possível notar que ambos os veículos sofreram deformação, baseando sua resposta na terceira lei de Newton, responda.

QUESTIONÁRIO
1° - Ambos os veículos receberam o impacto com a mesma força? Justifique sua resposta. RESPOSTA: Sim, durante a colisão o veículo A aplicou uma força sobre o veículo B (ação de A em B) e o veículo B aplicou uma força no veículo A (reação de B em A), dessa forma ambos os veículos sofreram deformação.
2° - Foi observado que a colisão entre os caminhões afetou ambos os veículos de maneira semelhante, mas quando o caminhão se chocou contra carros, estes sofreram muito mais dano do que o caminhão. Por que isso acontece? RESPOSTA: Isso acontece devido a diferença da resistência das estruturas do carro e do caminhão que é bem mais resistente.
3° - Teria como somente um dos veículos envolvidos no acidente ter se deformado com as colisões? RESPOSTA: Não, o princípio da ação e reação consiste no fato de que para toda força de ação existe uma força de reação mesma intensidade e direção, porém sentido contrário.
Fonte: Próprio autor.

Enunciado da 3ª Lei também chamado de Ação e Reação: Para toda Ação (força) sobre um objeto, em resposta a interação com outro objeto, existirá uma reação (força) de mesma intensidade e direção, mas com sentido oposto.

Exemplos de pares de força de ação e reação

Pessoa caminhando – Quando caminhamos, fazemos uma força sobre o solo que por sua vez faz uma força contrária sobre o nosso corpo, em outras palavras, quando andamos para frente empurramos o chão para trás e o chão nos empurra de volta.

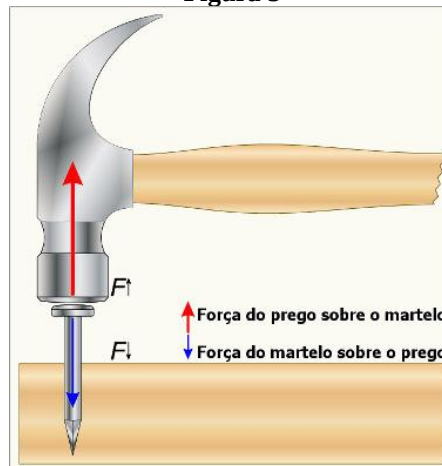
Figura 2



Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/exemplos-pares-forca-acao-reacao.htm>
(Acessado em 08/07/2023)

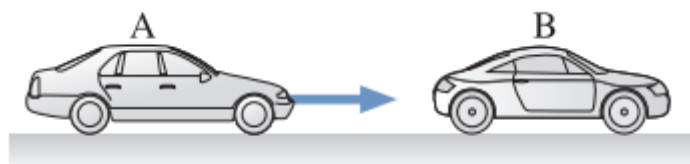
Martelo no prego – Durante uma martelada, o martelo exerce uma força sobre o prego, fazendo com que este penetre na madeira. O prego, em resposta, exerce uma força sobre o martelo.

Figura 3

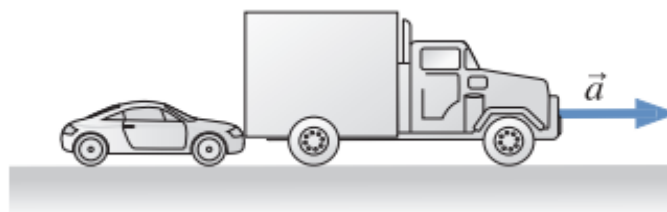


Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/leis-newton.html>
(Acessado em 08/07/2023)

- 1) O carro B parou em um semáforo vermelho. O motorista do carro A, de mesma massa que o carro B, não vê a luz vermelha e vai de encontro à traseira de B. Qual das seguintes afirmações é verdadeira?
 - a) B exerce uma força sobre A, mas este não exerce uma força sobre B.
 - b) B exerce uma força sobre A maior do que a força que este exerce sobre B.
 - c) B exerce uma força sobre A de mesma intensidade que a força que este exerce sobre B.
 - d) A exerce uma força sobre B maior do que a força que este exerce sobre A.
 - e) A exerce uma força sobre B, mas este não exerce uma força sobre A.



- 2) Um carro pequeno empurra um grande caminhão cuja bateria está descarregada. A massa do caminhão é maior do que a do carro. Qual das seguintes afirmações é correta?
- O carro exerce uma força sobre o caminhão, mas este não exerce uma força sobre o carro.
 - O carro exerce uma força maior sobre o caminhão do que este sobre o carro.
 - O carro exerce a mesma intensidade de força sobre o caminhão do que este exerce sobre o carro.
 - O caminhão exerce uma força maior sobre o carro do que este sobre o caminhão.
 - O caminhão exerce uma força sobre o carro, mas este não exerce uma força sobre o caminhão.



MOMENTO 5 - Conclusão da unidade de ensino

Seguiremos com a aplicação de um caça-palavra com o intuito de fixar o conteúdo exposto, trabalhando com algumas palavras-chaves do assunto de Leis de Newton.

LEIS DE NEWTON

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.

E	E	D	T	E	E	A	T	R	A	R	I	C	O	O	G	D	U
A	Y	A	H	N	M	E	C	N	K	E	I	U	T	U	Y	I	D
H	P	C	A	S	O	E	A	E	L	G	R	H	H	E	S	R	R
O	T	C	E	E	O	C	V	E	L	O	C	I	D	A	D	E	T
B	T	U	D	R	F	A	A	D	I	E	A	E	R	T	P	A	W
R	I	O	K	T	L	O	D	T	O	D	R	E	A	O	S	Ç	T
P	M	A	S	S	A	O	R	E	T	A	G	A	U	N	I	Ã	E
A	A	S	L	E	W	P	C	Ç	B	F	R	S	Ç	I	R	O	A
M	O	V	I	M	E	N	T	O	A	L	O	M	U	Ã	T	D	O
H	T	T	W	U	R	N	A	H	R	S	N	E	W	T	O	N	E
E	N	S	O	E	S	Y	T	G	S	P	E	U	T	N	T	R	O
N	N	J	H	E	E	E	P	H	I	A	O	R	U	C	A	A	E

ACELERAÇÃO
CORPO

FORÇAS
MASSA

MOVIMENTO
NEWTON

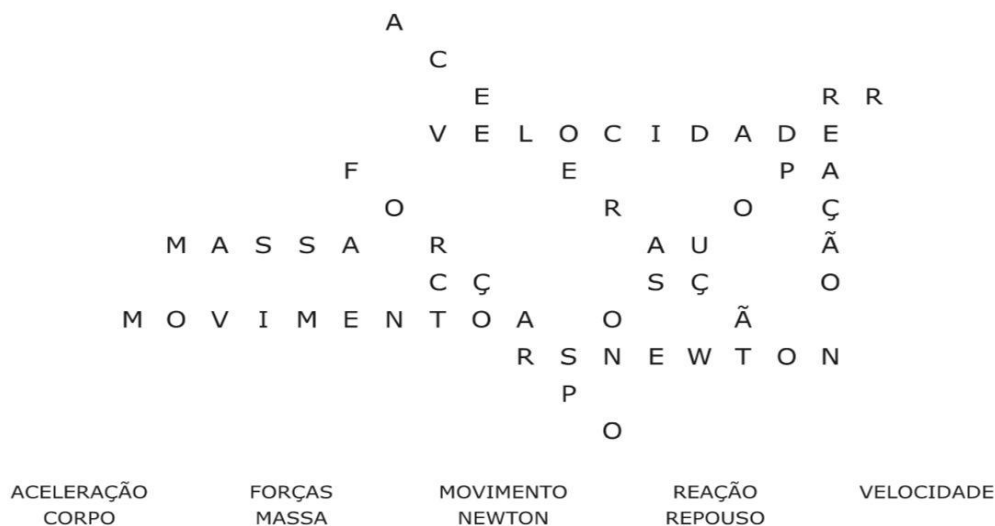
REAÇÃO
REPOUSO

VELOCIDADE

Versão para ministrantes

LEIS DE NEWTON

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.



As palavras cruzadas são acompanhadas do seguinte texto:

Primeira Lei - Lei da Inércia:

Um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e um objeto em movimento tende a continuar em movimento com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele.

Segunda Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica:

A aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força aplicada sobre ele e inversamente proporcional à sua massa. Isso é expresso pela fórmula $F = m \cdot a$, onde F é a força aplicada, m é a massa do objeto e a é a aceleração resultante.

Terceira Lei - Ação e Reação:

Para cada ação, há uma reação igual e oposta. Isso significa que, quando um objeto exerce uma força sobre outro, o segundo objeto exerce uma força de mesma magnitude, mas em direção oposta, sobre o primeiro.

MOMENTO 6 – Avaliação

Será solicitado aos alunos para completar o mapa conceitual abaixo buscando uma semelhante com o mapa feito pelo autor.

