

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
JÚLIO DE MESQUITA FILHO

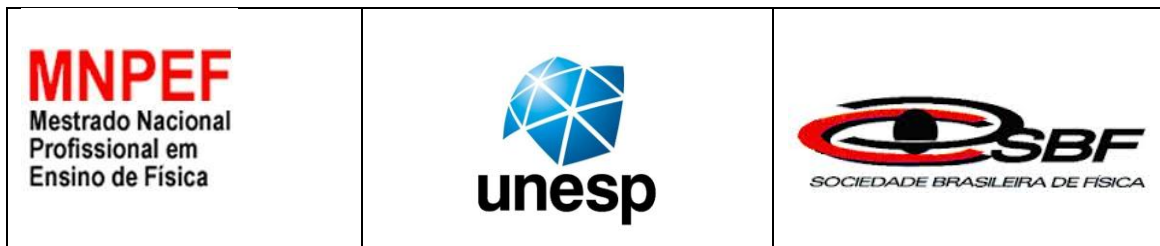
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Campus de Presidente Prudente
Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

VICTOR CAETANO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON

PRESIDENTE PRUDENTE, SP

2020



SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON

Victor Caetano

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientador:
Prof. Dr. Pedro Henrique Benites Aoki

C128s	Caetano, Victor Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa das Leis de Newton / Victor Caetano. -- Presidente Prudente, 2020 130 p. : il., tabs. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientador: Pedro Henrique Benites Aoki 1. Física (Ensino médio). 2. Mecânica clássica. 3. David Ausubel. 4. Metodologias ativas de ensino. 5. Sequência didática. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa das Leis de Newton

AUTOR: VICTOR CAETANO

ORIENTADOR: PEDRO HENRIQUE BENITES AOKI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENSINO DE FÍSICA, área: Física na Educação Básica pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PEDRO HENRIQUE BENITES AOKI 
Departamento de Biotecnologia / Faculdade de Ciências e Letras de Assis

Profa. Dra. AGDA EUNICE DE SOUZA ALBAS (PARTICIPAÇÃO VIA VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Profa. Dra. GABRIELA HELENA GERALDO ISSA MENDES (PARTICIPAÇÃO VIA VIDEOCONFERÊNCIA)
Campus Assis / Universidade Paulista

Presidente Prudente, 26 de maio de 2020

Àqueles que acreditam na educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais que de muito abriram mão para que eu pudesse trilhar meu caminho. Aos meus amigos professores, que me inspiraram e me ajudaram a construir o professor que sou.

A minha namorada, Isabella que esteve ao meu lado em toda essa jornada, e ao meu orientador, professor Pedro que auxiliou, apoiou e cobrou na medida certa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

RESUMO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON

Victor Caetano

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Benites Aoki

Este trabalho apresenta a construção de uma sequência didática de metodologias ativas como alternativa aos modelos tradicionais de ensino das Leis de Newton no Ensino Médio. Desenvolvida e aplicada segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel no 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular do estado de São Paulo, a sequência apresenta 7 aulas com diferentes abordagens e metodologias, como interpretação de texto jornalístico, aula experimental com simulador e aula prática. Cada aula teve seus resultados avaliados através de alguma metodologia ativa, tendo os estudantes como um todo, apresentado indícios de aprendizagem significativa. A própria sequência passou pela avaliação dos alunos, que apontaram o quão significativa cada uma das atividades foram para seu aprendizado, além de escolherem dentre todas as atividades a que consideraram mais importante na situação de aprendizagem. Ao final do trabalho, apresenta-se a sequência e todas as atividades produzidas pelo professor, como produto educacional adaptável e aplicável por qualquer docente para qualquer turma do Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem significativa, Leis de Newton, Atividades experimentais.

ABSTRACT

DIDACTIC SEQUENCE AS AN INSTRUMENT FOR MEANINGFUL LEARNING OF NEWTON'S LAWS

Victor Caetano

Supervisor: Pedro Henrique Benites Aoki

This study presents the construction of a didactic sequence with active methodologies as an alternative to the traditional teaching models of Newton's Laws in High School. It was developed and applied according to the theory of David Ausubel on meaningful learning in the 2nd year of a private high school in the state of São Paulo. The sequence has a total of 7 classes in which different approaches and methodologies were used, such as journalistic text interpretation, experimental class using simulator and practical class. Each class had the results evaluated through some active methodology, and the students showed signs of meaningful learning. The sequence itself went through the evaluation of the students, who pointed out how significant each of the activities were for their learning. Besides they have chosen the activity considered the most important in the learning situation. At the end, the sequence and all activities produced are presented as an adaptable and applicable educational product by any teacher to any high school.

Keywords: Physics teaching, Meaningful learning, Newton's Laws, Experimental activities, Didactic sequence

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Força de atrito se opondo	12
Figura 2: Vetores da força gravitacional.....	12
Figura 3: Força resultante e seus componentes unitários	11
Figura 4: Sentido da força elástica	16
Figura 5: Gráfico força versus deslocamento de uma mola	17
Figura 6: Associação de molas em série (a) e em paralelo (b)	18
Figura 7: Interface do software de força e movimento com as caixas de “Soma das forças” e “Valores” selecionados.....	22
Figura 8: Interface do software de força e movimento, com suas principais funcionalidades.	22
Figura 9: Gráfico da porcentagem de acertos por questão no questionário de conhecimentos prévios.....	24
Figura 10: Gráfico da porcentagem de acertos por questão no questionário da aula de interpretação de texto.....	26
Figura 11: Atividade mais significativa sob o ponto de vista dos alunos	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparativo entre aprendizagem significativa e mecânica.....	7
Quadro 2: Respostas dos grupos para o Item C, pergunta 3	27
Quadro 3: Respostas dos grupos para o Item C, pergunta 4.	28
Quadro 4: Respostas dos grupos para o 3º passo, item a, pergunta 3.	29
Quadro 5: Respostas dos grupos para o 3º passo, item a, pergunta 4.	30
Quadro 6: Constante elástica obtida por cada um dos grupos.....	31
Quadro 7: Nota dada pelos grupos quanto à precisão das atividades do roteiro experimental.....	31
Quadro 8: Nota dada pelos alunos para cada uma das atividades da sequência didática.....	32

SUMÁRIO

Introdução	1
Objetivo	2
Capítulo 1	3
O estado atual do ensino de física	3
1.1 As metodologias tradicionais de ensino	3
1.2 O ensino de Física no século XXI	4
1.3 O que há de novo? – uma revisão bibliográfica	5
Capítulo 2	7
Referencial Teórico	7
2.1 A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel	7
2.2. Metodologias ativas de ensino e aprendizagem	9
2.3. As sequências didáticas	10
Capítulo 3	12
Conteúdo teórico da sequência didática	12
3.1 Força, uma grandeza vetorial	12
3.2 1º Lei de Newton: Princípio da Inércia	11
3.3 2º Lei de Newton: Princípio da Dinâmica	13
3.4 Terceira Lei de Newton: Princípio da Ação e Reação	14
3.5 Lei de Hooke	16
Capítulo 4	19
Método	19
4.1. Local e participantes da pesquisa	19
4.2. A sequência didática	19
4.3. Avaliação dos alunos pelo professor	23
4.4. Avaliação da sequência didática pelos alunos	23
Capítulo 5	24
Resultados	24
5.1. Aula de levantamento dos conhecimentos prévios	24
5.2. Aula de leitura e interpretação de texto	25
5.3. Aula experimental com simulador	26
5.3.1 Descrição da 1º Lei de Newton	27
5.3.2 Descrição da 2º Lei de Newton	29
5.4 Aula prática de construção de um dinamômetro	30
5.5 Avaliação da sequência didática pelos alunos	32
5.5.1 Atividade mais significativa	33
Capítulo 6	34
Conclusão	34
Referências Bibliográficas	35
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO TRABALHADO NA AULA 1	40
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA AULA 2 E 3	42
APÊNDICE C – ROTEIRO PARA A AULA 4 E 5	45
APÊNDICE D – ROTEIRO DAS AULAS EXPERIMENTAIS 6 E 7	52
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELOS ALUNO	55
APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL	1

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - Apresentação da sequência didática.....	2
CAPÍTULO 2 - Aula 1: Levantamento dos conhecimentos prévios	4
2.1 Questionário para aula 1.....	4
CAPÍTULO 3 - Aulas 2 e 3: Organizador prévio	7
3.1 Texto e link sobre o funcionamento do cinto de segurança	7
3.2 Questionário para aula 2.....	9
CAPÍTULO 4 - Aulas 4 e 5: Atividade experimental com simulador	12
4.1 Roteiro para as aulas 4 e 5.....	12
CAPÍTULO 5 - Aulas 6 e 7: Atividade prática de construção de um dinamômetro....	19
5.1 Roteiro das aulas experimentais 6 e 7.....	19
CAPÍTULO 6 - Avaliação.....	23
ANEXO 1 – TEXTO E LINK SOBRE O FUNCIONAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA.....	24
ANEXO 2 - RESPOSTAS DADAS PELOS ESTUDANTES AO QUESTIONÁRIO DA APÊNDICE 1.....	26
ANEXO 3 - RESPOSTAS DADAS PELOS ESTUDANTES AO QUESTIONÁRIO DA APÊNDICE 2.....	41

Introdução

A sociedade sofreu grandes transformações ao longo das últimas décadas. Com a globalização, o advento de novas tecnologias e o surgimento das redes sociais, o perfil do jovem estudante de Ensino Médio mudou drasticamente.

Quem não acompanhou essas transformações foi o processo de ensino aprendizagem nas escolas. É inegável que a atual prática de ensino, que está fortemente atrelada ao modelo do século XX com o uso de densos livros e apostilas, grande fragmentação do conteúdo e quase nenhuma contextualização e interdisciplinaridade, não mais atende os objetivos da sociedade.

O ensino de Física não escapou dessa realidade e a disciplina tem sido desenvolvida, principalmente nas escolas particulares, com base em apostilas conteudistas e na resolução de exercícios de vestibulares que possuem uma forte ligação com a Matemática, fazendo com que os estudantes enxerguem a disciplina de Física apenas como um braço desta.

É importante notar que as pesquisas em Psicologia da Educação e metodologias de ensino têm apresentado diversas alternativas para o processo de ensino e aprendizagem. Ao longo das últimas décadas surgiram as metodologias ativas de ensino que têm se mostrado uma alternativa com enorme potencial para a retomada de um ensino atual e de acordo com as novas demandas sociais. Cabe-nos lembrar de que é necessário a atualização dos professores, que pode ser feita através das universidades, via programas de formação.

Dentre as teorias de ensino e aprendizagem têm se destacado, entre os professores de Física, a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, teoria cognitivista que propõem um modelo de aprendizagem em que onde o novo conceito interage com o sistema cognitivo do aluno, através dos conhecimentos e informações já pré-existentes em detrimento do que o autor considera uma aprendizagem mecânica, na qual o novo conceito é apresentado sem nenhuma relação com o conhecimento prévio do estudante.

Para alcançar os objetivos propostos por Ausubel, na introdução de um novo conhecimento, é necessária uma sistematização das aulas que pode ser realizada através do que chamamos de sequência didática. Em que cada aula é articulada para que o estudante avance na aprendizagem do conteúdo, dando, assim abertura para que o professor planeje e desenvolva as metodologias ativas de ensino.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é construir uma sequência didática que, através de metodologias ativas de ensino, possibilite a aprendizagem significativa das Leis de Newton, segundo a teoria de Ausubel, além de avaliar com quais metodologias os alunos mais se identificam. A intenção é a de que este trabalho seja reproduzível e adaptável por qualquer professor que atue no Ensino Médio.

Capítulo 1

O estado atual do ensino de Física

1.1 As metodologias tradicionais de ensino

Atualmente, a disciplina de física é ministrada a partir do Ensino Médio, tendo apenas uma pequena base conceitual no final do Ensino Fundamental na disciplina de Ciências. Os currículos tradicionalistas ou nacionalistas acadêmicos, apesar de algumas exceções, ainda prevalecem no Brasil. Considerando que o objetivo dos cursos baseados nesse tipo de currículo é basicamente transmitir informação, ao professor cabe apresentar a matéria de forma atualizada e organizada, com o objetivo de que o aluno assimile apenas o que lhe foi apresentado.

As pesquisas em ensino de Física, demonstram que esta disciplina tem assumido o caráter de preparação para resolução de exercícios de vestibular. Para os autores, a situação é comprovada ao observarmos o uso indiscriminado de livros e assemelhados recheados de exercícios preparatórios para as provas de vestibular e que, na sua essência, primam pela memorização e pelas soluções algébricas (NARDI, 1998). Na perspectiva de Souza (2002), os autores dos livros estariam dando essa ênfase demasiada nos vestibulares, como forma de mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno.

Para Nardi (1998), esta tendência em direcionar o ensino de Física à resolução de problemas, que normalmente estão recheados de cálculos, fortemente influenciados pelo uso do livro didático, tem sido tema de sérias críticas às editoras e, por consequência aos autores das obras. A maioria dos livros que circulam nas escolas apresenta os conteúdos como conceitos estanques, dando o caráter de Ciência acabada e imutável à Física. Porém, o mais problemático das obras está na forte identificação que elas agregam entre a Física e os algoritmos matemáticos. Os textos e, principalmente, os exercícios são apresentados como matemática aplicada, na qual a questão fundamental se resume a treinar o estudante na resolução de problemas algébricos.

Esse método tem resultado nas deficiências do ensino que é praticado em nossas escolas, e até mesmo nas universidades, manifestando-se na evasão escolar e no alto índice de repetência. Assim é crescente a difusão dos chamados cursinhos

informais preparatórios devido ao fraco desempenho dos alunos quando colocados diante de situações em que são solicitados a explicitar seu aprendizado.

Assim, para que renovemos o ensino da Física, não só em termos de conteúdo, mas também em termos de estratégias de ensino, acredita Cachapuz (2005) que precisamos não só de uma renovação epistemológica dos professores, mas que essa venha acompanhada por uma renovação didático-metodológica de suas aulas.

1.2 O ensino de Física no século XXI

É de se esperar que, cada vez mais, as novas metodologias de ensino incluam as tecnologias da informação, sejam construtivistas e coloquem o aluno como protagonista do processo de aprendizagem.

Para isso, deve-se levar em conta a posição social e cultural do estudante, quando do planejamento das atividades em sala de aula.

Dessa forma, é necessário que o estudante entenda a Física como ferramenta para conviver com as atuais demandas da sociedade, compreenda as tecnologias que os cercam e assim possa entender o mundo a sua volta.

Costa (2006) resume essa situação de forma clara:

Você não precisa se tornar um cientista para compreender o que está acontecendo. Não é condição obrigatória saber estabelecer a sequência de uma molécula de DNA para entender notícias de jornais a respeito do assunto, assim como não é preciso saber projetar um avião para fazer uma viagem aérea, nem tornar-se um engenheiro projetista para se deslocar numa bicicleta. No entanto, isso não altera o fato de que você vive em um mundo onde aviões e bicicletas existem e também fazem parte das características do seu mundo. (COSTA, 2009, p. 72)

No âmbito do ensino de Física, Bezerra (2009) propõe que o processo educacional pode partir da curiosidade em entender os fenômenos físicos, ou ainda, por estímulos externos, vindos do meio social ou de instituições, especialmente as de ensino. Assim, a escola se torna vetor privilegiado de disseminação dos conhecimentos físicos e seu ensino deve estimular motivar e propiciar aprendizagens significativas para a vida dos educandos, devendo romper com as formas tradicionais de ensinar, especialmente Física, com vistas à superação de uma representação desta área de conhecimento como difícil, complexa e ininteligível.

1.3 O que há de novo? – uma revisão bibliográfica.

Com o objetivo de atualizar a disciplina de Física às novas demandas, um grande número de trabalhos de pós-graduação tem sido publicado, com exemplos práticos de sequências didáticas e metodologias ativas de ensino. Faço a seguir uma breve revisão de trabalhos já desenvolvidos no âmbito do programa Nacional de Mestrado em Ensino de Física, que nortearam o desenvolvimento desta dissertação.

Barrelo (2010) estudou o desenvolvimento do processo argumentativo de alunos do 3º ano do ensino médio, analisando seu conhecimento acerca do conceito de fótons antes e depois da aplicação de uma sequência didática que contou com atividade experimentais via simuladores. O autor obteve indícios satisfatórios de alfabetização científica.

Ainda no ensino de Física Moderna, Siqueira (2006) elaborou uma proposta de sequência didática para o ensino de física de partículas elementares. Utilizou-se da transposição didática e concluiu que é possível o ensino deste tópico na 3ª série do Ensino Médio.

Moura e Mandarino (2017) desenvolveram uma sequência didática com base no Ensino de Física por Investigação (EFPI), com aulas experimentais contextualizadas que permitiram aos alunos construir o conceito de empuxo, na 1ª série do Ensino Médio. Para estes autores, essa metodologia ativa de ensino despertou nos estudantes o questionamento, planejamento e principalmente a realização de explicações com base em evidências.

Também é possível por meio de sequências didáticas desenvolver o aprendizado científico por via de uma abordagem histórico-filosófica. Foi o que fez Reis (2016) num processo de ensino aprendizagem que abordou desde a geometrização do espaço tempo de Galileu até o espaço tempo relativo de Einstein.

Em casos de poucos recursos, é possível construir um material potencialmente significativo. É o que mostra LUÍZ (2018) que desenvolveu uma sequência didática para o ensino da eletrostática com atividades experimentais confeccionadas com materiais de baixo custo.

Podemos encontrar alguns trabalhos específicos sobre o ensino das Leis de Newton, que mostram diferentes abordagens metodológicas, via de regra ativas, construindo uma gama de possibilidades para o ensino desse importante tema.

Bellucco e Carvalho (2014) abordaram este tema a partir de uma sequência didática investigativa sobre a quantidade de movimento e sua conservação, de certa forma seguindo os passos de Newton na apresentação de suas teorias. Os autores concluem sobre importância da abordagem ativa desse tema, mas ressaltam a necessidade de turmas mais enxutas e de mais tempo disponível para tal.

Buffon (2015) e colaboradores adotaram uma pedagogia histórico crítica na construção de sua sequência didática sobre as leis de Newton. Essa abordagem permitiu o ensino dos conceitos de dinâmica a partir de um problema inicial: o grande número de acidentes de trânsito no norte do Paraná. Araújo (2017) parte do mesmo problema social, mas com uma abordagem inicial distinta, o uso de vídeos educativos no trânsito.

Por fim, Barbosa (2016) contribui significativamente para o tema, com uma sequência didática inteira de abordagens ativas, com o uso de simuladores experimentais e aulas práticas construtivistas, avaliando seus resultados com questionários pré e pós sequência.

Este trabalho inova ao buscar novas alternativas para a construção da sequência didática, bem como na análise de seus resultados, como será possível verificar ao longo da leitura.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Na sua teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), David Ausubel diferencia dois tipos de aprendizagem, a que ele chama de mecânica e a que define como significativa, como pode ser observado no Quadro 1 (MOREIRA, 1999).

Quadro 1: Comparativo entre aprendizagem significativa e mecânica

Aprendizagem Significativa	Aprendizagem Mecânica
É um processo onde uma nova informação interage com conhecimentos já preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, chamados subsunçores	É um processo onde a nova informação tem pouca ou nenhuma interação com conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante, sendo armazenada de maneira arbitrária sem ligar-se aos subsunçores. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada.

Fonte: Moreira (1999) -adaptado.

Ausubel defendeu a aprendizagem com base no conhecimento prévio com veemência, chegando a descrevê-la como um princípio, como se observa:

Se eu tivesse de reduzir toda a psicologia educacional a tão somente um princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe; verifique isso e ensine-o de acordo. (AUSUBEL, 1968, p.6)

Segundo Moreira (2012):

A aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas de maneira simbólica interagem de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Tal interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva desse aprendiz. (MOREIRA, 2012, p. 29)

Este conhecimento relevante pode ser um símbolo, um conceito, ou até mesmo um modelo mental e é considerado de extrema importância no processo de ensino-aprendizagem, sendo denominado por David Ausubel de subsunçor. Em Física, por exemplo, se os conceitos de unidades de medida já existirem na estrutura cognitiva

do estudante, esses conceitos servirão de subsunçores para novas informações referentes aos conceitos de velocidade e aceleração (SILVA; SCHIRLO, 2014).

Souza (2019) em seu trabalho sobre interação das ondas eletromagnéticas com a matéria cita os conceitos de quantidade de movimento, sua conservação e as colisões como exemplos de subsunçores, enquanto Cristóvão (2017) em seu trabalho sobre força e movimento, aponta os conceitos de velocidade e aceleração.

Segundo Moreira (2012):

Para que haja aprendizagem significativa, duas condições são necessárias: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, se relacionar de forma não-literária e não intencional; e 2) o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender, ou seja, deve ter em sua estrutura cognitiva ideias-âncoras relevantes com as quais o material possa se relacionar

No caso de o estudante não ter os subsunçores necessários à atribuição de significado aos novos conhecimentos, Ausubel propõem o uso dos organizadores prévios.

Organizadores prévios são pontes cognitivas entre o que aprendente já sabe e o que pretende saber. É construído com um elevado grau de abstração e inclusividade, de modo a poder se apoiar nos pilares fundamentais da estrutura cognitiva do aprendente e, desse modo, facilitar a apreensão de conhecimentos mais específicos com os quais ele está se deparando (PELIZZARI, 2013). Dessa forma, um organizador prévio pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. A exemplo, Cristóvão (2017), ainda em seu trabalho sobre força e movimento, utiliza como organizador prévio uma notícia de apelo social, a morte de um artista em um acidente de carro, que poderia ser evitada pelo uso do cinto de segurança. Mantovani (2015) trabalha com a mesma ferramenta, mas em outro contexto, uma notícia sobre a instalação de uma usina fotovoltaica em sua cidade como organizador prévio para a sua sequência didática sobre efeito fotoelétrico.

Verifica-se nos trabalhos de Souza (2019), Cristóvão (2017) e Mantovani (2015), o impacto do conhecimento acerca dos subsunçores e da escolha cuidadosa de um organizador prévio para o desenvolvimento de suas atividades de aprendizagem. Esse planejamento zeloso das aulas, levando em consideração o que

o estudante já sabe e seu contexto social, possibilitou a estes autores um considerável progresso conceitual com seus alunos.

2.2. Metodologias ativas de ensino e aprendizagem

Metodologias ativas de ensino são práticas pedagógicas que colocam os estudantes como colaboradores, quando não, como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem. Elas permitem uma participação ativa, seja fora da sala de aula, nas pré - aulas e nas salas de aulas invertidas, ou na própria escola por meio de aulas práticas com roteiros contextualizados ou no desenvolvimento de projetos.

Segundo Oliveira (2013):

Metodologia ativa de ensino e aprendizagem é um processo amplo e possui como principal característica a inserção do estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem, comprometendo-se com seu aprendizado. (OLIVEIRA, 2013, p.45)

Para Cohen (2017), uma metodologia ativa de aprendizagem:

Tem como premissa que apenas ver e ouvir um conteúdo de maneira apática não é suficiente para absorvê-lo. O conteúdo e as competências devem ser discutidos e experimentados até chegar ao ponto em que o aluno possa dominar o assunto e falar a respeito com seus pares, e quem sabe até mesmo ensiná-lo. (COHEN, 2017)

William Grasser (2017), psiquiatra americano, propôs a pirâmide da aprendizagem, segundo o qual o aluno aprende:

- 10% quando lê;
- 20% quando ouve;
- 30% quando observa;
- 50% quando vê e ouve;
- 70% quando discute com outras pessoas;
- 80% quando faz;
- 95% quando ensina aos outros.

É exemplo de metodologia ativa a cultura *maker* de ensino, assim definida por HALVERSON (2014, p. 495) como “qualquer indivíduo, mesmo que não seja um especialista, pode vir a construir, restaurar, transformar e fabricar os mais diversos tipos de objetos e projetos usando materiais de baixo custo e as suas próprias mãos.

Como prevê Grasser (2017), os resultados dessa metodologia são significativos, a exemplo do trabalho de Meira e Ribeiro (2016), *“A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas”*, em que os autores concluem que aplicada essa metodologia os estudantes foram protagonistas do seu aprendizado e os novos conceitos passaram a fazer parte de seu repertório.

Outro exemplo de metodologia ativa que tem tido grande relevância é a sala de aula invertida, assim definida por Valente (2014):

Quando o conteúdo e as instruções são estudados on-line antes de o aluno frequentar a sala de aula, local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios, etc, tem um sistema de sala de aula invertida. (VALENTE, 2014, p 79.)

São várias as ferramentas que podem ser usadas para o momento on-line da aprendizagem. É exemplo o trabalho de Leão (2019) que utilizou de um vídeo no youtube, em um primeiro estágio e posteriormente de um material resumido para leitura com o objetivo de introduzir a 1º Lei de Newton. Já Flasca (2019) utilizou de artigos de divulgação científica e trechos de documentários, além de formulários online, para o ensino da Relatividade Restrita.

2.3. As sequências didáticas

Para permitir uma aprendizagem significativa com diferentes metodologias de ensino e participação ativa dos estudantes no aprendizado de um tópico, é necessária uma organização cuidadosa e concisa das aulas, em que cada atividade estabeleça uma relação com a anterior e a posterior. Essa organização é denominada sequência didática. Elas são definidas por Zabala (1998, p.18) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”

Segundo Perreti e Tonin Da Costa. (2013), para haver sequência didática é necessário apresentar ao aluno atividades práticas, lúdicas com material concreto e diferenciado apresentando desafios cada vez maiores aos alunos permitindo a construção do conhecimento.

Como exemplos de atividades práticas em sequências didáticas Cristóvão (2017) e Mantovani (2015) utilizaram-se de simuladores, enquanto Luíz (2018) recorreu a kits de materiais recicláveis para a confecção de experimentos sobre eletrostática.

Por meio de uma sequência didática com foco também em atividades investigativas, a construção do conhecimento pode acontecer de modo a possibilitar a experimentação, generalização, abstração e formação de significados (LINS; GIMENEZ, 2001).

Nesse contexto, pode-se utilizar de situações problemas que somente podem ser resolvidas via experimentação, sem roteiro previamente definido. (FERREIRA 2009).

Brasil (2012, p. 21) nos Parâmetros Curriculares Nacional acrescenta que:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita. (BRASIL, 2012, p. 21)

Assim, as sequências didáticas (SD) contribuem com a “consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que, progressivamente, novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto” (BRASIL, 2012, p. 20).

Capítulo 3

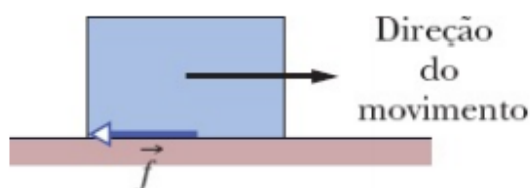
Conteúdo teórico da sequência didática

3.1 Força, uma grandeza vetorial

As primeiras discussões sobre o conceito de força são comumente atribuídas à Aristóteles, segundo o qual para colocar um corpo em movimento, assim como para mantê-lo nesse estado, é necessária a ação de uma força (NUSSENZVEIG, 2002). Na linguagem cotidiana estamos acostumados com a ideia de que exercer uma força é puxar ou empurrar. Essas definições são refutadas quando tentamos explicar, por exemplo, o lançamento de um projétil que continua em movimento mesmo depois da força que deu início ao movimento não estar mais agindo sobre ele.

Uma maneira mais aceita de definir força é a interação entre dois corpos, ou entre um corpo e seu ambiente. No primeiro caso, temos o que classificamos como forças de contato e como exemplo podemos citar a força de atrito (Figura 1), exercida sobre um corpo por uma superfície, como resistência ao seu movimento. No segundo caso (Figura 2), temos as forças de ação à distância, a exemplo da gravitacional, que se trata da magnitude da força sofrida por um objeto em virtude da atração gravitacional nele exercida por outro corpo.

Figura 1: força de atrito se opondo ao movimento



Fonte: (HALLIDAY, 2016, p.256)

Figura 2: vetores da força gravitacional dirigidos para o centro do planeta



Fonte: (<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/mecanica.htm>)

Como podemos notar nos dois exemplos, a força produz efeitos diferentes conforme a direção e sentido em que é aplicada, o que sugere uma representação do tipo vetorial (NUSSENZVEIG, 2002). Assim, a análise das forças que agem sobre um corpo nas três possíveis dimensões, deve ser feita vetorialmente. Deste fato surge o conceito de vetor força resultante, matematicamente definido como:

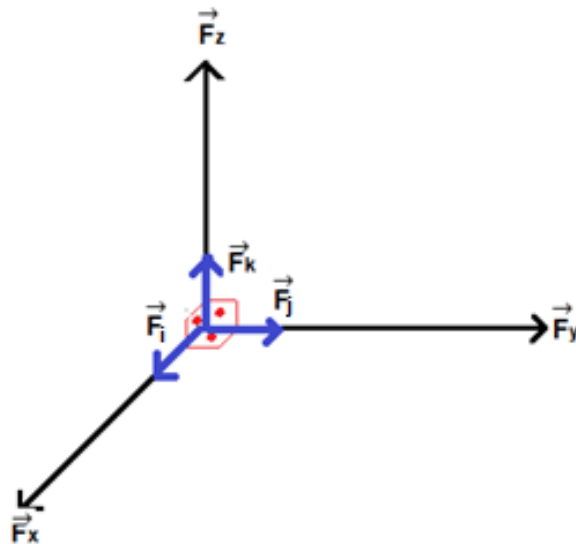
$$\vec{R} = \sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots + \vec{F}_n$$

Equação (1)

Na equação 1, $\vec{R}$ é o vetor força resultante, sendo o resultado da somatória de todas as forças ($\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ e $\vec{F}_n$) que agem sobre um corpo. Dessa forma, temos para a força resultante a análise de cada uma de suas componentes. A componente em x é resultante de todas as componentes na direção do vetor unitário $\hat{i}$, assim como as componentes resultantes em y e z, nas direções dos vetores unitários $\hat{j}$ e $\hat{k}$, respectivamente. Observe as equações 2, 3 e 4 e a figura (3) a seguir:

$$\vec{F}_x = \sum \vec{F}_i \quad \vec{F}_y = \sum \vec{F}_j \quad \vec{F}_z = \sum \vec{F}_k \quad \text{Equações (2), (3) e (4)}$$

Figura 3: Força resultante e seus componentes unitários



Fonte: elaborado pelo autor

3.2 Primeira Lei de Newton: Princípio da Inércia

Como vimos anteriormente, Aristóteles defendia que era necessária uma força para que um corpo se movimentasse ou permanecesse em movimento. Galileu é o primeiro a refutar as ideias aristotélicas, defendendo que em uma situação ideal, uma esfera lançada sobre um plano horizontal perfeitamente polido, ou seja, sem atrito e desprezada a resistência do ar, permaneceria em movimento retilíneo e uniforme. Galileu associou a ideia de força à mudança de velocidade. Portanto, não haveria necessidade de forças para manter um movimento retilíneo e uniforme, pelo contrário, uma velocidade constante estaria necessariamente associada à ausência de força resultante sobre o corpo (NUSSENZVEIG, 2002).

Em 1687, Isaac Newton publicou o livro “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, em que o fato observado por Galileu foi descrito e posteriormente conhecido como Primeira Lei de Newton, ou Princípio da Inércia, assim traduzido da publicação original de Newton, por Assis (1998, p. 7): “Lei I: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”. Deste modo, entende-se que um corpo livre da ação de forças se mantém em estado de equilíbrio por inércia. O conceito de “livre da ação de forças” deve ser interpretado como nenhuma força agindo sobre o corpo ou que o resultado das forças que agem sobre este corpo é nulo.

No contexto deste princípio, ressalta-se que a Primeira Lei de Newton não é válida para qualquer referencial. Os referenciais válidos são conhecidos como sistemas inerciais, onde o corpo permanece em repouso ou movimento retilíneo uniforme em relação a eles, e todos os observadores mensuram a mesma força resultante (FREZZA, 2011). Neste contexto, podemos considerar a terra como um referencial inercial?? Rigorosamente, não, conforme demonstrado a seguir:

Considerando uma partícula sobre o equador da Terra, podemos calcular sua aceleração centrípeta através das equações do movimento circular:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{Equação (5)}$$

Nessa equação, ω é a velocidade angular do planeta, medida em rad/s e T é o período de rotação, medido em segundos. A equação 6 define a aceleração centrípeta a partir da velocidade angular, observe:

$$a_{cp} = \omega^2 R \quad \text{Equação (6)}$$

Na equação (6) R é o raio do planeta Terra medido em metros, com valor aproximado de $6,4 \cdot 10^6$ m. Assumiremos o período de rotação igual há 24 horas (86400 segundos), assim temos o seguinte cálculo:

$$a_{cp} = \left(\frac{2\pi}{86400} \right)^2 6,4 \cdot 10^6 \quad \text{Equação (7)}$$

$$a_{cp} = 0,034 \text{ m/s}^2 \quad \text{Equação (8)}$$

Apesar do referencial (planeta Terra) estar sob efeito de uma aceleração centrípeta, esta é aproximadamente 300 vezes menor do que a aceleração da gravidade (9,88 m/s²). Portanto, para experimentos realizados na superfície terrestre, podemos aproximar a Terra como referencial inercial.

3.3 Segunda Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica

O Princípio da Inércia nos sugere que para qualquer variação da velocidade (em módulo ou direção) em relação a um referencial inercial, devemos ter associado um vetor força resultante diferente de zero (NUSSENZVEIG, 2002). É justamente desta relação entre força resultante e aceleração de que se trata o princípio da dinâmica.

Newton inicialmente define a “quantidade de movimento”, também conhecido como *momento linear* ou *momento*, como o produto da massa de um corpo por sua velocidade, ou seja:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \text{Equação (9)}$$

Na equação 5, a massa do corpo é medida em quilogramas (kg) e a velocidade em metros por segundo (m/s), assim a quantidade de movimento tem como unidade de medida o quilograma metros por segundos (kg.m/s). Excluídos os sistemas de massa variável, ou seja, assumindo a massa como uma constante, podemos obter, derivando ambos os membros da equação 9, a seguinte relação:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad \text{Equação (10)}$$

Esse produto entre massa e aceleração, que corresponde a variação do momento linear, Newton concluiu que é proporcional a força aplicada, como traduz Assis (1998, p. 7): “Lei II: A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida”.

Dessa forma podemos concluir que:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad \text{Equação (11)}$$

ou, combinando os termos da equação (1) e (10):

$$|\Sigma \vec{F}| = m\vec{a} \quad \text{Equação (12)}$$

Na equação (12) a massa do corpo é medida em quilogramas (kg), enquanto a aceleração é medida em metros por segundo ao quadrado (m/s²) e por consequência a somatória das forças em quilograma metros por segundo ao quadrado (kg.m/s²), o que se convencionou chamar de newton (N).

Um dos importantes exemplos de aplicação do princípio da dinâmica é a definição matemática da força peso, que mencionamos no início deste capítulo. Como vimos, esta força existe devido à ação de um campo gravitacional. Assim um corpo de massa (m), dentro do espaço de ação de um campo gravitacional e livre da atuação de outras forças, terá a força peso (P) como vetor resultante, na mesma direção e sentido da aceleração da gravidade (g). Para a determinação da força peso, podemos reescrever a equação (12) da seguinte forma:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad \text{Equação (13)}$$

3.4 Terceira Lei de Newton: Princípio da Ação e Reação

Como vimos no início deste capítulo, a força pode ser definida como o resultado da interação entre dois corpos, tendo como efeito uma aceleração. Até então, nossa análise foi sempre feita com o foco em um dos corpos, diferentemente da abordagem que teremos a partir de agora.

Para que haja essa interação, Newton definiu que estas forças agem sempre aos pares, o que chamou de princípio da ação e reação. Este princípio é assim traduzido por Assis (1998): “Lei III: “A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas” (ASSIS, 1998, p.7).

Deste axioma, podemos concluir que, quando um corpo A exerce sobre um corpo B uma força, que denominamos ação, o corpo B exerce uma força sobre o corpo

A, que denominamos reação. Essas duas forças têm o mesmo módulo e direção, mas possuem sentidos opostos e atuam em corpos diferentes. Matematicamente:

$$\vec{F}_{a \text{ em } b} = -\vec{F}_{b \text{ em } a} \quad \text{Equação (14)}$$

Uma das importantes aplicações da Terceira Lei de Newton é o Princípio da conservação do momento linear. Vamos considerar duas partículas A e B que interagem entre si, em uma colisão unidimensional, num sistema isolado de forças externas. Em concordância com a Segunda Lei de Newton podemos definir a força $\vec{F}_a$ que $\vec{F}_b$ exerce em B e a força que B exerce em A (F_b). Observe as equações:

$$\vec{F}_a = \frac{d\vec{p}_a}{dt_a} \quad \vec{F}_b = \frac{d\vec{p}_b}{dt_b} \quad \text{Equações (15) e (16)}$$

De acordo com a 3ª Lei de Newton, temos duas forças de sentidos contrários, logo, com base na equação 10, podemos igualar as derivadas do momento linear em relação ao tempo (equações 15 e 16), obtendo assim a seguinte relação:

$$\frac{d\vec{p}_a}{dt_a} = -\frac{d\vec{p}_b}{dt_b} \quad \text{Equação (17)}$$

Se colocarmos o momento linear em evidência, temos:

$$\frac{d(\vec{p}_a + \vec{p}_b)}{dt} = 0 \quad \text{Equação (18)}$$

Assumindo que o momento linear de um sistema é a soma dos momentos lineares das partículas que o compõem, considerando $\vec{v}_a$ e $\vec{v}_b$ as velocidades antes da colisão e $\vec{u}_a$ e $\vec{u}_b$ as velocidades após a colisão, chegamos, a partir da equação 18, na seguinte relação:

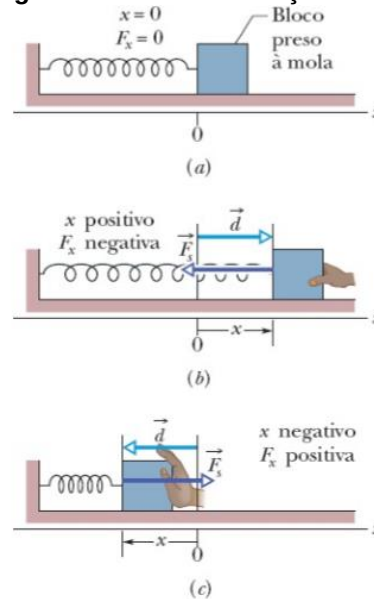
$$m_a \vec{v}_a + m_b \vec{v}_b = m_a \vec{u}_a + m_b \vec{u}_b \quad \text{Equação (19)}$$

Com base no princípio da ação e reação, conseguimos provar que a quantidade de movimento de um sistema permanece constante quando este encontra-se livre da ação de forças externas.

3.5 Lei de Hooke

A Figura 4 mostra três diferentes posições para uma mola, em função da força aplicada sobre ela.

Figura 4: sentido da força elástica



Fonte: (HALLIDAY, 2016, p.156)

Tanto na condição apresentada em (b) quanto (c), a mola é tirada de seu estado de relaxamento (a), ou seja, quando distendida ou comprimida de uma distância x , surge na mola uma força de sentido contrário (restauradora), a qual denominamos força elástica. Note que:

distensão da mola

$$x > 0 \leftrightarrow F < 0;$$

compressão da mola

$$x < 0 \leftrightarrow F > 0$$

Para um valor de x , suficientemente pequeno, verifica-se experimentalmente que é válida a Lei de Hooke, em que a força F de uma mola é diretamente proporcional ao deslocamento x de sua extremidade livre a partir da posição que ocupa quando está em um estado relaxado, segundo Halliday (2009) e Nussenzveig (2002).

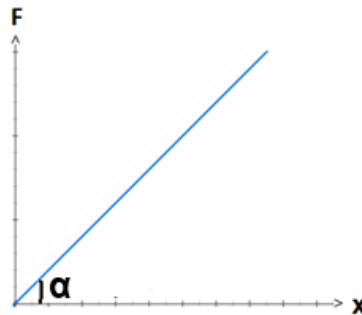
Podemos, representá-la de acordo com a equação 20:

$$\vec{F} = -k\vec{x} \quad \text{Equação (20)}$$

Na equação, $\vec{F}$ representa a força elástica medida em newtons (N), k uma constante característica da mola (constante elástica), medida em newton por metro (N/m), $\vec{x}$ o deslocamento da mola, medido em metros (m).

A lei de Hooke deixa de ser válida se a deformação da mola for excessivamente grande. Ainda assim ela é útil na determinação da constante elástica de materiais com o comportamento de compressão e distensão. Observe, de acordo com a equação 20, o comportamento do gráfico (Figura7) força *versus* deslocamento de uma mola em distensão:

Figura 5: gráfico força versus deslocamento de uma mola



Fonte: elaborado pelo autor

Devido a força ser diretamente proporcional ao deslocamento, através de uma relação linear, temos como comportamento gráfico uma reta crescente. Na equação 16, se isolarmos a constante k (desconsiderado a notação vetorial e o sinal de subtração), chegamos à relação expressa pela equação a seguir:

$$k = \frac{F}{x} \quad \text{Equação (21)}$$

Através da geometria analítica, sabemos que o coeficiente angular (m) da reta de um gráfico é dado pela seguinte razão:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{tg } \alpha \quad \text{Equação (22)}$$

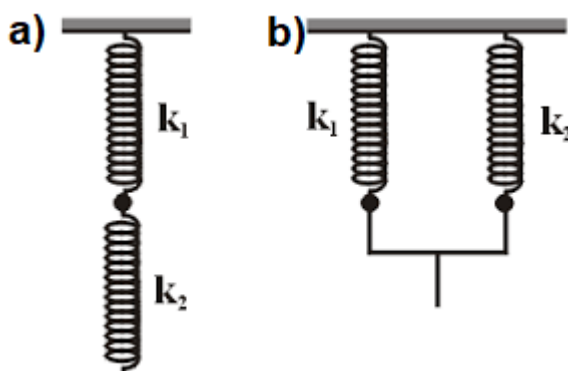
O Δy corresponde a variação no eixo das ordenadas, enquanto Δx representa a variação no eixo das abscissas. Considerando a força elástica F_{el} e a distensão da mola Δx , podemos igualar os termos das equações 21 e 22, assim concluindo que:

$$F_{el} \propto \Delta x \quad \text{Equação (23)}$$

Essa relação nos permite determinar a constante elástica de uma mola a partir da construção gráfica força elástica *versus* deslocamento.

Em alguns casos, duas ou mais molas podem ser associadas (Figura 8), em série (a) ou paralelo (b), a Lei de Hooke permanece válida, mas é necessário a determinação do que chamamos de constante elástica equivalente, que represente todo o sistema.

Figura 6: associação de molas em série (a) e em paralelo (b)



Fonte: https://estudar.com.br/contentfiles/uploads/1371-Resumo_Oscilac%CC%A7o%CC%83es.original.pdf

Para uma associação em série de molas, calculamos a constante equivalente, através da seguinte equação:

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \dots + \frac{1}{k_n} \quad \text{Equação (24)}$$

enquanto para uma associação paralela, calculamos através da equação:

$$k_{eq} = k_1 + k_2 \dots + k_n \quad \text{Equação (25)}$$

Capítulo 4

Método

4.1. Local e participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola particular, no estado de São Paulo. O prédio da instituição conta com salas de aulas com computador e projetor multimídia, mas não há laboratório de informática e salas específicas para a realização de aulas experimentais.

A sequência didática foi aplicada no período diurno e vespertino para a turma do 2º ano do Ensino Médio, da qual já sou professor, que contou com um total de 24 alunos. É importante esclarecer que não houve obrigatoriedade de comparecimento dos alunos no período vespertino na escola. Portanto, o professor contou com a participação voluntária dos alunos nas aulas que foram realizadas neste período.

4.2. A sequência didática

A sequência didática aplicada contou com um total de 7 aulas, cada uma de 50 minutos, organizadas e desenvolvidas de forma a possibilitar a aprendizagem contextualizada e significativa dos alunos. Assim ela apresenta: 01 aula de levantamento dos conhecimentos prévios, com o objetivo de retomar os conceitos básicos (subsunçores) necessários à aprendizagem do assunto; 02 aulas de organizador prévio, com o intuito de consolidar os conhecimentos prévios e contextualizar o assunto que foi desenvolvido ao longo da sequência; 02 aulas práticas de experimentação com simulador, com a finalidade de elucidar as Três Leis de Newton a partir dos resultados obtidos na prática computacional; e por fim 02 aulas práticas de roteiro contextualizado, com o objetivo de calcular a intensidade da força em situações cotidianas.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil 2012) as competências e habilidades trabalhadas nessa sequência serão:

- Relacionar e calcular grandezas que caracterizam movimentos.
- Reconhecer causas da variação de movimentos associadas a forças e ao tempo de duração das interações.
- Prever e avaliar situações cotidianas que envolvam movimentos, utilizando as Leis de Newton.

Neste capítulo será descrita a metodologia de cada aula, ou conjunto de aulas. Ao final do trabalho pode-se encontrar o produto educacional, com o passo a passo para a aplicação desta sequência.

- Aula 1 (50 minutos): levantamento dos conhecimentos prévios

Miras (2006) nos esclarece que os conhecimentos prévios “abrangem tanto conhecimentos e informações sobre o próprio conteúdo como conhecimentos que, de maneira direta ou indireta, estão relacionados ou podem relacionar-se com ele”

Na concepção construtivista de ensino e aprendizagem é necessário, segundo Miras, determinar o estado inicial dos alunos no momento de iniciar qualquer processo de aprendizagem.

Essa aula foi realizada no período diurno do dia 14/03/2019, no tempo de 50 minutos e contou com a presença de 20 alunos. Nessa etapa o professor distribuiu um questionário qualitativo (APÊNDICE A) para os alunos com o objetivo de avaliar se os mesmos possuíam os subsunçores necessários para a aprendizagem das Leis de Newton. Ao longo da aula o professor caminhou pela sala com o objetivo de tirar as eventuais dúvidas sobre o preenchimento do questionário, além de evitar que os alunos trocassem informação e prejudicassem o resultado.

Os estudantes responderam às questões, que podem ser encontradas no Apêndice A, junto às respostas esperadas, estas tratando de conceitos como: velocidade, aceleração, grandezas escalares e vetoriais, além de tipos de forças aplicadas ao cotidiano. O questionário foi devolvido para o professor. Logo em seguida foi debatida cada uma das perguntas e elucidadas as respostas, para que toda a sala se encontrasse equiparada para as próximas aulas da sequência.

Ao final da aula 1, no dia 14/03/2019 o professor entregou aos alunos um material que continha um texto e um link para um vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=1WPkBAHm7l8>), ambos tratando sobre o funcionamento e a importância do uso do cinto de segurança, esse material consta no Anexo 1.

- Aula 2 e 3 (1h e 40 min): leitura e interpretação de texto (consolidação dos conhecimentos prévios)

Segundo Santos (2001), se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores.

Essas aulas, tratadas no sistema de sala de aula invertida, buscaram a motivação dos estudantes para o tema a ser trabalhado na sequência, por meio da leitura e visualização do vídeo em casa, responderam o questionário (APÊNDICE B), este sendo debatido uma semana depois na sala de aula, mais precisamente no período da manhã do dia 21/03/2019, antes das aulas 4 e 5.

- Aula 4 e 5 (1h e 40 min): aula experimental com simuladores (definição das Leis de Newton).

As simulações e demais tecnologias de informação e comunicação (TICs) são ferramentas poderosas que facilitam a assimilação do conhecimento por parte dos alunos, desde que sua aplicação faça parte de um processo educacional coerente (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003).

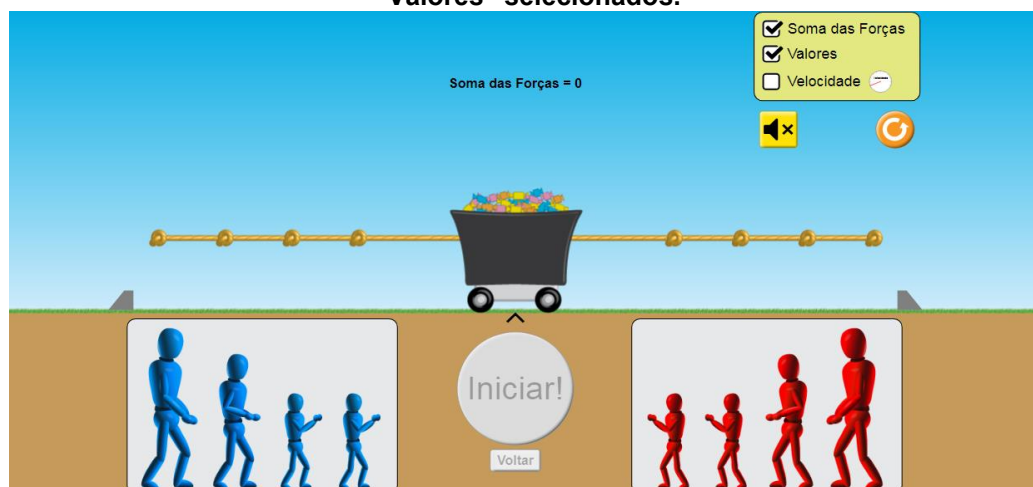
Realizada no dia 21/03 no período da tarde, a aula contou com um roteiro prático contextualizado (APÊNDICE C). Por meio desse roteiro e do simulador, os alunos puderam realizar experimentos virtuais e obterem os resultados que os permitiram, por conta própria, descrever as Leis de Newton, já cientes do tema da aula.

Para tanto, a turma foi dividida em 5 grupos, dois de 6 alunos e 3 de 4 alunos e o professor acessou o simulador no projetor da sala, para que pudesse acompanhar os alunos durante o desenvolvimento da atividade, auxiliando nas dúvidas de execução da atividade.

O simulador encontra-se no endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html.

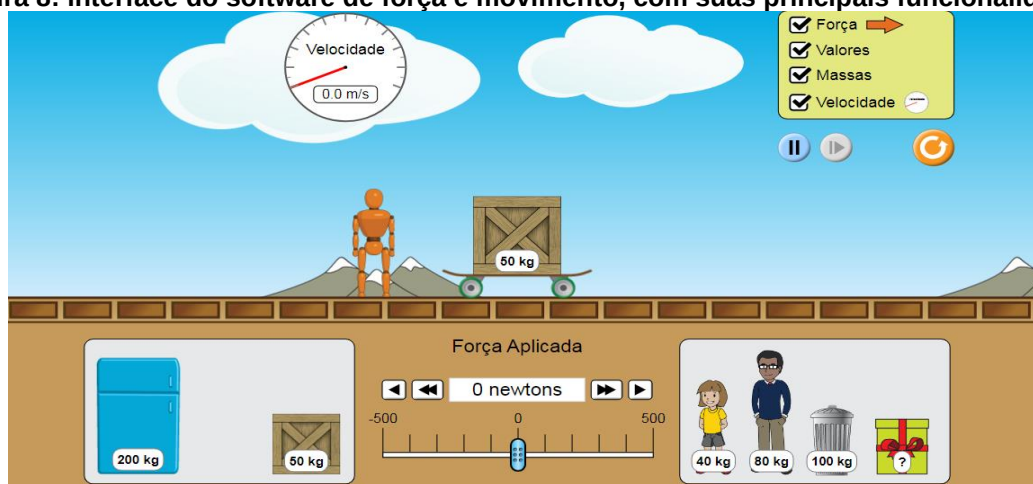
A seguir podem-se observar as Figuras 9 e 10 que nos permite uma observação geral da interface do simulador, além de suas principais funcionalidades.

Figura 7: interface do software de força e movimento com as caixas de “Soma das forças” e “Valores” selecionados.



Fonte: (FORÇAS E MOVIMENTOS: NOÇÕES BÁSICAS).

Figura 8: interface do software de força e movimento, com suas principais funcionalidades.



Fonte: (FORÇAS E MOVIMENTOS: NOÇÕES BÁSICAS).

- Aula 6 e 7 (1h e 40 min): Aulas práticas de construção de um dinamômetro.

Como defendem Carrascosa et al. (2006), a atividade experimental constitui um dos aspectos-chave do processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Portanto, à medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais.

Nessa aula, realizada no período da tarde do dia 28/03, os alunos construíram um dinamômetro com materiais acessíveis, por meio de um roteiro preparado pelo professor (APÊNDICE D). Para tanto a sala foi dividida em 4 grupos, sendo dois de 6

alunos e dois de 5 alunos, o que permitiu a comparação dos resultados obtidos por cada grupo.

A partir da construção desse medidor, eles puderam aferir a massa de diferentes objetos presentes no dia a dia da escola, além de calcularem a constante elástica do látex, por meio da construção de um gráfico que representasse a distensão do elástico em função da força aplicada.

4.3. Avaliação dos alunos pelo professor

A avaliação do aprendizado dos alunos pelo professor foi feita em cada aula, através dos questionários e do desenvolvimento dos roteiros entregues, além do comportamento frente às questões apresentadas. Procurou-se tomar nota das observações dos estudantes, bem como de seus questionamentos ao longo da sequência. No capítulo 5 algumas dessas observações são descritas.

4.4. Avaliação da sequência didática pelos alunos

Foi entregue aos alunos uma pesquisa (APÊNDICE E) para que cada uma das aulas da sequência didática fosse avaliada, estabelecendo um comparativo com o modelo tradicional de ensino na maioria das escolas particulares.

Além de avaliar a sequência, os alunos escolheram entre as ferramentas didáticas que foram utilizadas ao longo das aulas, aquela que foi mais relevante para o seu aprendizado.

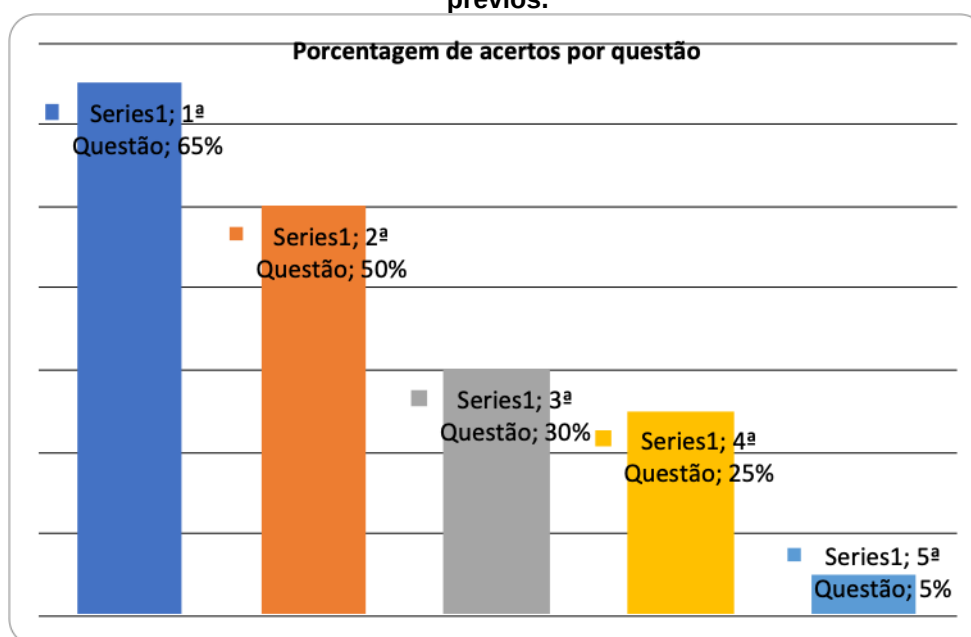
Capítulo 5

Resultados

5.1. Aula de levantamento dos conhecimentos prévios

Para analisar se de fato os alunos apresentavam os conhecimentos prévios necessários à continuidade da sequência didática, a Figura 9 mostra o gráfico da porcentagem de acertos de cada uma das questões abordadas na atividade, com base nas respostas esperadas presentes, juntas ao questionário, no Apêndice A.

Figura 9: gráfico da porcentagem de acertos por questão no questionário de conhecimentos prévios.



Fonte: elaborado pelo autor.

Por meio do gráfico, é possível notar alguns baixos índices de acertos, o que em primeira mão inviabilizaria a continuidade da sequência didática, mostrando a importância da aula de retomada dos conhecimentos prévios.

Ao longo da aplicação do questionário, o professor pôde perceber a insatisfação dos alunos quanto à incapacidade de responder algumas das questões. Muitos se mostraram incomodados com o fato de não lembrar conceitos vistos ao longo da disciplina de Física na 1ª série do Ensino Médio. Alguns comentários como: “é muita coisa para lembrar”, “já passei pela 1ª série, não preciso saber mais isso”, foram ditos, repetidas vezes.

Chamou a atenção também um comentário único, mas que mostrou representar grande parte da sala, “Eu sei, mas não sei explicar”. Esse fato ficou evidente em várias das respostas às questões, que simplesmente apresentavam a equação matemática que define a grandeza.

Para então retomar os conceitos, o professor releu cada uma das questões, e debateu com os alunos as respostas dadas, comparadas com as respostas esperadas, mostrando os principais erros cometidos, como a confusão entre o conceito de velocidade e aceleração e grandezas escalares e vetoriais. Foi intensamente reforçado o discurso de que um conceito físico não é apenas a equação matemática que o define e aula terminou com uma revisão, no quadro, de vetores.

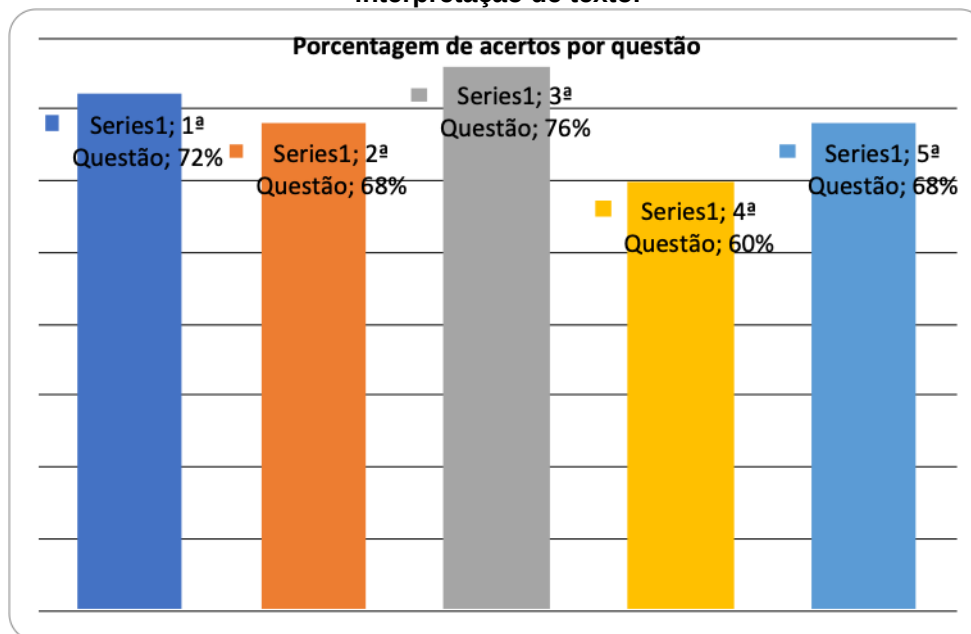
5.2. Aula de leitura e interpretação de texto

Os resultados das aulas de leitura e interpretação de texto e a aula experimental com simulador devem ser avaliados em conjunto, uma vez que a aula de interpretação de texto foi trabalhada para atuar como organizador prévio para a situação que seria simulada na aula experimental.

Um primeiro ponto a ser notado é o número de participação de alunos na atividade de interpretação de texto, que foi desenvolvida no esquema de sala de aula invertida. No total, foram 22 alunos que entregaram a atividade, um número maior que o daqueles que participaram da aula de levantamento dos conhecimentos prévios. Esse dado nos permite notar que a participação dos estudantes nas atividades de sala de aula invertida é de fato possível, por mais que requeira o desenvolvimento de parte das atividades em casa.

O objetivo principal dessa aula invertida foi a de que o aluno percebesse, através da leitura do texto e da observação do vídeo que a função do sinto de segurança é impedir que os passageiros de um veículo, em uma possível colisão, não sejam arremessados em direção ao para brisa do carro. A Figura 10 mostra, de acordo com o questionário respondido pelos alunos, a porcentagem de acertos, segundo as respostas esperadas, que se encontram juntamente com o questionário no APÊNDICE B.

Figura 10: gráfico da porcentagem de acertos por questão no questionário da aula de interpretação de texto.



Fonte: elaborado pelo autor.

É possível notar que, em relação à aula de levantamentos dos conhecimentos prévios, a aula de análise e interpretação de texto teve um percentual maior e mais homogêneo de acertos. Isso se deve, segundo os próprios alunos, ao tempo maior para a realização da atividade, à possibilidade de usar a internet para fazer pesquisas complementares.

No encontro em sala, cada uma das questões foi debatida entre professores e alunos, com o intuito de resolver as principais dúvidas que surgiram ao longo das atividades. Toda a atividade em sala desenvolveu-se, a pedido do professor, em torno de outros exemplos cotidianos similares ao relatado no texto do sintoma de segurança, foi citado pelos alunos o exemplo de um ônibus partindo do repouso, com passageiros em pé. Em nenhum momento o professor citou as Leis de Newton, com o intuito de não prejudicar a atividade experimental da aula seguinte.

5.3. Aula experimental com simulador

A análise dos resultados dessa aula baseia-se no fato de os estudantes conseguirem ou não descrever a Primeira e a Segunda Lei de Newton, além de relacionar a primeira com o uso do sintoma de segurança e obter através da segunda lei a massa de um corpo desconhecido, com o desenvolvimento da aula de experimentação com simulador, com o roteiro escrito pelo professor (APÊNDICE C).

5.3.1 Descrição da Primeira Lei de Newton

A partir do roteiro elaborado para que os alunos realizassem sua experimentação, esperava-se que fossem capazes de no *item c*, do 2º passo, pergunta 3: “Qual dos itens, a, b, ou c, exemplifica o que ocorre com o passageiro na ausência de cinto de segurança, em uma possível colisão? Justifique!”, relacionar o uso do cinto de segurança com a observação no simulador de que um corpo em movimento, permanece em movimento quando a força resultante é zero. A resposta esperada era a simulação do item c, onde a força resultante passa a ser nula em um corpo que se encontra em movimento

O Quadro 2 apresenta as respostas dadas pelos 5 grupos, reproduzidas exatamente como escritas pelos alunos no roteiro entregue.

Quadro 2: respostas dos grupos para o Item C, pergunta 3

Grupo 1	<i>“O item C, pois numa situação real a aceleração está em um determinado sentido e por mais que a o cinto aja em função do passageiro o prendendo com a mesma força, porém ele irá continuar indo ao sentido que estava, como no item c”</i>
Grupo 2	<i>“O item C, pois o exercício “c” exemplifica o que é a “inércia” (um corpo em movimento tende a se manter no mesmo se nenhuma força contrária e mais forte que a força do movimento for aplicada sobre o corpo)”</i>
Grupo 3	<i>“O item C, por que a velocidade irá parar, mas o objeto continuará em movimento”</i>
Grupo 4	<i>“C, pois o carro para mas o corpo continua, como na lei da inércia”</i>
Grupo 5	<i>“C, pois assim como item C a força resultante é igual a zero, mas o passageiro continua em movimento, assim como a caçamba”</i>

Fonte: elaborado pelo autor.

É possível notar que todos os grupos relacionaram corretamente a observação experimental do Item C com o uso do cinto de segurança. Uma justificativa pareceu

um pouco confusa, caso do grupo 3, “*por que a velocidade irá parar*”, aparentemente referindo-se ao carro que para ao término de uma colisão enquanto o corpo continua em movimento.

O segundo resultado analisado é a pergunta 4, presente também no item c, ainda no 2º passo: “*Sintetize, quais as possíveis situações para um corpo quando a força resultante é igual a zero*”, em que, a partir das observações feitas no simulador até então esperava-se que os alunos descrevessem, em suma, a Primeira Lei de Newton.

No Quadro 3, apresentam-se as respostas dadas pelos 5 grupos, reproduzidas exatamente como escritas pelos alunos no roteiro entregue.

Quadro 3: respostas dos grupos para o Item C, pergunta 4.

Grupo 1	<i>“Quando a Força resultante é igual a zero em um não movimento é por estar parado antes e continuar parado depois. E quando a Força resultante é igual a zero em um movimento e porque antes estava em movimento e permanece em movimento”</i>
Grupo 2	<i>“Item b: a força resultante exercida sobre o objeto é 0N, mas, o objeto começa em repouso, então ele continua em repouso. Item c: a força resultante também é 0N, mas, já que o objeto começa em movimento, ele permanece em movimento já que não há nenhuma força atuante para pará-lo”</i>
Grupo 3	<i>“Se um corpo estava parado tende a continuar parado, já um corpo que estava em movimento tende a continuar em movimento”</i>
Grupo 4	<i>“No item b a força resultante é zero e não há movimento, isso ocorre, pois há 2 forças de mesmo módulo agindo em sentidos opostos. No item c ele permanece em movimento mesmo com a força resultante igual a zero, pois ele tende a permanecer em movimento”</i>
Grupo 5	<i>“Um corpo em movimento com a soma das forças igual a zero continua em movimento, já um corpo com $F_r = 0$ parado permanece parado”</i>

Fonte: elaborado pelo autor.

Observando cada uma das respostas dadas pelos grupos, podemos notar que todos foram capazes, com suas palavras, de descrever a Primeira Lei de Newton,

diferenciando os casos de um corpo em repouso, com força resultante nula e um corpo já em movimento com força resultante nula.

5.3.2 Descrição da Segunda Lei de Newton

Na análise dos resultados para a 2ª Lei de Newton, esperava-se que os alunos, através das observações realizadas no simulador, fossem capazes de notar a relação diretamente proporcional entre força resultante e aceleração, assim como descrito por Newton.

No Quadro 4, apresentam-se as respostas dadas pelos 5 grupos à pergunta 3 do item a, no 3º passo: “Você notou alguma relação entre força e aceleração para uma mesma massa? Se sim, é uma relação diretamente proporcional ou inversamente proporcional?”, que em suma questiona a relação de proporcionalidade entre força resultante a aceleração:

Quadro 4: respostas dos grupos para o 3º passo, item a, pergunta 3.

Grupo 1	<i>“Sim, é uma relação diretamente proporcional”</i>
Grupo 2	<i>“É diretamente proporcional, pois se aumenta a força, aumenta a aceleração”</i>
Grupo 3	<i>“Quando aumentamos a força sua aceleração também aumentou. Diretamente proporcional”</i>
Grupo 4	<i>“Sim, é uma relação diretamente proporcional, já que quando a força aumenta, a aceleração também aumenta”</i>
Grupo 5	<i>“Diretamente proporcional”</i>

Fonte: elaborado pelo autor.

É possível notar que todos os grupos foram capazes de observar a relação diretamente proporcional entre força resultante e aceleração, assim como descrito por Newton, em sua Segunda lei.

A seguir os grupos usaram a relação de proporcionalidade encontrada entre força e aceleração para calcular a massa de um corpo desconhecido na seguinte

pergunta 4 do item a: “Qual massa da caixa de presente”. Para isso eles usaram um cronometro de celular para determinar a variação da velocidade em um intervalo de tempo (aceleração) e assim obter, por meio de uma força escolhida, a massa do corpo. O resultado esperado é 50 kg, mas consideraram-se corretos também os valores próximos destes, uma vez que durante a atividade era necessário parar o simulador e o cronômetro do celular ao mesmo tempo, para não gerar erros de experimentação.

No Quadro 5, apresentam-se os resultados obtidos por cada um dos grupos

Quadro 5: respostas dos grupos para o 3º passo, item a, pergunta 4.

Grupo 1	“50 kg”
Grupo 2	“51,282 kg”
Grupo 3	“52,08 kg”
Grupo 4	“54,3 kg”
Grupo 5	“50 kg”

Fonte: elaborado pelo autor.

Todos os grupos resolveram corretamente a atividade e obtiveram um valor de massa dentro do aceitável para o contexto experimental. Os grupos 1 e 5 foram questionados a respeito da obtenção do valor exato, mesmo com as dificuldades de medir com precisão, ambos responderam que arredondaram os valores de tempo e velocidade. O professor aproveitou o fato para discutir com a sala os diferentes resultados que se pode obter experimentalmente, devido ao método, ou até mesmo a erros de experimentação.

5.4 Aula prática de construção de um dinamômetro

A aula prática foi muito bem aceita pelos alunos, sendo a atividade desenvolvida com a participação ativa de todos os membros dos grupos. No Quadro 6, apresentam-se os valores de constante elástica obtido por cada um dos grupos, por meio das medidas feitas com o dinamômetro construído pelos mesmos. Não foi possível obter o valor da constante elástica com a fabricante do elástico, o valor obtido pelo professor quando escreveu o roteiro e fez o experimento pela primeira vez foi de 160 N/m.

Quadro 6: constante elástica obtida por cada um dos grupos.

Grupo 1	"111 N/m"
Grupo 2	"37 N/m"
Grupo 3	"168 N/m"
Grupo 4	"163 N/m"

Fonte: elaborado pelo autor.

Os grupos 3 e 4 obtiveram valores bem próximos ao esperado pelo professor. O valor mais discrepante foi o apresentado pelo grupo 2, o que gerou um intenso debate em sala de aula.

Para tentar entender as discrepâncias nos valores de k , o professor rediscutiu cada um dos passos do roteiro com toda a sala e pediu para que cada grupo fizesse uma autocrítica, dando uma nota de 0 a 10, o 0 representando: "não seguiu cuidadosamente cada passo do roteiro", e o 10 representando "seguiu cuidadosamente cada passo do roteiro". A nota é resultado de uma discussão dos integrantes de cada grupo e um comum acordo, não representando assim a média das notas de cada membro.

A seguir o Quadro 7 apresenta os resultados obtidos:

Quadro 7: nota dada pelos grupos quanto à precisão das atividades do roteiro experimental

Grupo 1	8,0
Grupo 2	7,0
Grupo 3	7,0
Grupo 4	9,0

Fonte: elaborado pelo autor.

O grupo 2 que obteve o valor mais discrepante para a constante atribuiu para si mesmo a menor nota. Perguntados se a atribuição da nota foi influenciada pelo fato de ter obtido aquele resultado, o grupo não soube responder. O grupo 3, apesar de ter obtido um resultado próximo ao esperado, atribuiu a mesma nota do grupo 2. Nesse caso foi questionado o porquê de não terem atribuído uma nota maior e a

resposta foi no sentido de que alguns cuidados poderiam ter sido tomados durante a atividade.

Ao final dessa discussão, o professor levantou a importância de em uma atividade experimental, seguir com cuidado e precisão o roteiro, mas também salientou o fato de que é comum a obtenção de diferentes resultados, já que podem atuar fatores externos não considerados durante a experimentação, e que dessa forma o correto é repetir o experimento mais de uma vez.

A turma nunca havia realizado uma atividade experimental de Física.

5.5 Avaliação da sequência didática pelos alunos

Nessa seção apresentamos o resultado da pesquisa respondida pelos alunos ao final da última aula da sequência didática, que buscou aferir a opinião dos mesmos sobre cada uma das atividades realizadas e de suas respectivas importâncias dentro do aprendizado obtido ao final da sequência. O questionário pode ser encontrado no APÊNDICE E

No total, 20 alunos responderam o questionário e aqueles que não participaram de alguma atividade foram aconselhados a não responder a pergunta referente à mesma.

O Quadro 8 apresenta a média e consequente desvio padrão dos resultados obtidos:

Quadro 8: nota dada pelos alunos para cada uma das atividades da sequência didática

Aula 1: Levantamento dos conhecimentos prévios	$8,26 \pm 2,35$
Aula 2 e 3: Atividade de interpretação de texto	$8,05 \pm 2,20$
Aula 4 e 5: Atividade com simulador	$9,1 \pm 1,5$
Aula 6 e 7: Atividade experimental	$9 \pm 1,14$
Avaliação da sequência didática	$8,84 \pm 1,27$

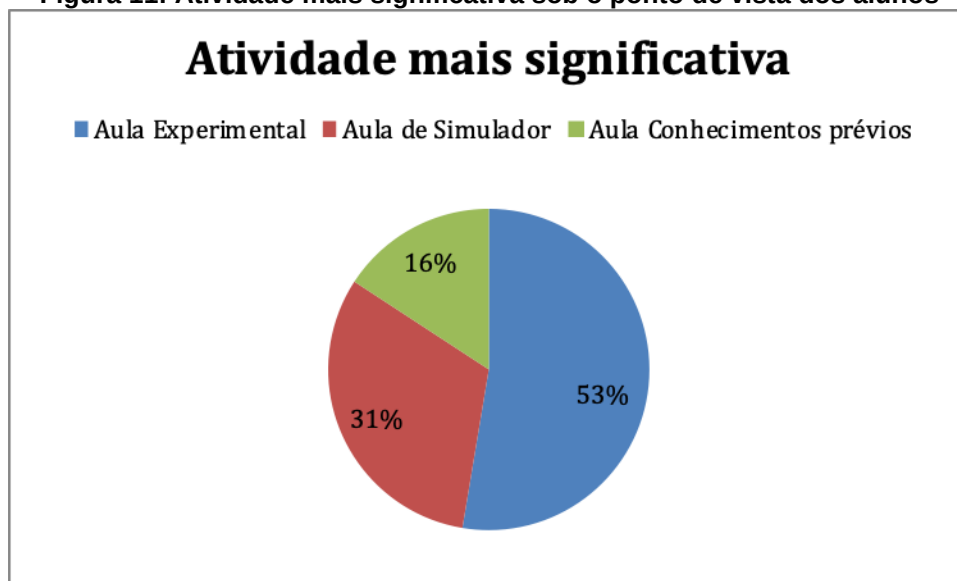
Fonte: elaborado pelo autor.

A afirmação feita para a obtenção da nota de “Avaliação da sequência didática” foi: “A sequência didática foi mais efetiva para a minha aprendizagem do que o modelo tradicional de aulas (apostila + resolução de exercícios)” e o resultado ($8,84 \pm 1,27$) nos permite observar que os alunos concluíram que sim.

5.5.1 Atividade mais significativa

No mesmo questionário foi requisitado que os alunos avaliassem dentro da sequência, aquela aula que considerou mais significativa para o seu aprendizado. A Figura 11 mostra a porcentagem de alunos que consideraram cada uma das atividades desenvolvidas na sequência mais significativa para seu aprendizado.

Figura 11: Atividade mais significativa sob o ponto de vista dos alunos



Fonte: elaborado pelo autor.

Há algumas observações importantes a se fazer sobre esse resultado. Primeiro ao fato de não haver nenhum voto para a atividade de interpretação de texto, no esquema de sala de aula invertida, o que a princípio não invalida o seu resultado na sequência e sim demonstra a preferência dos estudantes. A segunda observação está relacionada ao fato da atividade experimental ter obtido a maior porcentagem, mesmo com o intenso debate provocado, graças aos diferentes valores obtidos no seu resultado.

Capítulo 6

Conclusão

Com a análise das respostas das atividades propostas, além dos comentários em sala de aula, foi possível notar que os estudantes passaram por um aprendizado mecânico na primeira série do Ensino Médio, sendo capazes muitas vezes de descrever princípios, mas não de interpretá-los corretamente.

Assim, a sequência proposta apontou uma maneira distinta de se ensinar as Leis de Newton, e os resultados obtidos (respostas das atividades desenvolvidas) indicam indícios de aprendizagem significativa.

De acordo com a avaliação das atividades da sequência realizada pelos alunos, foi possível notar a forte tendência desses a se identificarem com as atividades experimentais, sejam elas construtivas ou via simuladores.

Por fim, é necessário que esses alunos sejam continuamente avaliados, para que nos tempos próximos, possa verificar-se mais profundamente a efetividade desta sequência didática. Além disso, a aplicação desta por outros professores, em outros contextos, pode vir a permitir uma melhor avaliação da mesma.

Referências Bibliográficas

ASSIS, A. **Mecânica relacional**. Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1. ed, Campinas: Coleção CLE. 1998.

ARAUJO, Renato Santos ; SANTOS, G. M. O. ; BARBOSA, C. C. S. ; JESUS, A. C. B. ; BRITO, D. M. S. ; MENEZES, M. P. A. F. ; SILVEIRA, W. S. ; RIBEIRO, T. N. . **As leis de Newton e do trânsito em uma sequência de ensino investigativa com enfoque CTS**. Revista Ciências & Ideias , v. 8, p. 227-236, 2017.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas. **Fablearn**, 2016. Disponível em: < https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_55.pdf>. Acesso em:08.fev.2020

BARRELO Junior, Nelson. **Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do ensino médio em uma sequência didática de física moderna**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Educação, São Paulo, 2012.

BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, UFSC, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

BEZERRA, D. P., et al. **A evolução do ensino da física–perspectiva docente**. *Scientia Plena*, 2009, 5.9.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares**. Brasília. 2012.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. 1997.

BUFFON, A. D. ; TEMPESTA, A. M. ; CARVALHO, B. C. ; MARTINS, M. R. . **Pedagogia Histórico-Crítica e Ensino de Física: uma Proposta de Sequência Didática**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC, 2015, Águas de Lindóia. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- X ENPEC, 2016.

CACHAPUZ, António, et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2005.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. E VALDÉS, P. **Papel de la actividad experimental en la educación científica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

COHEN, M. **Alunos no centro do conhecimento**. Disponível em: <<https://revistaeducacao.com.br/2017/04/18/foco-no-aluno/>>. Acesso em: 09.fev 2020

COSTA, A. **Ciências e Interação**. Curitiba: Positivo, p. 72, 2009

CRISTÓVÃO, Alexandre Martins. **Forças e movimento: proposta de atividades com simulações computacionais**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Araranguá, 2017

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_2/08-PE-5207.pdf> Acesso em: 01.fev.2020

FIASCA, A. B. A. ; QUIMA, L. C. ; BELMONTE, V.N. ; TAVARES, B. M. Aplicando metodologias ativas em aulas de relatividade restrita no ensino médio. **Researchgate**, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Bernardo_Tavares/publication/331535475_aplicando_metodologias_ativas_em_aulas_de_relatividade_restrita_no_ensino_medio/links/5c7f094c458515831f879f2b/aplicando-metodologias-ativas-em-aulas-de-relatividade-restrita-no-ensino-medio.pdf>. Acesso em 05.fev.2020.

FÍSICA. **Estudar**. Disponível em: https://estudar.com.vc/contentfiles/uploads/1371-Resumo_Oscilac%CC%A7o%CC%83es.original.pdf Acesso em: 10.fev.2020

FIOLHAIS, C., TRINDADE, J., **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, 2003.

Forças e Movimentos: Noções Básicas. Disponível em <https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html>. Acesso em 11 ago. 2019.

GREENBERG, Brian; HORN, Michael. **O modelo Rotação por Estações**. Khan Academy, 2014. Disponível em:<<http://goo.gl/vU3dX5>>. Acesso em: 07 set. 2019.

HALLIDAY, D., RESNICK R. e WALKER, J., **Fundamentos de Física**, 10. Ed. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **Fundamentos de Física**. 8. ed. Rio de Janeiro, 2009.

HALVERSON, E.; SHERIDAN, K. **The maker movement in education**. Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>> Acesso em: 08.fev.2020

LEÃO, K.S.A. ; SANTOS, B.M. **Tutorial: sala de aula invertida aplicada à lei da inércia**. Disponível em: <http://www2.ufac.br/mnpef/menu/produtos-eduacionais/KatiadaSilvaAlbuquerqueLeao.pdf>. Acesso em 07.fev.2020

Lei de Hooke. Disponível em < <https://www.todamateria.com.br/lei-de-hooke/>>. Acesso em 7 ago. 2019.

LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas da aritmética e álgebra para o século XXI**. Campinas. 2001.

LUIZ, Rodrigo de Lima. **Experimentos de eletrostática como metodologia de aprendizagem significativa**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018

MANTOVANI, Sergio Roberto. **Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2015

MENEZES, Luciene da Silva. **Sequência didática para aprendizagem ativa das Leis de Newton**. Dissertação (Pós-Graduação em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2016.

MIRAS, M. **Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios**. O construtivismo na sala de aula. São Paulo. 2006

MOREIRA, M. A. **¿Al final qué es aprendizaje significativo?** Currículum, La Laguna, v. 25, p. 29-56.

MOREIRA, M. A; MASINI, E. F. S. (2006.) **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo. 2006.

MOURA, F. A.; MANDARINO, P. H. P. **Ensino de Física por Investigação: relato de caso sobre uma sequência didática de aulas experimentais no ensino de empuxo**. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, 2., 2017, Campina Grande. Anais do II CONAPESC. Campina Grande: Editora Realize, 2017. v. 1, p. 1 - 3.

Movimento Circular Uniformemente Variado. Disponível em <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/mc2.php>>. Acesso em 17 ago. 2019.

MUNDO ESTRANHO. **Como Funciona O Cinto De Segurança?**. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-cinto-de-seguranca/>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

NARDI, R. **Pesquisas em ensino de física**. São Paulo. 1998.

NEWTON, I. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**. Tradução de J. Resina Rodrigues. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

NUSSENZVEIG H. Moysés. **Curso de Física Básica 1: Mecânica**. 4a ed. Editora Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, M. G.; PONTES, L. **Metodologia ativa no processo de aprendizado do conceito de cuidar: um relato de experiência**. X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011. Acesso em: 14 de agosto de 2019.

PELIZZARI, A. **Teoria Da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. Metodologia de Ensino em Química, 2013.

PERETTI, Lisiane; TONIN DA COSTA, Gisele Maria. **Sequência didática na matemática**. Revista de Educação do Ideau, Alto Uruguai, v. 8, n. 17, p. 1-14, 2013.

REIS, Ueslei V. ; REIS, J. C. de O. . **Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v. 33, p. 744-778, 2016.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias, v. 4, n. 1, 2005.

SANTOS, W.L.P.S e MORTIMER, E.F., **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. Ciência e Educação, v.7, n. 1, p.95-111, 2001.

SILVA JÚNIOR, J. **Exercício Sobre as Leis de Newton**. Disponível em <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-as-leis-newton.htm>>. Acesso em 3 ago. 2019.

_____. **Leis de Newton**. Disponível em <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/leis-newton.html>>. Acesso em 23 ago. 2019.

SILVA, D. **Campo Gravitacional**. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/campo-gravitacional.htm>>. Acesso em 12 ago. 2019.

SILVA, S. C. R; SCHIRLO, A. C. **Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social**. Imagem da Educação, v. 4, p. 36-42, 2014.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação; PIETROCOLA, Mauricio. **Do visível ao indivisível: uma proposta de física de partículas elementares para o ensino médio**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SOUZA, Renatto Barbosa de. **Interação das radiações eletromagnéticas com a matéria: conceitos de física moderna propelidos por jogos pedagógicos em um pano de fundo clássico.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2019.

SOUZA, T. C. F. **Avaliação do ensino de física: um compromisso com a aprendizagem.** Passo Fundo. 2002.

VALENTE, J. A. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista, n. 4, p. 79-97, 2014.

WILLIAM Glasser.**PPD**,2017. Disponível em:<<http://www.ppd.net.br/william-glasser/>>.Acesso em:09.fev.2020

ZABALA, Antoni. **A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem.** p. 18 , 1998.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO TRABALHADO NA AULA 1

Responda as questões a seguir na folha em branco que acompanha esse questionário.

1) No nosso dia a dia vivemos cercados de conceitos físicos relacionados ao movimento. Por exemplo, quando avistamos um carro relativamente próximo e queremos atravessar a rua antes de sua passagem, devemos andar mais rápido do que fazemos comumente. Qual a grandeza física relacionada a este fato? Como você a define?

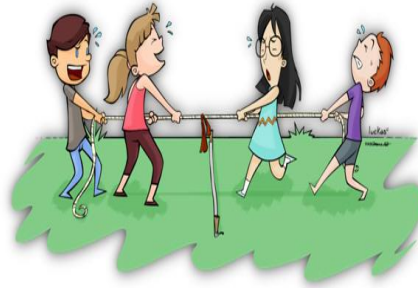
2) O uso do celular ao volante pode causar sérios riscos ao motorista e as pessoas que trafegam pela rua. Um motorista desatento leva um tempo maior de reação e no caso de uma emergência certamente demorará mais para começar a frear o seu veículo. O ato de frear um veículo provoca alteração em sua velocidade, qual a grandeza física que está envolvida nessa alteração? Como você a define?

3) É perceptível que os diferentes tipos de objetos, quando comparados, possuem maior ou menor facilidade para se movimentar, ou até mesmo deixar de se movimentar. Qual a grandeza física que facilita ou dificulta o movimento de um objeto?

4) As grandezas físicas podem ser classificadas de duas formas, sendo elas as escalares quando apenas um valor numérico (módulo ou intensidade) é capaz de defini-las, ou vetoriais quando é necessário além do valor numérico uma direção (horizontal, vertical entre outras) e um sentido (direita para esquerda por exemplo). Classifique as grandezas das questões anteriores em escalar ou vetorial.

5) As forças são grandezas físicas presentes no nosso cotidiano de diversas maneiras e por isso são classificadas de acordo com a situação. Nas figuras a seguir classifique as forças, de acordo com seu conhecimento





Respostas esperadas:

- 1- Espera-se que o aluno conceitue velocidade, ou até mesmo aceleração, com suas próprias palavras.
- 2- Espera-se que o aluno conceitue aceleração e explique como a mesma influencia no movimento.
- 3- Espera-se que o aluno conceitue massa, com suas próprias palavras.
- 4- Vetoriais: velocidade, aceleração.
Escalar: massa.
- 5- Na sequência: peso, atrito, empuxo e tração.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA AULA 2 E 3

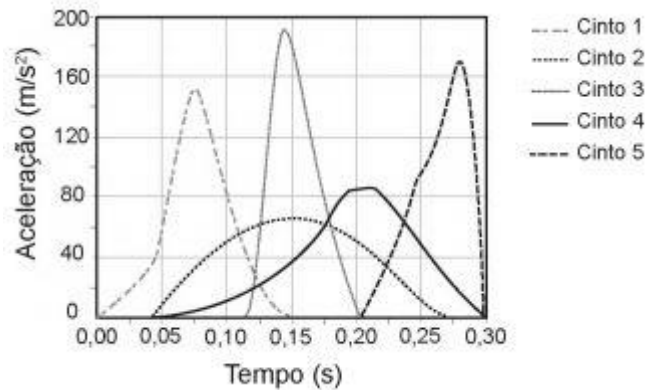
Responda as questões a seguir na folha em branco que acompanha esse questionário:

1) Na leitura do texto você pode observar que o autor exemplifica a situação de uma colisão sem sinto de segurança, fazendo uma comparação com o tamanho do impacto sofrido por uma pessoa de 80 Kg com e sem o dispositivo. Para você, o quanto a massa do passageiro do veículo influencia nessa situação? Você acredita que um passageiro sob as mesmas condições, mas com uma massa maior, sofreria um impacto menor ou maior?

2) Imagine um carro a 50 Km/h. Independentemente de o condutor estar ou não usando cinto de segurança, para que em uma colisão o corpo dele pare completamente o mesmo terá que sofrer uma igual desaceleração, ou seja, terá que ter velocidade final reduzida a zero. Dessa forma, como você acredita que o cinto de segurança tem algum efeito prático comparado ao seu não uso?

3) Assistindo o vídeo, você pode observar que nos testes de colisão os bonecos são arremessados em direção ao para brisa do carro quando não estão com o sinto de segurança. Você consegue imaginar o porquê isso ocorre, se uma vez que na colisão o veículo para, por que o passageiro continua em movimento?

4) (ENEM 2017) Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

5- O vídeo trata de mais um item de segurança além do cinto, que é o Air Bag. Quanto à proteção do passageiro, como esse equipamento se diferencia do cinto de segurança? De que forma ele torna a colisão mais segura?

Respostas esperadas:

1- Nessa questão, esperava-se que o aluno percebesse que corpos com massa maior que 80 Kg, sofreriam um impacto maior em uma possível colisão, graças à necessidade de uma força maior para reduzir sua velocidade. É importante notar que até então não havia sido definida as Leis de Newton.

2- Nesse item esperava-se que o aluno respondesse a respeito da capacidade do cinto de desacelerar o corpo do passageiro de forma mais suave, em comparação com o que aconteceria em uma situação em que o mesmo fosse arremessado no para brisa.

3- Dessa vez o esperado era que o aluno usasse seu conhecimento de mundo, além dos prévios a respeito de Leis de Newton para explicar o fato de o corpo permanecer em movimento.

4- item b.

5- Aqui entende-se que o aluno deve diferenciar o air bag do cinto de segurança pelo fato do primeiro ser capaz de absorver o impacto da colisão, mesmo com o uso do cinto de segurança.

APÊNDICE C – ROTEIRO PARA A AULA 4 E 5

Todas as perguntas que acompanham o roteiro devem ser respondidas na folha em branco entregue em conjunto

Desvendando as Leis de Newton

As descobertas científicas não ocorrem por acaso, elas são fruto da dedicação de pesquisadores que levam anos observando situações, formulando hipóteses e testando as mesmas através de experimentos.

Não foi diferente com Isaac Newton que em 1687 publicou a obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, onde entre outras descobertas, descreveu as Três Leis de Newton, que fundamentaram a Mecânica Clássica e é hoje o objeto de estudo da nossa aula.

Através desse roteiro nós faremos experimentações no simulador virtual com o objetivo de obter as mesmas conclusões de Newton.

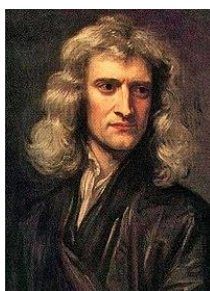


Figura 1: Pintura da fisionomia de Isaac Newton.

- **1º Passo: Acesso ao simulador**

Abra um navegador de sua preferência e acesse o link: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html.

Você está na interface do simulador “Forças e Movimento: Noções Básicas”, que simula uma brincadeira de cabo de guerra.

Familiarize-se com o simulador, observe todas as ferramentas, as caixas que podem ser preenchidas, possibilitando a observação do vetor força além da velocidade. Observe a figura a seguir

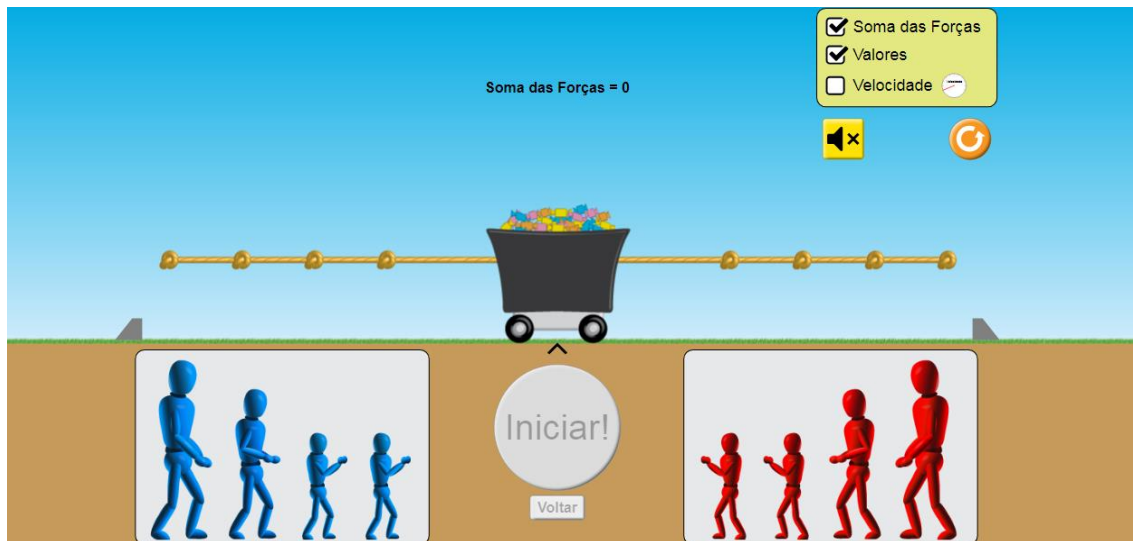


Figura 2: Interface do simulador “Forças e Movimento: Noções Básicas”.

- **2º Passo:** O uso do cinto de segurança e a 1ª Lei de Newton

Quando, nas aulas anteriores, você leu o texto e viu o vídeo sobre o uso do cinto de segurança, percebeu que o dispositivo é um item de extrema importância em um veículo, pois impede em uma colisão que o passageiro seja projetado em direção ao para brisa do carro.

Você pode não imaginar, mas isso tem tudo a ver com a 1ª Lei de Newton, como descobrirá agora.



Figura 3: Boneco arremessado devido à falta do cinto de segurança.

a) Seleção de um boneco no simulador

Escolha um boneco da cor vermelha no simulador e coloque do lado direito do cabo de guerra, a exemplo da figura a seguir:

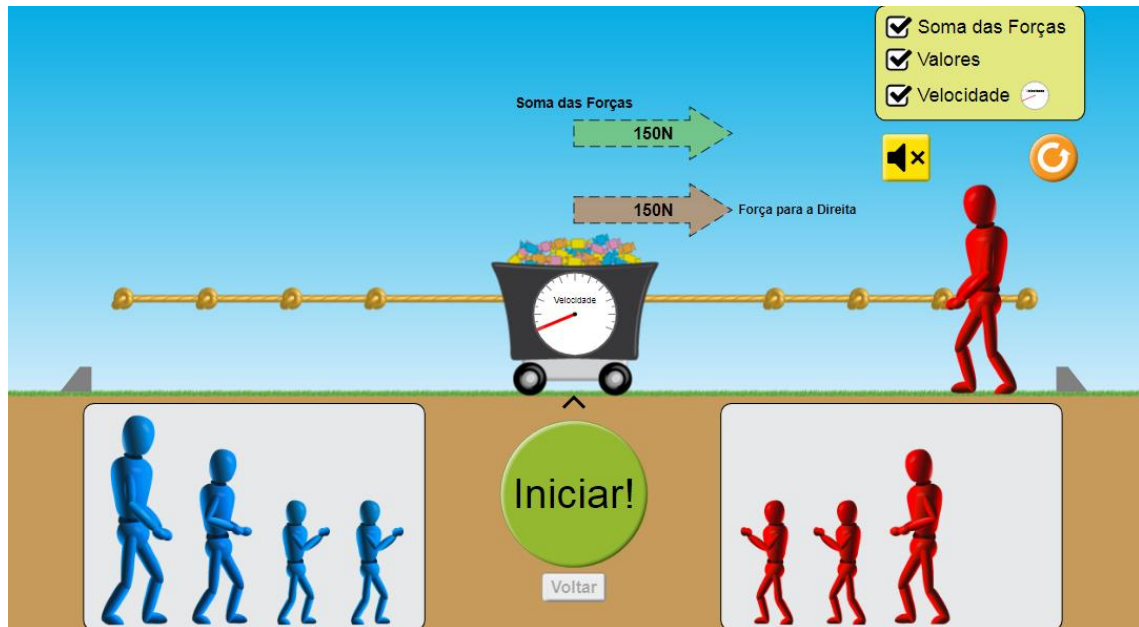


Figura 4: Força resultante para a direita.

Dê início ao simulador e responda as perguntas:

- 1) Qual a força resultante sobre o carrinho?
- 2) O carrinho se movimenta? Para qual sentido? O que ocorre com sua velocidade?

Respondida as duas perguntas, reinicie o simulador.

b) Dois bonecos de igual força de lados opostos, com corpo inicialmente em repouso

Agora você terá dois bonecos de igual força um de cada lado do cabo de guerra, a exemplo da figura a seguir:

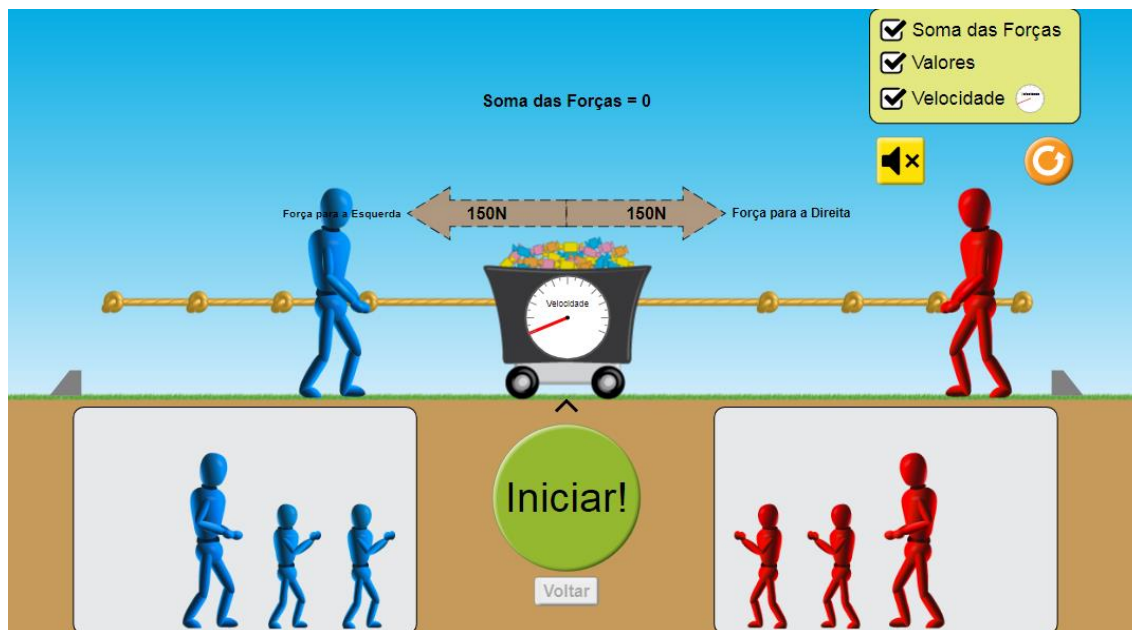


Figura 5: Força resultante igual a zero, corpo inicialmente em repouso.

Dê início ao simulador e responda as perguntas:

- 1) Qual a força resultante sobre o carrinho?
- 2) O carrinho se movimenta? Se sim, para qual sentido?

Respondida as duas perguntas, reinicie o simulador

c) Dois bonecos de igual força de lados opostos, com corpo inicialmente em movimento

Agora você terá dois bonecos de igual força um de cada lado do cabo de guerra, com a diferença que inicialmente o carrinho estará em movimento.

Como fazer isso?

Escolha um boneco, deixe a força resultante diferente de zero e inicie o simulador (assim como no item a). Imediatamente depois pare o simulador, não reinicie, e coloque um boneco de mesma força do lado oposto, para que a força resultante seja igual a zero. Repara um exemplo na figura.



Figura 6: Força resultante igual a zero, corpo inicialmente em movimento.

Inicie o simulador novamente e responda as perguntas:

- 1) O que ocorre com o carrinho, quando o mesmo já está em movimento e a força resultante é igual a zero? Há alteração na sua velocidade?
- 2) Algum dos resultados, item **a**, **b** ou **c**, te surpreendeu? Se sim, qual deles?
- 3) Qual dos itens, **a**, **b**, ou **c**, exemplifica o que ocorre com o passageiro na ausência de cinto de segurança, em uma possível colisão? Justifique!
- 4) Sintetize, quais as possíveis situações para um corpo quando a força resultante é igual a zero (item **b** e **c**), você estará descrevendo a **1º Lei de Newton**.

- **3º Passo: A 2º Lei de Newton e a determinação da aceleração**

Agora que você já conhece a 1º Lei de Newton, chegou à hora de descobrirmos a segunda

No mesmo simulador, entre na aba de baixo que está escrito “Movimento” e uma nova interface irá surgir, observe na figura

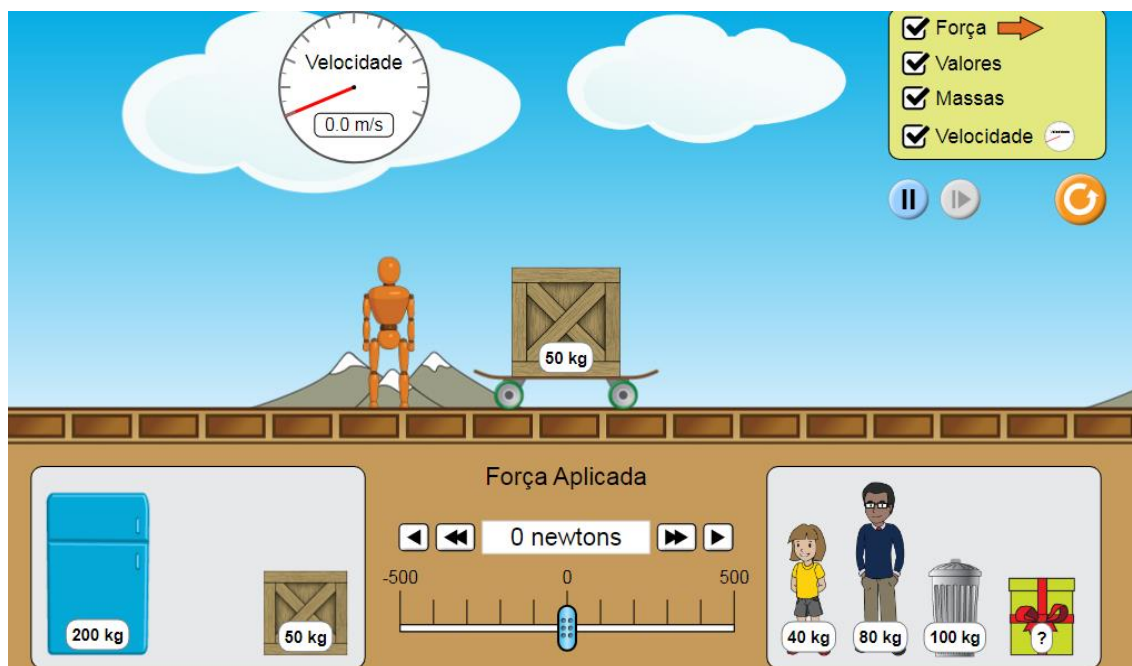


Figura 7: Interface da aba “movimento” do simulador.

a) Cálculo da aceleração da caixa de 50 Kg

Selecione todas as caixas para obter valores de massa e velocidade no simulador

Agora coloque a caixa de massa igual a 50 Kg em cima do skate e selecione a força de 100 N

Inicie ao mesmo tempo o simulador e um cronômetro (pode ser o do seu celular), parando os dois depois de 10 segundos.

Agora responda as perguntas:

1) Qual foi a aceleração do skate, sabendo que a mesma é calculada pela razão da variação da velocidade e variação do tempo? (aproxime seu resultado final, pode haver erros devido a diferença de parada do simulador e do cronômetro)

2) Faça um novo teste, para a mesma caixa, mude o valor da força (para mais ou menos) e observe o que ocorre com a aceleração. Descreva na resposta dessa questão

3) Você notou alguma relação entre força e aceleração para uma mesma massa? Se sim, é uma relação diretamente proporcional ou inversamente proporcional? A resposta correta é nada mais que a **2º Lei de Newton**

4) Agora que você já conhece a **2º Lei de Newton**, calcule o valor da massa da caixa de presentes.

- **4º Passo:** Agora vamos discutir no quadro, a **3º Lei de Newton**.

Respostas esperadas:

2º Passo: item a

- 1) 150 N para a direita
- 2) Movimenta-se para a direita, com velocidade crescente

2º Passo: item b

- 1) Zero
- 2) Repouso

2º Passo: item c

- 1) Continua em movimento. Velocidade permanece constante.
- 2) Resposta individual.
- 3) Item c. Como a força resultante sobre o passageiro é zero, ele permanece em movimento.
- 4) Quando a força resultante sobre um corpo é zero, ele permanece em repouso, se assim estava, ou em movimento retilíneo uniforme, se estava em movimento.

3º Passo: item a

- 1) $a = 2\text{m/s}^2$
- 2) O aluno deve perceber que se aumentar a força resultante, aumenta a aceleração e que se diminuir a força resultante diminui a aceleração
- 3) Relação diretamente proporcional
- 4) 50 kg

APÊNDICE D – ROTEIRO DAS AULAS EXPERIMENTAIS 6 E 7

CONSTRUÇÃO DE UM DINAMÔMETRO.

Materiais Necessários:

- Elástico de látex;
- 60 cm de barbante;
- Tesoura;
- Um copo plástico de iogurte;
- Bolas de gude de massa conhecida;
- Régua graduada de 30 cm;
- Fita adesiva;
- Um palito de dente.

Montagem do dinamômetro

- 1) Divida o barbante em três pedaços de 20 cm, cada;
- 2) Amarre um pedaço em cada furo do copo plástico;
- 3) Junte as extremidades dos barbantes e dê um nó, de modo que o copo fique bem equilibrado;
- 4) Amarre uma das extremidades do elástico no ponto de junção dos barbantes (nó);



5) Ainda nesse ponto, fixe um palito de dentes perpendicularmente ao elástico usando uma fita adesiva, de forma a obter um ponteiro;



6) Com uma fita adesiva, fixe bem a outra extremidade do elástico em algum local que mantenha o conjunto na vertical;

7. Prenda a régua ao lado do conjunto de forma que o ponteiro aponte para o ponto 0.

Calibragem do dinamômetro

Pegue duas bolas de gude de massa conhecida e insira no potinho do dinamômetro, anote a posição do ponteiro, esse valor será sua referência para todas as medidas a diante.

Realizando medidas

Agora preencha a tabela mostrando a posição do ponteiro e a referida massa de cada um dos objetos a seguir:

Material	Variação da Posição do Ponteiro (mm)	Massa (kg)	Peso (N)
Borracha			
Apagador			
Lápis			
Tesoura			
Grampeador			

Encontrando a constante elástica do látex.

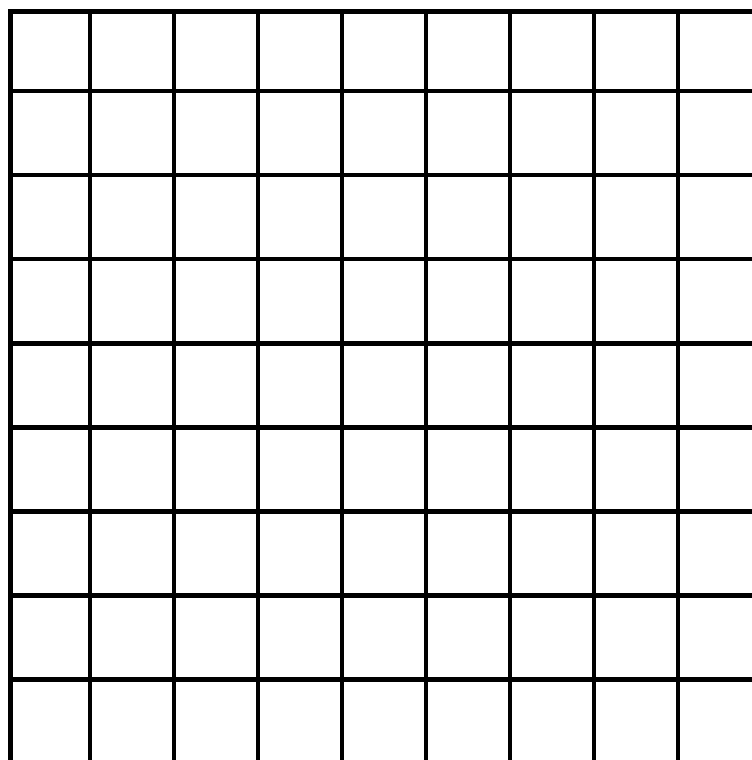
A força elástica é dada pela equação $F = kx$, onde F representa a força que distende o corpo elástico, x a distensão do corpo em metros e k a constante elástica do material que constitui o corpo.

1) No dinamômetro que você construiu, que força faz o papel da força elástica?

2) Use diagrama a seguir e construa um gráfico que representa a força elástica em função da distensão do elástico. Faça isso com os pontos que você encontrou no seu experimento.

3) Obtenha a partir do gráfico, utilizando a inclinação da reta, o valor da constante elástica do látex

4) Observe o fato de se tratar de uma associação paralela de molas



Respostas Esperadas:

- 1) Força peso
- 2) Resposta individual
- 3) Valores próximo de 50 N/m

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELOS ALUNO

Para cada afirmação utilize valores entre zero e dez. A nota mínima representa **discorda totalmente** e a nota máxima representa **concordo totalmente**.

1- O levantamento dos conhecimentos prévios (1º aula) retomou conceitos que foram importantes para o aprendizado do conteúdo.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Não sei responder

2- A atividade desenvolvida em casa (aula 2 e 3) possibilitou uma inserção maior no assunto trabalhado na sequência.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

- 10
- Não sei responder

3- A atividade desenvolvida com o simulador possibilitou o amplo entendimento das Leis de Newton.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Não sei responder

4- A aula experimental permitiu a aplicação, com clareza, dos conceitos vistos até então.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Não sei responder

5- A sequência didática foi mais efetiva para a minha aprendizagem do que o modelo tradicional de aulas (apostila + resolução de exercícios).

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Não sei responder

6- Dentre as atividades realizadas ao longo da sequência didática, qual você considera a mais significativa para a sua aprendizagem?

- a) Aula com questionário de conhecimentos prévios
- b) Aula de interpretação de texto e vídeo
- c) Aula de Simulador
- d) Aula experimental

APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL

 MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" Campus Presidente Prudente	 SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
--	---	--

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON

Produto desenvolvido durante a realização do Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Discente: Victor Caetano

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Benites Aoki

Presidente Prudente
Março de 2020

VICTOR CAETANO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON**

Produto desenvolvido durante a realização do Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Benites Aoki

Presidente Prudente
Março 2020

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - Apresentação da sequência didática.....	2
CAPÍTULO 2 - Aula 1: Levantamento dos conhecimentos prévios	4
2.1 Questionário para aula 1.....	4
CAPÍTULO 3 - Aulas 2 e 3: Organizador prévio	7
3.1 Texto e link sobre o funcionamento do cinto de segurança	7
3.2 Questionário para aula 2.....	9
CAPÍTULO 4 - Aulas 4 e 5: Atividade experimental com simulador	12
4.1 Roteiro para as aulas 4 e 5.....	12
CAPÍTULO 5 - Aulas 6 e 7: Atividade prática de construção de um dinamômetro	19
5.1 Roteiro das aulas experimentais 6 e 7.....	19
CAPÍTULO 6 - Avaliação.....	23

INTRODUÇÃO

Prezado (a) professor

Esta sequência didática é resultado de uma pesquisa de dois anos, que desenvolvi como aluno do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Estadual Paulista (UNESP), mais precisamente na Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), campus de Presidente Prudente.

Este material aborda um dos assuntos que considero de grande complexidade no ensino da física, as Leis de Newton. Apresento alternativas ao modelo tradicional de aulas que acredito ainda ser uma ferramenta importante, mas que sozinho não atinge o objetivo de uma aprendizagem significativa. Dessa forma, as aulas que planejei e o material que desenvolvi são todos baseados em metodologias ativas de ensino, aulas práticas e experimentos simulados.

Não tenho a pretensão de apontar a melhor abordagem, ou as melhores metodologias para o ensino desse conteúdo, mas sim colaborar com a sua aula, através da minha experiência e dos materiais que produzi, pois nós professores sabemos muito bem que cada escola, cada sala de aula tem o seu contexto sócio cultural e a adaptação nossa e do nosso material é indispensável para atingir nossos objetivos.

CAPÍTULO 1 - Apresentação da sequência didática

Esta sequência didática foi desenvolvida segundo o referencial da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausebel e destina-se aos alunos da 1ª série do Ensino Médio, de acordo com o Currículo do Estado de São Paulo, mas pode também ser trabalhada, sem prejuízos, na 2ª e 3ª séries do Ensino Médio.

Tema: Dinâmica

Objetivo: Possibilitar, através de metodologias ativas de ensino, a aprendizagem significativa das Leis de Newton.

Duração: 7 aulas de 50 minutos

Conteúdo: 1ª Lei de Newton (Princípio da Inércia); 2ª Lei de Newton (Princípio da Dinâmica) e 3ª Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação).

Competências e habilidades:

- Relacionar e calcular grandezas que caracterizam movimentos
- Reconhecer causas da variação de movimentos associadas a forças e ao tempo de duração das interações
- Prever e avaliar situações cotidianas que envolvam movimentos, utilizando as Leis de Newton

A seguir apresento de maneira sintetizada, no Quadro 1, as aulas da sequência didática com o conteúdo trabalhado e as metodologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento deste conteúdo. Logo em seguida discutirei cada uma das aulas, e anexarei os textos, questionários e roteiros experimentais produzidos.

Quadro 9: Sequência didática sintetizada

Sequência didática		
Aulas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
Aula 1 (1 aula)	Levantamento dos conhecimentos prévios: checagem dos subsunçores necessários à aprendizagem significativa das Leis de Newton.	Questionário a ser respondido pelos alunos e debatido pelo professor.
Aula 2 (2 aulas)	Organizador prévio: aula de interpretação de texto e análise de vídeo, para atrair a atenção para o assunto a ser tratado.	Sala de aula invertida. Leitura e interpretação de texto em casa. Resolução do questionário, esse discutido em sala de aula.
Aula 3 (2 aulas)	Definição das três Leis de Newton através de simulações.	Aula experimental com simulador. Roteiro contextualizado que permite ao aluno descrever as três Leis com base nos resultados do simulador que pode observar.
Aula 4 (2 aulas)	Determinação da constante elástica do elástico de látex. Exemplo prático de aplicação das Leis de Newton	Aula experimental construtivista. Através do roteiro os estudantes podem construir um gráfico de força e distensão, obtendo a constante elástica do látex

CAPÍTULO 2 - Aula 1: Levantamento dos conhecimentos prévios

O primeiro encontro tem como objetivo o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Na prática o professor fará uma atividade que o permita observar se os estudantes dominam os conceitos necessários (subsunçores) para a aprendizagem das Leis de Newton.

O questionário que proponho traz algumas situações que nos possibilitam observar se os alunos dominam os conceitos de velocidade, massa, aceleração, vetores e força. Assim, a proposta é de que, após a aplicação do questionário, o professor debata intensamente com os alunos cada uma das questões apresentadas, permitindo assim a mais possível homogeneidade entre eles.

2.1 Questionário para aula 1

Responda as questões a seguir na folha em branco que acompanha esse questionário.

1) No nosso dia a dia vivemos cercados de conceitos físicos relacionados ao movimento. Por exemplo, quando avistamos um carro relativamente próximo e queremos atravessar a rua antes de sua passagem, devemos andar mais rápido do que fazemos comumente. Qual a grandeza física relacionada a este fato? Como você a define?

2) O uso do celular ao volante pode causar sérios riscos ao motorista e as pessoas que trafegam pela rua. Um motorista desatento leva um tempo maior de reação e no caso de uma emergência certamente demorará mais para começar a frear o seu veículo. O ato de frear um veículo provoca alteração em sua velocidade, qual a grandeza física que está envolvida nessa alteração? Como você a define?

3) É perceptível que os diferentes tipos de objetos, quando comparados, possuem maior ou menor facilidade para se movimentar, ou até mesmo deixar de se movimentar. Qual a grandeza física que facilita ou dificulta o movimento de um objeto?

4) As grandezas físicas podem ser classificadas de duas formas, sendo elas as escalares quando apenas um valor numérico (módulo ou intensidade) é capaz de defini-las, ou vetoriais quando é necessário além do valor numérico uma direção (horizontal, vertical entre outras) e um sentido (direita para esquerda por exemplo). Classifique as grandezas das questões anteriores em escalar ou vetorial.

5) As forças são grandezas físicas presentes no nosso cotidiano de diversas maneiras e por isso são classificadas de acordo com a situação. Nas figuras a seguir classifique as forças, de acordo com seu conhecimento



Respostas esperadas:

1- Espera-se que o aluno conceitue velocidade, ou até mesmo aceleração, com suas próprias palavras.

2- Espera-se que o aluno conceitue aceleração e explique como a mesma influencia no movimento.

3- Espera-se que o aluno conceitue massa, com suas próprias palavras.

4- Vetoriais: velocidade, aceleração.

Escalar: massa.

5- Na sequência: peso, atrito, empuxo e tração.

CAPÍTULO 3 - Aulas 2 e 3: Organizador prévio

O principal objetivo dessa aula é chamar a atenção para o assunto que será tratado, demonstrando através de exemplos práticos a importância de se entender os conceitos que serão ensinados ao longo da sequência didática. Sendo assim, escolhi nessa aula trabalhar a importância do cinto de segurança e o desenvolvimento da tecnologia do airbag.

A metodologia escolhida para essa aula foi a da sala de aula invertida. Ao final da aula anterior, deve ser entregue um material para os alunos que contém um texto sobre o funcionamento do cinto de segurança e um link de um vídeo sobre testes de segurança com airbag. Junto a esse material também será entregue um questionário a ser respondido para ser debatido no próximo encontro.

A metodologia de sala de aula invertida exige a participação ativa dos estudantes, é importante que o professor os motive para tal. No dia do debate a participação do professor deve ser no sentido de fazer a ponte entre o que foi estudado em casa e o que será visto na continuidade da sequência didática. Atenção professor: sugiro que não apresente nessa aula as definições da Leis de Newton, essa atitude pode prejudicar o desenvolvimento da próxima aula

3.1 Texto e link sobre o funcionamento do cinto de segurança

Leia a seguir o texto que trata do funcionamento do cinto de segurança, retirando do link: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-cinto-de-seguranca/>

Como funciona o cinto de segurança?

O modelo mais sensível de cinto trava não só quando o carro leva um tranco poderoso, como também em freadas menos bruscas. Para que isso aconteça, basta que algum tipo de abalo seja sentido pela parte do cinto que a gente não vê – que fica enrolada como um carretel nas laterais do carro, perto da parte inferior das portas. Quando isso ocorre, a freada faz acionar um pino, que por sua vez dispara o sistema de travamento, brecando o cinto. Todo mundo já está careca de saber da importância de usar esse dispositivo de segurança, mas não custa reforçar com um exemplo concreto. Se uma pessoa de 80 quilos estiver sem cinto e bater o carro a 50 km/h, seu

corpo é arremessado para frente com uma força equivalente a 12 toneladas! A vantagem do cinto é que ele dissipa essa força ao se esticar um pouco durante o impacto, fazendo a pressão do corpo contra ele cair para 2 toneladas. O tranco pode até machucar, mas você tem muito mais chance de sair vivo!

Mecânica da proteção.

Conjunto de encaixes garante a eficiência do dispositivo

1. SITUAÇÃO NORMAL:

A parte do cinto que a gente não vê fica enrolada como uma bobina em volta de uma roda dentada. Quando alguém puxa o cinto para a frente, uma mola em volta da roda é esticada, mantendo o cinto firme. Quando a gente desprende o cinto, a mola volta à posição de origem e faz o rolamento girar no sentido contrário, “rebobinando” o cinto.

2. INÍCIO DA FREADA:

Quando ocorre uma batida ou uma freada, entra em ação o pino de travamento, cuja função é disparar o processo que breca o cinto. Nos trancos violentos, o cinto é puxado e a roda dentada gira bem rápido. O movimento veloz da roda cria uma força centrífuga que faz o pino saltar para fora da circunferência da roda dentada.

3. CINTO TRAVADO:

O pino saltado empurra uma barra (em verde) ligada a outro pino deslizante. Essa estrutura, por sua vez, está conectada à peça responsável pelo tranco efetivo do cinto (em laranja). No passo final, o pino deslizante desloca a peça laranja, que bate na roda dentada do rolamento. Quando isso acontece, os dentes se encaixam na peça e o cinto trava.

Agora que você já sabe um pouco sobre cinto de segurança, assista o vídeo **“Olha para que serve o cinto de segurança e o AirBag!”**, que pode ser encontrado no link : <https://www.youtube.com/watch?v=1WPkBAHm7l8> e responda as questões do questionário que você recebeu.

3.2 Questionário para aula 2.

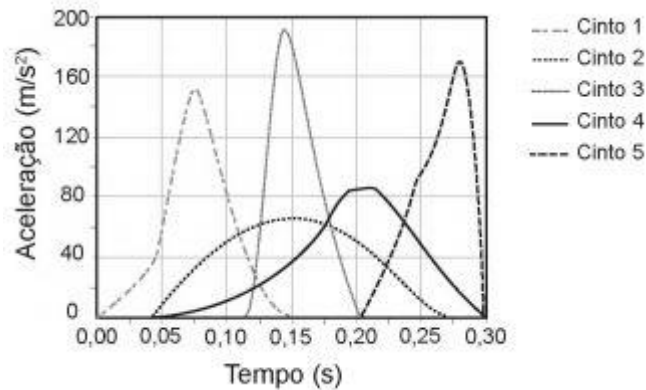
Responda as questões a seguir na folha em branco que acompanha esse questionário:

Na leitura do texto você pode observar que o autor exemplifica a situação de uma colisão sem sinto de segurança, fazendo uma comparação com o tamanho do impacto sofrido por uma pessoa de 80 Kg com e sem o dispositivo. Para você, o quanto a massa do passageiro do veículo influencia nessa situação? Você acredita que um passageiro sob as mesmas condições, mas com uma massa maior, sofreria um impacto menor ou maior?

2) Imagine um carro a 50 Km/h. Independentemente de o condutor estar ou não usando cinto de segurança, para que em uma colisão o corpo dele pare completamente o mesmo terá que sofrer uma igual desaceleração, ou seja, terá que ter velocidade final reduzida a zero. Dessa forma, como você acredita que o cinto de segurança tem algum efeito prático comparado ao seu não uso?

3) Assistindo o vídeo, você pode observar que nos testes de colisão os bonecos são arremessados em direção ao para brisa do carro quando não estão com o sinto de segurança. Você consegue imaginar o porquê isso ocorre, se uma vez que na colisão o veículo para, por que o passageiro continua em movimento?

4) (ENEM 2017) Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

5- O vídeo trata de mais um item de segurança além do cinto, que é o Air Bag. Quanto à proteção do passageiro, como esse equipamento se diferencia do cinto de segurança? De que forma ele torna a colisão mais segura?

Respostas esperadas:

1- Nessa questão, esperava-se que o aluno percebesse que corpos com massa maior que 80 Kg, sofreriam um impacto maior em uma possível colisão, graças à necessidade de uma força maior para reduzir sua velocidade. É importante notar que até então não havia sido definida as Leis de Newton.

2- Nesse item esperava-se que o aluno respondesse a respeito da capacidade do cinto de desacelerar o corpo do passageiro de forma mais suave, em comparação com o que aconteceria em uma situação em que o mesmo fosse arremessado no para brisa.

3- Dessa vez o esperado era que o aluno usasse seu conhecimento de mundo, além dos prévios a respeito de Leis de Newton para explicar o fato de o corpo permanecer em movimento.

4- item b.

5- Aqui entende-se que o aluno deve diferenciar o air bag do cinto de segurança pelo fato do primeiro ser capaz de absorver o impacto da colisão, mesmo com o uso do cinto de segurança.

CAPÍTULO 4 - Aulas 4 e 5: Atividade experimental com simulador

Chegou a hora de definir as Leis de Newton. Mas nessa aula quem fará isso serão os seus alunos. Para isso você pode utilizar o roteiro contextualizado que escrevi, onde a partir de um simulador eles farão testes guiados pelo roteiro e a medida que avançarem nesses testes estarão definindo as Leis de Newton.

Você não precisará necessariamente de uma sala de informática, o simulador pode ser acessado pelo celular, o uso de dados é baixo o que possibilita o acesso com a internet da operadora. Sugiro separar a turma em grupos, pois o roteiro foi desenvolvido para promover a integração dos alunos e gerar debate.

Nessa atividade a participação do professor deve ser mínima, esperando todos os grupos finalizarem o roteiro para aí então discutir os resultados obtidos.

4.1 Roteiro para as aulas 4 e 5

Todas as perguntas que acompanham o roteiro devem ser respondidas na folha em branco entregue em conjunto.

Desvendando as Leis de Newton

As descobertas científicas não ocorrem por acaso, elas são fruto da dedicação de pesquisadores que levam anos observando situações, formulando hipóteses e testando as mesmas através de experimentos.

Não foi diferente com Isaac Newton que em 1687 publicou a obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, onde entre outras descobertas, descreveu as Três Leis de Newton, que fundamentaram a Mecânica Clássica e é hoje o objeto de estudo da nossa aula.

Através desse roteiro nós faremos experimentações no simulador virtual com o objetivo de obter as mesmas conclusões de Newton.

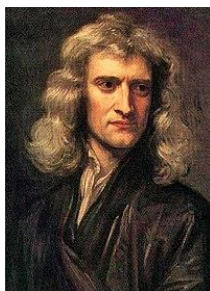


Figura 1: Pintura da fisionomia de Isaac Newton.

- **1º Passo: Acesso ao simulador**

Abra um navegador de sua preferência e acesse o link: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html.

Você está na interface do simulador “Forças e Movimento: Noções Básicas”, que simula uma brincadeira de cabo de guerra.

Familiarize-se com o simulador, observe todas as ferramentas, as caixas que podem ser preenchidas, possibilitando a observação do vetor força além da velocidade. Observe a figura a seguir



Figura 2: Interface do simulador “Forças e Movimento: Noções Básicas”.

- **2º Passo:** O uso do cinto de segurança e a 1ª Lei de Newton

Quando, nas aulas anteriores, você leu o texto e viu o vídeo sobre o uso do cinto de segurança, percebeu que o dispositivo é um item de extrema importância em

um veículo, pois impede em uma colisão que o passageiro seja projetado em direção ao para brisa do carro.

Você pode não imaginar, mas isso tem tudo a ver com a 1ª Lei de Newton, como descobrirá agora.



Figura 3: Boneco arremessado devido à falta do cinto de segurança.

a) Seleção de um boneco no simulador

Escolha um boneco da cor vermelha no simulador e coloque do lado direito do cabo de guerra, a exemplo da figura a seguir:

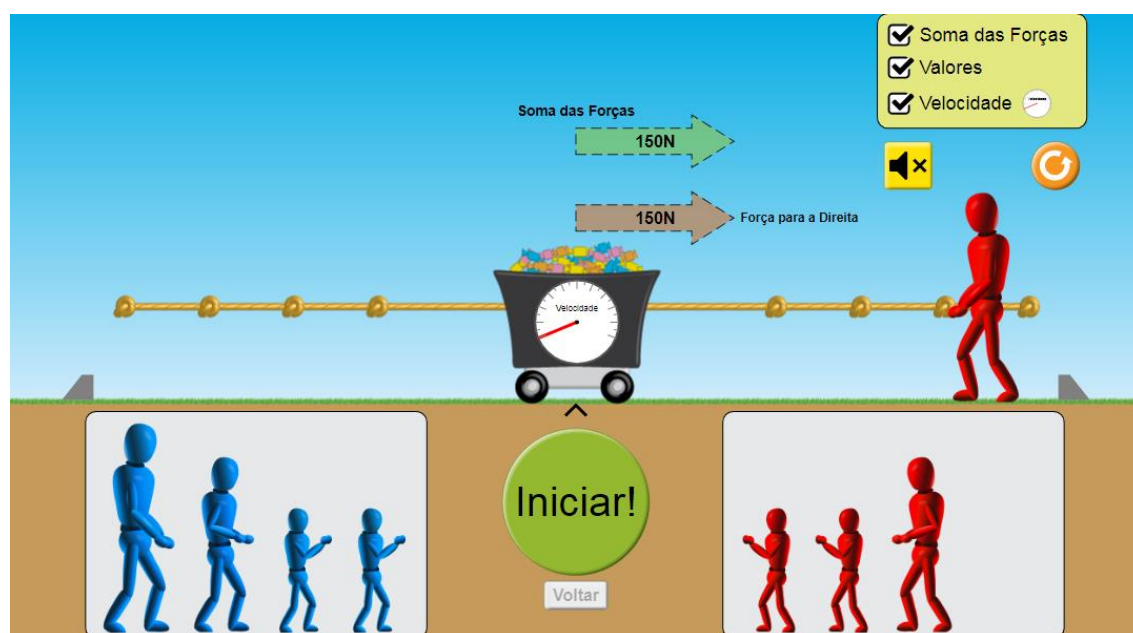


Figura 4: Força resultante para a direita.

Dê início ao simulador e responda as perguntas:

- 1) Qual a força resultante sobre o carrinho?
- 2) O carrinho se movimenta? Para qual sentido? O que ocorre com sua velocidade?

Respondida as duas perguntas, reinicie o simulador.

b) Dois bonecos de igual força de lados opostos, com corpo inicialmente em repouso

Agora você terá dois bonecos de igual força um de cada lado do cabo de guerra, a exemplo da figura a seguir:

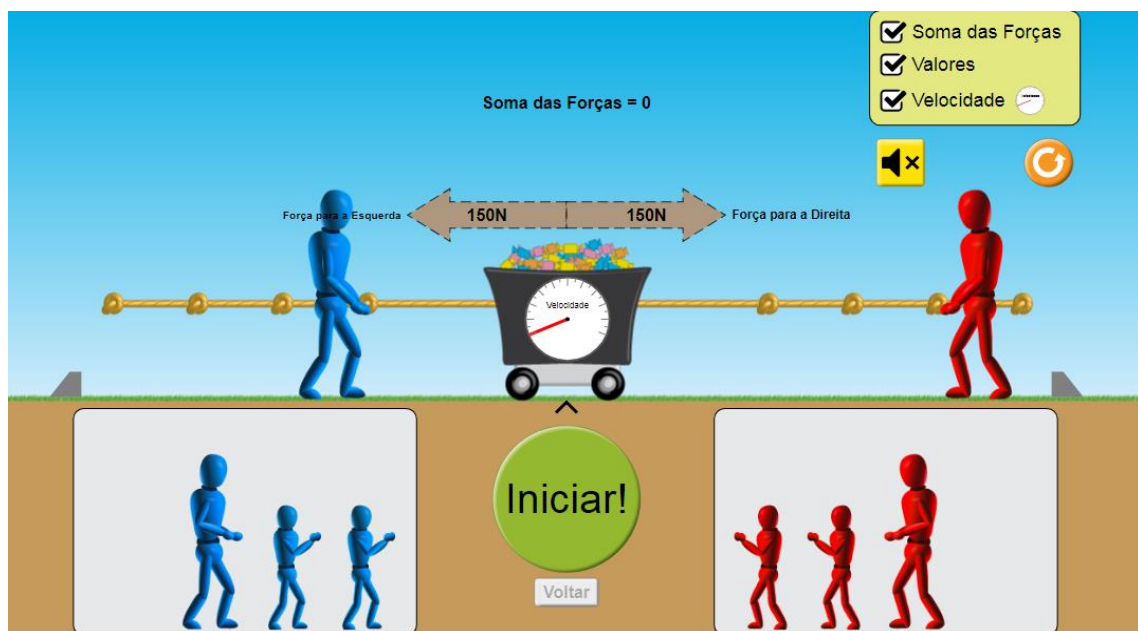


Figura 5: Força resultante igual a zero, corpo inicialmente em repouso.

Dê início ao simulador e responda as perguntas:

- 1) Qual a força resultante sobre o carrinho?
- 2) O carrinho se movimenta? Se sim, para qual sentido?

Respondida as duas perguntas, reinicie o simulador

c) Dois bonecos de igual força de lados opostos, com corpo inicialmente em movimento

Agora você terá dois bonecos de igual força um de cada lado do cabo de guerra, com a diferença que inicialmente o carrinho estará em movimento.

Como fazer isso?

Escolha um boneco, deixe a força resultante diferente de zero e inicie o simulador (assim como no item a). Imediatamente depois pare o simulador, não reinicie, e coloque um boneco de mesma força do lado oposto, para que a força resultante seja igual a zero. Repara um exemplo na figura.

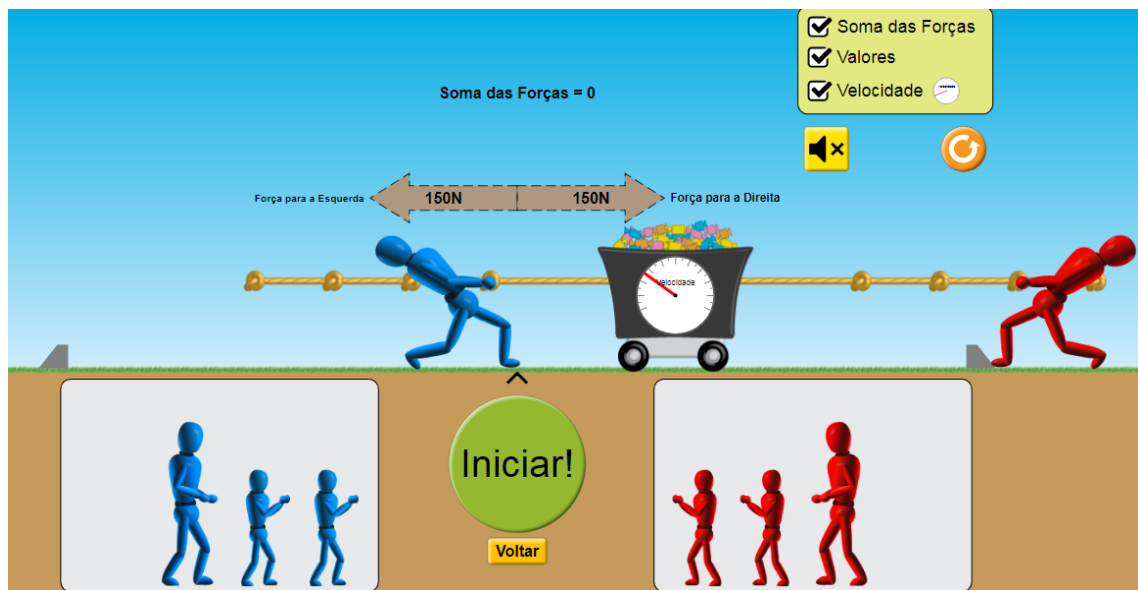


Figura 6: Força resultante igual a zero, corpo inicialmente em movimento.

Inicie o simulador novamente e responda as perguntas:

- 1) O que ocorre com o carrinho, quando o mesmo já está em movimento e a força resultante é igual a zero? Há alteração na sua velocidade?
- 2) Algum dos resultados, item **a**, **b** ou **c**, te surpreendeu? Se sim, qual deles?
- 3) Qual dos itens, **a**, **b**, ou **c**, exemplifica o que ocorre com o passageiro na ausência de cinto de segurança, em uma possível colisão? Justifique!
- 4) Sintetize, quais as possíveis situações para um corpo quando a força resultante é igual a zero (item **b** e **c**), você estará descrevendo a **1º Lei de Newton**.

- **3º Passo: A 2º Lei de Newton e a determinação da aceleração**

Agora que você já conhece a 1º Lei de Newton, chegou à hora de descobrirmos a segunda

No mesmo simulador, entre na aba de baixo que está escrito “Movimento” e uma nova interface irá surgir, observe na figura

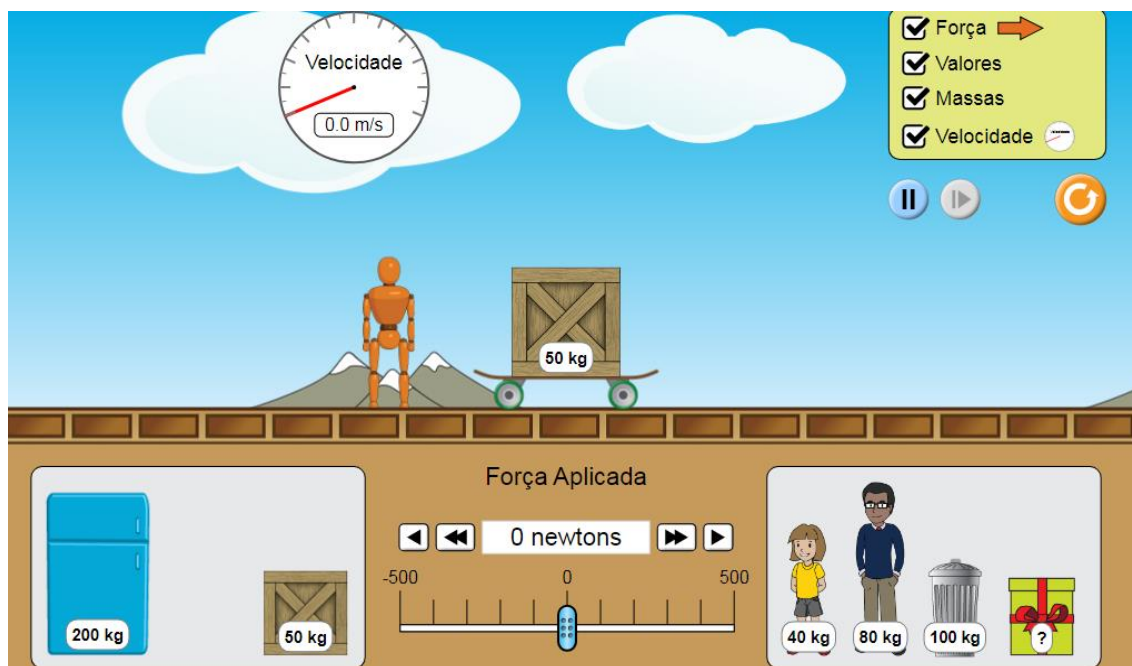


Figura 7: Interface da aba “movimento” do simulador.

a) Cálculo da aceleração da caixa de 50 Kg

Selecione todas as caixas para obter valores de massa e velocidade no simulador

Agora coloque a caixa de massa igual a 50 Kg em cima do skate e selecione a força de 100 N

Inicie ao mesmo tempo o simulador e um cronômetro (pode ser o do seu celular), parando os dois depois de 10 segundos.

Agora responda as perguntas:

1) Qual foi a aceleração do skate, sabendo que a mesma é calculada pela razão da variação da velocidade e variação do tempo? (aproxime seu resultado final, pode haver erros devido a diferença de parada do simulador e do cronômetro)

2) Faça um novo teste, para a mesma caixa, mude o valor da força (para mais ou menos) e observe o que ocorre com a aceleração. Descreva na resposta dessa questão

3) Você notou alguma relação entre força e aceleração para uma mesma massa? Se sim, é uma relação diretamente proporcional ou inversamente proporcional? A resposta correta é nada mais que a **2º Lei de Newton**

4) Agora que você já conhece a **2º Lei de Newton**, calcule o valor da massa da caixa de presentes.

- **4º Passo:** Agora vamos discutir no quadro, a **3º Lei de Newton**.

Respostas esperadas:

2º Passo: item a

- 1) 150 N para a direita
- 2) Movimenta-se para a direita, com velocidade crescente

2º Passo: item b

- 1) Zero
- 2) Repouso

2º Passo: item c

- 1) Continua em movimento. Velocidade permanece constante.
- 2) Resposta individual.
- 3) Item c. Como a força resultante sobre o passageiro é zero, ele permanece em movimento.
- 4) Quando a força resultante sobre um corpo é zero, ele permanece em repouso, se assim estava, ou em movimento retilíneo uniforme, se estava em movimento.

3º Passo: item a

- 1) $a = 2\text{m/s}^2$
- 2) O aluno deve perceber que se aumentar a força resultante, aumenta a aceleração e que se diminuir a força resultante diminui a aceleração
- 3) Relação diretamente proporcional
- 4) 50 kg

CAPÍTULO 5 - Aulas 6 e 7: Atividade prática de construção de um dinamômetro

Para finalizar essa sequência didática proponho uma atividade prática que através do roteiro que desenvolvi, permite a construção de um dinamômetro. Você poderá notar que tomei todos os cuidados para construir um experimento simples, com materiais baratos e recicláveis, tornando essa atividade aplicável em qualquer contexto.

Assim como a atividade anterior, essa também deve ser trabalhada em grupos, pois o roteiro exige a colaboração dos alunos, e a troca de ideias no desenvolvimento dele gera resultados positivos.

Depois de construir o dinamômetro, os alunos deverão tirar algumas medidas pesando materiais escolares do dia a dia. O roteiro propõe também a construção gráfica da força por distensão do elástico, o que permite a determinação da sua constante elástica através da tangente do ângulo de inclinação da reta. É muito provável que os grupos obtenham valores distintos para a constante elástica, essa é uma grande oportunidade para discutir as causas desse fenômeno, como os erros de medidas na experimentação.

5.1 Roteiro das aulas experimentais 6 e 7

CONSTRUÇÃO DE UM DINAMÔMETRO

Materiais Necessários:

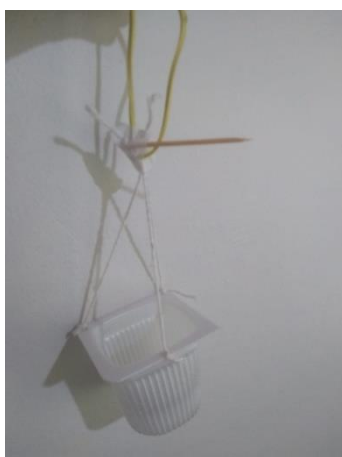
- Elástico de látex;
- 60 cm de barbante;
- Tesoura;
- Um copo plástico de iogurte;
- Bolas de gude de massa conhecida;
- Régua graduada de 30 cm;
- Fita adesiva;
- Um palito de dente.

Montagem do dinamômetro

- 1) Divida o barbante em três pedaços de 20 cm, cada;
- 2) Amarre um pedaço em cada furo do copo plástico;
- 3) Junte as extremidades dos barbantes e dê um nó, de modo que o copo fique bem equilibrado;
- 4) Amarre uma das extremidades do elástico no ponto de junção dos barbantes (nó);



- 5) Ainda nesse ponto, fixe um palito de dentes perpendicularmente ao elástico usando uma fita adesiva, de forma a obter um ponteiro;



- 6) Com uma fita adesiva, fixe bem a outra extremidade do elástico em algum local que mantenha o conjunto na vertical;
7. Prenda a régua ao lado do conjunto de forma que o ponteiro aponte para o ponto 0.

Calibragem do dinamômetro

Pegue duas bolas de gude de massa conhecida e insira no potinho do dinamômetro, anote a posição do ponteiro, esse valor será sua referência para todas as medidas a diante.

Realizando medidas

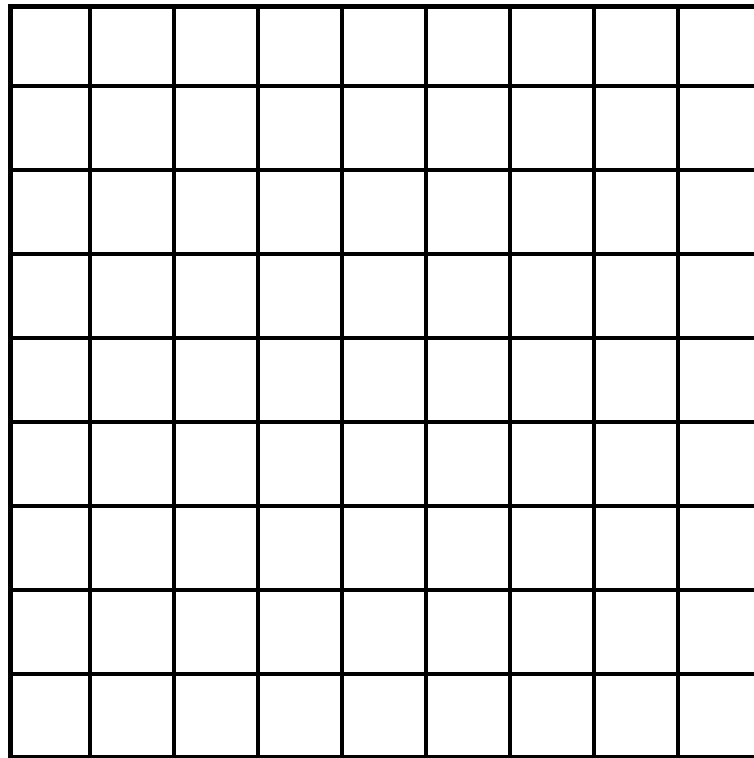
Agora preencha a tabela mostrando a posição do ponteiro e a referida massa de cada um dos objetos a seguir:

Material	Variação da Posição do Ponteiro (mm)	Massa (kg)	Peso (N)
Borracha			
Apagador			
Lápis			
Tesoura			
Grampeador			

Encontrando a constante elástica do látex.

A força elástica é dada pela equação $F = kx$, onde F representa a força que distende o corpo elástico, x a distensão do corpo em metros e k a constante elástica do material que constitui o corpo.

- 1) No dinamômetro que você construiu, que força faz o papel da força elástica?
- 2) Use diagrama a seguir e construa um gráfico que representa a força elástica em função da distensão do elástico. Faça isso com os pontos que você encontrou no seu experimento.
- 3) Obtenha a partir do gráfico, utilizando a inclinação da reta, o valor da constante elástica do látex
- 4) Observe o fato de se tratar de uma associação paralela de molas



Respostas Esperadas:

- 1) Força peso
- 2) Resposta individual
- 3) Valores próximo de 50 N/m

CAPÍTULO 6 - Avaliação

O aluno deve ser avaliado ao longo de toda a sequência didática, cada uma das aulas foi estruturada para que se possa fazer isso. A seguir, levanto alguns pontos importantes a serem considerados na hora da avaliação:

De maneira geral, seu envolvimento e participação nas atividades propostas;

A sua participação na aula invertida;

A sua colaboração com os colegas ao longo das atividades práticas propostas;

A resposta dada nos questionários e roteiros desenvolvidos ao longo da sequência.

ANEXO 1 – TEXTO E LINK SOBRE O FUNCIONAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA

Leia a seguir o texto que trata do funcionamento do cinto de segurança, retirando do link: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-cinto-de-seguranca/>

Como funciona o cinto de segurança?

O modelo mais sensível de cinto trava não só quando o carro leva um tranco poderoso, como também em freadas menos bruscas. Para que isso aconteça, basta que algum tipo de abalo seja sentido pela parte do cinto que a gente não vê – que fica enrolada como um carretel nas laterais do carro, perto da parte inferior das portas. Quando isso ocorre, a freada faz acionar um pino, que por sua vez dispara o sistema de travamento, brecando o cinto. Todo mundo já está careca de saber da importância de usar esse dispositivo de segurança, mas não custa reforçar com um exemplo concreto. Se uma pessoa de 80 quilos estiver sem cinto e bater o carro a 50 km/h, seu corpo é arremessado para frente com uma força equivalente a 12 toneladas! A vantagem do cinto é que ele dissipa essa força ao se esticar um pouco durante o impacto, fazendo a pressão do corpo contra ele cair para 2 toneladas. O tranco pode até machucar, mas você tem muito mais chance de sair vivo!

Mecânica da proteção.

Conjunto de encaixes garante a eficiência do dispositivo

1. SITUAÇÃO NORMAL:

A parte do cinto que a gente não vê fica enrolada como uma bobina em volta de uma roda dentada. Quando alguém puxa o cinto para a frente, uma mola em volta da roda é esticada, mantendo o cinto firme. Quando a gente desprende o cinto, a mola volta à posição de origem e faz o rolamento girar no sentido contrário, “rebobinando” o cinto.

2. INÍCIO DA FREADA:

Quando ocorre uma batida ou uma freada, entra em ação o pino de travamento, cuja função é disparar o processo que breca o cinto. Nos trancos violentos, o cinto é puxado e a roda dentada gira bem rápido. O movimento veloz da roda cria uma força centrífuga que faz o pino saltar para fora da circunferência da roda dentada.

3. CINTO TRAVADO:

O pino saltado empurra uma barra (em verde) ligada a outro pino deslizante. Essa estrutura, por sua vez, está conectada à peça responsável pelo tranco efetivo do cinto (em laranja). No passo final, o pino deslizante desloca a peça laranja, que bate na roda dentada do rolamento. Quando isso acontece, os dentes se encaixam na peça e o cinto trava.

Agora que você já sabe um pouco sobre cinto de segurança, assista o vídeo **“Olha para que serve o cinto de segurança e o AirBag!”**, que pode ser encontrado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=1WPkBAHm7l8> e responda as questões do questionário que você recebeu.

ANEXO 2 - RESPOSTAS DADAS PELOS ESTUDANTES AO
QUESTIONÁRIO DA APÊNDICE 1

1) As grandezas relacionadas com essa relação podem ser Velocidade que roda mais é a equação do espaço por tempo $\left(\frac{\Delta S}{\Delta t}\right)$.

2) O perda de velocidade está associado à desaceleração e ao atrito que faz com que o carro pare estando simulada a equação do tempo $\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)$.

3) O atrito para algo que para mais rápido tem mais atrito e o que demora mais para parar tem menor atrito em relação à sua superfície.

4) Velocidade - forço Vetorial ~~(S)~~
 Aceleração - forço Vetorial
 Atrito - forço Vetorial.

CS digitado com CamScanner

1-) Velocidade, grandeza escalares

2-) ~~1~~ grandeza escalar

3-) A massa, grandeza escalar

4-)

5-)

1) A 3ª lei de Newton; pois toda ação tem uma reação, se o carro anda mais rápido temos o instinto de andar + rápido.

2) A desaceleração, é a perda de velocidade e a Velocidade é a Velocidade é a grandeza que mede quantos quilômetros faz por hora.

3-) Massa do objeto.

4-)

1- Vetorial

2- Escalar

3- Escalar

- ① Está relacionado com a grandeza vetorial. Relaciona com a velocidade e a aceleração
 - ② Sim, ocorre alteração na sua velocidade. Relacionado a grandeza vetorial. A velocidade, ~~massa~~, aceleração
 - ③ Sem haver com a Lei de Newton. Aceleração, massa, aceleração
 - ④ Grandeza vetorial, vetorial, vetorial, vetorial e escalas
-
- ⑤ a) força peso
 b) ~~ação e reação~~ (Peso = Normal)
 c) força aplicado pelo navio
 d) A força aplicada na direita e esquerda. ~~Impulso~~
 Impulso

1. Velocidade até certo instante. Até no caso para a p, para para, quantidade, força normal, ...

2. $\frac{\Delta t}{\Delta t} = \frac{R}{A}$ Não vale definir

3. Depende da força, peso, atrito, força normal, gravidade. Da a atrito e desde certo ponto para um corpo, pois é a atrito que deixa a pessoa ou coisa no lugar. Então pelo a atrito não pode para de a atrito, ou pelo a atrito que não tem atrito.

4. E deslizações por a atrito.

1) $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ ← Velocidade.

$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ ← Aceleração

$\Delta S = S - S_0$ ← Espaço (deslocamento).

2) $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ } aceleração contrária a aceleração do corpo. Ex:  aceleração que o freio exerce no corpo.

3) $F_{peso} = m \cdot g$ (com aceleração da gravidade).
(Atrito) aceleração
massa do objeto.

$F_{peso} = \text{massa do objeto} \cdot \text{aceleração da gravidade}.$

força necessária (que temos que aplicar no objeto) para o objeto se mover.

4) Escalares: massa, tempo (Δt), deslocamento ($\Delta S, S$ e S_0).

Vetoriais: atrito, força, força peso, velocidade, aceleração, aceleração da gravidade.

5) a) b) Força peso. b) Atrito. c) Aceleração d) Força.

1- A fórmula da velocidade é $\Delta V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, que é

a variação espaço pelo tempo, medida em m/s (SI).

2- O ato de frear é uma forma de aceleração, mas negativo.

3- O que faz com que um objeto se mova é a força, pela fórmula $F = m \cdot a$, onde a força é a massa vezes a aceleração, a força é dada em Newtons.

4- Velocidade - Escalar

Aceleração - Vetorial

Força - Vetorial

5- Não lembro.

① Está relacionada com o aumento da velocidade escalar, pois pode ser explicada pela equação $V = V_0 + at$

② Relacionada com ~~o~~ movimento uniformemente variado, em que a velocidade vai diminuindo ao passar do tempo até parar.

③ O atrito

④ 1- vetorial

2- vetorial

3- escalar

⑤ a) Velocidade

b) Atrito

c) Peso

d) Força

1) Velocidade / Espaço / Distância. A velocidade da pessoa passa ser maior que a velocidade do carro. Velocidade = $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ Distância = ΔS

2) Razão da aceleração. $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

3) Atrito

4) 1) escalar

2) vetorial

3) vetorial

1) Velocidade

2) Velocidade também é derivada da aceleração

3) Gravidade

4) Escalar: velocidade; vetorial: distância, gravidade

5a) aceleração para

6) aceleração

7) aceleração

8) aceleração

CS Digitalizado com CamScanner

Na física física é aceleração, como diz na regente "andar mais rápido", acelerar um automóvel. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

1) a grandeza física de que se fala é a desaceleração, a aceleração negativa

2) O atito dificulta ou facilita o movimento de um objeto. F_{at} : força de atito.

3) aceleração: não tenho certeza

força de atito: vetorial (acho que é isso)

5) não sei

CS Digitalizado com CamScanner

① Velocidade. Velocidade é a grandeza dada pela razão entre o intervalo de espaço pelo intervalo de tempo. Quanto menor o tempo que você percorrer uma distância, maior é a sua velocidade.

② Ao frear um veículo, diminuímos sua aceleração. Aceleração é dada pela razão do intervalo de velocidade pelo intervalo de tempo. Quanto mais aumentarmos o tempo, mais estamos desacelerando o veículo.

③ Massa e Força.

④ Escalares: Massa e aceleração
Velocidade é vetorial, força também.

⑤ (a) Força peso e Gravidade

(b) Força peso; normal (anula o peso) e atrito.

(c) " " " e forças com direções contrárias

(d) Empuro (?) não sei

1) velocidade média $\rightarrow v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

2) Ação e reação Imutua

3) Ação reação

- 4) 1- Escalar
2- Escalar
3- Vetorial

5) ~~a- ação~~ Não lembra

b-

c-

d-

1-) Velocidade. Definimos como a redução do tempo que um corpo leva pra percorrer uma mesma distância

2-) Aceleração. Define-se como a variação da velocidade sobre tempo.

3-) A massa

4-) Velocidade: (~~escalar~~) vetorial

Aceleração: (~~escalar~~) vetorial

Massa: escalar

5-) a-) Força (~~da~~ gravidade) peso

b-) Força de atrito

c-) Não sei

d-) Força centrípeta

① velocidade = $\frac{\Delta S}{\Delta T}$, quando aumenta a norma
velocidade, para que percorra a mesma
distância que o carro segue.

② Atrito = não tenho a fórmula
desaceleração = $\frac{F}{M}$

③ ATB/T_0

④ 1 = escalar 2 = vetorial 3 = vetorial

⑤ Escreva os tipos de força.

1) Velocidade. É a relação entre a ~~distância~~ espaço e Tempo.

2) Aceleração. É a relação entre velocidade e Tempo.

3) massa

4) A massa e a velocidade é escalar, e a aceleração é vetorial

5) a - Velocidade

b - Atrito

c - massa

d - aceleração

1- Aceleração, é quando aumentamos a velocidade & quando diminuimos, ou deceleração,

2- Desaceleração, é quando freamos a fim de igualarmos nossa velocidade a 0 ou apenas a diminuí-la.

3- O atrito, que são pequenas irregularidades no plano.

4- aceleração: escalar

desaceleração: escalar

atrito: vetorial

5- a) gravidade

b) atrito

c) impulso

d) força humana

CS Digitalizado com CamScanner

1) aceleração, variação da velocidade

2) diminuição da velocidade,

3) atrito

4) escalar | vetorial

valor numérico | direção

sentido

5) não sei

CS Digitalizado com CamScanner

1. Velocidade, é a rapidez com que um corpo se move em um determinado tempo.

2. Aceleração, é a variação da velocidade em um determinado tempo.

3. O abito

4. Grandes Victorias, todos, (foram).

5. a) Força Lige (aceleração) = gravidade

b) Abito

c) Força Normal

d) Força Resistente

1. (A aceleração se relaciona com o fato, que é a variação de velocidade) A velocidade se relaciona com o fato, que é uma relação entre distância e tempo.

2. A aceleração está envolvida. Ela é a variação da velocidade (em relação com o tempo $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$).

3. A massa. Quanto maior a massa, mais força deve ser aplicada para movimentar o objeto ($F = m \cdot a$)

4. • Velocidade e aceleração: escalares, mas também poder ser vetoriais;
• Massa: escalar;
• Força: vetorial;

5. a) Força de resistência do ar
b) Força peso (tampa em cima da caixa)
c) não sei.
d) Força mecânica (para puxar a corda); Força de atrito (impede que as crianças escorreguem ao puxar a corda).

1) Sim, representa um impacto menor

2) Como o corpo tem que sofrer uma desaceleração, o cinto de segurança é muito útil para isso acontecer, quando não se usa o cinto, não ocorre a desaceleração

acontece

3) ~~ocorre~~ devido ao impacto brusco que ocorre na colisão

4) b

5) O air bag evita que o passageiro se machuque mais, pois sem ele o passageiro poderia bater no volante do carro, por exemplo

ANEXO 3 - RESPOSTAS DADAS PELOS ESTUDANTES AO
QUESTIONÁRIO DA APÊNDICE 2

① Sim. Sofreria um impacto maior.

② Sim. O carro decia o passageiro com menor velocidade reduzindo para zero.

③ Iorque o carro quando para, o passageiro continua com a velocidade, de modo que ele vá para frente.

④ $B=2$. O modelo que oferece menor risco é aquele que permite maior tempo de contato.

⑤ O airbag tem bolsa de ar, sensor. Ele absorve o impacto. O cinto de segurança contribui para diminuir o impacto. Sem ou com cinto, airbag funciona e torna menor impacto para o passageiro.

1) Se o passageiro tivesse massa maior e não usasse cinto ele sofreria um impacto maior visto que seu peso aumentaria.

2) O cinto de segurança faz a força do impacto se dissipar e a pressão diminuir evitando maiores acidentes.

3) Não sei mas acho que é por conta do impacto e da diferença entre as velocidades (pessoa e carro).

4) C

5) O uso do cinto é determinante para o air bag cumprir função e ele (air bag) torna a colisão mais segura porque a desaceleração brusca do carro ativa o dispositivo que impede o motorista de ser arremessado.

1) Maior, quanto maior a massa menor a aceleração.

2) Sim, o cinto evita que a pessoa continue em movimento.

3) O corpo continua em movimento por conta da inércia.

4) B

5) O air bag faz com que o tempo até que a pessoa pare, aumente, assim diminuindo o impacto.

1) Sofreria um impacto maior

2) Sim, o cinto de segurança ajuda a proteger as pessoas que estão dentro do carro

3) Porque no momento em que o carro é freado bruscamente dependendo da velocidade em que o carro estava o passageiro continua em movimento porque não tem uma ^{força} ~~força~~ para pará-lo como a do cinto de segurança

4) cinto 2

5) O cinto de segurança não te deixa sair do banco impedindo que a pessoa saia. e o air bag impede o impacto do passageiro

1- A massa do passageiro influencia totalmente na situação, mas não se diz se o impacto seria maior ou menor. Acho que poderia ser menor, pois quanto maior a massa, maior a inércia (mas não tenho certeza).

na verdade acabei de
de notar que faz
o sentido o que eu
escrevi

2. O cinto de segurança aplica sobre ~~em~~ o passageiro uma força que o "para" e não permite que ele vá na direção do parabrisa.

5. Eu não sabia muito bem, mas meus amigos me explicaram e aparentemente o AIR BAG diminui ainda mais o impacto.

1- A massa da pessoa influencia na lesão, quanto maior a massa maior o impacto da lesão.

2- Se o motorista estiver sem cinto ele não (para) mas para por conta da lei da inércia, se ele estiver de cinto ele reduzirá a velocidade junto com o carro.

3- Por conta da lei de inércia.

4- Cinto 2

5- O air bag ajuda a reduzir significativamente o impacto do motorista.

1) Eu acho que a massa influencia muito o impacto sofrido. Se a aceleração for igual, para uma pessoa de 80 kg e uma de 40 kg, a força gerada será maior na de 80 kg, gerando um impacto maior.

2) Sim, o cinto faz o corpo desacelerar mais rápido.

3) Sim, por causa da inércia.

4) B) Cinto 2.

5) O airbag ajuda a diminuir o impacto sofrido, amenizando (confortando) o passageiro com uma bolsa de ar. O airbag diminui a aceleração do passageiro, diminuindo o impacto.

1) Influência muito, pois a massa dos passageiros aumenta 15 vezes mais. Mais.

2) Sim.

3) O passageiro continua em movimento porque quando o carro estava em movimento, o passageiro estava com a mesma velocidade que o carro, e quando o carro se detém o carro para e o passageiro continua na mesma velocidade que o carro estava.

4) C)

5) Não sei não entendi.

Respostas

1) a massa tem influência sim num acidente, portanto um passageiro com massa maior nas mesmas condições sofrerá um impacto maior.

2) não sei, mas acho que o cinto tem um efeito prático sim, pois se queremos analisar o corpo em estado estático após uma colisão, tem muito mais lógica o corpo ficar parado como ajuda do cinto do que sem ele.

3) O corpo continua em movimento pois a aceleração do corpo continua e a do carro para, por isso que ele 2° orreme modo.

4) $\vec{I} = \Delta \vec{Q}$
 $\downarrow$
 $F \cdot \Delta t = \Delta Q$

$\left. \begin{array}{l} F = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \\ F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_r = m \cdot a \\ \uparrow \\ \text{constante} \\ F_r \text{ e } a \text{ são} \\ \text{diretam. proporc.} \end{array} \left. \begin{array}{l} \rightarrow \text{Força tem menor} \\ \text{risco com a acele-} \\ \text{ração menor} \end{array} \right\} \textcircled{e}$

5) O air bag vai ajudar no momento ^{em} que o corpo for lançado para frente, dando a proteção de evitar o tronco que o cinto do | querendo proteger contra o orremeço do corpo para fora, ficando assim mais seguro.

1) O peso da pessoa influencia muito no dano que a pessoa vai sofrer ao bater o carro. Quanto maior a massa da pessoa, maior será a força de impacto que a pessoa sofrerá ao colidir com algo no veículo, pois: $F = (m) \cdot a$.

2) Quando o cinto de segurança, no momento de colisão (frontal por exemplo), a pessoa será jogada para frente, ou seja, a pessoa sofrerá uma aceleração para frente, mas essa aceleração será diminuída, graças a aceleração contrária que o cinto exerce.

3) O banco é arrastado contra a para brás graças a inércia, ou seja, um objeto tende a manter um movimento, se alguma força contrária ao movimento não exercida sobre esse objeto.

4) R: de Lentes 4

5) O air bag previne lesões que o motorista e passageiros possam sofrer ao bater seus corpos em alguma parte do painel do carro ou laterais do carro no momento da colisão.

O trabalho do air bag é absorver e distribuir a força de impacto das pessoas dentro do carro ao serem jogadas contra alguma parte interna do mesmo, assim diminuindo a força de impacto exercida contra as pessoas.

1- O passageiro com maior massa sofreria um impacto também maior.

2- O efeito prático do cinto seria ajudar os passageiros na desaceleração.

3- O carro pode até parar mas o corpo do passageiro tende a ~~parar~~ continuar o movimento; "um corpo em movimento tende a permanecer em movimento até que uma força aja sobre ele"

4- b) cinto 2

5- ~~Pelo~~ Acho que o cinto é a força que impede do corpo continuar em movimento; o AirBag diminui o espaço que o corpo teria para colidir e mas impede de conseguir mais velocidade para a colisão ser mais forte.

1) Uma pessoa com maior ~~impacto~~ massa sofreria um ~~menor~~ impacto maior

2) Não sei

3) Porque o passageiro ainda está em movimento quando o carro ~~acelerado~~ ~~deixa~~ paraando aos poucos

4) a + b

5)

1. Velocidade de impacto. Assim o peso com mais massa que o outro tem mais impacto, pois ele aumentará também a velocidade de impacto.

2. De a pessoa sofrer um acidente, quem irá segurar a pessoa e o sinto de segurança.

3. Logo o carro parar no imediato, assim o peso que estava no carro estava com a mesma velocidade que o carro, quando pare de uma vez o peso que está dentro cairá com a mesma velocidade do carro.

5. O AIR Bag, irá proteger no impacto igual o sinto de segurança, a diferença é que se por necessita que o passageiro use o sinto de segurança, para que a proteção do AIR Bag funcione junto, se não tiver usando o sinto e o AIR BAG funcionar, irá ter mais lesões.

O motorista não pode estar perto demais ou longe demais, tem que estar em uma distância em que o o p braço do motorista não esteja se encurtando.

1) Um passageiro com uma massa menor sofrerá de mais ou menos por causa do lei da inércia.

2) O auto ajuda a velocidade do corpo diminuir mais em menos tempo.

3) Porque o corpo tenta a manter o movimento como diz a lei da inércia.

4) B

5) O air bag amortece o impacto preservando parte do impacto.

da mesma de sempre influenciar o mundo, mas as pessoas e coisas ficam
paradas, automaticamente seu corpo vai parar de andar, então a zero de
velocidade. Então com, automaticamente vai ser parado, e corpo dele vai
deixar a velocidade anterior, com isso sua velocidade continua até o
a força de atrito, inércia, e corpo fica parado seu corpo continua
parado, depois um impacto maior, pois seu corpo está em
movimento e quando o corpo fica parado de repente, mas não
para de sofrer o impacto só o corpo.

O corpo que a um zero de velocidade, conseqüências por ações diretas.
No movimento o corpo, então os "códigos" corpos que estão em
movimento no mundo físico, os corpos não automaticamente, os cor-
pos de física não vão parar, mas quando com o corpo ele se que-
bra, mas impacto de repente acidentes.

Alto é um pouco, os humanos buscam o século, ele não demora para
passar, porque de um a quatro de física, já o corpo não é
um código, e que vem de fora é o corpo de natureza, então os
corpos e como o corpo continua em movimento, o corpo de o corpo
de natureza para mais física.

O corpo em movimento de física, que o corpo de natureza
podem ser um código e um código para o corpo de natureza
em movimento.

1-) Influência muito pois dependendo da aceleração pode causar uma força de impacto maior.

2-) O efeito dele não ser essencial já que ele não impede que o corpo continue em movimento e se choque contra o vidro, o que pode causar a morte.

3-) Ocorre pois como dizia a primeira lei de Newton um corpo em movimento tende a se manter em movimento, se nenhuma força impedi-lo.

4-) e

5-) Ele se diferencia pois o cinto impede o choque no vidro, já o Air Bag faz com que você colida com a bolha de ar que irá reduzir o impacto.

1- A massa influencia, quanto maior a massa, maior o impacto $\uparrow F = \uparrow m \cdot a$

2- Nesse caso o cinto de segurança seria útil, pois a desaceleração "paga" o nosso corpo para frente, o que poderia machucar o condutor ou os passageiros.

3- O passageiro continua em movimento, pois a desaceleração ocorre apenas no veículo, e não nos ocupantes, então eles tendem a continuar em movimento.

4- A) 2.ª B)

5- O Air Bag é apenas um amortecedor, já o cinto é um equipamento que prende ao carro, fazendo com que sua desaceleração seja igual a do carro, evitando uma possível batida muito brusca. O Air Bag evita que a pessoa bata a cabeça no volante ou painel do carro, evitando lesões graves.

① A massa influencia diretamente na força que arremessa o passageiro para frente, e também na força de atrito, por ser diretamente proporcional a essas forças (já que $F = m \cdot a$; $F_{at} = \mu \cdot N$ e $N = m \cdot g$). Portanto, uma pessoa com maior massa sofreria maior impacto.

② Segundo a lei da inércia, um corpo que está em movimento tende a continuar se movimentando. Por conta disso, somos arremessados para frente quando o carro freia, e o cinto de segurança impede que continuemos indo para frente.

③ Por causa da primeira lei de Newton, a Lei da Inércia: um corpo que está em movimento tende a continuar em movimento.

④ d) 4

O tempo para desacelerar é maior. Quanto maior o tempo, menor o impacto.

⑤ O AirBag também impede que o passageiro continue se movimentando após o carro desacelerar bruscamente. Porém, ao invés de "segurá-lo por trás" como o cinto, o AirBag se projeta na frente dele evitando que ele bata na frente do carro ou seja jogado pela frente para fora.

1- A massa influencia, mesmo que levemente. Uma pessoa de maior massa sofre um menor impacto.

2- Sim, o cinto de segurança ajuda na desaceleração e segura o corpo para evitar maiores danos.

3- Porque, apesar ~~de o carro~~ do carro ter desacelerado repentinamente com a colisão, o corpo segue em movimento.

4- b) 2

5- Ele aumenta a superfície de impacto e permite uma suavização da colisão.

① Influência, sofria um impacto menor, pois sua gordura diminuiu o impacto entre o corpo e o carro

② Sim, pois em alguns carros há uma trava de segurança que com o parado repentina trava o corpo

③ pois se o carro para, o corpo não, o corpo continua Tangente ao movimento

④ e

⑤ ele ameniza o impacto e protege a cabeça e o peito na colisão

1) Sim. O passageiro sofreria um impacto maior se sua massa aumentasse.

2) O cinto de segurança prende a pessoa ao carro, fazendo com que a pessoa pare junto com ele. Se a pessoa não estiver usando o cinto, terá um impacto sendo parada com a colisão com o volante ou posto lateral.

3) Porque o carro e o passageiro são corpos diferentes. O carro para primeiro, pois tem contato com a parede antes do passageiro, concluindo que o carro perde toda sua velocidade e corpo continua sendo movido por esta força, parando apenas quando colide em algo como a ~~parede~~ para brica.

4) O cinto 2.

5) O Air Bag, diferente do cinto, abre amortecendo e impedindo o passageiro para trás como diante é um bloco macio. O cinto apenas prende o passageiro ao banco do carro.

Ele torna a colisão mais segura pois reduz o impacto do cinto na tórax do passageiro.