



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



VÍDEOS BILÍNGUES: ENSINO DAS LEIS DE NEWTON PARA ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES

Sabrina Farias Rodrigues

Neila Seliane Pereira Witt



É livre a reprodução exclusivamente para fins não comerciais, desde que a fonte seja citada.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



PRODUTO EDUCACIONAL

Vídeos Bilíngues: Ensino das Leis de Newton para Estudantes Surdos e Ouvintes

Sabrina Farias Rodrigues

Prof.^a Dr.^a Neila Seliane Pereira Witt
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Aline Cristiane Pan
Coorientadora

Tramandaí
Março 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PROPOSTA POR DAVID AUSUBEL.....	7
3. AMPARO LEGAL PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON PARA O ENSINO MÉDIO.....	11
4. UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS EM PROL DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ...	14
5. EDUCAÇÃO ESPECIAL E EDUCAÇÃO INCLUSIVA.....	17
6. AS TRÊS LEIS DE NEWTON.....	21
7. SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS BILÍNGUES	25
7.1 Encontro 1	25
7.1.1 Objetivos.....	25
7.1.2 Recursos didáticos	26
7.1.2.1 Questionário de identificação de conhecimentos prévios.....	26
7.1.2.2 Roteiro para a produção do vídeo bilíngue 1	28
7.1.3 Metodologia	35
7.2 Encontro 2.....	36
7.2.1 Objetivos.....	36
7.2.2 Recursos didáticos	37
7.2.2.1 Questionamentos sobre o vídeo bilíngue 1	37
7.2.2.2 Roteiro para a produção do vídeo bilíngue 2	38
7.2.2.3 Processo de montagem do plano inclinado	45
7.2.3 Metodologia	47
7.3 Encontro 3.....	49
7.3.1 Objetivos.....	49
7.3.2 Recursos didáticos	49
7.3.2.1 Roteiro para a produção do vídeo bilíngue 3	49
7.3.2.2 Lista de situações sobre a segunda lei de Newton	61
7.3.3 Metodologia	63
7.4 Encontro 4.....	64
7.4.1 Objetivos.....	64
7.4.2 Recursos didáticos	64
7.4.2.1 Roteiro para produção do vídeo bilíngue 4	65
7.4.2.2 Situação sobre a terceira lei de Newton	68
7.4.2.3 Cartões de situações problematizadoras do jogo de trilha	69
7.4.2.4 Cartões surpresa do jogo de trilha	72

7.4.2.5 Regras do jogo de trilha.....	73
7.4.3 Metodologia	76
REFERÊNCIAS	77

Vídeos Bilíngues: Ensino das Leis de Newton para Estudantes Surdos e Ouvintes¹

Prof.^a Sabrina Farias Rodrigues²

Prof.^a Dr.^a Neila Seliane Pereira Witt³

Prof.^a Dr.^a Aline Cristiane Pan³

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte da implementação de um produto educacional, da qual tem como objetivo promover a aprendizagem significativa, proposta por Ausubel, na perspectiva inclusiva. O produto educacional é a implementação de quatro vídeos bilíngues que foram apresentados em uma sequência didática⁴ e envolve o estudo das três leis de Newton.

Escolheu-se a proposta sobre o olhar da inclusão, pois o censo escolar do ano de 2018⁵ aponta que a quantidade de matrículas de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação, em classes comuns, atingiu 1,2 milhão no ano de 2018. Em outro documento do censo escolar de 2018 há evidência de um aumento de mais de trinta por cento em relação ao censo escolar de 2014⁶.

Durante a implementação da sequência didática, desenvolveu-se os conceitos atrelados aos movimentos dos corpos e as atuações das forças em diferentes cenários. Pretendeu-se evidenciar os princípios da inércia, massa, os tipos de forças,

¹ Trabalho desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF – UFRGS/CLN.

² Professora de Matemática e de Física.

³ Professoras do Departamento Interdisciplinar – UFRGS/CLN.

⁴ As referências que foram utilizadas para a produção do questionário de conhecimentos prévios, as questões problematizadoras e as questões que compõem o jogo de trilha foram Silveira e Moreira (1992), Bonjorno (*et al.*, 2016), Fukui; Molina; Oliveira (2016) e Gonçalves Filho; Toscano (2016).

⁵ Os dados do censo escolar de 2018 podem ser encontrados no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, disponível em: <http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>. Acesso em: 01 fev. 2019.

⁶ Este dado pode ser encontrado no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf. Acesso em: 01 fev. 2019.

o cálculo de forças em distintas situações, como medir forças, a ação de uma força que rege uma reação.

A sequência didática foi executada em quatro encontros semanais. Esses encontros estão divididos em cinco períodos por semana, de quarenta e cinco minutos cada. Portanto, a implementação do produto educacional foi realizada durante um mês, no mês de outubro de 2019.

Fazem parte da sequência didática atividades de dinâmicas, interações, diálogos, cooperação, autonomia, bem como a promoção da criatividade de investigação para formular e resolver situações problematizadoras relacionadas aos fenômenos dos movimentos dos corpos.

Utilizou-se de diferentes tipos de linguagens corporal, visual, sonora, verbal (motora, Libras e escrita) bem como a utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação de forma reflexiva, crítica e significativa.

Cabe salientar, que a proposta da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, do ano de 2017, tem como competências gerais, a valorização da diversidade, a utilização das diferentes linguagens, o aproveitamento das tecnologias, o reconhecimento da importância das práticas diferenciadas, a relevância da construção do conhecimento e a proposta de atividades que promovam a autonomia dos estudantes.

O diferencial deste produto educacional é produção de quatro vídeos bilíngues, em Língua Portuguesa com a tradução em Língua Brasileira de Sinais - Libras, que envolvem a perspectiva histórica das leis de Newton sob a ótica de Galileu e Newton e as concepções vinculadas a cada uma das três leis de Newton: a lei da inércia, a lei fundamental dos movimentos e lei de ação e reação.

Os vídeos bilíngues foram traduzidos em Libras sob coordenação do professor Mestre e intérprete Vinícius Martins Flores do Grupo de Estudos de Terminologia da Libras – GETLibras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, no campus do Vale e foi interpretado por Sandro Rodrigues da Fonseca. Após a defesa e publicação da dissertação, os vídeos serão disponibilizados no *YouTube*⁷ e na

⁷ Está disponível, no canal da mestranda, Sabrina Farias Rodrigues, disponível em: <https://www.youtube.com/?hl=pt&gl=BR>. Acesso em: 16 fev. 2020.

plataforma do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF⁸, para acesso de outros professores de Física e para o público que se interessar em assisti-los.

O processo de gravação dos vídeos não será exposto neste produto educacional, aos professores que quiserem produzir os seus próprios vídeos poderão acompanhar como foi o seguimento da construção dos vídeos na seção 5.1 da dissertação, disponível entre as páginas 76 a 79.

Além dos vídeos bilíngues, a proposta conta com uma atividade lúdica, um jogo de tabuleiro gigante, confeccionado em tnt (material semelhante a tecido). Para o jogo também foram confeccionados um dado gigante, feito com papelão revestido com tnt, cartões com questões problematizadoras sobre as três leis de Newton e cartões com atividades surpresa, tais como: avance uma casa e retorne duas casas. Para a execução do jogo os estudantes devem ser divididos em grupos e cada grupo deve escolher um representante para ser o “peão” da trilha. O material que foi desenvolvido para a realização desta atividade pelo ser conferido na seção 5.2 da dissertação, entre as páginas 79 e 82.

Ainda fazem parte da sequência didática para a implementação do produto educacional: dois questionários, um questionário de conhecimentos prévios (no início da implementação do produto educacional) e questionário de avaliação sobre a proposta da sequência didática (ao final da implementação do produto educacional), a organização, em grupos, de um painel envolvendo o que será abordado no vídeo 1, atividade experimental utilizando plano inclinado e questões problematizadoras envolvendo a aplicação da segunda e da terceira lei de Newton, após a apresentação dos vídeos 2 e 3. Na tabela 1 estão dispostas as atividades que foram propostas para a realização em cada encontro.

Tabela 1 – Cronograma da Proposta de Produto Educacional

Encontro	Atividades que foram realizadas na aula
1	- Apresentação da professora e apresentação da proposta; - Atividade de dinâmica para apresentação dos alunos; - Questionário de conhecimentos prévios;

⁸ A Plataforma do MNPEF está disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/~mnpef/index.php>. Acesso em 16 fev. 2020.

	- Apresentação do vídeo bilíngue 1 ⁹ (10 minutos e 59 segundos).
2	- Roda de conversa sobre as respostas dadas pelos alunos em cada questão que compõe o questionário; - Os alunos serão dispostos em grupos para a construção de um painel a partir de questões problematizadoras referentes ao Vídeo apresentado; - Seminário de apresentação dos painéis construídos; - Apresentação do vídeo bilíngue 2 ¹⁰ (17 minutos e 6 segundos); - Apresentação da atividade experimental: “como medir forças utilizando o dinamômetro”.
3	- Apresentação de parte do vídeo bilíngue 3 ¹¹ (40 minutos e 5 segundos); - Resolução em grupos de três situações problematizadoras que envolvem as aplicações da segunda lei de Newton; - Roda de conversa sobre a resolução e construção das situações.
4	- Apresentação do vídeo bilíngue 4 ¹² (6 minutos e 3 segundos); - Resolução em grupos de uma situação problematizadora que envolve a aplicação dos conceitos da terceira lei de Newton; - Roda de conversa sobre a resolução e construção da resposta da situação; - Jogo de trilha envolvendo situações cotidianas sobre os conceitos abordados nos vídeos bilíngues e sobre as discussões elencadas nas aulas anteriores; - Questionário de avaliação da sequência didática.

Fonte: do Autor.

A sequência didática foi elaborada no viés da Teoria da Aprendizagem Significativa. Abaixo explana-se sobre a Teoria que foi proposta por David Ausubel.

2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PROPOSTA POR DAVID AUSUBEL

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi proposta por David Ausubel. No Brasil, o autor Moreira dedica-se a pesquisar e escrever trabalhos à luz dessa teoria. Segundo Moreira (2010a), a aprendizagem significativa é tida

⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=G5TLeFngpDE&feature=youtu.be>. Acesso em: 18 maio 2020.

¹⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6vHYHiGdWJI&feature=youtu.be>. Acesso em: 18 maio 2020.

¹¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Y-BOCWGAZ4s&feature=youtu.be>. Acesso em: 18 maio 2020.

¹² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eEUVCzWliy4>. Acesso em: 18 maio 2020.

[...] como aquela em que há interação cognitiva entre os novos conhecimentos e conhecimentos prévios especificamente relevantes, existentes na estrutura cognitiva do ser que aprende. Os novos conhecimentos são internalizados de maneira substantiva e não-arbitrária. Substantiva quer dizer não ao pé-da-letra; não-arbitrária indica que o novo conhecimento adquire significado não por interagir arbitrariamente com qualquer conhecimento prévio, mas sim com algum conhecimento particular. Aprendizagem significativa é aprendizagem com significado, com compreensão, com capacidade de transferência, de aplicação a situações novas. (MOREIRA, 2010a, p. 03).

Portanto, a aprendizagem significativa acontece quando existe interação entre o conteúdo que o estudante está conhecendo com aquilo que ele já conhece (Moreira, 2012). Assim sendo, a aprendizagem somente será significativa se a informação que o aluno está explorando se ancorar em conhecimentos prévios – chamados por Ausubel de subsunçores – que existem na estrutura cognitiva do estudante. Caso não exista a interação entre os conhecimentos novos e os que já existem na estrutura cognitiva do aluno, a aprendizagem será mecânica, uma reprodução de conteúdo.

Os conhecimentos prévios aparecem primeiramente quando a criança começa a aprender através da formação de conceitos. A criança aprende descobrindo o que está vivenciando ao seu redor cotidianamente e quando começa a frequentar o espaço escolar aprende por assimilação de conceitos, e, por meio dessa integração aprendem até a idade adulta (MOREIRA, 1995, 2001, 2016).

Na Teoria da Aprendizagem Significativa é fundamental considerar e identificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Para a identificação destes conhecimentos prévios, o professor pode utilizar diferentes estratégias, como a utilização de um questionário ou de um mapa conceitual, por exemplo.

Mas e se o professor propuser atividades para averiguação dos conhecimentos prévios dos alunos e verificar que eles não apresentam os conhecimentos iniciais necessários para que se possam ser alicerçados os novos conhecimentos? A Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, pode responder a esse questionamento.

Caso o aluno não apresente os conhecimentos prévios necessários, o professor deve propor organizadores prévios (MOREIRA, 1995, 2001, 2008, 2012, 2016). Os organizadores prévios são materiais iniciais, que visam providenciar conhecimentos prévios e eles servirão como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 1995, 2001, 2008, 2012, 2016) para que sejam providenciados os conhecimentos prévios que ampararão aquilo que o aluno irá conhecer.

Após o reconhecimento dos conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aluno, o professor deverá propor diferentes tipos de atividades objetivando-se a ocorrência de uma reconstrução e ressignificação desses saberes iniciais. É a partir dos conhecimentos prévios apresentados inicialmente pelos estudantes que se dará a elaboração dos planejamentos do professor.

Um bom exemplo de disposição para organização das atividades é por meio do uso de sequências didáticas. Sobre o que é uma sequência didática, Kobashigawa *et al.* (2008) salientam que ela

[...] é composta de várias atividades, as quais consideramos como o encadeamento de indagações, atitudes, procedimentos e ações que o aluno irá realizar sob mediação do professor. As atividades que compõem uma sequência didática seguem um aprofundamento crescente do tema discutido e proporciona ao aluno trabalhar tema utilizando várias estratégias, tais como: experimentos, pesquisas, trabalhos de campo, etc. (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008, p. 03).

Um ensino que está voltado para as construções dos alunos, considerando-se seus conhecimentos prévios, é tido como:

Ensino centrado no aluno, tendo o professor como mediador, é ensino em que o aluno fala muito e o professor fala pouco. Deixar os alunos falarem implica usar estratégias nas quais possam discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas. O aluno deve ser ativo e não passivo. (MOREIRA, 2010a, p. 04).

O autor Moreira (2010a) afirma que a participação ativa dos estudantes é fundamental para que haja aprendizagem significativa. É por meio de ambientes e atividades que promovam as discussões entre os alunos que a (re)construção dos saberes vai se estabelecendo, pois “Através de sucessivas interações um dado subsunção vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas” (MOREIRA, 2012, p. 07), e, assim, o conhecimento é construído.

Para que exista a construção e reestruturação dos saberes para uma aprendizagem, segundo Moreira (1995, 2001, 2012, 2016), existem duas condições. As condições propostas pelo autor (*idem*, *ibidem*), para que exista a ocorrência de uma aprendizagem significativa, são: o material a ser trabalhado durante as aulas

deverá ser potencialmente significativo e o aluno deve estar predisposto a aprender. O material utilizado deverá ser potencialmente significativo pois deve ser planejado de acordo com os conhecimentos prévios que os alunos apresentarem e o estudante deve estar com vontade de aprender o que o professor se dispôs a ensinar. Ainda sobre isso, Moreira (2016) evidencia que

[...] para aprender de maneira significativa o aprendiz deve **querer** relacionar o novo conteúdo de maneira não-litera e não-arbitrária ao seu conhecimento prévio. Independente de quão potencialmente significativa é a nova informação (um conceito ou uma proposição, por exemplo), se a intenção do sujeito for apenas a de memorizá-la de maneira arbitrária e litera, a aprendizagem só poderá ser mecânica. (MOREIRA, 2016, p. 58, grifo do autor).

Isso significa dizer que, para uma efetiva aprendizagem significativa, a disposição deve partir de ambos os lados, tanto do professor quanto do estudante. O professor deve elaborar atividades que permitam ambientes de discussões e (re)construções dos saberes e o aluno deverá estar disposto a agregar os novos conhecimentos aos seus conhecimentos iniciais, bem como estar disposto a (re)construir os seus saberes.

Assim sendo, quando professor e aluno estão dispostos a desenvolver caminhos para a efetiva aprendizagem significativa,

A clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao já existente que, por sua vez, adquire novos significados fica mais estável, mais diferenciado, mais rico, mais capaz de ancorar novos conhecimentos. (MOREIRA, 2012, p. 09).

Portanto, após o professor conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes para organização de um material potencialmente significativo e o aluno ter uma pré-disposição para aprender o novo conhecimento, o professor poderá buscar evidências para identificar se a aprendizagem foi mecânica ou significativa. A identificação da aprendizagem significativa pode ocorrer pela elaboração e discussões de situações problematizadoras que sejam diferentes das que foram propostas no material instrucional.

Por fim, existem dois processos que fazem parte da aprendizagem significativa, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O primeiro processo acontece após o início do desenvolvimento das atividades, quando os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes conseguem adquirir novos significados e diferenciam-se progressivamente (MOREIRA, 2010b), ou melhor, a diferenciação progressiva

[...] é vista como um princípio programático da matéria de ensino, segundo o qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentadas no início da instrução e, progressivamente, diferenciados e termos de detalhe e especificidade. (MOREIRA, 1995, p. 160).

Diferentemente da diferenciação progressiva, o segundo processo, a reconciliação integrativa, é verificado quando o aluno consegue reorganizar os conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva e “[...] é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais e aparentes” (MOREIRA, 1995, p. 161). A medida em que o estudante é apresentado a situações problematizadoras diferenciadas das apresentadas no material instrucional, a reconciliação integrativa é observada quando o estudante consegue verificar a existência de um mesmo fenômeno em contextos diferentes.

3. AMPARO LEGAL PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON PARA O ENSINO MÉDIO

Apresentar-se-á nesta seção os aspectos legais para o ensino das Leis de Newton no Ensino Médio. Para tal, utilizar-se-á como base a Lei das Diretrizes e Base da Educação Nacional – LDB (1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (2000), as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ Ensino Médio (2000), as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica – DCN (2013), o Plano Nacional de Educação - PNE (2014)¹³, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2017),

¹³ Aprovado pela Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.

Referencial Curricular Gaúcho (2018) e a Resolução nº 3, de novembro de 2018, que *Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, salientando o ensino voltado à diversidade, na perspectiva do respeito às diferenças.

Iniciando-se pela LDB (1996), convém destacar que no título II, *Dos Princípios da Educação Nacional*, no artigo 3º, que visa promover um ensino proporcionando o ingresso e viabilizar a continuidade nas etapas educacionais subsequentes, isto é, da Educação Infantil ao Ensino Médio. Para que isso ocorra, é preciso que todos (corpo discente, corpo docente, comunidade escolar e autoridades) busquem uma educação voltada a construção do conhecimento com respeito às diferenças.

O PCNEM (2000) é o documento que divide as disciplinas do currículo em três áreas do conhecimento, a saber “Linguagens, Códigos e suas Tecnologias¹⁴, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias¹⁵ e Ciências Humanas e suas Tecnologias¹⁶” (BRASIL, 2000, p. 18). Considerando-se que esse trabalho está dentro da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, os PCNEM (2000) ainda enfatizam que o ensino das disciplinas dessa área de conhecimento “[...] indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade” (BRASIL, 2000, p. 20).

Os PCNEM (2000) não enfatizam especificamente quais são os conteúdos que devem ser abordados em cada uma das componentes curriculares que fazem parte da área de conhecimento Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. No entanto, o documento salienta que os alunos têm dificuldades em relacionar o que estão conhecendo na escola com situações do cotidiano, como pode-se perceber no trecho a seguir:

A adolescente que aprendeu tudo sobre aparelho reprodutivo mas não entende o que se passa com seu corpo a cada ciclo mensal não aprendeu de modo significativo. O mesmo acontece com o jovem que se equilibra na prancha de surfe em movimento, mas não relaciona

¹⁴ Segundo os PCNEM (2000), as componentes curriculares que fazem parte da área de conhecimento Linguagens, Códigos e suas Tecnologias são aquelas em que o uso da Língua Portuguesa é essencial.

¹⁵ Os PCNEM (2000) consideram que as disciplinas que fazem parte, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, são Matemática, Química, Física e Biologia.

¹⁶ De acordo com o documento PCNEM (2000), enfatiza que a área de Ciências Humanas e suas Tecnologias é dividida entre as componentes curriculares Geografia, Sociologia, História, Sociologia e Filosofia.

isso com as leis da Física aprendidas na escola. (BRASIL, 2000, p. 79).

Em se tratando dos conteúdos, o Ministério da Educação (MEC) disponibilizou os documentos PCN+ (2000), que complementam os PCNEM (2000). As orientações do PCN+ (2000), da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, é dedicado a mostrar aos professores os conteúdos a serem abordados na sala de aula. Levando-se em consideração que a proposta desse trabalho de implementação de produto educacional está relacionado ao Ensino de Física, das três leis de Newton, o PCN+ (2000) apresenta como tema 1, *Movimentos: variações e conservações*, que afirma que:

Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais de objetos – carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, as suas variações e transformações. (BRASIL, 2000, p. 68).

Exposto acima está a importância do ensino das três leis de Newton, sendo elas conhecidas como: lei da inércia (primeira lei), lei fundamental dos movimentos (segunda lei) e lei da ação e reação (terceira Lei). Essas três leis servem para entender como as atuações das forças interferem nos movimentos em diferentes cenários, além disso, os seus estudos são base para entender os princípios da conservação da quantidade de movimento.

A BNCC (2017) traz competências que devem ser exploradas nas diferentes áreas de conhecimento. Destacam-se duas competências específicas (2 e 3) deste documento que afirmam a importância do ensino da mecânica newtoniana durante o período escolar. A competência específica 2 salienta que é relevante

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2017, p. 116).

Já a competência específica 3 evidencia que é indispensável

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando

procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017, p. 118).

Em 2018, a Resolução nº 3, de 21 de novembro, que *Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, prevê no artigo 5 a “V - compreensão da diversidade e realidade dos sujeitos, das formas de produção e de trabalho das culturas” (BRASIL, 2018, p. 2) e no artigo 12 a importância de desenvolver trabalhos com respeito às diferentes linguagens “[...] considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino” (BRASIL, 2018, p. 6).

Refletindo-se sobre as duas competências que foram expostas acima, pode-se afirmar que as concepções sobre as três leis de Newton são relevantes no Ensino Médio, pois a mecânica newtoniana se faz presente nas compreensões acerca das observações vinculadas as movimentações dos corpos, da mesma maneira que a análise de situações problematizadoras e a utilização das tecnologias fazem com que o estudo e as interpretações que regem as leis de Newton, possam ser analisadas e debatidas, visando a construção do conhecimento e uma aprendizagem significativa.

No ano de 2018, a Secretaria da Educação, do Estado do Rio Grande do Sul, disponibiliza o Referencial Curricular Gaúcho (RIO GRANDE DO SUL, 2018), que traz referência aos movimentos dos corpos e atuações das forças em diferentes cenários da seguinte forma: “[...] busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, **movimentos e forças que atuam entre eles**” (RIO GRANDE DO SUL, 2018, p. 49, grifo nosso).

4. UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS EM PROL DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Na contemporaneidade, com o avanço e a disseminação da tecnologia, é impossível negar a sua utilização, na educação e no espaço escolar, para contribuir com o ensino e a aprendizagem dos alunos. Na medida em que “[...] a humanidade vive um processo de transformações sociais e culturais acentuadas, proporcionadas pelo avanço do desenvolvimento tecnológico, como nunca se observou em outro período histórico” (CINELLI, 2003, p. 27).

Pensando-se em proporcionar uma sala de aula diferente da tradicionalmente observada (onde o professor fala ou escreve no quadro e os alunos copiam), visando a contemplação da aprendizagem significativa e evidenciando-se as transformações tanto sociais como culturais hoje evidenciadas, buscou-se produzir vídeos como metodologia diferenciada para a apresentação das três leis de Newton, para uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. Afinal, é importante “[...] adaptar-nos às diferenças individuais, respeitar os diversos ritmos de aprendizagens, integrar as diferenças locais e os contextos culturais” (MORAN, 2000, p. 138).

A usabilidade dos vídeos em sala de aula não é recente (QUINTILIANO, 2017). Moran (1995) afirma que, ao final dos anos noventa, o vídeo estava começando a ser utilizado em sala de aula. Portanto, mais de vinte anos, há o aproveitamento dos vídeos como um recurso didático.

Isso posto, o vídeo é uma ferramenta de acesso eminente e de fácil produção. Segundo Moran (1995), o vídeo é capaz de sensibilizar, de provocar o envolvimento entre o que está sendo assistido pelo espectador, podendo-se ligar o ensino ao afetivo. Assim sendo,

O vídeo parte do concreto, do visível, do imediato, próximo, que toca todos os sentidos. Mexe com o corpo, com a pele -nos toca e "tocamos" os outros, estão ao nosso alcance através dos recortes visuais, do close, do som estéreo envolvente. Pelo vídeo sentimos, experienciamos sensorialmente o outro, o mundo, nós mesmos. (MORAN, 1995, p. 28).

Além de causar efeitos sobre o espectador, o vídeo é uma ferramenta que tem o benefício de

[...] poder manuseá-lo, manipulá-lo como se “folheasse um livro”: avanços, recuos, repetições, pausas, todas essas interferências no ritmo e norma habitual de apresentação da mensagem audiovisual que distinguem a televisão do vídeo. (CINELLI, 2003, p. 38).

Esse recurso dá a oportunidade do professor interromper o vídeo e abrir espaço para discussões, avançar partes que considera não importantes, retornar a parte que os alunos ficaram com dúvida, e até mesmo disponibilizá-los aos alunos para que possam assistir novamente e quantas vezes for preciso.

Acredita-se que o vídeo pode ser um elemento facilitador no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos desde que, o professor seja mediador desse processo. Moran (2000) reconhece que:

O professor motiva, incentiva, dá os primeiros passos para sensibilizar o aluno para o valor do que vamos fazer, para a importância da participação do aluno neste processo. Aluno motivado e com participação ativa avança mais, facilita todo o nosso trabalho. O papel do professor agora é o de gerenciador do processo de aprendizagem, é o coordenador de todo o andamento, do ritmo adequado, o gestor das diferenças e das convergências. (MORAN, 2000, p. 139).

Outrossim, o importante nesse cenário é que o professor mediador, incentivador e motivador, que passa a ser “[...] um parceiro na construção da aprendizagem” (CINELLI, 2003, p. 19), e, aliado ao uso de tecnologias, materiais diferenciados, ambiente com promoção de discussões, construções em grupos, o olhar para a (re)construção do conhecimento e considerar o que o aluno já conhece “[...] é que se poderá migrar do pólo centrado no conceito de ensinar para o conceito de aprender” (CINELLI, 2003, p. 19). Ou, nas palavras de Moran (2000, p. 139) “O professor estará atento aos vários ritmos, às descobertas, servirá de elo entre todos, será o divulgador de achados, o problematizador e principalmente o incentivador”.

Assim, o aluno passa a ser o sujeito ativo do conhecimento. Quando os alunos apresentam interesse pelo estudo da disciplina, eles “[...] tornam-se mais observadores, desenvolvem o poder de argumentação, defendendo suas ideias e socializando-as com a sala” (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008, p. 05). Isso posto, daí surge a importância de o professor promover espaços de discussão, de socialização, o professor deve deixar que o aluno exponha as suas construções. Pois,

Atividades como essas, em que os alunos devem expor e/ou defender seus pontos de vistas, ajudam a formar opiniões próprias. E possibilitam o desenvolvimento de habilidades como resumir um texto, compreender raciocínios e procurar entender o ponto de vista de outra pessoa. (CINELLI, 2003, p. 56).

O professor, após a apresentação de um vídeo, deve promover ambientes de discussões e propor atividades que relacionem o que foi apresentado no vídeo (ROSA, 2000). Isso promove um ambiente de construções, expandindo o vídeo para a realidade dos alunos e para que os alunos consigam ancorar novos conceitos aos

que já existem em sua estrutura cognitiva ou nas palavras do autor Rosa (2000) integrar “[...] o novo ao velho” (p.42).

Além dos espaços para discussões, a autora Cinelli (2003, p. 38) sugere que “[...] o professor deverá sistematizar estes conhecimentos por meio de registro escrito, seja com desenhos ou em forma de relatório”. Esses materiais, que poderão ser desenvolvidos pelos alunos, também farão parte da avaliação, pois é neles que os alunos conseguem se expressar e mostrar o que conseguiram aprender durante o estudo do conteúdo, dando oportunidade para que todos se expressem, pois segundo Moran (1994) “**Aprendemos de formas diferentes**” (p. 40, grifo do autor).

Por esse motivo, considera-se que os vídeos são ferramentas com potencial para a promoção de uma aprendizagem significativa, que considera o que aluno já conhece e suas construções durante o período que estará exposto ao novo conhecimento. Assim, o professor tem a tarefa de trazer o aluno para ativa, fazer com que ele se expresse e demonstre seus entendimentos.

5. EDUCAÇÃO ESPECIAL E EDUCAÇÃO INCLUSIVA

O brasileiro passou a ter direito a educação desde o século XIX, porém antes de dar início às discussões das legislações que garantiram que todos os sujeitos tenham acesso à educação, convém apresentar os artigos 1, 2, 3 e 26, da *Declaração Universal dos Direitos Humanos*, do ano de 1948. O artigo 1, afirma que todos “[...] seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos” (UNESCO, 1998a, p. 02), o artigo 2 dessa declaração garante que “Todo o ser humano, independentemente de sua condição, terá seus direitos assegurados”, o artigo 3 implementa que “Todo o ser humano tem direito à vida” (UNESCO, 1998a, p. 03), e, por fim o artigo 26 reconhece que “Todo ser humano tem direito à instrução. A instrução será gratuita, pelo menos nos graus elementares e fundamentais” (UNESCO, 1998a, p. 05).

Nessa situação, percebe-se que o direito a educação gratuita era garantido para todo ser humano, isso posto, localiza-se previsto no artigo 205, da *Constituição Federativa do Brasil*, de 1988, que a educação passou a ser um direito de todos. É importante, ressaltar também, o artigo 206, desta mesma Constituição, sendo promulgado no inciso I que todo educando tenha “I - igualdade de condições para acesso e permanência na escola” (BRASIL, 2016, p. 123).

Ainda sobre a *Constituição Federativa do Brasil* (1988), no artigo 208 está previsto como direito, o Atendimento Educacional Especializado (AEE) para pessoas portadoras de deficiência¹⁷, e, que esse seja oferecido de forma gratuita, de preferência na rede regular de ensino.

No ano de 1990, a Lei nº 8.069, do *Estatuto da Criança e do Adolescente* (ECA), o artigo 54, item III contempla que “III - atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino” (BRASIL, 1990, p. 09), o que foi um fortalecimento ao que já havia sido promulgado no artigo 208, da *Constituição Federativa do Brasil* de 1988.

Dessa maneira, o início da década de 90 foi propulsor de ações à favor da Educação Especial e da Educação Inclusiva. Dois movimentos foram considerados importantes nessa época, são eles: a *Conferência Mundial Sobre Educação para Todos* e a *Declaração de Salamanca*, sendo os dois movimentos atrelados à Conferências que ocorreram internacionalmente. A *Conferência Mundial Sobre Educação para Todos*, aconteceu em *Jomtien* no ano de 1990, na Tailândia, e serviu como um “[...] plano de ação para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem” (UNESCO, 1998b, p. 08). Nessa conferência, foram tratados assuntos da Educação para todos, sendo a universalização da educação apontada como um dos recursos para a educação de qualidade.

No ano de 1994, a *Declaração de Salamanca*, que dispõe sobre *Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais*, foi uma Conferência Internacional na Espanha, que reafirmou o compromisso com a “Educação para Todos reconhecendo a necessidade e urgência da instauração de educação para as crianças, jovens e adultos com necessidades educacionais especiais dentro do sistema regular de ensino” (BRASIL, 1994, p. 01), promovendo a “educação para todos”.

¹⁷ O termo portadores de deficiência era utilizado na época em que se deu a publicação da *Constituição Federativa do Brasil* (1988). Hoje utiliza-se a terminologia pessoa com deficiência, pois a partir do estudo realizado sobre as Leis, os Decretos, as Portarias e as Conferências que permeiam a construção dos direitos da pessoas com deficiência, verificou-se que nos documentos após a Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996, o termo que passou a ser utilizado foi o de pessoa com deficiência porém, pessoa portadora de deficiência, portadores de deficiência, alunos com necessidades educacionais especiais, eram utilizados, mas atualmente, os documentos apresentam o termo pessoa com deficiência.

Ainda na década de 90, no ano de 1996, a Lei de nº 9.394/1996, *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, em seu artigo 58, vem afirmar que Educação Especial é “[...] a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais” (BRASIL, 1996, p. 19), e reafirma a oferta do AEE, para “[...] atender as peculiaridades da clientela da educação especial” (BRASIL, 1996, p. 19), bem como, a oferta da educação especial para a educação infantil.

No ano de 2001, com a Lei nº 10.172, de 09 de janeiro, *aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências*. Este Plano foi aprovado com uma duração de dez anos. O capítulo 8 desse documento reafirma sobre o direito das pessoas com deficiência à educação, sendo esse “comum a todas as pessoas, e o direito de receber essa educação sempre que possível junto com as demais pessoas nas escolas “regulares”” (BRASIL, 2001, p. 51). Ainda, ressalva que o AEE pode ser realizado “[...] nas classes comuns, de recursos, sala especial e escola especial” (BRASIL, 2001, p. 51).

Em 2004, a promulgação da Lei nº 10.845, de 05 de março, que *Institui o Programa de Complementação ao Atendimento Educacional Especializado às Pessoas Portadoras de Deficiência, e dá outras providências*, garante que a *Constituição de 1988* seja cumprida na prática, no artigo 1º, quando afirma que é necessário:

[...] I - garantir a universalização do atendimento especializado de educandos portadores de deficiência cuja situação não permita a integração em classes comuns de ensino regular;
II - garantir, progressivamente, a inserção dos educandos portadores de deficiência nas classes comuns de ensino regular. (BRASIL, 2004, p. 01).

Entretanto, em 2008 a *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*, documento desenvolvido pelo Ministério da Educação (MEC), garante que os alunos com necessidades educacionais¹⁸

¹⁸ O termo necessidades educacionais era utilizado na época em que se deu a publicação da *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva* (2008).

- Transversalidade da educação especial desde a educação infantil até a educação superior;
- Atendimento educacional especializado;
- Continuidade da escolarização nos níveis mais elevados do ensino;
- Formação de professores para o atendimento educacional especializado e demais profissionais da educação para a inclusão escolar;
- Participação da família e da comunidade;
- Acessibilidade urbanística, arquitetônica, nos mobiliários e equipamentos, nos transportes, na comunicação e informação; e
- Articulação intersetorial na implementação das políticas públicas. (BRASIL, 2008, p. 10).

O que está em consonância com a *Constituição Federativa do Brasil* (1988), com a *Conferência Mundial Sobre a Educação para Todos* (1990), com a *Declaração de Salamanca* (1994) e com a Lei de nº 9.394/1996, que anteriormente foram explanadas. Além disso, a *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva* (2008), propõe a participação da família e da comunidade na construção do sujeito com deficiência, bem como, a adaptação dos ambientes nos quais o aluno frequentará. Esclarece também, o que se considera como pessoa com deficiência, sendo esta, “[...] aquela que tem impedimentos de longo prazo, de natureza física, mental ou sensorial que, em interação com diversas barreiras, podem ter restringida sua participação plena e efetiva na escola e na sociedade” (BRASIL, 2008, p. 11). Importante salientar que o documento especifica quais os estudantes que serão atendidos pela Educação Especial, sendo esses “[...] estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação” (BRASIL, 2008, p. 11), sendo que,

[...] os estudantes com transtornos globais do desenvolvimento são aqueles que apresentam alterações qualitativas das interações sociais recíprocas e na comunicação, um repertório de interesses e atividades restrito, estereotipado e repetitivo. Incluem-se nesse grupo estudantes com autismo, síndromes do espectro do autismo e psicose infantil. Estudantes com altas habilidades/superdotação demonstram potencial elevado em qualquer uma das seguintes áreas, isoladas ou combinadas: intelectual, acadêmica, liderança, psicomotricidade e artes, além de apresentar grande criatividade, envolvimento na aprendizagem e realização de tarefas em áreas de seu interesse. (BRASIL, 2008, p. 11).

Três anos após a publicação da *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva* (2008), o decreto nº 7.611, de 2011, que *dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá suas providências*, também veio reforçar a *Constituição Federativa do Brasil* (1988) e a Lei nº 9.394/1996, esclarecendo a forma com que o AEE deve acontecer nas escolas regulares, sendo esse de forma complementar para os alunos com deficiência e transtornos globais do desenvolvimento e de forma suplementar para alunos com altas habilidades/superdotação.

Salienta-se que, as legislações que acima foram expostas, ocorreram a partir de esforços, discussões, debates, que vieram para garantir que o aluno com deficiência, transtorno global do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação, pudessem estar hoje frequentando escolas regulares. Ter acesso a uma formação digna, que contemple as suas especificidades, garantindo-lhes a oportunidade de um ensino e de uma aprendizagem efetiva.

6. AS TRÊS LEIS DE NEWTON

Antes da interpretação de Isaac Newton sobre os fenômenos atrelados ao movimento dos corpos imaginava-se ser necessária a influência de uma força para que um objeto se mantivesse em movimento e com a velocidade constante, e, que um objeto só poderia estar “[...] em seu “estado natural” (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 91) se estivesse em repouso. Além disso, acreditava-se ser preciso uma intervenção para um objeto se manter em movimento, do contrário, seria natural que o objeto parasse (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

A autora Balola (2010), em sua dissertação de Mestrado, traz a definição de Inércia, a partir do livro *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, de Isaac Newton, como:

A força ínsita da matéria é o poder de resistir, pelo qual cada corpo, tanto quanto dele depende, persevera no seu estado de repouso ou de movimento uniforme ao longo de uma linha recta. (BALOLA, 2010, p. 21, grifo do autor).

A partir dessa definição, o conceito de força, de certa maneira, pode ser definido como o ato de se empurrar ou de puxar um objeto/corpo (YOUNG; FREEDMAN, 2008;

HEWITT, 2011), ou seja, a força pode ser considerada uma interação que acontece entre dois ou mais objetos (YOUNG; FREEDMAN, 2008), isso significa que, força é uma ação que um objeto realiza em um segundo objeto.

Newton enunciou a primeira lei de Newton com a intenção de corroborar o princípio da inércia proposto por Galileu (FEYNMAN, 2008) antes mesmo de Newton ter nascido. Tinha-se a percepção de que objetos, quando postos em movimento, deveriam de forma natural tender ao repouso, ou seja, que os corpos não ficariam em movimento a não ser que uma força externa atuasse novamente no corpo e o mantivesse em movimento (HALLIDAY, 2013).

No entanto, segundo Halliday (2013), utilizando as concepções proposta por Newton, um objeto que se encontra em estado de repouso, continua neste estado, do mesmo modo que um objeto que está em movimento a uma certa velocidade e direção, também continua neste estado, ou seja, não é necessário a intervenção de uma força para que um objeto, estando em movimento, continue em movimento.

A inércia é uma propriedade do objeto, pois persiste a predisposição de um objeto inerte (parado) manter-se nesse estado, da mesma forma que se um objeto estiver em movimento existe a tendência desse objeto em permanecer em movimento.

Newton definiu a segunda lei de Newton a partir do conceito de momento, essa lei enuncia que a força resultante que atua sobre um corpo é proporcional ao produto entre a massa desse corpo e a aceleração deste corpo (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Matematicamente, pode ser descrita como a equação (3).

$$\vec{F}_{resultante} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} \quad (3)$$

Onde: $\vec{F}_{resultante}$ é a derivada do momento linear \vec{p} em relação ao tempo t .

Além disso, a equação que descreve a segunda lei de Newton pode ser escrita de forma resumida, como mostra-se na equação (4) a seguir.

$$\vec{F}_{resultante} = m \cdot \vec{a} \quad (4)$$

Onde: $\vec{F}_{resultante}$ é a soma vetorial de todas as forças que estão agindo sobre um objeto, m é a massa inercial do objeto e \vec{a} é a variação da velocidade ao decorrer de determinado intervalo de tempo, ou seja, a aceleração.

A força é uma grandeza vetorial, pois além de apresentar um módulo (valor numérico), apresenta uma direção e um sentido, isto é, apenas o valor numérico não expressa todas as características atreladas ao movimento. O ato de empurrar ou puxar, por exemplo, pode ser realizado em direções (YOUNG; FREEDMAN, 2008) e

sentidos diferentes, bem como a intensidade da realização desse ato também pode ser distinta.

O entendimento da segunda lei de Newton é fundamental para a compreensão de aspectos da natureza que relacionam força e movimento (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Para o desenvolvimento dos cálculos envolvendo equação (3), utilizaremos o Sistema Internacional de Unidades (SI)¹⁹, adotando como unidades, o Newton (N) para a força resultante ($\vec{F}_{resultante}$), o quilograma (kg) para massa (m) e metros dividido por segundo ao quadrado (m/s^2) para aceleração (\vec{a}).

Segundo Hewitt (2011) massa corresponde a uma quantidade de matéria de um objeto, essa quantidade de matéria também é uma característica da inércia de um objeto (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Ao encontro disso, Halliday (2013) nos afirma que a massa é algo que faz parte de um objeto, ou seja, uma propriedade, isso implica que o corpo exista, pois, esse corpo ocupa um lugar no espaço, o que está de acordo com os autores que acima foram mencionados.

Outrossim, massa não pode ser confundida com o peso de um objeto, porém, estes dois conceitos estão relacionados. Peso é uma força que atua em corpos por causa da gravidade (HEWITT, 2011), podemos escrever o peso através da equação (4), que surge através da equação (3) que enuncia a segunda lei de Newton.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (4)$$

Onde: \vec{P} é o peso do objeto, m é a massa desse objeto e \vec{g} é a aceleração da gravidade.

A aceleração da gravidade é diversificada na Terra, pois no fim das contas a Terra não é considerada uma esfera perfeita (YOUNG; FREEDMAN, 2008), por isso o distanciamento em relação ao centro da Terra também é diferente, isso implica que a aceleração da gravidade é diferente para latitudes que são diferentes. Para cálculos relacionados à força peso utilizar-se-á o campo gravitacional como aproximadamente $9,8 m/s^2$, em alguns casos, podemos utiliza-la com $10 m/s^2$ para aproximarmos de resoluções com números inteiros.

Uma força é um vetor, pois apresenta um módulo (valor), uma direção e um sentido. Por isso, as equações que utilizaremos para resolver a força resultante, da

¹⁹ Disponível no site do Inmetro, no link para acesso: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf. Acesso em: 20 set. 2018.

segunda lei de Newton, serão através dos cálculos de vetores. Afirmado essa situação, Young e Freedman (2008) constatam que a resultante de forças sobre um corpo é a soma vetorial entre todas as forças que atuam sobre um corpo.

Há quatro situações que podemos evidenciar nos problemas que envolvem o cálculo das forças resultantes, para cálculo sempre empregaremos duas forças que estão atuando sobre o corpo. O primeiro caso aparece quando as forças, que atuam em determinado objeto, estão na mesma direção e no mesmo sentido, para tal utilizaremos a equação (5), o segundo caso acontece quando as forças atuam na mesma direção, porém em sentido contrário, nesse caso aplicaremos a equação (6).

$$\vec{F}_{resultante} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (5)$$

$$\vec{F}_{resultante} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \quad (6)$$

Para o terceiro caso, iremos usufruir do Teorema de Pitágoras, pois nesse caso as forças que estão atuando em determinado corpo, estão formando um ângulo de 90° entre si, então usaremos a equação (7). Por fim, o quarto caso manifesta-se quando há a formação de um ângulo (diferente de 90°) entre as forças que atuam sobre um corpo, por isso utilizaremos a equação (8), que é formulada através da Lei dos Cossenos.

$$(\vec{F}_{resultante})^2 = (\vec{F}_1)^2 + (\vec{F}_2)^2 \quad (7)$$

$$(\vec{F}_{resultante})^2 = (\vec{F}_1)^2 + (\vec{F}_2)^2 + 2 \cdot \vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \cdot \cos \theta \quad (8)$$

Para a determinação da força resultante é de suma importância desenhar um diagrama para a representação das forças à que um objeto está sujeito. Usualmente, os vetores serão apresentados através de flechas, o tamanho desta flecha representa o valor do módulo do vetor, já a ponta da flecha (\blacktriangleright) indica a direção (horizontal/vertical) e/ou sentido (direita/esquerda ou para cima/baixo) da força que está atuando.

Newton postulou a segunda lei de Newton com relação ao momento linear de um movimento. Por conseguinte, abordaremos a terceira lei de Newton, as concepções e consequências do par ação e reação.

A terceira lei de Newton, conhecida também como Princípio de Ação e Reação. Nessa lei Newton afirma que a força que um objeto exerce em outro é a mesma em módulo e mesma direção, porém com sentidos opostos (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Além disso, as forças de ação e de reação nunca atuam sobre um mesmo objeto (YOUNG; FREEDMAN, 2008), isso quer dizer, uma caixa não pode sofrer uma ação

ou uma reação atuando sobre ela mesma, para que ocorram as duas forças, é necessário que um outro objeto/meio interaja com a caixa, por exemplo, se a caixa for empurrada e chocar-se com uma parede, ocorrerá atuação das duas forças: uma da parede sobre a caixa e a outra da caixa sobre a parede.

Young e Freedman (2008) trazem em sua obra a enunciação dessa lei na forma da equação (9), ou seja, a força que o objeto A está exercendo sobre o corpo B é a mesma que a força que B está realizando em A, porém com sinal contrário, o que indica sentido oposto:

$$\vec{F}_{A \text{ em } B} = -\vec{F}_{B \text{ em } A} \quad (9)$$

De acordo com o autor Halliday (2013) quando existe a interação entre dois corpos, as forças que atuam em cada um desses corpos, são de sentidos contrários, porém de mesmo valor em módulo. Apesar das forças terem o mesmo valor em módulo, as decorrências da terceira lei de Newton podem ser diferentes. Se analisarmos uma colisão entre dois carros, a força que o primeiro carro exerce no segundo é a mesma, porém em sentido contrário, a deformação dos dois carros, na maior parte dos casos, se dará de formas diferentes, ou seja, os efeitos das forças de ação e de reação nem sempre são os mesmos.

Em síntese, as três leis de Newton compõem situações que podemos evidenciar no cotidiano, sob o ponto de vista da análise de forças que são aplicadas em diferentes contextos.

7. SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS BILÍNGUES

A seguir estão disponíveis as sugestões de quatro encontros que fazem parte de uma sequência didática para a implementação de quatro vídeos bilíngues, com áudio em Língua Portuguesa e tradução em Língua Brasileira de Sinais – Libras como produto educacional que está de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

7.1 Encontro 1

Carga horária: 5 períodos

7.1.1 Objetivos

- Apresentar a proposta do produto educacional;
- Conhecer os estudantes da turma;
- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes;
- Apresentar o vídeo bilíngue 1.

7.1.2 Recursos didáticos

- Questionário para identificação de conhecimentos prévios;
- Vídeo bilíngue 1.

A seguir, seguem os recursos didáticos utilizados neste encontro. No item 7.1.2.1 encontra-se o questionário utilizado para a identificação dos conhecimentos prévios e no item 7.1.2.2 encontra-se o roteiro utilizado para a gravação do vídeo bilíngue 1 na qual expõe-se os conceitos que foram abordados no vídeo.

7.1.2.1 Questionário de identificação de conhecimentos prévios



Questionário de Identificação de Conhecimentos Prévios

1. Se você já assistiu filmes em que aparecem cenas que ocorrem em outros planetas ou na lua, você deve ter percebido que é preciso vestimentas especiais e uso de capacetes. A forma com que os atores se movimentam nestes ambientes é diferente da forma com que nos movimentamos em nosso planeta. Explique o que você acha que estes outros locais têm de diferente em relação à Terra?

2. Explique e ilustre o que acontece quando você empurra uma bolinha sobre os dois tipos de superfícies que estão ilustradas abaixo.

1° superfície:



Quadro para Ilustração da Situação

2° superfície:



Quadro para Ilustração da Situação

3. Em sua opinião o que é mais fácil colocar em movimento em um balanço: uma criança ou um adulto? Explique sua escolha.

4. Você está sentado no banco de trás de um veículo, utilizando o cinto de segurança. Por algum motivo, o motorista freia de forma repentina, explique:

a. O que acontece com seu corpo?

b. Por que isso acontece?

Obrigada pelas suas respostas!

7.1.2.2 Roteiro para a produção do vídeo bilíngue 1²⁰



²⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=G5TLeFngpDE&feature=youtu.be>. Acesso em: 18 maio 2020.

APRESENTAÇÃO DO VÍDEO

Este vídeo faz parte de um Produto Educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física, realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Campus Litoral Norte.



Antes de iniciar os estudos da Dinâmica, parte da Física que estuda como as atuações das forças se apresentam nos diferentes cenários, falaremos sobre dois Físicos que foram essenciais para este estudo: Galileu Galilei e Isaac Newton. Galileu Galilei nasceu na Itália, em 1564 e faleceu em 1642. Seguiu os ensinamentos de Aristóteles, um estudioso que viveu na Grécia entre 384 – 322 a.

C. Galileu entrou no curso de Medicina, mas acabou desistindo para estudar Matemática. E Galilei foi contra a Igreja afirmando que a Terra não era o centro do Universo e que ela se movia em torno do Sol. Por isso foi condenado à prisão domiciliar perpétua. Ele se dedicava ao estudo do movimento dos corpos e o movimento da Terra.



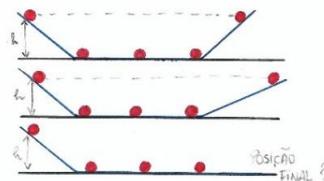
Isaac Newton nasceu na Inglaterra, no ano em que Galileu faleceu e morreu em 1727. Newton se baseava nas concepções apresentadas por Galileu Galilei. Newton estudou Filosofia, Física e Matemática ficando reconhecido mundialmente por seus estudos. Isaac perdeu seu pai muito cedo, devido a isso ele precisou ajudar sua família nas atividades da fazenda, porém seu tio percebeu que, nas horas de descanso Newton gostava de ler, então, incentivou-o a estudar. Newton apresentou a Lei da Gravitação Universal, o Cálculo e o Livro contendo as Três Leis que levaram seu nome.

AS TRÊS LEIS DE NEWTON

movimento
dos
corpos

Falaremos das três leis de Newton que se baseiam no movimento dos corpos.

PLANO INCLINADO DE GALILEU GALILEI



Diante disso, apresentamos um problema inicial proposto por Galileu, que posteriormente Newton estudou.

Em um plano inclinado uma bola é abandonada de uma extremidade a uma certa altura e percorre todo o trajeto do plano, em movimento uniforme, até atingir uma altura na outra extremidade. Numa primeira observação Galileu constatou que a altura de onde a bola foi lançada coincidiu com a altura em que ela chegou na outra extremidade.

Na segunda observação, Galileu diminuiu o ângulo de inclinação da segunda extremidade, e novamente a bola foi abandonada da primeira extremidade, percorrendo todo o trajeto do plano inclinado, atingindo na outra extremidade novamente a mesma altura da qual ela foi abandonada.

Em uma terceira observação Galileu manteve novamente fixa a primeira extremidade e abaixou a segunda extremidade, até ficar totalmente na horizontal.

A pergunta a qual Galileu procurava a resposta era: Qual será a posição final alcançada pela bola?

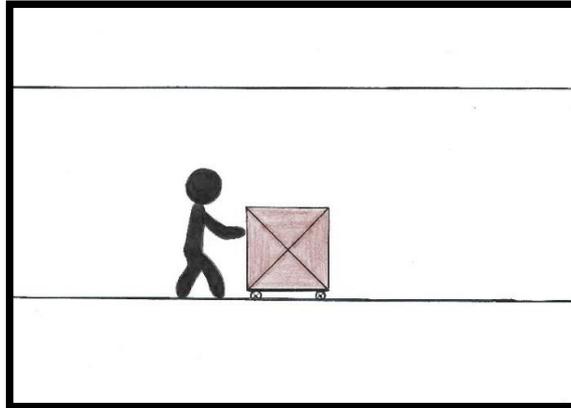
Galileu verificou que, após ser abandonada na primeira extremidade, a bola percorria um determinado espaço e parava.

Galileu não conseguia entender o porquê da bola parar e o que impedia que a bola continuasse em movimento retilíneo uniforme.

Lembramos que essa situação pensada por Galileu seria para um cenário ideal, onde a superfície do plano inclinado seria totalmente lisa, sem imperfeições. Para um cenário real essa situação não tem validade, em uma superfície imperfeita a

bolinha ao ser abandonada de uma extremidade nunca chegará na mesma altura na outra extremidade.

Para refletir sobre isso vamos, pensar na seguinte situação:



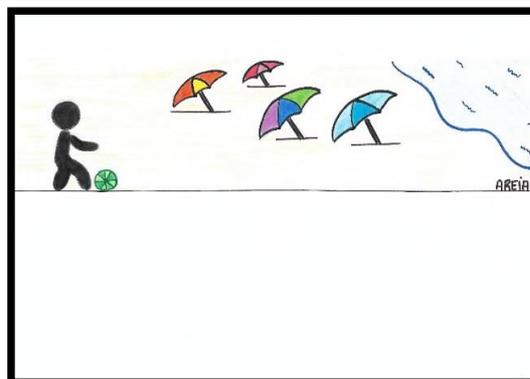
Imagine que uma pessoa precisa empurrar uma caixa com rodinhas para colocá-la em movimento e transportá-la para outro local. Por um descuido ele tropeça e a caixa começa a deslizar sozinha. Supondo que ninguém vai segurar a caixa, ou puxar a caixa, ela vai percorrer um determinado espaço e vai parar.

Neste exemplo podemos pensar da mesma forma que Galileu verificou no plano inclinado, pois devido a uma causa desconhecida, o movimento tanto da bola como o da caixa termina.

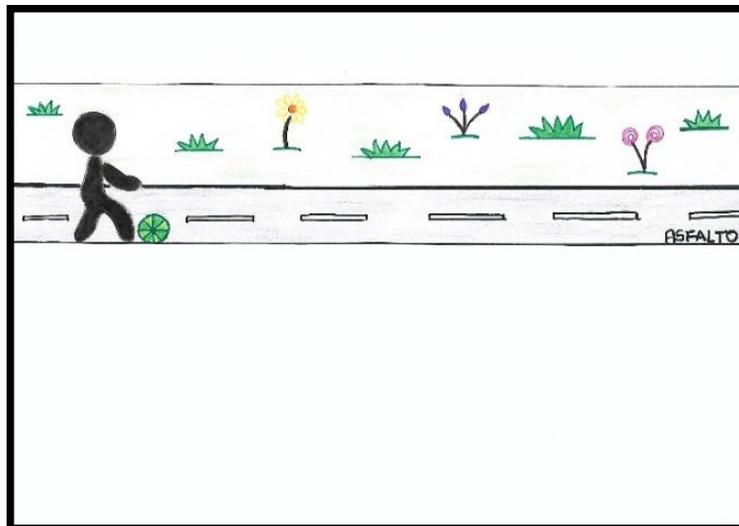
Vamos pensar em mais três situações:



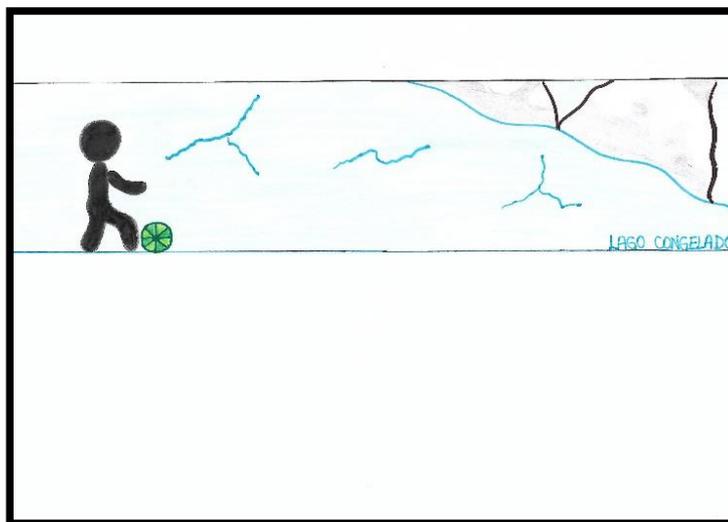
Um menino muito esperto resolve realizar três atividades para exemplificar a constatação que Galileu obteve no plano inclinado.



Primeira atividade: O menino joga bola em uma praia. Ele resolve chutá-la em linha reta para verificar a distância que ela percorre. Após a bola parar, utilizando uma fita métrica ele confere a distância.



Segunda atividade: Ainda não satisfeito, o menino resolve mudar o cenário. Desta vez escolhe o asfalto e com a mesma intensidade do primeiro exemplo, ele chuta a bola. Após a bola parar, novamente com a fita métrica ele realiza a medida e constata que a bola foi mais longe neste caso.



Terceira atividade: O menino ainda não havia entendido o porquê das distâncias serem diferentes, e por isso, resolveu fazer a atividade em uma superfície congelada. Novamente ele chutou a bola retilineamente e após ela parar ele averigua a distância. Nesta situação a bola alcança uma distância maior do que no asfalto e maior ainda em relação a areia da praia.

Imagine agora se fosse possível deixar as três superfícies totalmente lisas, sem imperfeições, sem obstáculos, sem nenhum tipo de sujeira, o movimento com certeza seria eterno, jamais pararia.

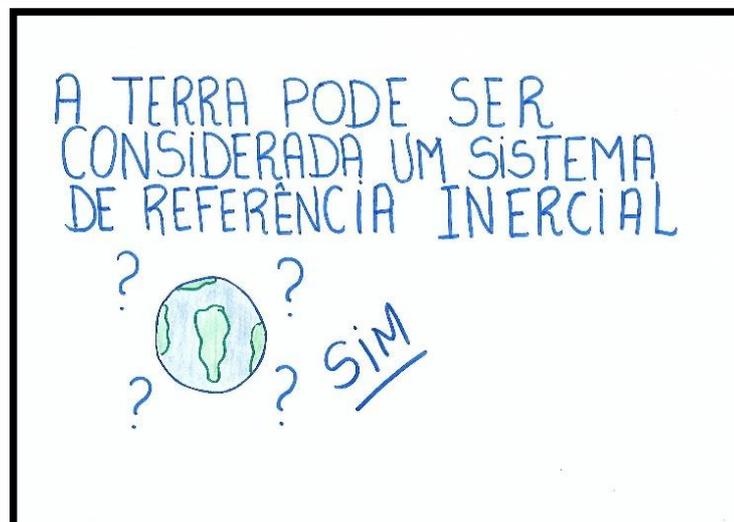
Pensando sobre os movimentos dos corpos, Isaac Newton desenvolveu as três leis de Newton. Para que as Leis possam ser aplicadas existem dois cenários:



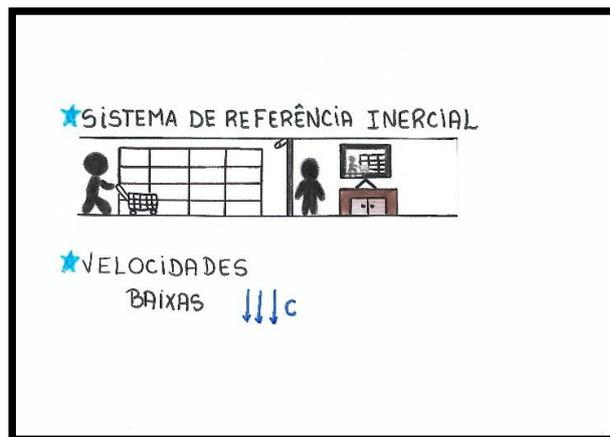
Primeiro cenário: Sistema de Referência Inercial

Vejamos a situação de um consumidor que está realizando suas compras em um supermercado e está se movimentando em movimento retilíneo uniforme (MRU). Em outro local, um vigia que também está em movimento retilíneo uniforme (MRU), o observa por uma televisão através da câmera de segurança. Desta forma, o consumidor está em um sistema de referência inercial pois ele não está acelerado em relação ao vigia, os dois fazem parte de um mesmo sistema, e se movimentam em MRU.

Vamos a uma curiosidade:



Será que a Terra pode ser considerada um Sistema de Referência Inercial? A resposta é SIM, pois a Terra realiza um movimento de Translação e um movimento de Rotação, em um Movimento Circular, porém nós não sentimos o efeito da aceleração do movimento da Terra, por isso podemos considerá-la um Sistema de Referência Inercial.



Segundo cenário: Velocidades muito baixas

Este segundo cenário é próprio para velocidades bem menores que a velocidade da luz no vácuo, essa velocidade é representada pela letra c .



$$c = 299.792.458 \text{ m/s}$$

A velocidade da Luz no vácuo c equivale a duzentos e noventa e nove milhões, setecentos e noventa e dois mil, quatrocentos e cinquenta e oito metros por segundo ($c = 299.792.458 \text{ m/s}$). Para os corpos ou objetos que se moverem com esta velocidade as definições de tempo e espaço serão modificadas.

7.1.3 Metodologia

No primeiro momento o professor fará uma roda de conversa, destinada à sua apresentação para a turma e a apresentação dos alunos, para tal será realizada uma atividade dinâmica.

A dinâmica acontecerá da seguinte maneira: os alunos irão receber uma caixa de papelão de dimensões 22cm x 22cm x 9cm que conterá um espelho em seu interior. O professor pedirá que cada um dos alunos olhe para o interior da caixa e descreva o que ele vê.

Após as apresentações, o professor deverá entregar aos alunos o questionário de identificação de conhecimentos prévios. Nesse questionário de identificação de conhecimentos prévios são expostas situações que envolvem algumas aplicações das três leis de Newton que podem ter sido vivenciadas na vida cotidiana dos estudantes.

Quando os estudantes terminarem de responder ao questionário, eles deverão devolvê-lo para a professor a fim de que todas as questões possam ser discutidas, em uma roda de conversa, no momento inicial do próximo encontro. A roda de conversa servirá para que os alunos interajam, discutam para que juntos (professor e alunos) possam definir uma resposta para as questões. Nesse momento, o professor pode deixar que os alunos façam discussões e contribuam com situações que possam ser conectadas aos exemplos que foram apresentados no questionário de identificação de conhecimentos prévios.

Por fim, o professor deverá apresentar aos estudantes o vídeo bilíngue 1, que possui 10 minutos e 59 segundos. Nesse vídeo explicar-se-á sobre como Newton desenvolveu as três leis a partir das concepções de Galileu Galilei.

O professor deverá para o vídeo em 09 minutos e 22 segundos, para que se lembre aos alunos que o movimento de rotação é o movimento que a Terra realiza sobre o seu eixo e que o movimento de translação é o movimento que a Terra faz para dar a volta em torno do Sol.

7.2 Encontro 2

Carga horária: 5 períodos

7.2.1 Objetivos

- Discutir as respostas do questionário de conhecimentos prévios;
- Discutir os conceitos apresentados no vídeo bilíngue 1;
- Construir painéis sobre o vídeo bilíngue 1;
- Socializar a construção dos painéis sobre o vídeo bilíngue 1;
- Visualizar e discutir sobre o vídeo bilíngue 2;
- Apresentar a atividade experimental utilizando o dinamômetro e um plano inclinado.

7.2.2 Recursos didáticos

- Materiais para a organização de painéis (papel cartaz, canetas hidrocores, lápis de cor, régua, tesouras e livros ou revistas que possam ser recortados);
- Questionamentos referentes ao vídeo bilíngue;
- Vídeo bilíngue 2;
- Dinamômetros de 1 N e de 2 N;
- Plano inclinado.

A seguir, seguem os recursos didáticos utilizados neste encontro. No item 7.2.2.1 encontra-se os questionamentos sobre o vídeo bilíngue 1, no item 7.2.2.2 encontra-se o roteiro utilizado para a gravação do vídeo bilíngue 2 na qual expõe-se os conceitos que foram abordados no vídeo e no item 7.2.2.3 encontra-se o processo para montagem do plano inclinado utilizado.

7.2.2.1 Questionamentos sobre o vídeo bilíngue 1



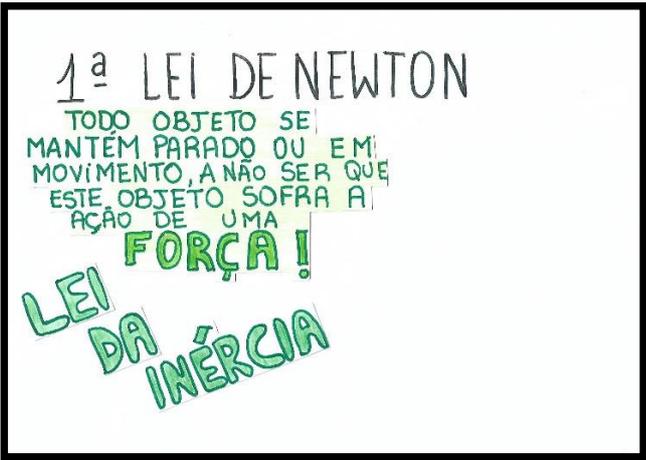
Questionamentos sobre o vídeo bilíngue 1

1. Sabe-se que o estudo da Física e da Ciência não é algo finalizado. O conhecimento surge de pesquisas, observações e contribuições de diferentes pessoas. Não existem gênios que constroem suas teorias partindo do nada. Pensando

sobre isso, responda: Como Newton desenvolveu seus estudos sobre as Três Leis que levam seu nome?

2. Existem diferentes situações sobre a movimentação de corpos em muitos tipos de superfícies. Você consegue construir três ilustrações diferentes das que foram apresentadas no vídeo?

7.2.2.2 Roteiro para a produção do vídeo bilíngue 2²¹

SEGUNDO VÍDEO	
	
APRESENTAÇÃO DO VÍDEO	
<p>Este vídeo faz parte de um Produto Educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física, realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Campus Litoral Norte.</p>	
	

²¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6vHYHiGdWJI&feature=youtu.be>. Acesso em: 18 maio 2020.

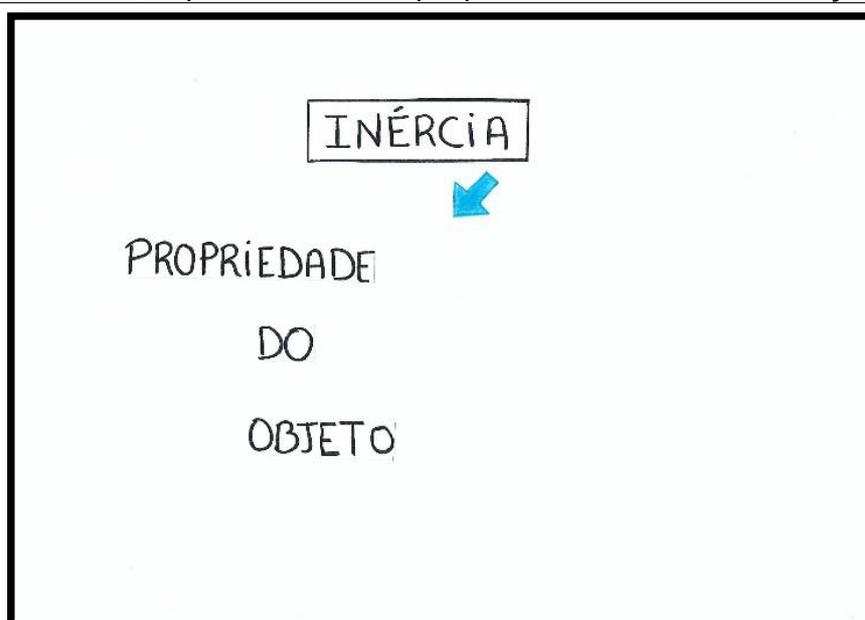
Neste vídeo abordaremos os conceitos por trás da primeira lei de Newton, também conhecida como lei da inércia.

Newton constatou que todo objeto se mantém parado ou em movimento, a não ser que este objeto sofra a ação de uma força.

Mas, lembre-se que para que esta Lei seja válida o objeto deve estar em um Sistema de Referência Inercial, em MRU e com uma velocidade bem menor que a velocidade da luz no vácuo.

Além disso, a primeira Lei de Newton é um caso particular da segunda lei de Newton que será exposta no próximo vídeo.

E afinal de contas, o que é Inércia? O que pode ser definido como Força?



Inércia é uma propriedade dos objetos. Vamos observar dois quadros.



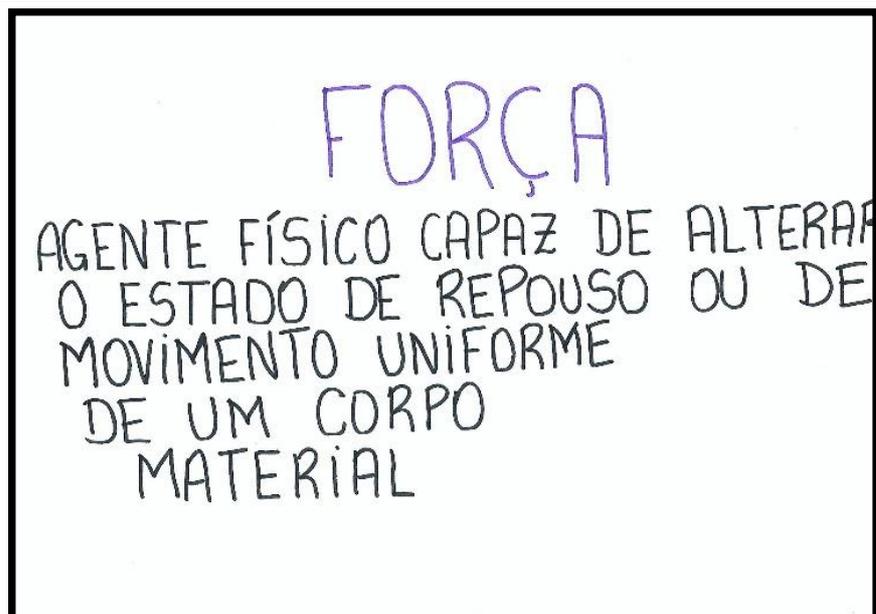
Primeiro quadro: Observe os móveis que estão dispostos em um quarto de uma pessoa, estamos utilizando a Terra como Sistema de Referência Inercial, podemos afirmar que os móveis tendem a continuar parados.



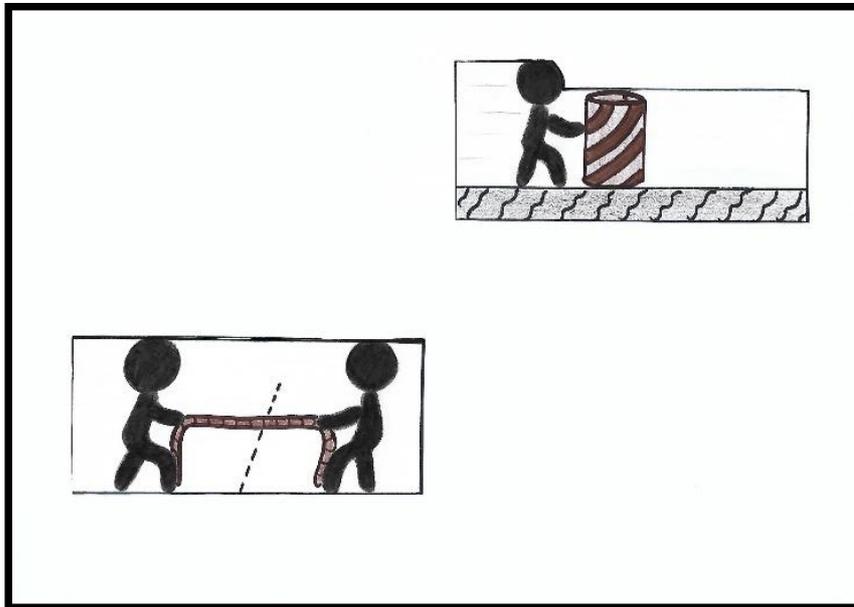
Imagine outro quadro, um menino está andando de skate em uma pista, estamos utilizando novamente a Terra como Sistema de Referência Inercial, existe a tendência de ele continuar em movimento, porém, sabemos que a pista de skate não é uma superfície perfeitamente lisa, então isto faz com que o menino dê impulsos para que o skate continue seu movimento.

Além da Inércia, a massa é outra propriedade dos corpos, esta é medida em gramas, quilogramas e suas variações.

Como falamos anteriormente, vamos ver o que é definido como força.



A força, como definição do dicionário, é o agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo material.
Vamos observar os exemplos abaixo:



No primeiro quadro uma pessoa está empurrando um barril, de tal maneira que o barril entre em movimento. Isso quer dizer que a pessoa está interagindo com o barril, exercendo uma força sobre ele.

No segundo quadro dois meninos brincam de cabo de guerra, cada um segura em uma extremidade da corda puxando para seu próprio lado, com o objetivo de deslocar o adversário até o centro da distância que os separa, então as forças são contrárias. Podemos perceber através dos exemplos que a força pode ser o simplesmente ato de puxar ou empurrar algo.



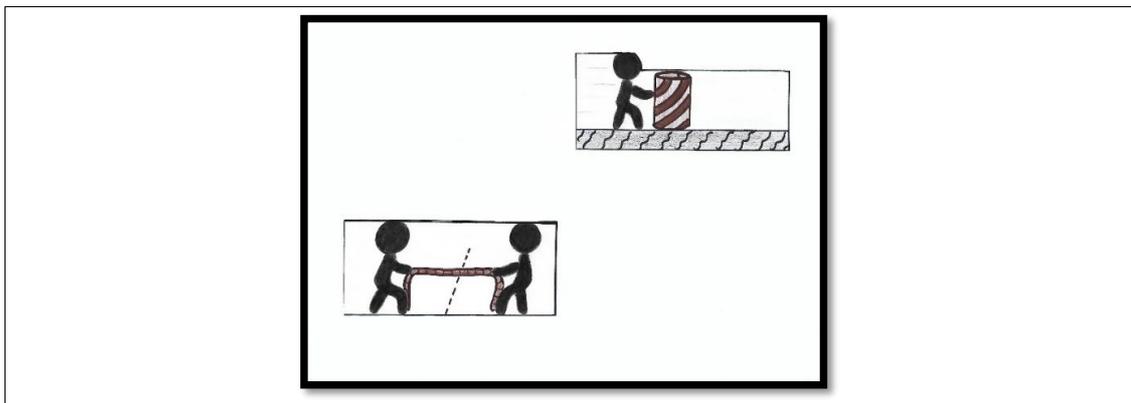
Deste modo a força é uma grandeza vetorial, pois apenas o valor numérico da força não é capaz de dar as informações suficientes que estão atreladas ao movimento, por isso a força tem um módulo, uma direção e um sentido.

O módulo é o valor numérico da força aplicado em um corpo.

A direção pode ser horizontal ou vertical.

O sentido, na direção horizontal pode ser identificado como para esquerda ou para direita e na direção vertical, para cima ou para baixo.

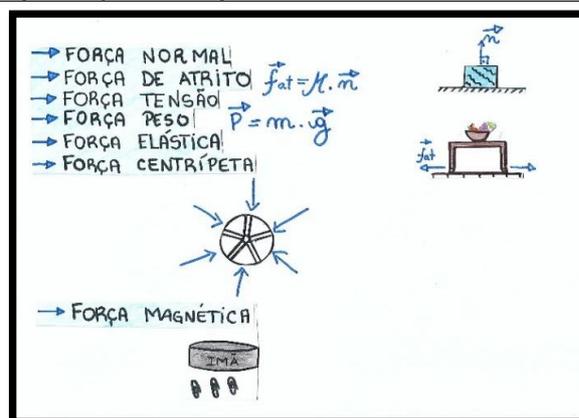
Retornando aos exemplos:



No primeiro quadro a pessoa está empurrando o barril com uma determinada intensidade, na direção horizontal, no sentido para direita.

No segundo quadro os meninos estão exercendo forças com um certo valor na horizontal, e em sentidos opostos, isto é, um está puxando para a direita e o outro para esquerda.

Existem tipos de força. Vejamos algumas delas:

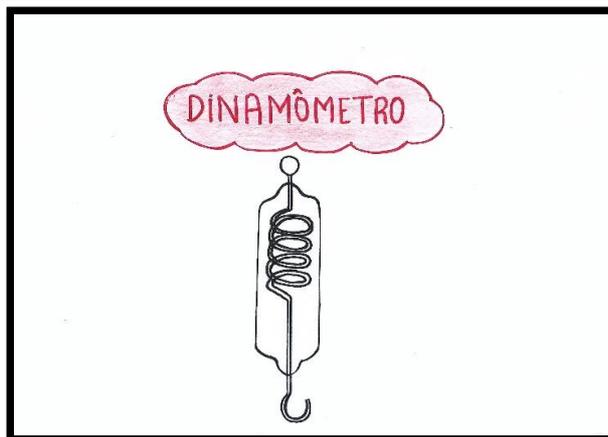


A força normal é uma força perpendicular à superfície, no primeiro desenho a força normal está sendo representada por uma flecha na direção vertical, no sentido para cima. A força normal forma um ângulo de 90° com a superfície, isto é, perpendicular. A força de atrito é aquela que aparece quando os corpos se movem sobre uma superfície e é sempre contrária ao movimento. Observe a mesa com rodinhas, supondo que ela está se movendo para a direita a força de atrito que atua nas rodinhas está atuando no sentido oposto, ou seja, para a esquerda. O atrito pode ser estático ou dinâmico. Estático quando a força é exercida sobre um corpo parado. Dinâmico quando a força atua em um objeto em movimento com velocidade constante. Para determinar o valor da força de atrito estático ou dinâmico é só multiplicar o respectivo coeficiente de atrito da superfície, que é representado pela letra grega μ (*Mi*), pela força normal ($\vec{f} = \mu \cdot \vec{n}$). Usualmente o coeficiente de atrito estático é maior do que o coeficiente de atrito dinâmico, pois é mais difícil colocar um objeto em movimento, do que mantê-lo em deslizamento.

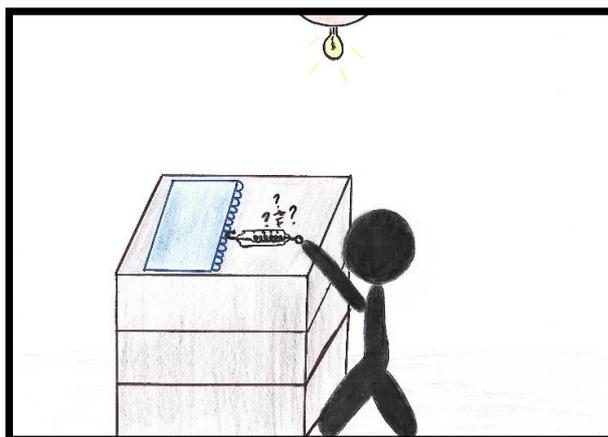
A força tensão é utilizada quando existem cordas, fios, cabos, ou algo que tencione quando um objeto é amarrado em sua extremidade.

A força peso é a própria força da gravidade. Ela pode ser calculada através da multiplicação da massa do corpo pela aceleração gravitacional ($\vec{P} = m \cdot \vec{g}$), isso foi determinado com a constatação da segunda lei de Newton.

A força elástica é uma força que atua em molas.
 A força centrípeta é a força que atua em movimentos circulares, a força sempre estará atuando para o centro da circunferência, como percebemos na ilustração.
 A força magnética é a força que atua mesmo que os objetos estejam a uma certa distância. O que podemos verificar em um ímã que ao se aproximar de objetos metálicos, exerce força, puxando-os para si.
 Podemos citar ainda outras forças: como a força elétrica, a força eletromagnética e a força nuclear, que podem ser pesquisadas no futuro.
 Falando em forças: como podemos medi-las?

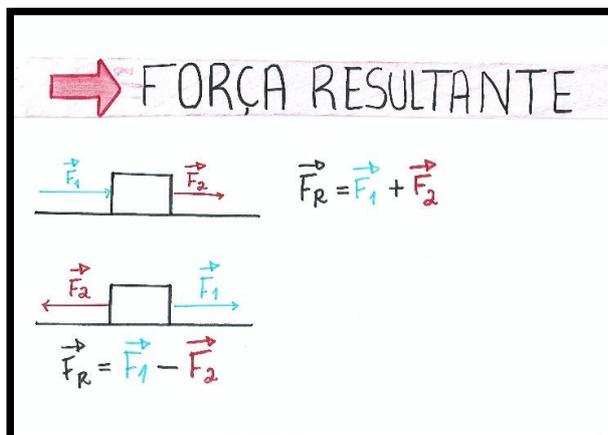


Para realizar medições de forças, utilizaremos o dinamômetro, que é um aparelho que possui uma mola em seu interior e ao ser empregada a ação de uma força na extremidade que contém um gancho, a mola sofre uma deformação de acordo com sua constante de elasticidade. Esta deformação está associada à força que foi aplicada pelo objeto.
 De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida utilizada para força é o Newton (N).
 Para ilustrar o uso do dinamômetro vamos usar um exemplo.



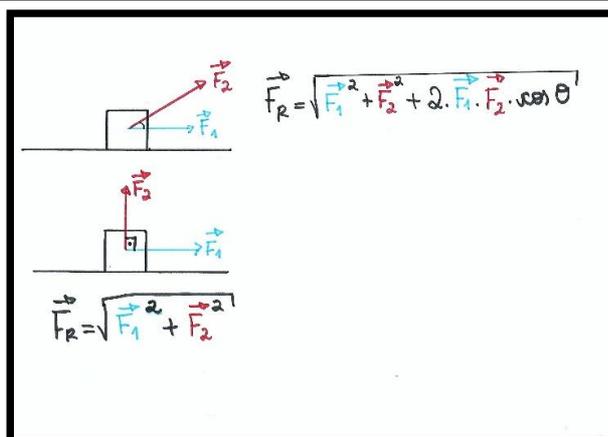
Uma pessoa está puxando horizontalmente para a direita um livro que está em cima de uma estante. Então, ela deseja saber qual a força que está sendo aplicada para puxar o livro, para tal ela utilizará o dinamômetro. Ela conecta o gancho da extremidade do dinamômetro ao espiral do livro e puxa. Neste momento a mola do dinamômetro se deforma. O valor desta deformação ficará identificada na lateral do aparelho.

Vamos agora para a Força Resultante, pois o conjunto de forças que atua sobre um corpo é calculada através da soma de vetores.



Na primeira ilustração, teremos duas forças atuando sobre o corpo. Estas forças estão em seus extremos. Vamos pensar no exemplo de uma pessoa que está empurrando uma caixa (F_1) e outra pessoa está puxando esta mesma caixa (F_2), ambas exercendo força para o mesmo sentido, para a direita. Neste caso utilizaremos a soma das forças. Força resultante é igual a força 1 mais a força 2.

Na segunda ilustração teremos duas forças atuando sobre outro corpo. As forças que atuam sobre este corpo também se encontram em seus extremos. Pensemos na situação do cabo de guerra, uma pessoa puxa a corda para a direita (F_1) e a outra puxa a corda para a esquerda (F_2), neste caso, as forças estão atuando em sentidos contrários. Por isso, lembramos que o sinal positivo e o sinal negativo deverá ser associado ao sentido do movimento. Se levarmos em consideração que a Força 1 tem sinal positivo, pois o corpo está se movimentando para a direita, a Força 2 deverá ter sinal negativo, pois encontra-se em sentido oposto ao movimento, isto é, para a esquerda. Força resultante igual a força 1 menos a força 2.



Na terceira ilustração, temos uma força que está atuando horizontalmente para a direita (F_1) e uma força atuando verticalmente para cima (F_2) formando um ângulo diferente e menor de 90° . A força resultante será determinada pela raiz quadrada da soma do quadrado das forças F_1 e F_2 mais o dobro do produto das forças F_1 e F_2 pelo cosseno de θ , pois o ângulo que está sendo formado entre as forças F_1 e F_2 é diferente de 90° .

Na quarta ilustração temos duas forças que estão atuando sobre o objeto, uma força horizontal para a direita (F_1) e uma força vertical para cima (F_2), as duas forças formam entre si, um ângulo de 90° , e, como na equação exposta na terceira situação, e sabendo que o cosseno de 90° equivale a 0, o que representa a força resultante entre a Força 1 e a Força 2 é a raiz quadrada da soma do quadrado das forças F_1 e F_2 .

7.2.2.3 Processo de montagem do plano inclinado



Materiais:

- 01 dobradiça;
- 02 parafusos;
- 02 porcas borboleta;
- 02 chapas de madeira de largura 9,6cm, comprimento 39,5 cm e espessura 2 cm;
- 02 chapas de madeira de largura 3,2 cm, comprimento 35,6 cm e espessura 0,5 cm com fenda de 0,5 cm no centro.

Passos para montagem

1° Passo: unir as 02 chapas de madeira de largura 9,6cm, comprimento 39,5 cm e espessura 2 cm utilizando a dobradiça.



2° Passo: colocar as 02 chapas de madeira de largura 3,2 cm, comprimento 35,6 cm e espessura 0,5 cm com fenda de 0,5 cm no centro nas duas laterais das duas chapas de madeira utilizando parafusos.



3° Passo: colocar as duas porcas borboleta na fenda de 0,5 cm para poder dar movimento e modificar os ângulos de movimentação do plano inclinado.



Observação: Os pesos foram confeccionados utilizando restos de madeira em formato de paralelepípedos regulares.

7.2.3 Metodologia

Inicialmente, em uma roda de conversa, o professor irá discutir as questões contidas no questionário de conhecimentos prévios. As discussões terão finalidade de construir respostas em conjunto e serão levadas em consideração as respostas dadas pelos alunos, bem como as suas contribuições durante a roda de conversa.

Após finalizar a roda de conversa, o professor irá distribuir os alunos em grupos. Disponibilizará materiais como: lápis de cor, régua, tesouras, canetas hidrocores, papel cartaz, livros e revistas que possam ser recortados. O professor deverá entregar aos grupos um questionamento referente ao vídeo bilíngue 1, essas perguntas serão norteadoras para que os estudantes organizem o painel.



Após a construção dos painéis, através de um seminário, cada grupo que foi formado deverá apresentar o painel que construíram. Ao final das apresentações deverá ser deixado um espaço para os estudantes fazerem apontamentos.

Finalizadas as apresentações e as discussões, o professor deverá convidar os alunos a observar o vídeo bilíngue 2, de 17 minutos e 6 segundos, que se expõem os conceitos da primeira lei de Newton. Nesse vídeo é desenvolvido o que é inércia, o que é força, traz exemplos de força que podem ser encontradas, contempla a explicação de como utilizar um dinamômetro. Ainda na apresentação do vídeo, pode-se ter acesso a como calcular a força resultante através da soma vetorial entre duas forças. O vídeo deverá ser pausado em 08 minutos e 23 segundos para que o professor comente que a força centrípeta é originada por causa da variação do vetor velocidade.

Ao final da aula, o professor deverá apresentar aos estudantes a atividade experimental de um plano inclinado de madeira para medir a força de pesos diferentes

utilizando dinamômetros. Serão disponibilizados pesos diferentes que deverão ser presos ao gancho do dinamômetro, e, ao entrarem em movimento sobre a superfície do plano inclinado a força que foi realizada para mover os objetos será identificada.

Finalizadas as observações, os alunos serão convidados a discutir sobre o que será evidenciado na atividade.

7.3 Encontro 3

Carga horária: 5 períodos

7.3.1 Objetivos

- Apresentar o vídeo bilíngue 3;
- Discutir os conceitos apresentados no vídeo bilíngue 3;
- Resolver três situações problematizadoras envolvendo os conceitos apresentados no vídeo bilíngue 3.

7.3.2 Recursos didáticos

- Vídeo bilíngue 3;
- Lista de questões problematizadoras referentes as aplicações da segunda lei de Newton.

A seguir, seguem os recursos didáticos utilizados neste encontro. No item 7.3.2.1 encontra-se o roteiro utilizado para a gravação do vídeo bilíngue 3 na qual expõe-se os conceitos que foram abordados no vídeo e no item 7.3.2.2 estão os questionamentos sobre a segunda lei de Newton.

7.3.2.1 Roteiro para a produção do vídeo bilíngue 3²²

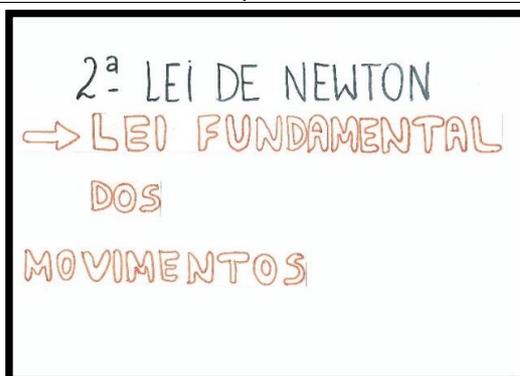
TERCEIRO VÍDEO

²² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Y-BOCWGAZ4s&feature=youtu.be>. Acesso em: 18 maio 2020.

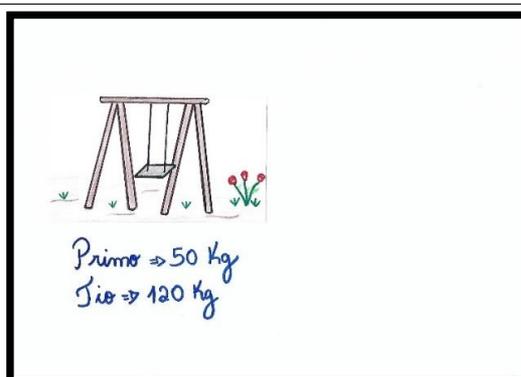


APRESENTAÇÃO DO VÍDEO

Este vídeo faz parte de um Produto Educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física, realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Campus Litoral Norte.



A segunda lei de Newton também é conhecida como a Lei Fundamental dos Movimentos.



Antes de iniciar a conversa, vamos imaginar que você está em uma pracinha com seu primo e com seu tio e você convida-os para brincar de balanço. Seu tio propõe um desafio: será que você consegue empurrá-lo com a mesma facilidade com que empurra seu primo? Sabe-se que seu tio tem uma massa igual a 120 kg e seu primo tem massa 50 kg.

Pensando nessa situação, a pessoa que tem a menor massa, neste caso, o primo, será mais facilmente colocado em movimento.

Analisando os movimentos dos corpos Newton anunciou a segunda lei de Newton, afirmando que a força a qual um corpo está sendo submetido é proporcional ao produto da massa desse corpo pela sua aceleração.

Retomando que a aceleração é a variação da velocidade no decorrer do tempo. A segunda lei de Newton pode ser expressa matematicamente por:

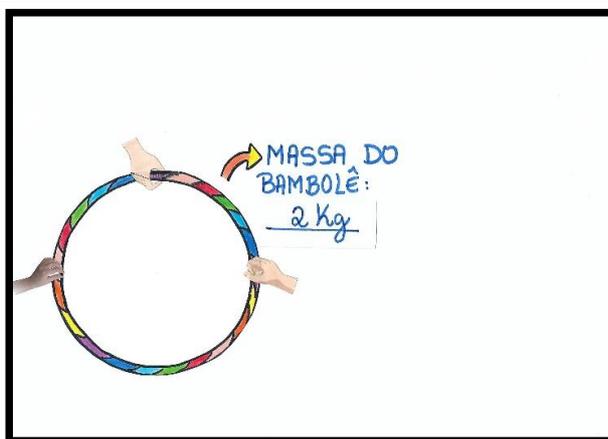
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

\vec{F} → FORÇA [N]
 m → MASSA [Kg]
 \vec{a} → ACELERAÇÃO [$\frac{m}{s^2}$]

A força (F) é igual a massa (m) vezes a aceleração (a).

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a força será dada em [N] (Newton), a massa em quilogramas [Kg] e a aceleração em metros por segundo ao quadrado [m/s^2]. Isso significa que a unidade de medida Newton [N] é a multiplicação da unidade quilogramas [kg] pela unidade metros por segundo ao quadrado [m/s^2].

Colocando em prática os conhecimentos:



Três amigos estavam brincando na casa de sua avó, e encontraram um bambolê maciço de massa igual a dois quilogramas. Um deles propõe um desafio: Quem consegue exercer mais força sobre o bambolê a ponto de conseguir deformá-lo. Após o desafio ser aceito, cada um deles se posicionou em três diferentes partes do bambolê, e iniciaram o desafio. Eles conseguiram exercer forças de quinze Newtons, oito Newtons e nove Newtons, mas não conseguiram deformar o bambolê. O bambolê escapou de suas mãos e entrou em movimento. Pergunta-se qual foi a intensidade da força resultante aplicada pelos amigos e qual foi a aceleração que o bambolê adquiriu? Antes da resolução vamos organizar os dados da situação:

LÂMINA BRANCA PARA ESCREVER OS DADOS AS SITUAÇÃO

Massa do bambolê igual a 2 quilogramas

Força que o 1º amigo exerce no bambolê igual a quinze Newtons
 Força que o 2º amigo exerce no bambolê igual a oito Newtons
 Força que o 3º amigo exerce no bambolê igual a nove Newtons
 Todas as grandezas do exercício estão no SI. Caso não estivessem, deveríamos convertê-las.

Dados:

$$m = 2 \text{ Kg}$$

$$\vec{F}_1 = 15 \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = 8 \text{ N}$$

$$\vec{F}_3 = 9 \text{ N}$$

Vamos para a resolução

Para resolver o problema dos três amigos seguiremos os passos 1 e 2.

Passo 1: Desenhar o diagrama das forças que atuam sobre o bambolê e determinar a força resultante através da soma de vetores, sempre somando de dois em dois vetores.

LÂMINA BRANCA PARA RESOLUÇÃO

Vamos desenhar o diagrama de forças:

Horizontalmente para a direita um dos amigos exerce uma força de quinze Newtons. E para a esquerda o outro amigo aplica uma força de nove Newtons. Verticalmente para cima, o terceiro amigo exerce uma força de oito Newtons.

Agora, calcularemos a força resultante, iniciando pelas forças de mesma direção.

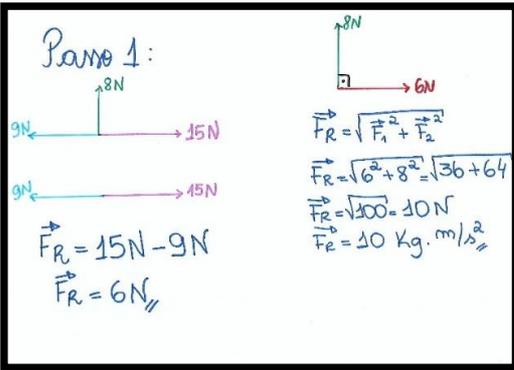
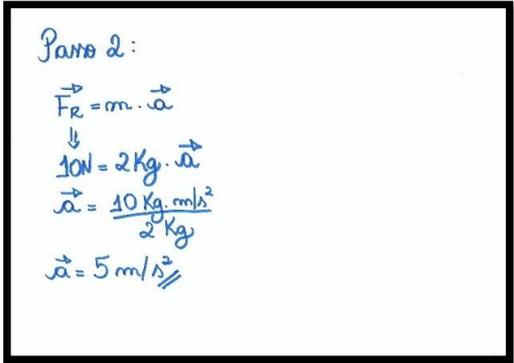
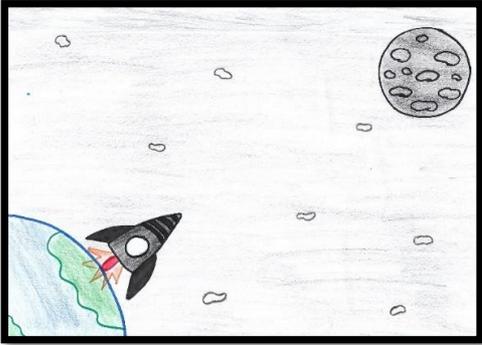
A força resultante é igual a soma das forças, então força resultante igual a quinze Newtons menos nove Newtons, definimos a força de quinze Newtons positiva pois esta está no sentido para direita, pois nos baseamos no sistema cartesiano (mas lembre-se que poderia ser escolhido outro referencial) e nove Newtons negativa pois está no sentido para esquerda, contrário ao sentido da força de quinze Newtons.

A força resultante é igual a seis Newtons na direção horizontal e no sentido para a direita, pois a força de quinze Newtons é maior que a força de nove Newtons, portanto prevalece o sentido da força de maior módulo.

Estes seis Newtons serão somados ao valor da força vertical para cima de oito Newtons, e desta forma formarão um ângulo de noventa graus entre si.

Força resultante é igual a raiz quadrada da soma do quadrado das forças um e dois.

Agora substituindo os valores: força resultante igual a raiz quadrada de seis ao quadrado mais oito ao quadrado, que resulta na raiz quadrada da soma de trinta e seis com sessenta e quatro, sendo a força resultante igual a raiz quadrada de cem, que é igual e dez Newtons.

 <p>Passo 1:</p> <p>$\vec{F}_R = 15\text{N} - 9\text{N}$ $\vec{F}_R = 6\text{N}$</p> <p>$\vec{F}_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ $\vec{F}_R = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64}$ $\vec{F}_R = \sqrt{100} = 10\text{N}$ $\vec{F}_R = 10 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2$</p>
<p>Passo 2 – Calcular a aceleração através da segunda lei de Newton:</p>
<p>LÂMINA BRANCA PARA RESOLUÇÃO</p>
<p>Força resultante igual a massa vezes aceleração, no passo 1 encontramos que a força resultante é igual a dez Newtons, do enunciado do problema temos que a massa do bambolê maciço é dois quilogramas e procuramos o valor da aceleração. Então, a aceleração é igual a dez quilogramas vezes metro por segundo ao quadrado dividido por dois quilogramas, agora dividimos dez por dois, tendo como resultado cinco, ao dividirmos quilograma por quilograma chegamos a constante um que será multiplicada por cinco, resultando em cinco metros por segundo ao quadrado.</p>
 <p>Passo 2:</p> <p>$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ \downarrow $10\text{N} = 2\text{Kg} \cdot \vec{a}$ $\vec{a} = \frac{10\text{Kg} \cdot \text{m/s}^2}{2\text{Kg}}$ $\vec{a} = 5\text{m/s}^2$</p>
<p>Outra história:</p>

<p>Um astronauta, muito experiente, estava se preparando para viajar à lua. Na estação espacial, ele se preparou com as vestimentas necessárias e sua equipe verificou que sua massa era de setenta e nove quilogramas e constataram o valor de seu peso. Embarcou para a lua e tempos depois chegou à superfície lunar. Sua equipe preocupada com sua saúde, perguntou a ele, qual era seu peso e sua massa</p>

na Lua. Diante disso, verificaremos qual foi o peso que a equipe constatou na Terra e encontraremos o valor da massa e do peso que o astronauta encontrou na Lua. Para o cálculo utilizaremos a aceleração da gravidade da Terra dez metros por segundo ao quadrado e a aceleração da gravidade na Lua um vírgula seis metros por segundo ao quadrado, uma vez que a massa da Lua é menor que a massa da Terra, o valor de sua aceleração gravitacional também será menor.

Aliás, a gravidade é uma aceleração que os corpos estão submetidos devido à ação da força gravitacional. A força gravitacional é a força que surge a partir da interação mútua entre dois corpos. Um exemplo é a interação entre os corpos que estão na superfície terrestre e a Terra. No planeta Terra a força da gravidade impede que nossos corpos e tudo que está nela e ao seu redor fiquem flutuando no espaço. E, na Lua, como o valor da aceleração da gravidade é menor do que Terra, quando visualizamos filmes com astronautas na Lua, eles não conseguem caminhar na superfície lunar como caminhamos aqui na Terra, e, por causa disso eles parecem estar saltitando quando precisam se mover pela Lua, isso quer dizer que a força de atração que os impede de não flutuar é de menor intensidade.

Retornando à atividade.

Iremos agora retomar os dados da situação:

Para realizar os cálculos faremos três passos.

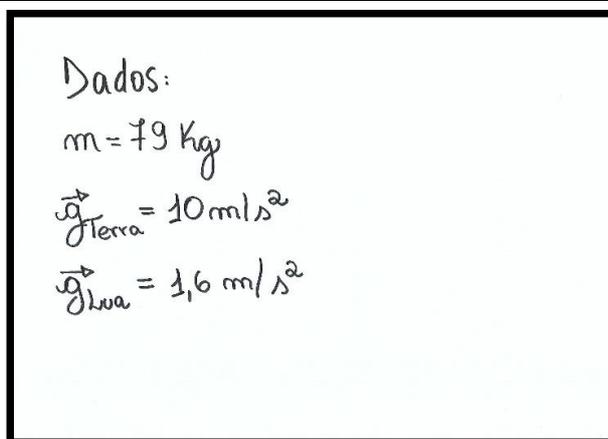
LÂMINA BRANCA PARA ESCREVER OS DADOS AS SITUAÇÃO

Massa do astronauta igual a setenta e nove quilogramas

Aceleração da gravidade na Terra igual a dez metros por segundo ao quadrado

Aceleração da gravidade na Lua igual a um vírgula seis metros por segundo ao quadrado

Todas as grandezas do exercício estão no SI. Caso não estivessem, deveríamos convertê-las.



Dados:

$$m = 79 \text{ kg}$$

$$\vec{g}_{\text{Terra}} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{g}_{\text{Lua}} = 1,6 \text{ m/s}^2$$

Para realizar os cálculos faremos três passos.

1° passo: Calcular qual foi o peso que a equipe constatou na Terra, para isso utilizaremos a equação da Força Peso.

LÂMINA BRANCA PARA RESOLUÇÃO

Peso igual massa vezes aceleração gravitacional, substituindo a massa do astronauta por setenta e nove quilogramas e aceleração gravitacional por dez metros por segundo ao quadrado, o que resultará na força peso de setecentos e noventa Newtons.

1º Passo:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

$$\vec{P} = 79 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{P} = 790 \text{ N}$$

2º passo: Determinar a massa do astronauta na Lua através do peso constatado na Terra.

LÂMINA BRANCA PARA RESOLUÇÃO

Peso igual massa vezes aceleração gravitacional, ficando setecentos e noventa Newtons igual massa vezes um vírgula seis metros por segundo ao quadrado, isolando a massa devemos dividir o peso pela aceleração da gravidade da lua, o que resulta em massa igual a setecentos e noventa quilogramas vezes metros por segundo ao quadrado sobre um vírgula seis metros por segundo ao quadrado, obtendo como resultado uma massa igual a quatrocentos e noventa e três vírgula setenta e cinco quilogramas.

2º Passo:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

$$790 \text{ N} = m \cdot 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{790 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2}{1,6 \text{ m/s}^2}$$

$$m = 493,75 \text{ Kg}$$

Após encontrarmos este valor para a massa do astronauta, questiona-se: é possível que o astronauta possa ter adquirido quatrocentos e quatorze vírgula setenta e cinco quilogramas em um pequeno intervalo de tempo? Não seria possível, o valor da massa do astronauta não se alterou, isso quer dizer que devemos determinar o peso do astronauta de acordo com a sua massa e com a força gravitacional da Lua. Vamos ao terceiro passo.

3º passo: Encontrar o valor do peso do astronauta utilizando sua massa e a aceleração gravitacional da Lua.

LÂMINA BRANCA PARA ESCREVER OS DADOS AS SITUAÇÃO

Peso igual massa vezes aceleração gravitacional, substituindo teremos peso igual a setenta e nove quilogramas vezes um vírgula seis metros por segundo ao quadrado, que será uma força peso igual a cento e vinte e seis vírgula quatro Newtons.

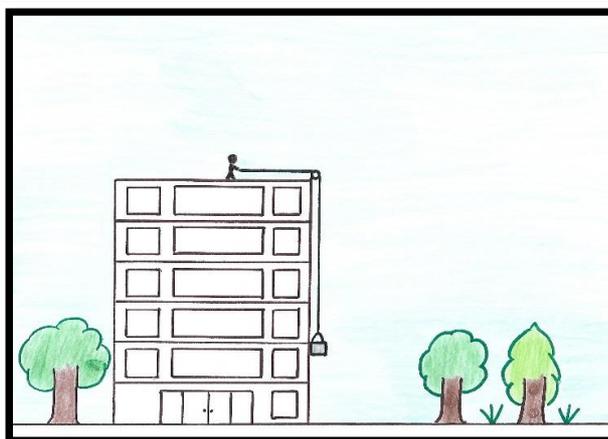
3º Passo:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

$$\vec{P} = 79 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{P} = 126,4 \text{ N}$$

Comparando os valores: Peso encontrado na Terra igual setecentos e noventa Newtons e o Peso encontrado na Lua igual cento e vinte e seis vírgula quatro Newtons, isso significar que quanto menor for a gravidade menor o valor determinado pela força peso. Passamos para a próxima história.



Um construtor está no sexto andar de um prédio em construção e precisa levar baldes com sobras da obra para o primeiro andar. Ele então, fixou uma polia na extremidade do sexto andar do prédio e ligou um fio resistente, que passa por essa polia, nas extremidades desse fio encontram-se o construtor e um balde. Após subir com o balde vazio, ele coloca as sobras e então começa a desce-las com uma aceleração de três metros por segundo ao quadrado. Sabe-se que a massa do construtor é de oitenta e quatro quilogramas e que a aceleração da gravidade é dez metros por segundo ao quadrado. Hipoteticamente despreza-se os atritos, iremos calcular a massa que está contida no balde, para tal desenharemos o diagrama de forças do construtor e do balde e depois montaremos um sistema de equações através da segunda lei de Newton observando o diagrama do balde e do construtor.

LÂMINA BRANCA PARA ESCREVER OS DADOS AS SITUAÇÃO

Massa do construtor igual a oitenta e quatro quilogramas

Aceleração da gravidade na Terra igual a dez metros por segundo ao quadrado

Aceleração da descida do balde igual a três metros por segundo ao quadrado

Todas as grandezas do exercício estão no SI. Caso não estivessem, deveríamos convertê-las.

Seguiremos a resolução em dois passos.

Dados:

$$m_c = 84 \text{ kg}$$

$$\vec{g}_{\text{Terra}} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a} = 3 \text{ m/s}^2$$

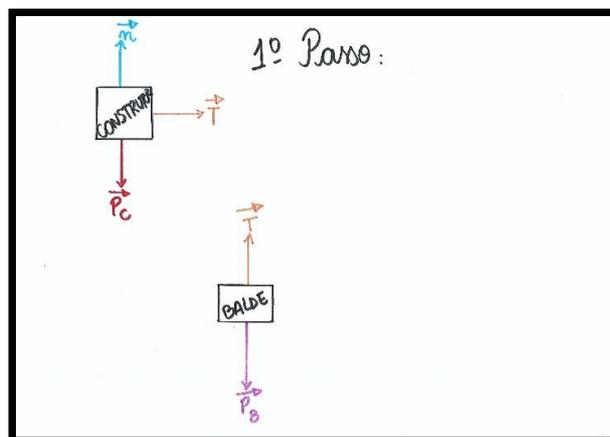
LÂMINA BRANCA PARA RESOLUÇÃO

1º passo: Desenhar o diagrama de Forças

Vamos ao desenho do diagrama de forças, representando todas as forças que atuam nos dois corpos.

No construtor, atuam a força peso na direção vertical sentido para baixo, na mesma direção, no sentido para cima, atua a força normal, que é perpendicular à superfície onde está o construtor. E na direção horizontal para a direita atua a força tensão do fio.

No balde, atuam a força tensão do fio que está na direção vertical para cima e a força peso na mesma direção, mas em sentido oposto, para baixo.



LÂMINA BRANCA PARA RESOLUÇÃO

2º Passo: Montar o sistema de equações

Iremos agora montar o sistema de equações.

Equação da força resultante que atua no balde: peso do balde menos a força tensão é igual a massa do balde vezes a aceleração.

Equação da força resultante que atua sobre o construtor: como a força normal e a força peso possuem o mesmo valor em módulo, mesma direção, mas estão em sentidos opostos, elas se anulam. Ficando apenas a força tensão atuando sobre o construtor. Temos que tensão é igual a massa do construtor vezes a aceleração.

Resolvendo o sistema por substituição:

Na primeira equação substituímos a força peso do balde por massa do balde vezes a aceleração gravitacional, menos a força tensão que seguindo o que diz na

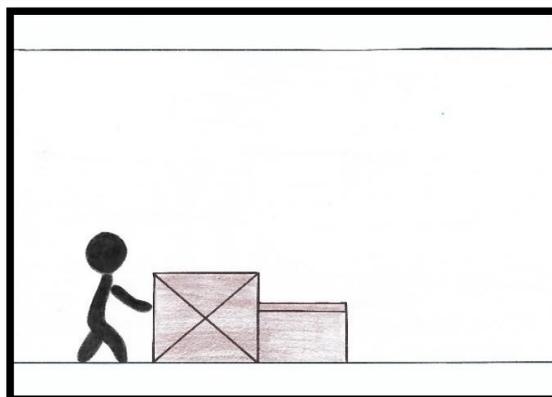
segunda equação é a massa do construtor vezes a aceleração e isto tudo é igual a massa do balde vezes a aceleração.

Substituindo a aceleração gravitacional por dez metros por segundo ao quadrado e a massa do construtor por oitenta quilogramas e a aceleração por três metros por segundo ao quadrado.

Então, dez metros por segundo ao quadrado vezes a massa do balde menos duzentos e cinquenta e dois Newtons (Que é o produto de oitenta quilogramas por três metros por segundo ao quadrado) isso é igual a três metros por segundo ao quadrado vezes a massa do balde, trazendo as incógnitas para a esquerda e o valor numérico para a direita da equação, teremos dez metros por segundo ao quadrado vezes a massa do balde menos três metros por segundo ao quadrado vezes a massa do balde é igual a duzentos e cinquenta e dois Newtons, o que resulta em sete metros por segundo ao quadrado vezes a massa do balde igual a duzentos e cinquenta e dois Newtons, agora isolando a massa do balde, ficando duzentos e cinquenta e dois Newtons (que pode ser escrito por duzentos e cinquenta e dois quilogramas vezes metros por segundo ao quadrado) dividido por sete metros por segundo ao quadrado, que é igual a trinta e seis quilogramas a massa do balde, pois dividindo-se quilogramas vezes metros por segundo ao quadrado por metros por segundo ao quadrado resulta apenas em quilogramas uma vez que metros por segundo ao quadrado dividido por metros por segundo ao quadrado resulta na constante um, e um vez quilograma é quilograma.

$$\begin{aligned}
 & 2^{\circ} \text{ Passo:} \\
 & \begin{cases} \vec{P}_B - \vec{T} = m_B \cdot \vec{a} \\ \vec{T} = m_C \cdot \vec{a} \end{cases} \\
 & \vec{P}_B - \vec{T} = m_B \cdot \vec{a} \\
 & (m_B \cdot \vec{g}) - (m_C \cdot \vec{a}) = m_B \cdot \vec{a} \\
 & (m_B \cdot 10 \text{ m/s}^2) - (84 \text{ Kg} \cdot 3 \text{ m/s}^2) = m_B \cdot 3 \text{ m/s}^2 \\
 & 10 \text{ m/s}^2 \cdot m_B - 252 \text{ N} = 3 \text{ m/s}^2 \cdot m_B \\
 & 10 \text{ m/s}^2 \cdot m_B - 3 \text{ m/s}^2 \cdot m_B = 252 \text{ N} \uparrow \\
 & 7 \text{ m/s}^2 \cdot m_B = 252 \text{ N} \\
 & m_B = \frac{252 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2}{7 \text{ m/s}^2} \\
 & m_B = 36 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Iremos para o último exemplo.



Uma família está de mudança para uma nova casa e solicitou que uma empresa fosse buscar as caixas com seus pertences. O trabalhador, já cansado de erguer as

caixas, resolve empurrá-las sobre uma superfície completamente lisa (sem ranhuras, sem sujeira ou buracos). Sabe-se que a força que ele está exercendo sobre as caixas é de cinquenta Newtons e que a massa da caixa um é de quinze quilogramas e da caixa dois é de dez quilogramas. Qual será a força que a primeira caixa exerce sobre a segunda caixa e qual será a força que a segunda caixa exerce sobre a primeira?

Vamos agora retomar os dados da situação:

LÂMINA BRANCA PARA ESCREVER OS DADOS AS SITUAÇÃO

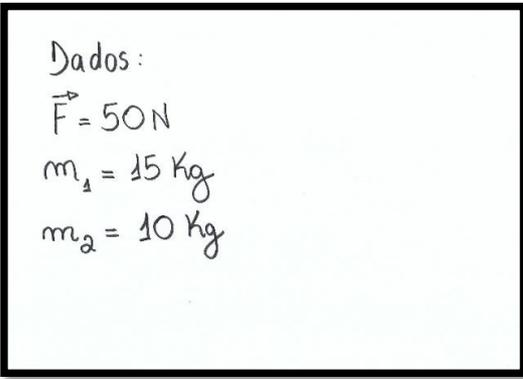
Força que atua nas caixas igual a cinquenta Newtons

Massa da caixa um igual a quinze quilogramas

Massa da caixa dois igual a dez quilogramas

Todas as grandezas do exercício estão no SI. Caso não estivessem, deveríamos convertê-las.

Para resolvermos esta situação vamos desenhar os diagramas de forças que atuam sobre as caixas um e dois e montaremos um sistema de equações.



Dados:

$$\vec{F} = 50\text{ N}$$

$$m_1 = 15\text{ Kg}$$

$$m_2 = 10\text{ Kg}$$

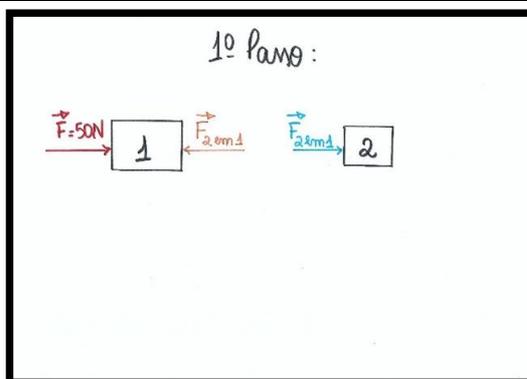
LÂMINA BRANCA PARA A RESOLUÇÃO

1° Passo: Desenhar o diagrama de forças.

Desenhando o diagrama de forças:

Na caixa um atua a força de cinquenta Newtons na direção horizontal e no sentido para a direita e no sentido oposto existe a força que a caixa dois exerce na caixa um.

Na caixa dois existe apenas a atuação da força que atua da caixa dois para a caixa um, no mesmo módulo e direção, porém no sentido oposto, em relação à força que atua na caixa um.



LÂMINA BRANCA PARA A RESOLUÇÃO

2° Passo: Montar o sistema de equações

Montando o sistema de equações:

Equacionar as forças que atuam na caixa um e na caixa dois.

Na caixa um temos: Força menos a força que a caixa dois exerce na caixa um é igual a massa da caixa um vezes a aceleração.

Na caixa dois temos: a força que a caixa dois exerce na caixa um é igual a massa da caixa dois vezes a aceleração.

Resolvendo o sistema através do método da soma:

A força que a caixa dois exerce na caixa um aparece nas duas equações e com sinais contrários, assim podemos eliminá-las, restando força igual a soma das massas das caixas um e dois vezes a aceleração. Substituindo os valores:

Força é igual a cinquenta Newtons, massa da caixa um igual a quinze quilogramas, massa da caixa dois igual a dez quilogramas.

Isolando a aceleração, aceleração é igual a cinquenta Newtons que pode ser escrito por cinquenta quilogramas vezes metros por segundo ao quadrado, dividido por vinte e cinco quilogramas, que é a soma das massas das caixas um e dois, resultando em aceleração igual a dois metros por segundo ao quadrado.

Agora encontraremos o valor da força que a caixa um exerce na caixa dois e o valor da força que a caixa dois exerce na caixa um.

Substituiremos o valor da aceleração nas duas equações do sistema.

2º Passo:

$$\begin{cases} \vec{F} - \vec{F}_{2em1} = m_1 \cdot \vec{a} \\ \vec{F}_{2em1} = m_2 \cdot \vec{a} \end{cases} \quad \vec{a} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{F} = (m_1 + m_2) \cdot \vec{a}$$

$$50 \text{ N} = (15 \text{ kg} + 10 \text{ kg}) \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{25 \text{ kg}}$$

LÂMINA BRANCA PARA A RESOLUÇÃO

Primeira equação: Força mesma força que a caixa dois exerce na caixa um igual a massa da caixa 1 vezes aceleração.

cinquenta Newtons é o valor da força (\vec{F}) menos a força que a caixa dois exerce em um é igual a quinze quilogramas vezes dos metros por segundo ao quadrado, que resulta em: menos a força que a caixa dois exerce em um é igual a trinta Newtons menos cinquenta Newtons, ou seja, menos a força que a caixa dois exerce em um é igual a menos vinte Newtons, multiplicando a equação por menos um, temos que a força que a caixa um exerce na caixa dois é igual a vinte Newtons.

Segunda equação: Força que caixa dois exerce na caixa um igual a massa da caixa dois vezes aceleração.

Substituindo: força que a caixa dois exerce em um é igual a dez quilogramas vezes dois metros por segundo ao quadrado, resultando em força que a caixa dois exerce em um igual a vinte Newtons.

Concluindo que a força que a caixa dois exerce em um é igual a força que a caixa um exerce na caixa dois em módulo, direção, porém em sentido contrário.

$$\begin{aligned}
 \vec{F} - \vec{F}_{2em1} &= m_1 \cdot \vec{a} & \vec{F}_{2em1} &= m_2 \cdot \vec{a} \\
 50N - \vec{F}_{2em1} &= 15\text{Kg} \cdot 2\text{m/s}^2 & \vec{F}_{2em1} &= 10\text{kg} \cdot 2\text{m/s}^2 \\
 -\vec{F}_{2em1} &= 30N - 50N & \vec{F}_{2em1} &= 20N_{\parallel} \\
 -\vec{F}_{2em1} &= -20N \text{ (x-1)} & & \\
 \vec{F}_{1em2} &= 20N_{\parallel} & &
 \end{aligned}$$

7.3.2.2 Lista de situações sobre a segunda lei de Newton

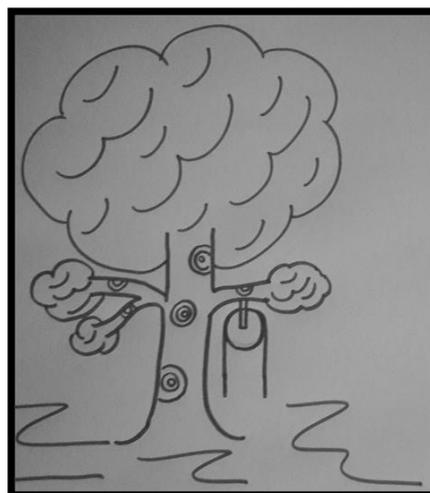


Lista de Situações sobre a Segunda Lei de Newton

Nome: _____

Situação 1:

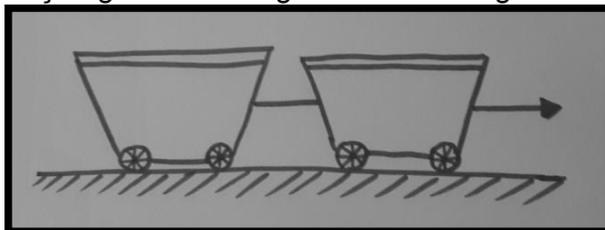
Duas amigas resolvem fazer uma atividade experimental. A atividade consta em colocar uma polia em um galho de uma árvore. Inicialmente elas colocam uma corda hipoteticamente inextensível (não estica) que passa sem atrito em volta desta polia, como ilustra a figura. Em seguida elas resolvem se “pendurar”, cada uma em uma das extremidades da corda. As duas amigas querem descobrir qual a aceleração que seus corpos adquiriram e qual o valor encontrado na tração da corda. Para a resolução desta situação, deverá considerar-se a gravidade local como 10 m/s^2 e as massas das amigas como respectivamente 60 kg e 65 kg .



Espaço para a resolução:

Situação 2:

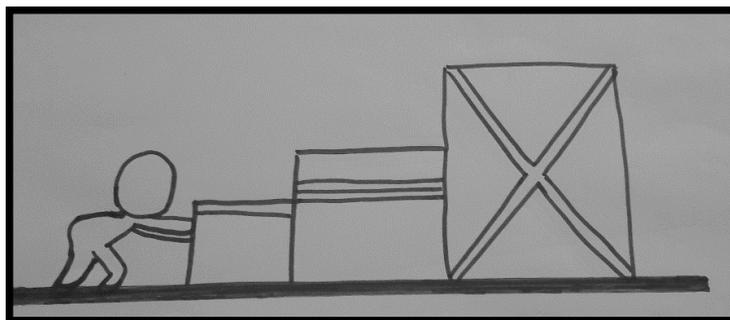
Um grupo de alunos resolve propor um desafio ao professor de Física. Eles ligaram dois vagões de um trem com uma corda, por suposição, inextensível. Deram as seguintes informações ao professor: sabe-se que os dois vagões têm pesos diferentes, sendo estes de 50 N e 20 N respectivamente. Os vagões estão apoiados sobre uma superfície horizontal e ao ser aplicada uma força de 35 N para a direita, os vagões entram em movimento. Considere que as rodinhas estão travadas e deslizando sobre os trilhos. Para a resolução o professor poderá utilizar o coeficiente de atrito dinâmico igual a 0,4 e a aceleração gravitacional $g = 10 \text{ m/s}^2$. Perguntaram ao professor de Física: Qual será a aceleração do conjunto dos dois vagões que estão ligados a esta corda? Ajude-o a resolver esta situação.



Espaço para a resolução:

Situação 3:

Um jovem trabalhador de uma empresa deseja mover sobre uma superfície, supostamente sem atritos, três caixas, movendo-as da recepção para o depósito. O jovem está exercendo uma força de 100 N para conseguir colocar as caixas em deslizamento. Calcule a aceleração que o conjunto das três caixas alcançou e qual é a intensidade das forças que: a primeira caixa exerce sobre a segunda caixa; e que a segunda caixa exerce na terceira caixa. Considere que as massas das caixas são respectivamente 5 kg, 7 kg e 13 kg.



Espaço para a resolução:

7.3.3 Metodologia

Inicialmente nesta aula o professor irá expor o vídeo bilíngue 3 de 40 minutos e 5 segundos. Nele são contemplados os conceitos da segunda lei de Newton. Além disso, são abordados quatro exemplos de aplicações da segunda lei de Newton com resolução matemática.

Em seguida, o professor deverá entregar aos estudantes uma lista que contém três situações problematizadoras que são referentes ao conteúdo abordado no vídeo bilíngue 3.

Ao final da aula, o professor deverá recolher as resoluções das atividades. Caso seja possível, nessa mesma aula, o professor poderá organizar uma roda de conversa para que todos possam discutir sobre as três situações problematizadoras, do contrário, as discussões deverão realizadas no início do próximo encontro.

7.4 Encontro 4

Carga horária: 5 períodos

7.4.1 Objetivos

- Apresentar o vídeo bilíngue 4;
- Discutir os conceitos apresentados no vídeo bilíngue 4;
- Resolver uma situação problematizadoras envolvendo os conceitos apresentados no vídeo bilíngue 4.

7.4.2 Recursos didáticos

- Vídeo bilíngue 4;
- Questão problematizadora referentes à situação problematizadora da terceira lei de Newton;
- Jogo de tabuleiro;
- Cartões de situações problematizadoras sobre as três leis de Newton;
- Cartões surpresa do jogo de trilha;
- Regras do jogo de trilha;
- Questionário de avaliação da implementação da sequência didática e do produto educacional.

Nos itens a seguir encontram-se os recursos didáticos utilizados nesse encontro. No item 7.4.2.1 encontra-se o roteiro utilizado para a produção do vídeo bilíngue 4 juntamente com os conceitos abordados no vídeo, no item 7.4.2.2 encontra-se a

questão problematizadora referente a terceira lei de Newton, no item 7.4.2.3 estão as situações problematizadoras utilizadas no jogo de trilha, no item 7.4.2.4 encontram-se os cartões surpresa do jogo de trilha, no item 7.4.2.5 descreve-se as regras do jogo de trilha e no item 7.4.2.6 encontra-se o questionário utilizado para a avaliação da implementação da sequência didática e do produto educacional.

7.4.2.1 Roteiro para produção do vídeo bilíngue 4²³

QUARTO VÍDEO

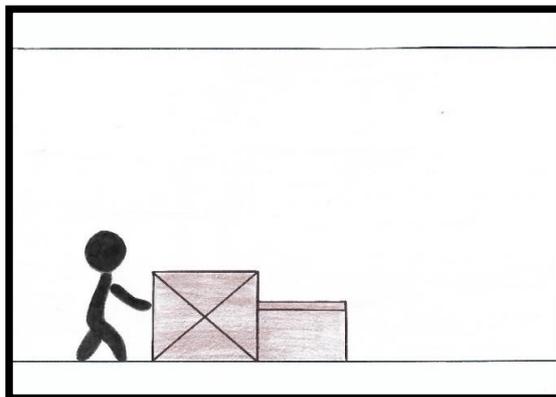
APRESENTAÇÃO DO VÍDEO
<p>Este vídeo faz parte de um Produto Educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física, realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Campus Litoral Norte.</p>


²³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eEUvcZwliy4>. Acesso em: 18 maio 2020.

Nesta aula vamos estudar a terceira lei de Newton, também conhecida como Lei de ação e reação. Newton afirmou que quando existe a interação entre dois corpos, a força que um exerce no outro é a mesma em módulo, porém em sentidos contrário.

LÂMINA BRANCA

Vamos retomar a última situação que resolvemos no vídeo anterior. A situação era a seguinte:



Uma família estava de mudança para uma nova casa e solicitou que uma empresa fosse buscar as caixas com seus pertences. O trabalhador, que já cansado de erguer as caixas, resolve empurrá-las sobre uma superfície completamente lisa (sem ranhuras, sem sujeira ou buracos). Era sabido que a força que ele está exercendo sobre as caixas é de cinquenta Newtons e que a massa da caixa um é de quinze quilogramas e da caixa dois é de dez quilogramas. A pergunta para solucionar o problema era: Qual será a força que a primeira caixa exerce sobre a segunda caixa e qual será a força que a segunda caixa exerce sobre a primeira?

$$\begin{aligned}
 \vec{F} - \vec{F}_{2em1} &= m_1 \cdot \vec{a} & \vec{F}_{2em1} &= m_2 \cdot \vec{a} \\
 50\text{N} - \vec{F}_{2em1} &= 15\text{kg} \cdot 2\text{m/s}^2 & \vec{F}_{2em1} &= 10\text{kg} \cdot 2\text{m/s}^2 \\
 -\vec{F}_{2em1} &= 30\text{N} - 50\text{N} & \vec{F}_{2em1} &= 20\text{N} \\
 -\vec{F}_{2em1} &= -20\text{N} \quad (\times -1) & & \\
 \vec{F}_{2em1} &= 20\text{N} // & & \\
 \vec{F}_{1em2} &= 20\text{N} // & &
 \end{aligned}$$

Ao resolvermos a situação encontramos como resultado que a força que a caixa um exercia na caixa dois tinha mesmo valor em módulo da força que a caixa dois exercia na caixa um.

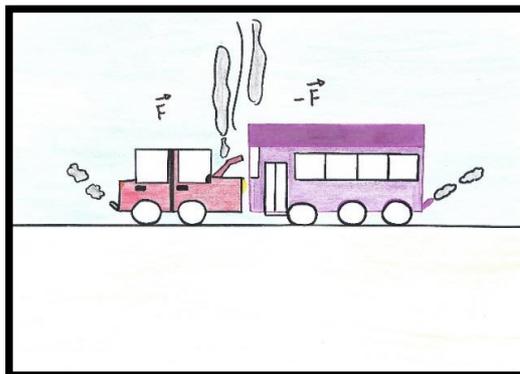
Esse é um ótimo exemplo de par ação e reação. A força que uma caixa exerce na outra caixa é a mesma em módulo, porém acontecem em sentidos contrários.



Pensemos num exemplo, numa luta de boxe um lutador x desferiu um soco no rosto do lutador y. A força exercida pelo soco desferido pelo boxeador x no rosto do lutador y tem o mesmo valor da força exercida pelo rosto do lutador y na mão do lutador x, porém em sentido contrário. Prova disso é que o rosto do lutador y dói e a mão do lutador x também sofre com a ação da força, ou seja, também fica dolorida.

Vamos a mais um exemplo.

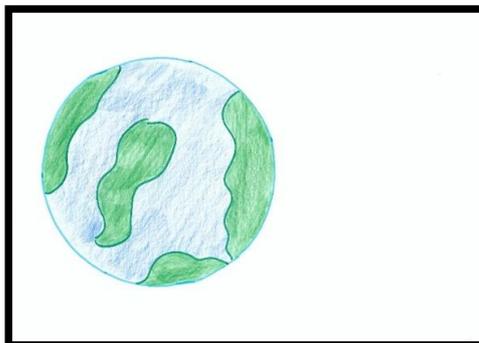
$$\vec{F}_{xy} = -\vec{F}_{yx}$$



Dois veículos estão trafegando em baixa velocidade e em sentidos contrários, sobre uma estrada. Um deles se distrai e acaba invadindo a pista contrária, o que ocasionou na colisão entre os dois veículos. Pela terceira lei de Newton, podemos afirmar que a força que o carro exerce sobre o ônibus é a mesma que o ônibus exerce no carro, porém em sentido oposto.

Além disso, as consequências do par ação e reação podem não ser as mesmas, neste exemplo, a deformação sofrida pelo carro não foi a mesma sofrida pelo ônibus, no carro o capô está danificado e no ônibus nada aconteceu.

Ação e Reação não seguem uma ordem, se definimos que a ação é a força que o carro exerce no ônibus, a reação será a força que o ônibus exerce no carro.



Nós sofremos a ação da força da gravidade da Terra e exercemos uma força de mesma intensidade na Terra, porém em sentidos contrários. As ações sofridas pela Terra e pela pessoa são diferentes. Pense em uma pessoa caindo do alto de um prédio, ele será puxado para a Terra com uma aceleração muito maior do que a pessoa puxa a Terra, pois a pessoa tem uma massa muito menor do que a massa da Terra, portanto os efeitos sentidos no par ação e reação são diferentes, enquanto a pessoa é puxada para a Terra, a Terra não sofre os efeitos da ação causada pela pessoa.

7.4.2.2 Situação sobre a terceira lei de Newton

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

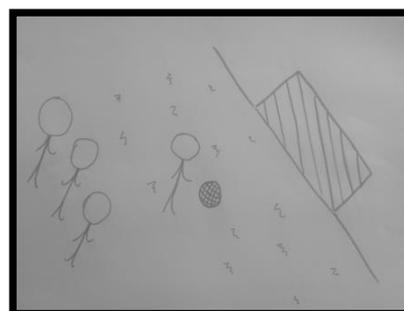
SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Situação sobre a Terceira Lei de Newton

Nome: _____

Situação 4:

Um grupo de amigos combinou de jogar futebol em um campo, mas um deles ainda não havia chego. Por causa do seu atraso decidiram fazer uma brincadeira com ele. Então tiveram a ideia de esvaziar a bola de futebol, e enche-la de areia. Quando o amigo chegou eles pediram para que ele chutasse a bola que estava posicionada na frente da goleira para marcar um gol. Ao chutar a bola ele exerce uma força de 5 N e percebe que há algo



errado, pois não conseguiu mover a bola e ainda ficara com o pé muito dolorido. A respeito desta situação, responda aos questionamentos abaixo:

a) Essa situação se refere a qual Lei de Newton? Explique o porquê?

b) Existe uma força de reação (considerando o chute na bola a ação), qual é o valor em módulo desta força?

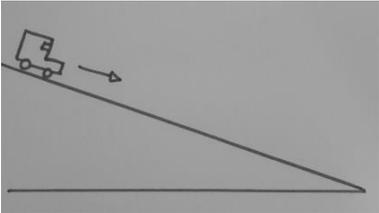
c) Nesta situação qual corpo que está exercendo a reação?

Se o corpo exerce uma reação qual é o local onde esta reação é aplicada?

7. 4. 2. 3 Cartões de situações problematizadoras do jogo de trilha

 <p>Em filmes que acontecem cenas em outros planetas ou na lua, os atores utilizam uma roupa especial e capacetes. Devido a utilização destas vestimentas, os atores não conseguem se movimentar como se estivessem no planeta Terra.</p>	 <p>Um menino está brincando de empurrar um carrinho sobre o piso de madeira de sua casa. O carrinho, ao ser empurrado, adquire movimento e após para pois choca-se com uma parede.</p>
 <p>Dois jovens estão realizando uma atividade. Eles carregam dois carrinhos de mão, que contém areia e brita, que possuem massa 10 kg e 20 kg. Se considerarmos a gravidade como 10</p>	 <p>Imagine que você está em pé dentro de um ônibus em movimento. O motorista precisa fazer uma parada para pegar um passageiro e você precisa se segurar para não cair, pois seu corpo é jogado</p>

<p>m/s², os carrinhos possuem forças peso de 100 N e 200 N respectivamente.</p>	<p>para frente. Isso acontece devido a Lei da Inércia (Primeira Lei de Newton).</p>
<p> Uma pessoa precisa trocar de lugar um sofá que está em sua casa. Para isso, decide empurrá-lo. Pode-se afirmar que a pessoa vai exercer mais esforço para manter o sofá em movimento do que colocá-lo em movimento.</p>	<p> A ciência é um estudo acabado. Não estão sendo realizadas pesquisas e estudos para modificar o que já foi estudado. Pode-se dizer que o estudo de Física está terminado, é absoluto.</p>
<p> Imagine-se jogando futebol. Em um momento do jogo, a bola chega perto e você chuta-a com toda a força. Seu pé acaba ficando dolorido, isso acontece por causa da Segunda Lei de Newton.</p>	<p> Uma jovem moça está passeando com seu cachorrinho. Ela está guiando o cachorrinho utilizando uma corrente e uma coleira. Em um determinado momento, o cachorrinho decide parar e então a dona puxa-o calmamente, mas o cão continua parado. Isso acontece devido a Terceira Lei de Newton.</p>
<p> Se você estivesse em uma região (superfície) totalmente lisa, sem nenhuma irregularidade e você gostaria de escorregar sobre ela. O seu movimento continuaria somente se você fosse empurrado por outra pessoa.</p>	<p> Você está andando sobre a areia da praia. Percebe que enquanto caminha para a frente acaba empurrando areia para trás. Isso pode ser evidenciado pelos buracos que ficam na areia. Isso acontece por causa da velocidade com que você caminha.</p>
<p> Um menino está realizando uma atividade. Ele coloca um carrinho em movimento sobre um plano horizontal, conforme ilustra a figura. O carrinho está</p>	<p> Uma menina está girando uma pedrinha que está presa por um fio, como ilustra a figura. É possível afirmar que não existem nenhum tipo de forças atuando</p>

<p>deslizando e sua velocidade aumenta no decorrer do tempo. Diante disso pode-se afirmar que a força que está sendo exercida sobre a rampa é igual a força de atrito.</p> 	<p>no movimento deste corpo, pois não existe força quando ocorre este tipo de movimento.</p> 
<p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p> <p>UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p> <p>Uma pessoa está empurrando uma caixa sobre uma superfície irregular, isto é, com atrito. Não se considerará a resistência do ar que está atuando sobre esta caixa. É possível dizer que a caixa se movimentará com uma velocidade muito grande (próxima a velocidade da luz) e se manterá constante durante o trajeto percorrido.</p>	<p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p> <p>UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p> <p>Uma jovem pessoa está exercendo força sobre uma caixa que está sobre uma superfície irregular, com atrito. Não se considerará a resistência do ar que está atuando sobre esta caixa. É incorreto afirmar que a força que ela exerce para manter a caixa em movimento é maior do que a força que foi exercida para colocar a caixa em movimento.</p>
<p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p> <p>UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p> <p>Uma cadeira giratória com rodinhas está sendo colocada em movimento, um indivíduo a empurra. Devido a Lei da Inércia (Primeira Lei de Newton) é possível dizer que a cadeira continuará se movimento até uma certa distância, mas vai acabar parando, pois existe uma força externa atuando sobre o movimento da cadeira.</p>	<p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p> <p>UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p> <p>Uma pessoa está no alto de um prédio e joga uma buchinha de papel (folha de papel amassada em formato de bolinha) em direção ao solo. Em relação a trajetória que a buchinha de papel percorreu, podemos afirmar que existe apenas a força gravitacional atuando na queda desta buchinha.</p>
<p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p> <p>UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>	<p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p> <p>UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>

<p>É verdade que se você puxar uma caixa que está presa por uma corda, você receberá uma reação desta força de mesma intensidade e direção, porém em sentidos contrários.</p>	<p>Um rapaz está andando de cavalo sobre uma trilha. Logo a frente aparece uma árvore caída, que atrapalha a passagem. O rapaz puxa as rédeas para que o cavalo salte sobre a árvore. O cavalo resolve não obedecer e para repentinamente. O rapaz é jogado para a frente por causa da Primeira Lei de Newton.</p>
---	--

7.4.2.4 Cartões surpresa do jogo de trilha

 <p>AVANCE UMA CASA</p>	 <p>RETORNE UMA CASA</p>
 <p>AVANCE DUAS CASAS</p>	 <p>VOLTE DUAS CASAS</p>
 <p>SEGUINDO A LEI DA INÉRCIA: CONTINUE EM SUA CASA</p>	 <p>SEGUINDO A LEI DA INÉRCIA: CONTINUE EM SUA CASA</p>
 <p>AVANCE TRÊS CASAS</p>	 <p>VOLTE TRÊS CASAS</p>

 <p>AVANCE DUAS CASAS E VOLTE UMA CASA</p>	 <p>VOLTE DUAS CASAS E AVANCE TRÊS CASAS</p>
 <p>AVANCE QUATRO CASAS</p>	 <p>VOLTE QUATRO CASAS</p>
 <p>AVANCE A MESMA QUANTIDADE QUE VOCÊ TIROU NO DADO</p>	 <p>VOLTE A MESMA QUANTIDADE QUE VOCÊ TIROU NO DADO</p>
 <p>JOGUE OUTRA VEZ</p>	 <p>FIQUE UMA RODADA SE JOGAR</p>

7.4.2.5 Regras do jogo de trilha



Regras do jogo de trilha

Quantidade de participantes: 8 alunos, distribuídos em 2 grupos de 4 alunos. Cada grupo deverá escolher um representante, estes representantes serão os “peões da trilha”.

- Os alunos devem se posicionar na casa “INÍCIO” da trilha.
- Cada aluno, de uma vez, retira um número que estará no saco de cor azul, para definir-se a ordem de quem começa o jogo. O aluno que tirar um começa.
- Cada aluno, em sua ordem, deverá jogar o dado. O número que aparecer no dado será a quantidade de casas que o aluno avançará, porém, antes de avançar as casas, os alunos deverão retirar e responder a um dos cartões que estarão contidos no saco preto. Os alunos da turma decidirão se o aluno que está respondendo ao cartão do saco preto está correto ou não. Caso não esteja, o aluno permanece no lugar onde estava, e, se estiver avança a quantidade de casas que fora determinada pelo dado. Se o aluno não souber ou não quiser responder à questão, ele poderá pedir ajuda para os colegas de seu grupo, e se ainda não conseguirem responder poderão perguntar para a turma, porém, neste caso, o “peão” não poderá avançar a quantidade de casas retiradas.
- Caso os alunos decidam por uma resposta errônea, o professor deverá fazer a intervenção. Será um breve momento de discussão, para refletir-se em grande grupo sobre a solução a qual os alunos chegaram. Após a discussão sobre o cartão, o “peão” que estava jogando deve permanecer na casa que estava, isto é, não poderá avançar a quantia que retirou no dado.
- Se o aluno avançar a quantia de casas retiradas no dado e parar em uma casa vermelha, ele deverá retirar um cartão do saco vermelho e cumprir a ordem nele expressa.
- Vence o grupo, na qual o aluno representante, o “peão”, chegar primeiro a casa “CHEGADA” da trilha.
- Se caso, todos os cartões, com as situações problematizadoras, forem discutidos, ou se por falta de tempo na aula, é possível terminar o jogo antes de um “peão” chegar na casa “CHEGADA” da trilha, neste caso, vence o “peão” que estiver mais próximo dela.

7.4.2.6 Questionário de avaliação da implementação do produto educacional

Questionário de Avaliação da Implementação do Produto Educacional

1. O que você achou das atividades que foram realizadas durante as aulas? Cite os pontos positivos e os pontos negativos.

2. O que você acha que poderia ser feito para tornar as aulas mais atrativas? Cite algumas atividades.

3. O que você achou dos vídeos que foram apresentados durante as aulas?

4. O que você achou de ter participado do jogo que foi proposto em aula?

Cite o que você acha que poderia ter sido diferente nas aulas.

7.4.3 Metodologia

Inicialmente nesta aula o professor deverá convidar os estudantes para assistir o vídeo bilíngue 4, de 6 minutos e 3 segundos, no qual são apresentados os conceitos da terceira lei de Newton juntamente com exemplos de sua aplicação. Após a explanação do vídeo, o professor deverá propor uma roda de conversa para a discussão das situações apresentadas no vídeo.

Finalizadas as discussões, o professor entregará aos alunos uma situação problematizadora envolvendo os conceitos apresentados no vídeo bilíngue 4. Os estudantes, após responderem ao questionamento, devem entregar as suas respostas ao professor e novamente deverá ser proposto a discussão e a construção das respostas dessa situação.

Seguindo o andamento da aula, o professor deve convidar os alunos para participar de um jogo de trilha. A turma deverá ser dividida em grupos e cada grupo escolherá um representante que será o peão da trilha. O jogo é composto por um tabuleiro gigante feito com tnt, com 24 casas, um dado gigante em formato de cubo que contém faces numeradas de 1 a 6, cartões com situações problematizadoras sobre conceitos das três leis de Newton e cartões surpresas, tais como: avança duas casas, retorna uma casa, por exemplo. A trilha foi confeccionada com tnt de cores diferentes, preto, azul, vermelho e verde. As casas de cor vermelha são destinadas aos cartões surpresas, isto é, caso o aluno pare nessa casa, ele terá que escolher, aleatoriamente, um cartão e cumprir a sentença. Ganha o grupo que chegar primeiro a última casa do tabuleiro, denominada de chegada.

Após a execução do jogo o professor proporá um momento para que os alunos discutam sobre as questões problematizadoras que foram abordadas no jogo, orientando que eles interliguem os conceitos apresentados nos vídeos bilíngues, com as atividades que foram realizadas em outras aulas e com as questões do questionário de investigação dos conhecimentos prévios.

Por fim, o professor deverá entregar aos alunos o questionário de avaliação da implementação do produto educacional e da sequência didática. Esse questionário, após ser respondido, deverá ser devolvido ao professor para que ele tenha a ideia de como os estudantes responderam frente à proposta.

REFERÊNCIAS

BALOLA, Raquel. **Princípios matemáticos da filosofia natural: a lei da inércia**. 2010. 188 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Clássicos) – Departamento de Estudos Clássicos, Faculdade de Letras - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5363/2/ulfl109993_tm.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

BONJORNO, J. R. *et al.* **Física: Mecânica: 1º ano**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**: promulgado em 5 de outubro de 1988. Com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nºs 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nºs 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf?sequence=1. Acesso em: 06 maio 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Declaração de Salamanca**: sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais. 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em: 06 de mai. de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**. Brasília: MEC/SEB/SECADI, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 01 fev. 2019.

BRASIL. **Lei n. 8.069, de 13 de julho de 1990**. Estatuto da Criança e do Adolescente. Brasília: Presidência da República, 1990. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei8069_02.pdf. Acesso em: 06 mar. 2019.

BRASIL. **Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Presidência da República, 1996. Brasília: Presidência da República, 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf. Acesso em: 29 jun. 2018.

BRASIL. **Lei n. 10.172, de 09 de janeiro de 2001**. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/L10172.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2020.

BRASIL. **Lei n. 10.845, de 05 de março de 2004**. Institui o Programa de Complementação ao Atendimento Educacional Especializado às Pessoas Portadoras de Deficiência, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei10845.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Básica, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SECADI, 2008. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16690-politica-nacional-de-educacao-especial-na-perspectiva-da-educacao-inclusiva-05122014&Itemid=30192. Acesso em: 29 jun. 2018.

BRASIL. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: Diário Oficial da União, 2018. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2020.

CINELLI, N. P. F. **A influência do vídeo no processo de aprendizagem**. 2003. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85870/192679.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 jan. 2019.

FEYNMAN, R. P. **Lições de física de Feynman**: edição definitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FUKUI, A.; MOLINA, M. de M.; OLIVEIRA, V. S. de. **Ser protagonista**: física, 1º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física**: interação e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física**: volume 1: mecânica. In: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Notas estatísticas**: censo escolar 2018. Brasília: Inep, 2019. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf. Acesso em: 01 fev. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse estatística da educação básica 2018**. Brasília: Inep, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>. Acesso em: 01 fev. 2019.

KOBASHIGAWA, A. H. *et al.* Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *In: SEMINÁRIO NACIONAL ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA*, 4, São Paulo, 2008. **Anais [...]**. São Paulo: Estação Ciência, 2008. p. 212-217.

MORAN, J. M. Interferências dos meios de comunicação no nosso conhecimento. **Revista Brasileira de Comunicação**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 38-49, jul./dez. 1994. Disponível em: <http://www.portcom.intercom.org.br/revistas/index.php/revistaintercom/article/view/844/752>. Acesso em: 22 jan. 2019.

MORAN, J. M. "O vídeo na sala de aula". **Revista Comunicação & Educação**. São Paulo, n. 2, p. 27-35, jan./abr. 1995. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131/38851>. Acesso em: 12 maio 2020.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Revista Informática e Educação**: teoria e Prática. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 137-144, set. 2000. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/6474/3862>. Acesso em: 12 maio 2020.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1995. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/332833680/AUSUBEL-A-Teoria-Da-Aprendizagem-Significativa-de-Ausubel>. Acesso em: 21 jan. 2019.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2019.

MOREIRA, M. A. **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente**. São Paulo, 2010a. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2018.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010b.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Cuiabá, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências:** a teoria da aprendizagem significativa. Porto Alegre: UFRGS, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2019.

QUINTILIANO, J. R. E. **Física na prática:** produção de vídeos explorando a Física Básica através de aparelhos do cotidiano. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_joao_1.pdf. Acesso em: 23 jan. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. **Referencial curricular gaúcho:** ciências da natureza. Porto Alegre: Secretaria de Estado da Educação, 2018. v. 1 Disponível em: <http://portal.educacao.rs.gov.br/Portals/1/Files/1530.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2020.

ROSA, P. R. da S. O uso de recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno catarinense de ensino de física**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 33-49, abr. 2000. Disponível em: <https://semect.files.wordpress.com/2010/01/o-uso-dos-recursos-audiovisuais-e-o-ensino-de-ciencias.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

SILVEIRA, F. L. da.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. **Estrutura interna de testes de conhecimento em Física:** um exemplo em mecânica. [S.l.]: Enseñanza de las Ciências, 1992.

UNESCO. **Declaração Universal dos Direitos Humanos:** Adotada e proclamada pela resolução 217 A (III) da Assembléia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948. Brasília: UNESCO, 1998a. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139423por.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

UNESCO. **Declaração Mundial Sobre Educação Para Todos:** satisfação das necessidades básicas de aprendizagem Jomtien, 1990. Brasília: UNESCO, 1998b. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

YOUNG, H. D. **Física I:** Young e Freedman. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.