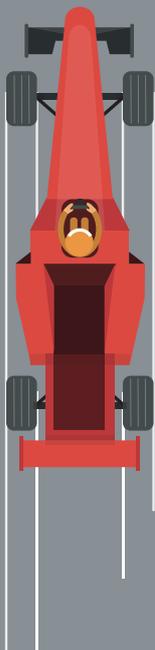




## Quantidade de movimento e colisões: uma abordagem freireana sob o enfoque dos 3MP'S na EJA

Givanildo José Cordeiro  
Mariluz Sartori Deorce  
Jardel da Costa Brozeguini



Edifes  
ACADÊMICO

GIVANILDO JOSÉ CORDEIRO  
MARILUZA SARTORI DEORCE  
JARDEL DA COSTA BROZEGUINI

QUANTIDADE DE MOVIMENTO E COLISÕES: UMA ABORDAGEM  
FREIREANA SOB O ENFOQUE DOS 3MP'S NA EJA

1ª Edição



**Edifes**  
**ACADÊMICO**

CARIACICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO  
2022



Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Espírito Santo

R. Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara

29040-689 – Vitória – ES

www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

Reitor: Jadir José Pela

Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Luciano de Oliveira Toledo

Pró-Reitora de Ensino: Adriana Piontkovsky Barcellos

Pró-Reitor de Extensão: Renato Tannure Rotta de Almeida

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva

Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

#### Conselho Editorial

Aldo Rezende \* Ediu Carlos Lopes Lemos \* Felipe Zamborlini Saiter \* Francisco de Assis Boldt \* Glória Maria de F. Viegas Aquije \* Karine Silveira \* Maria das Graças Ferreira Lobino \* Marize Lyra Silva Passos \* Nelson Martinelli Filho \* Pedro Vitor Morbach Dixini \* Rossanna dos Santos Santana Rubim \* Viviane Bessa Lopes Alvarenga

Revisão de texto, projeto gráfico e diagramação: José Almeida

Capa: adaptado de freepik.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca do *Campus* Cariacica do Instituto Federal do Espírito Santo)

C794q Cordeiro, Givanildo José.

Quantidade de movimento e colisões: uma abordagem freireana sob o enfoque dos 3MP'S na EJA [recurso eletrônico] / Givanildo José Cordeiro, Mariluz Sartori Deorce, Jardel da Costa Brozeguini. – Vitória, ES: Edifes Acadêmico, 2022.

70 p. : il. ; 30 cm.

ISBN 978-85-8263-573-5 (Livro digital)

1. Colisões (Física). 2. Movimento. 3. Educação para segurança no trânsito. 4. Educação de jovens e adultos. 5. Material didático. I. Deorce, Mariluz Sartori. II. Brozeguini, Jardel da Costa. III. Instituto Federal do Espírito Santo. Campus Cariacica. IV. Título.

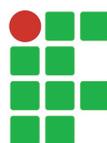
CDD 21: 530.07

(Bibliotecária: Luciana Dumer CRB6-ES nº 662)

DOI: 10.36524/9788582635735

*Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Brasil.*





**INSTITUTO  
FEDERAL**

Espírito Santo

---

Campus  
Cariacica

Jocélia Abreu Barcellos Vargas

**Diretoria Geral**

Yuri Blanco e Silva

**Diretoria de Administração e Planejamento**

Filipe Leoncio Braga

**Diretoria de Ensino**

Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes

**Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão**

# Apresentação

Prezados (as) professores (as)!

Este Guia Didático corresponde à parte prática da pesquisa realizada pelo professor Givanildo José Cordeiro, com a orientação da professora Dr.<sup>a</sup> Mariluz Sartori Deorce e do professor Dr. Jardel da Costa Brozeguini, do Programa de Pós-Graduação ofertado pelo Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. O produto foi aplicado em 11 aulas, na 2ª etapa da Educação de Jovens e Adultos (EJA) Ensino Médio, em uma escola da rede estadual de ensino localizada no município de Viana – ES.

Fora proposto na pesquisa o estudo dos tópicos quantidade de movimento e colisões, na EJA, contextualizados com a educação para o trânsito, por meio de uma Sequência Didática (SD) elaborada e aplicada a partir dos pressupostos da pedagogia dialógica de Paulo Freire. Como abordagem metodológica utilizamos os Três Momentos Pedagógicos (3MP's).

Os autores acreditam que a critério dos professores, essa SD com devidas adequações que se fizerem necessárias também poderá ser aplicada tanto nas aulas de ciências das turmas do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental como nas turmas do Ensino Médio Regular.

A pesquisa foi desenvolvida num contexto de isolamento social causado pela COVID-19, assim todos os experimentos foram realizados de maneira demonstrativa dialógica na sala de aula, devido as condições impostas pelos protocolos sanitários da Secretaria de Saúde, que nos obrigava a evitar as aglomerações entre os educandos. Caso queiram reproduzir partes da Sequência Didática ou aplicá-la na íntegra, sugerimos que os educandos possam manusear os experimentos que foram realizados, desde que não se exija isolamento social.

# Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	07
<b>2 Metodologia</b> .....	09
2.1 A pedagogia de Paulo Reglus Neves Freire.....	09
2.2 Os Três Momentos Pedagógicos.....	11
<b>3 Sequência Didática</b> .....	15
<b>3.1 Aula 1: problematizar situações do trânsito</b> .....	16
3.1.1 Objetivos específicos da aula.....	16
3.1.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	17
<b>3.2 Aula 2: discutir situações cotidianas do trânsito local</b> .....	19
3.2.1 Objetivos específicos da aula.....	19
3.2.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	19
<b>3.3 Aula 3: Quantidade de movimento e as intuições dos alunos</b> .....	23
3.3.1 Objetivos específicos da aula.....	23
3.3.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	23
3.3.2.1 Roteiro do Experimento 1.....	24
3.3.2.2 Roteiro do Experimento 2.....	25
3.3.2.3 Roteiro do Experimento 3.....	26
3.3.2.4 Roteiro do Experimento 4.....	30
<b>3.4 Aula 4: Abordagem matemática para a quantidade de movimento</b> .....	34
3.4.1 Objetivos específicos da aula.....	34
3.4.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	34
<b>3.5 Aula 5: Aplicar os conceitos para a quantidade de movimento</b> .....	35
3.5.1 Objetivos específicos da aula.....	35
3.5.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	35
3.5.3 Atividade para casa.....	40
<b>3.6 Aula 6: Intuições dos educandos sobre a transferência da quantidade de movimento</b> .....	42
3.6.1 Objetivo específico da aula.....	42
3.6.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	42
3.6.2.1 1ª colisão – Batida de traseira com um dos carrinhos parado.....	43
3.6.2.2 2ª colisão – Batida de frente com a mesma velocidade.....	45
3.6.2.3 3ª Colisão – Batida de frente com velocidades diferentes.....	47

<b>3.7</b> Aula 7: Princípio da conservação da quantidade de movimento.....	48
3.7.1 Objetivo específico da aula.....	48
3.7.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	48
<b>3.8</b> Aula 8: Aplicação do conhecimento sobre a conservação da quantidade de movimento.....	52
3.8.1 Objetivo específico da aula.....	52
3.8.2 Atividades desenvolvidas durante a aula.....	52
3.8.2.1 Roteiro do Experimento 8.....	52
3.8.2.2 Questão para ser resolvida pelos educandos após a exposição do professor.....	54
<b>3.9</b> Aula 9: colisões elásticas.....	55
3.9.1 Objetivo específico da aula.....	55
3.9.2 Atividades a serem desenvolvidas durante a aula.....	55
3.9.2.1 Roteiro para uma colisão elástica.....	55
<b>3.10</b> Aula 10: colisões inelásticas.....	58
3.10.1 Objetivos específico da aula.....	58
3.10.2 Atividades a serem desenvolvidas na aula.....	58
3.10.2.1 Simulação de uma colisão inelástica.....	58
<b>3.11</b> Aula 11: Questionário sobre os tipos de colisões.....	61
3.11.1 Objetivo específico da aula.....	61
3.11.2 Atividades a serem desenvolvidas durante a aula.....	61
<b>4</b> Considerações finais aos professores.....	65
<b>Referências</b> .....	67
<b>Anexo A</b> .....	70



# 1 Introdução

Pesquisas como a desenvolvida por Leão, Dutra e Alves (2018) indicam a necessidade de associar estratégias pedagógicas inovadoras aos conhecimentos que são ensinados aos educandos da Educação Básica na área de ciências da natureza, o que inclui a disciplina de Física. A partir dessas pesquisas, elaboramos uma Sequência Didática (SD) para o ensino de Física contextualizado com a educação para o trânsito e desenvolvido por meio da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3 MP's).

A dinâmica dos 3 MP's foi proposta por Delizoicov e Angotti (1990) e também investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau. Essa dinâmica origina-se a partir da transposição da concepção de Paulo Freire (1987) para um contexto de educação formal que enfatiza uma educação dialógica na qual o professor contribui como mediador de uma conexão entre o que o aluno estuda cientificamente em sala de aula e a realidade de seu cotidiano. Nesse sentido, Vizzotto (2017) entende que os alunos compreendem melhor os conceitos físicos quando eles estão relacionados com o seu cotidiano. Vizzotto aponta que

a vivência de sala de aula permite ao professor de física perceber que há maior probabilidade de o estudante compreender os conceitos físicos na escola quando são apresentados de forma aplicada ao cotidiano, principalmente se tais conceitos estão diretamente ligados à sua realidade (VIZZOTTO, 2017, p. 15).

Assim, apresentamos neste produto educacional uma Sequência Didática para o estudo dos tópicos *quantidade de movimento* e *colisões* a partir dos pressupostos da pedagogia de Paulo Freire. Este produto educacional tem como objetivo principal a combinação dos conhecimentos científicos produzidos pelos cientistas com as estratégias desenvolvidas pelos professores para que os conteúdos sejam compreendidos pelos educandos dentro do contexto do trânsito.



## 2 Metodologia

Por meio de uma abordagem dialógica a partir da vivência de mundo dos educandos desenvolvemos os conceitos da física dentro do contexto do trânsito que os educandos convivem no cotidiano (FREIRE, 1987). Para isso utilizamos a pedagogia proposta por Paulo Freire para estruturar uma SD aplicada conforme a metodologia dos 3MP's.

### 2.1 A pedagogia de Paulo Reglus Neves Freire

Por força da Lei nº 12.612, de 13 de abril de 2012, Paulo Freire foi condecorado o patrono da educação brasileira, um registro simbólico que representa o reconhecimento público por uma vida dedicada à alfabetização e à educação das classes menos favorecidas.

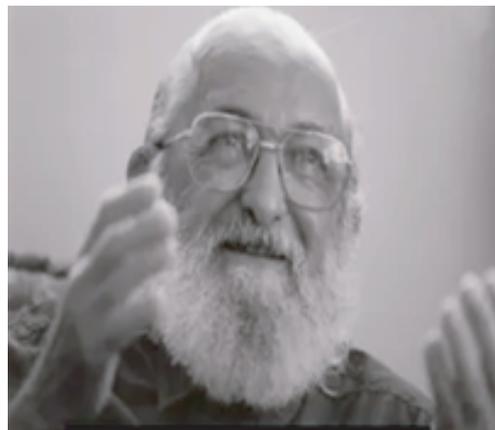
Segundo registros históricos Paulo Freire (1921-1997) é natural da cidade de Recife, localizada na região do nordeste brasileiro. Em decorrência da depressão de 1929, conviveu desde cedo com a pobreza e com a fome, fato esse que pode tê-lo motivado a elaborar o seu revolucionário método de ensino, que o tornou reconhecido internacionalmente, recebendo, inclusive, inúmeros títulos e premiações. Para Rezende (2018) “embora tenha se tornado conhecido devido a projetos de alfabetização de adultos, suas contribuições no campo da educação transcendem a ideia de um método Paulo Freire” (REZENDE, 2018, p. 15).

Paulo Freire é o autor de diversas obras, entre elas “Educação como Prática da Liberdade” (1967), “Pedagogia do Oprimido” (1968) e “Pedagogia da Autonomia” (1996). A Figura 1 a seguir ilustra Paulo Freire e foi extraída do livro Pedagogia do Oprimido, com o qual o autor deixou um legado para uma educação humanizadora.

A pedagogia de Paulo Freire propõe que a partir de um debate em torno de um tema central, que em geral está associado a questões do cotidiano, possa haver uma troca entre professor e educando, para que os conceitos teóricos sejam desenvolvidos.

O debate sobre um tema promove uma interação que permite ao professor entender o universo do educando, assim, a partir de uma problematização, os educandos são provocados a desenvolverem constantes questionamentos e críticas sobre o tema central do debate dentro do contexto social ao qual estão inseridos.

Figura 1 – Paulo Freire no contexto de uma educação dialógica



Fonte: FREIRE (1968)

Sobre uma educação problematizadora Freire (1987) destaca que

quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada (FREIRE, 1987, p. 45).

Na elaboração da nossa SD, abordamos a concepção de educação problematizadora e dialógica a partir do contexto do trânsito, ao fugir de uma abordagem tradicional e bancária que foi criticada por Paulo Freire. Na concepção de Freire (1987), a educação bancária se resume ao ato pelo qual o professor deposita o conhecimento no educando. A educação bancária é discutida por Freire o qual assim a compreende:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los (FREIRE, 1987, p. 37).

Assim, contrapondo a educação bancária e tradicional, na pedagogia de Paulo Freire surge o conceito de educação dialógica, onde a relação professor-educando vai além de um depósito de informações, mas torna-se uma relação de troca de experiências em que o professor também aprende enquanto educa. Na concepção freireana de educação dialógica, os sujeitos se encontram para transformar o mundo em colaboração (Freire, 1987). O tema educação dialógica que Freire propõe também é discutido por Cruz (2020):

Contrário ao professor da educação bancária, o educador dialógico elenca o conteúdo, fundamentado na vivência dos seus alunos. Podemos afirmar que a dialogicidade começa no instante em que o educador se indaga a respeito do que vai dialogar com seus educandos (CRUZ, 2020, p. 30).

Em uma proposta de educação pautada na pedagogia freireana, o professor é um mediador do conhecimento que estimula a pergunta e a reflexão crítica sobre o tema (FREIRE, 1987). Porém, o professor não está impedido de atuar em momentos explicativos e expositivos, ou seja, ele não deve abdicar das atividades docentes em prol de estimular a curiosidade do educando. Além disso, é importante que os educandos, assim como o professor, saibam que a postura deve ser indagadora e aberta ao diálogo. Na citação a seguir Freire (1987) discute a metodologia dialógica e legitima nossa constatação.

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos (FREIRE, 1987, p. 44).

Na pedagogia proposta por Paulo Freire, o ato de ensinar não pode ser reduzido a mera transmissão de conteúdo pelo professor na ilusão de que o educando possa assimilar e arquivar esse conteúdo, em vez disso, trata-se de uma emancipação pautada no diálogo e na criticidade do educando. Nesse contexto, propomos uma Sequência Didática para os conteúdos de quantidade de movimento e colisões, com uma abordagem dialógica e problematizadora a partir de situações ocorridas no trânsito e que estão presentes na vivência dos educandos.

## 2.2 Os Três Momentos Pedagógicos

Por meio do livro Física, coleção magistério 2º grau, os autores Delizoicov e Angotti apresentam diversas situações para o ensino de Física para a Educação Básica, onde os conteúdos são propostos a partir de um mesmo tema central e motivador. Como proposta metodológica para ensinar esses conteúdos, os autores utilizam uma dinâmica que é denominada de Três Momentos Pedagógicos. Para Delizoicov e Angotti (1990, p. 29) os três momentos pedagógicos consistem em “problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento”.

O primeiro momento pedagógico definido como Problematização Inicial (PI) é uma etapa da dinâmica que propõe apresentar situações ou questões reais que agregam algum tipo de conhecimento prévio do cotidiano dos educandos. Durante essa etapa o professor deve explorar as questões que estão presentes no cotidiano dos educandos. Com base nisso, Rezende (2018, p.19) afirma que “o objetivo do professor nessa etapa é fomentar o debate, lançar dúvidas sobre o assunto e identificar possíveis lacunas e limitações no conhecimento que são expressos”. Sant’Anna (2018) aponta que na problematização deve haver um debate sobre os conhecimentos prévios dos alunos.

A problematização deve colocar os conhecimentos prévios dos alunos em debate, para que haja uma desconstrução de conceitos ingênuos e assim ele possa se apropriar, por necessidade, de novos conceitos sobre o tema (SANT’ANNA, 2017, p. 22).

No segundo momento pedagógico, definido como Organização do Conhecimento (OC), o professor deve utilizar intervenções por meio de mediações, resgatando os conceitos necessários para a compreensão das questões que foram abordadas na PI e aprofundar

no estudo das relações, definições, conceitos e leis que foram apresentados de maneira introdutória.

É nessa etapa da dinâmica que os conhecimentos necessários para a compreensão dos fenômenos que foram levantados durante a PI são de fato estudados, ocorrendo um maior aprofundamento nos estudos dos conceitos que estão envolvidos.

Durante a OC o professor pode utilizar diversas estratégias metodológicas para organizar a aprendizagem, como exposição das definições, formulação de questões em número adequado e em grau crescente de dificuldade, textos, trabalhos extraclasse, atividades experimentais realizadas pelos educandos ou realizadas de forma demonstrativa pelo professor, revisão e destaque dos aspectos fundamentais de cada tópico, entre tantas outras. Assim a OC se apresenta como um momento em que haverá um desenvolvimento dos conceitos espontâneos dos educandos, com o intuito de também desenvolver os conceitos científicos sobre os tópicos abordados na PI. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 200) após a PI se faz necessária a aplicação de outra etapa da dinâmica, reconhecendo que o aluno sentirá a necessidade de ampliar seus conhecimentos:

Em síntese a finalidade deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão.

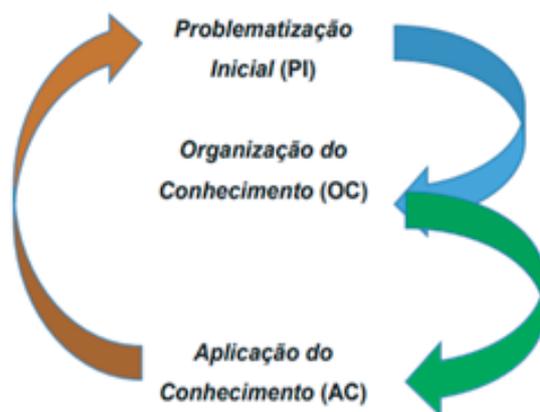
O ponto culminante desta problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 200).

O terceiro momento pedagógico que é definido como Aplicação do Conhecimento (AC) destina-se a abordar de maneira sistemática o conhecimento que foi adquirido pelo aluno durante os momentos anteriores. Espera-se que nesse momento o aluno seja capaz de analisar e interpretar as situações que foram propostas inicialmente, assim como outros possíveis fenômenos que não tenham sido abordados diretamente na PI, mas que mantenham relação com os tópicos estudados, por serem explicados com os mesmos princípios e leis. Sobre a aplicação do conhecimento Delizoicov e Angotti (1990) afirmam que:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31).

Diante desse contexto, o terceiro momento pedagógico também propõe que os conhecimentos que foram estudados durante a PI e durante a OC, possam ser aplicados a outras situações novas. A Figura 2 a seguir apresenta a relação esquemática para os 3MP's.

Figura 2 – Representação esquemática para a dinâmica dos três momentos pedagógicos



Fonte: VIEIRA (2020)

Dentro da abordagem temática freireana, os 3MP's não devem ser aplicados separadamente como etapas bem definidas a serem cumpridas sequencialmente, mas por meio de uma dinâmica que garanta que eles sejam intercalados um com o outro o tempo todo. Assim a problematização inicial, por exemplo, não deve terminar após o cumprimento da primeira etapa, ela deve ser retomada pelo professor durante todas as aulas, para uma maior compreensão do problema por parte dos educandos.



### 3 Sequência Didática

Aplicamos a Sequência Didática em 11 aulas presenciais para uma turma da segunda etapa da EJA Ensino Médio. Nas primeiras aulas abordamos questões gerais do trânsito e aos poucos introduzimos os conceitos da Física no contexto. Optamos por realizar experimentos de forma demonstrativa na sala de aula, além de expor vídeos dos experimentos que foram gravados previamente pelo professor/pesquisador. Além disso, também utilizamos algumas simulações computacionais para avaliar os tipos de colisões.

Assim, optamos por subdividir a presente Sequência Didática em três módulos, conforme o Quadro 1 a seguir. No Módulo 1 trabalhamos com os conceitos de quantidade de movimento, no Módulo 2 o princípio da conservação da quantidade de movimento e no Módulo 3 abordamos os tipos de colisões.

Quadro 1 – Síntese das aulas que compõem a SD

DINÂMICAS DAS AULAS			
	PI	Aula 1	Problematizar situações do trânsito a partir de um vídeo que aborda as questões de ética no trânsito e de um relatório do DETRAN-ES contendo dados estatísticos do trânsito local.
	PI	Aula 2	Discutir situações cotidianas do trânsito a partir da experiência de vida dos educandos.
Módulo 1	PI	Aula 3	Explorar as intuições dos educandos sobre a quantidade de movimento, a partir de uma sequência de experimentos demonstrativos dialógicos.
	OC	Aula 4	Abordagem expositiva e dialógica sobre o princípio da quantidade de movimento dos corpos.
	AC	Aula 5	Resolução de um questionário sobre os conceitos de quantidade de movimento.
	PI	Aula 6	Explorar as intuições dos educandos sobre a transferência da quantidade de movimento a partir de uma sequência de experimentos demonstrativos dialógicos.
Módulo 2	OC	Aula 7	Abordagem quantitativa para o princípio da conservação da quantidade de movimento.
	AC	Aula 8	Estudar a conservação da quantidade de movimento a partir de um experimento demonstrativo dialógico.
	PI	Aula 9	Estudar as colisões elásticas a partir de simulações computacionais.
Módulo 3	OC	Aula 10	Estudar as colisões inelásticas a partir de simulações computacionais.
	AC	Aula 11	Resolução de um questionário sobre colisões.

Nos textos que acompanham essa Sequência Didática utilizamos abreviações para os três momentos pedagógicos conforme a seguir:

PI – Problematização inicial;

OC – Organização do conhecimento;

AC – Aplicação do conhecimento.

Esperamos que a distribuição do conteúdo conforme resumo apresentado no Quadro 1 possa contribuir com a aprendizagem dos educandos. A critério do professor a SD também pode ser desenvolvida com outras disciplinas que compõem a matriz curricular da escola, vez que o tema central da nossa proposta, o trânsito, envolve questões que estão presentes no convívio social dos educandos. Além disso, ressaltamos que optamos por desenvolver a pesquisa apenas na disciplina de Física, apesar de termos em mente que o tema trânsito envolve várias outras disciplinas.

Assim, nas próximas seções temos o detalhamento de todas as atividades que podem ser aplicadas na Sequência Didática.

### **3.1 Aula 1: problematizar situações do trânsito**

Para a Aula 1 sugerimos a exibição de um vídeo que aborda questões sobre ética no trânsito extraído do canal SEST/SENAI conforme ilustração representada na Figura 3. Sugerimos também que seja feita a análise de dados estatísticos do trânsito local. Optamos por analisar um recorte do relatório panorama geral anuário que foi extraído do acervo do DETRAN-ES e está disponibilizado no Anexo A. Essas atividades podem ser aplicadas como problematização inicial do trânsito, com o objetivo de gerar um debate para que o professor possa conhecer as experiências vivenciadas pelos educandos no contexto do trânsito.

#### **3.1.1 Objetivos específicos da aula**

- Problematizar situações adversas vivenciadas no trânsito como vias sem sinalização de trânsito, condutores apressados, entre outras;
- Incentivar um debate a partir da análise de dados estatísticos dos acidentes de trânsito no Estado do Espírito Santo comparando-os com as experiências vivenciadas pelos educandos.

### 3.1.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

1. Exposição do vídeo sobre a educação no trânsito, extraído do canal SEST SENAI no Youtube, conforme mostra o recorte na Figura 3, por meio do endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=zoKDBIMEj98>.

Figura 3 – Atitude imprudente dos condutores



Fonte: SEST/SENAI (2021)

O vídeo sugerido apresenta uma interação dialógica entre um técnico do SEST/SENAI e alguns especialistas que foram entrevistados, além do público em geral. Ele aborda conteúdos que estão ligados à educação para o trânsito e também muito presentes no cotidiano dos educandos. Em especial, esse vídeo deu ênfase às questões de ética no trânsito.

Após a exibição do vídeo, o professor pode incentivar um debate sobre as situações do trânsito que foram abordadas, além de diversas experiências de vida que os próprios educandos apresentaram.

Anotações sobre o debate do vídeo

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Leitura e análise de um recorte do relatório Panorama Geral Anuário Estatístico 2018 Detran-ES extraído a partir do endereço eletrônico <https://detran.es.gov.br/>.

Este relatório apresenta dados estatísticos do trânsito regional como o número de acidentes em cada tipo de via; os horários e os dias em que mais ocorrem os acidentes; e os tipos de vítimas desses acidentes. Assim, sugerimos que o professor busque os relatórios estatísticos junto aos órgãos de trânsito locais, pois a análise desses dados fortalece o debate com os educandos sobre um tema que é vivenciado por eles.

A análise do relatório também pode ser acompanhada por um debate, possibilitando aos educandos relatarem as suas experiências com os acidentes de trânsito.

Anotações sobre o debate do relatório

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Como o objetivo da Aula 1 é gerar uma PI sobre o tema trânsito, alertamos ao professor que é plausível que ele organize o debate, pois são inúmeras as experiências apresentadas pelos educandos. É importante também que todos eles tenham tempo necessário para expor suas ideias, pois isso pode implicar na sua participação nos diálogos que acontecerão nas próximas aulas. Via de regra as aulas possuem um tempo de duração, então sugerimos que na medida do possível, esse debate tenha continuidade no grupo de WhatsApp da turma.

## 3.2 Aula 2: discutir situações cotidianas do trânsito local

Para a Aula 2 sugerimos continuar com uma PI com foco nas questões do trânsito local. Para esta aula propomos que os educandos resolvam o questionário intitulado “Entrevista com um aluno”.

Chamamos a atenção do professor para que busque organizar a turma em duplas, assim um educando entrevista o seu colega ou a critério do professor todos eles podem responder ao questionário como se o professor fosse o entrevistador. Na nossa SD trabalhamos com a segunda opção, em razão do cumprimento dos protocolos de distanciamento entre os educandos.

### 3.2.1 Objetivos específicos da aula

- Incentivar a utilização das concepções dos educandos a respeito do trânsito local a partir de uma problematização de situações cotidianas.

### 3.2.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

- 1) Responder a atividade “Entrevista com um aluno”

#### Entrevista com um aluno

**Questão 1:** Ao transitar diariamente nas vias de acesso da sua casa até a escola, você já observou algum tipo de situação ou sinalização de trânsito que pode incentivar uma harmonia entre os diversos usuários dessas vias? Em caso afirmativo anote algumas delas no quadro abaixo e classifique essa sinalização como importante ou não.

Situação ou sinalização de trânsito nas ruas do bairro	Classificação da importância	
		sim
		não
		sim
		não



## Entrevista com um aluno

**Questão 3:** Conforme o trecho extraído de uma matéria exibida pelo programa Auto Esporte da Rede Globo de Comunicações em 15 de setembro de 2016: “quando o assunto é segurança nos automóveis, o Brasil ainda está bem atrás do padrão estabelecido em mercados como Estados Unidos, Europa e Japão”.

Relacione alguns itens contidos nos veículos que possuem a função de oferecer segurança aos condutores e passageiros.

Itens de segurança nos veículos	Para que servem ou quais as utilidades

### Questão 4:

Como ficou: o uso de cadeirinhas ou assento de elevação será obrigatório para crianças de até 10 anos que não atingiram 1,45 metro de altura. O descumprimento continua sendo considerado infração gravíssima, segundo o artigo 168 do CTB, que prevê multa e retenção do veículo até a regularização da situação.

Como era sem as mudanças: crianças com idade inferior a 10 anos já deveriam ser transportadas nos bancos traseiros. O uso de dispositivos de retenção (cadeirinha, assento elevado etc) foi determinado por uma resolução do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) de 2008 para o transporte de crianças de até 7 anos e meio, sem levar em conta a altura.

O texto é um recorte de uma matéria publicada no portal eletrônico g1.globo em 12 de abril de 2021 e se refere ao novo Código de Trânsito Brasileiro. Após comparar a redação dos textos antes e depois da publicação do novo código de trânsito, escreva algum possível benefício que você tenha identificado nas alterações referentes a obrigatoriedade do uso da cadeirinha?

## Entrevista com um aluno

Anotações sobre os possíveis benefícios na obrigatoriedade do uso da cadeirinha.

---

---

---

---

---

---

**Questão 5:** Se analisarmos as imagens de uma colisão que envolve um carro antigo e um carro mais moderno, colisão daquelas que são popularmente chamadas de “esbarrão”, vamos notar que existem grandes diferenças no amassado causado em cada carro devido ao impacto. Nos parece que um carro antigo seria mais resistente enquanto um carro mais moderno seria mais frágil. Você acha que essa seria uma desvantagem dos carros modernos ou essa consequência observada teria alguma relação com a segurança dos passageiros?

Anotações sobre os acidentes entre um carro antigo e um carro moderno.

---

---

---

---

---

---

Por termos optado em preparar os educandos para a metodologia que seria utilizada durante as próximas aulas, decidimos em aplicar o questionário referente a Aula 2 de maneira síncrona, dialogando com eles sobre todas as questões, porém entendemos que a critério do professor, esse mesmo questionário pode ser respondido pelos educandos fora do ambiente escolar, de maneira assíncrona e com as devidas mediações por meio do grupo de WhatsApp da turma.

### 3.3 Aula 3: Quantidade de movimento e as intuições dos alunos

Para a Aula 3 propomos continuar com uma estratégia de PI, iniciando uma abordagem sobre o tópico quantidade de movimento. Essa aula pode ser conduzida por meio de uma sequência de experimentos conforme descrito pelos roteiros que seguem esta seção. Nós optamos por gravar todos os experimentos previamente e exibir os vídeos em sala de aula, após os educandos assistirem aos vídeos, os experimentos também foram realizados de maneira demonstrativa e dialógica. Em seguida orientamos os educandos a anotarem as respostas para algumas questões propostas explorando o conteúdo dos experimentos.

Gravamos os experimentos previamente para que pudéssemos dar algum destaque às cenas específicas caso os educandos sentissem necessidade. Porém, para um ambiente livre dos protocolos de isolamento social e a critério do professor, sugerimos que a turma seja dividida em pequenos grupos e que cada grupo possa realizar esses experimentos, socializando em seguida por meio de um debate com a turma as suas percepções sobre os experimentos.

#### 3.3.1 Objetivos específicos da aula

- Reconhecer situações que envolvem a quantidade de movimento por meio de experimentos demonstrativos.
- Incentivar a utilização das intuições, ideias e palpites dos educandos sobre a quantidade de movimento dos corpos.

#### 3.3.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

- 1) Expor os vídeos dos experimentos conforme indicado nos roteiros.
- 2) Demonstrar os experimentos em sala de aula.
- 3) Responder um questionário com base no que foi observado e discutido nos experimentos

Como fizemos experimentos demonstrativos e dialógicos, reservamos alguns minutos da aula para um debate sobre os fenômenos que foram abordados nos experimentos. A mesma estratégia pode ser utilizada para os casos em que os próprios educandos realizem os experimentos.

### 3.3.2.1 Roteiro do Experimento 1

O Experimento 1 tem como objetivo avaliar a relação entre a velocidade adquirida por uma esferinha de aço após ser abandonada num plano inclinado e as respectivas alturas às quais a esfera foi abandonada.

Materiais utilizados para realizar o experimento:

- Um trilho para os estudos dos movimentos.
- Um recipiente contendo arroz.
- Uma esfera de aço.
- Madeira para elevar um pouco mais a inclinação do trilho.
- Régua para indicar as diferenças de altura.

Figura 4 – Representação esquemática para o Experimento 1



*Fonte: Elaborada pelo autor (2022)*

A esfera foi abandonada de dois pontos distintos no trilho com alturas diferentes, utilizamos uma régua para mostrar em destaque as diferenças entre as alturas em que a esfera foi abandonada. Se necessário sugerimos utilizar blocos de madeira, conforme mostrado na Figura 4, para elevar ainda mais a inclinação do trilho. Esse experimento foge um pouco do contexto do trânsito como propomos inicialmente, porém é possível adaptá-lo para o movimento de um carrinho na pista de Hot Wheels que produzirá o mesmo efeito.

Ao realizarmos o experimento, na primeira simulação a esfera foi abandonada de uma altura igual a 9 cm e na segunda simulação ela foi abandonada de uma altura igual a 22 cm. Após descer e abandonar o trilho a esfera iniciou um movimento de queda livre caindo dentro de um recipiente contendo arroz. Utilizamos o arroz para evidenciar o ponto em que a esfera atingiu o nível do solo, pois a esfera deixava uma marca muito evidente no arroz.

A critério do professor, o arroz poderá ser substituído por papel carbono, que também deixará evidente a posição em que a esfera tocará o solo.

### 3.3.2.2 Roteiro do Experimento 2

Para reforçar o debate, propomos o Experimento 2 que consiste em um carrinho que abandonado de dois pontos com alturas diferentes em uma rampa, colidindo em seguida com massinha de modelar que se encontra na base da rampa e apoiada em uma parede, conforme mostramos na Figura 5.

Para realizar o experimento utilizamos os seguintes materiais:

- Um carrinho
- Massinha de modelar
- Régua para indicar as diferenças de alturas
- Plano inclinado

Figura 5 – Colisão de um carrinho com massinha de modelar

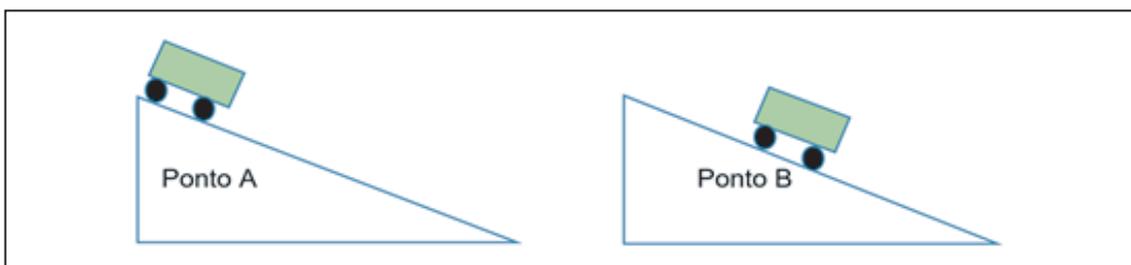


Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Após essa etapa da aula, sugerimos propor aos educandos que respondam à pergunta prévia, com o objetivo de avaliar a velocidade que o carrinho chega na base de uma rampa após partir de duas alturas diferentes.

**Pergunta prévia:** se o carrinho for abandonado de dois pontos diferentes na rampa, conforme mostrado na Figura 7, primeiro do ponto A, em seguida do ponto B, em qual deles o carrinho chegará com maior velocidade na parte baixa da rampa? Explique.

Figura 6 – Representação esquemática de dois carrinhos descendo uma rampa a partir de alturas diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Anotações sobre a pergunta prévia

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Após os educandos responderem à pergunta prévia, propomos um debate por cerca de 10 minutos, para que eles possam expor as suas ideias a respeito da questão. O debate é importante pois a partir dele temos um esboço das concepções dos educandos sobre esse tipo de movimento.

Sugerimos encerrar o debate com a exibição de um vídeo do Experimento 3, conforme roteiro a seguir.

### 3.3.2.3 Roteiro do Experimento 3

Demonstramos o Experimento 3 por meio de um vídeo gravado previamente, mas também poderá ser realizado em sala de aula, a critério do professor, preferencialmente pelos próprios educandos. Para realizar esse experimento utilizamos os seguintes materiais:

- Um carrinho de brinquedo (caminhãozinho)
- Massinha de modelar.
- Um plano inclinado.
- Pacotes de trigo e macarrão.
- Régua para indicar as diferenças de alturas.

O carrinho é abandonado duas vezes da mesma altura na rampa, sendo que na primeira descida ele está vazio e na segunda transportando uma carga de 1000 gramas (um pacote de trigo pode ser colocado sobre o carrinho), conforme indicamos na Figura 7.

Nos dois casos o carrinho colide com uma porção de massinha de modelar que se encontra na base da rampa e apoiada em uma parede. Após os impactos, observa-se os danos causados na massinha de modelar, para que os educandos possam avaliar o resultado da deformação na massinha de modelar, relacionando com as diferenças na massa total no momento do impacto.

A Figura 7 ilustra os materiais que podem ser utilizados no experimento.

Figura 7 – Representação esquemática dos materiais utilizados no Experimento 3



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

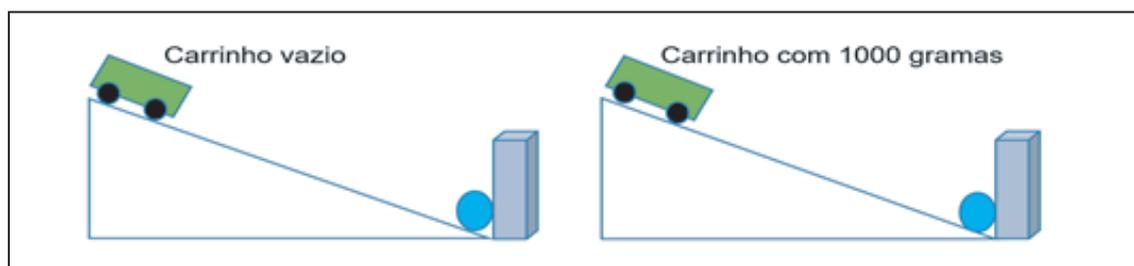
Após o experimento, propomos que haja um debate permitindo que os educandos possam apresentar os seus entendimentos e também para que o professor possa avaliar as concepções dos educandos sobre o que foi proposto. O debate é importante pois pode evidenciar que eles confundem as grandezas massa e peso, sendo necessário uma intervenção do professor para esclarecer esses conceitos.

Na sequência sugerimos que os educandos que resolvam as Questões 1 e 2, com base nas observações e discussões sobre o Experimento 3.

#### Questão 1:

Será escolhido um ponto fixo na rampa conforme a Figura 8 e, em seguida, o carrinho será abandonado duas vezes do mesmo ponto, sendo que na primeira descida o carrinho está vazio e na segunda descida ele transporta uma massa de 1000 gramas.

Figura 8 – Representação esquemática de dois carrinhos com massas iguais descendo uma rampa a partir de alturas diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Em qual das duas situações haverá maior deformação da massinha de modelar, após sofrer o impacto do carrinho? Explique.

Anotações sobre a deformação da massinha de modelar devido às diferenças de massas do carrinho.

---

---

---

---

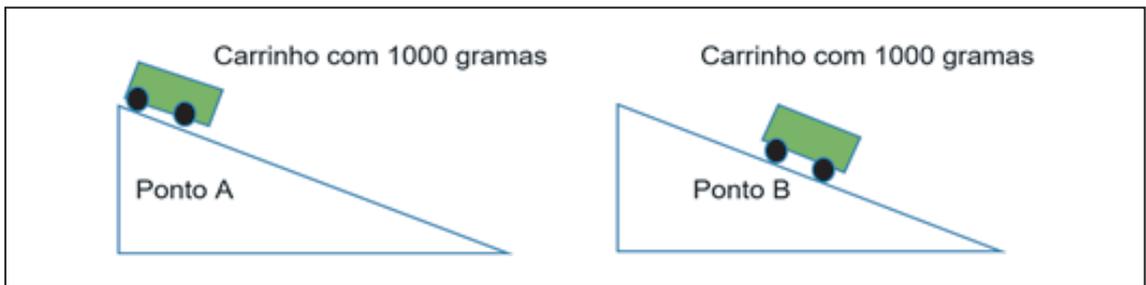
---

---

**Questão 2:**

Em seguida será fixada a massa do carrinho, por exemplo 1000 gramas, sendo o carrinho abandonado de duas alturas diferentes, ponto A e ponto B conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Representação esquemática de dois carrinhos com massas iguais descendo uma rampa a partir de alturas diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Em qual das duas alturas haverá maior deformação da massinha de modelar, após sofrer o impacto do carrinho? Explique.

Anotações sobre a deformação na massinha de modelar com o carrinho partindo de alturas diferentes.

---

---

---

---

---

---

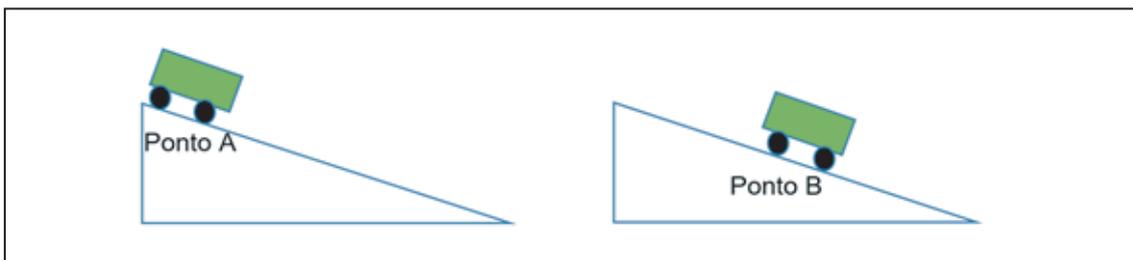
Antes que eles resolvam a Questão 2, sugerimos que os educandos repitam o Experimento 3 com o carrinho carregando uma carga de 1 kg, porém, partindo de duas alturas diferentes na rampa. Os educandos podem avaliar a deformação sofrida pela massinha de modelar nas duas situações. Após eles avaliarem a deformação na massinha de modelar, sugerimos um debate para que os educandos possam expor os seus entendimentos sobre a proposta da questão. Destacamos que em nossa experiência notamos alguns educandos confundindo os conceitos de massa e peso, acreditamos que esse fato está muito ligado a linguagem que eles utilizam no cotidiano.

**Questão 3:**

Quantidade de matéria, ou massa, na física de René Descartes, está relacionada à extensão da matéria, isto é, a seu tamanho (volume). Dessa forma, ao expressar que dois corpos de “massas” e velocidades diferentes têm a mesma quantidade de movimento ele o faz da seguinte maneira: “quando uma parte da matéria se move duas vezes mais depressa do que outra – sendo esta duas vezes maior do que a primeira – devemos pensar que há tanto movimento na menor como na maior”. Dentro desse contexto interpretativo de Descartes, bem como a partir do experimento demonstrativo que ocorreu na sala de aula, responda:

a) Considere dois carrinhos sendo abandonados de uma pista Hot Wheels, conforme Figura 10, sendo que um deles partirá do repouso do ponto A e o outro carrinho também partirá do repouso, porém do ponto B, sendo que a altura em que o carrinho A se encontra é maior do que a altura em que o carrinho B se encontra. O que poderá ser feito para que os dois carrinhos cheguem na base da pista com a mesma quantidade de movimento?

Figura 10 – Representação esquemática de dois carrinhos descendo uma rampa a partir de alturas diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Anotações sobre a quantidade de movimento dos carrinhos que partiram de alturas diferentes.

---

---

---

---

Para orientar os educandos na resolução da Questão 3, sugerimos uma sequência de experimentos com um carrinho descendo uma pista de Hot Wheels e colidindo contra copinhos descartáveis envolvidos por papel higiênico, conforme descrito nos roteiros a seguir.

#### 3.3.2.4 Roteiro do Experimento 4

Optamos por gravar o Experimento 4 previamente para que o vídeo pudesse ser exibido e também fizemos a demonstração desse experimento em tempo real na própria sala de aula.

Materiais utilizados no experimento:

- Carrinho de Hot Wheels
- Pista de Hot Wheels
- Massinha de modelar
- Copo descartável
- Papel Higiênico

Para começar o experimento envolvemos o copo descartável com papel higiênico, escolhemos o papel higiênico porque trata-se de um papel bastante sensível e relativamente frágil. Em seguida o carrinho é abandonado da altura máxima da pista, colidindo contra o copo que estava fixo na base, para que os educandos possam observar os danos causados no papel higiênico que está em volta do copo descartável. Na sequência o experimento pode ser repetido abandonando o carrinho de uma altura menor. Após essa etapa eles observam e comparam os danos causados no papel higiênico para cada descida.

Na sequência o experimento é repetido com a altura na qual o carrinho é abandonado sendo mantida fixa, variando a massa do carrinho em cada descida, para que os educandos possam observar a deformação causada no papel higiênico após os dois impactos com massas diferentes.

A seguir temos uma sequência de imagens que ilustram o experimento.

A Figura 11 à esquerda mostra a posição que corresponde a altura máxima em que o carrinho foi abandonado na pista, enquanto que, a Figura 11 à direita mostra a segunda posição a qual o carrinho foi abandonado, que por sinal corresponde a uma altura menor do que a altura máxima.

Figura 11 – Representação esquemática das posições em que o carrinho foi abandonado na demonstração do Experimento 4



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

A Figura 12 à esquerda mostra o copo descartável envolvido por papel higiênico colocado na base da rampa para que fosse atingido pelo carrinho após o movimento de descida. A Figura 12 ao centro é uma imagem que mostra um momento após o carrinho colidir contra o copo descartável e a Figura 12 à esquerda mostra a deformação causada no papel higiênico que envolve o copo descartável, após o impacto do carrinho, quando ele foi abandonado do ponto de altura máxima da pista.

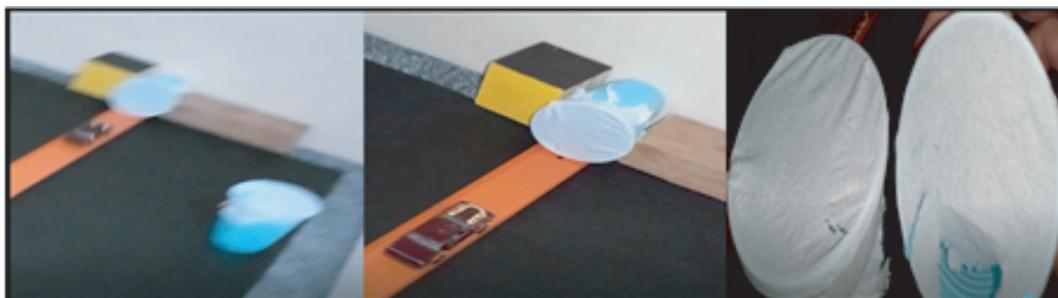
Figura 12 – Representação esquemática do impacto entre o carrinho e o copo descartável, após descer a rampa partindo da mesma altura na demonstração do Experimento 3



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

A Figura 13 à esquerda está mostrando um instante antes da colisão entre o carrinho e o papel higiênico que está em volta do copo descartável, quando o carrinho foi abandonado de uma altura menor do que a altura máxima conforme foi mostrado na Figura 11. A Figura 13 ao centro está mostrando um instante após a colisão onde nota-se que o carrinho atingiu o copo descartável e voltou uma certa distância na pista, inclusive não é possível dizer a partir figura qual foi a deformação sofrida pelo papel higiênico. A Figura 13 à direita mostra uma comparação entre as deformações sofridas pelo papel higiênico após o impacto causado pelas duas descidas.

Figura 13 – Representação do impacto entre o carrinho e o copo descartável, após descer a rampa partindo de uma altura menor do que a altura máxima na demonstração do Experimento 3



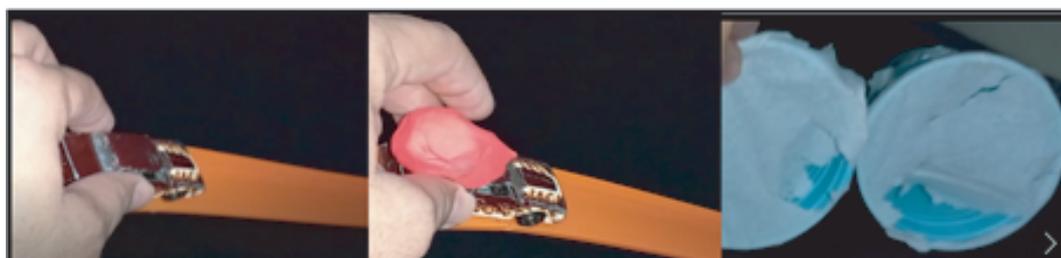
Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Após eles observarem essa sequência de imagens, espera-se que eles possam identificar em qual situação o dano causado no papel higiênico que estava em volta do copo descartável foi maior.

Na experiência que fizemos, o experimento foi repetido mantendo a altura constante, porém alterando a massa total do carrinho. Colocamos sobre o carrinho uma certa quantidade de massinha de modelar conforme mostra a sequência de figuras 14 à esquerda, ao centro e à direita. Assim, sugerimos que os educandos avaliem os danos causados em cada copo após as colisões com as massas diferentes e mantendo a mesma altura nas duas descidas.

A Figura 14 à esquerda mostra o carrinho sendo abandonado de uma certa altura na rampa, sem carregar qualquer carga extra. A Figura 14 ao centro mostra um carrinho sendo abandonado da mesma altura, porém agora com uma carga extra devido a massinha de modelar que foi colocada sobre o carrinho e a Figura 14 à direita mostra a deformação causada nos dois copos envolvidos com papel higiênico após as duas descidas.

Figura 14 – Representação esquemática de carrinhos com massas diferentes descendo a rampa no Experimento 4



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

A Figura 15 ilustra uma sequência de fotos do Experimento 4 realizado na sala de aula, com o intuito de fornecer subsídios para que os educandos pudessem responder à atividade que foi proposta.

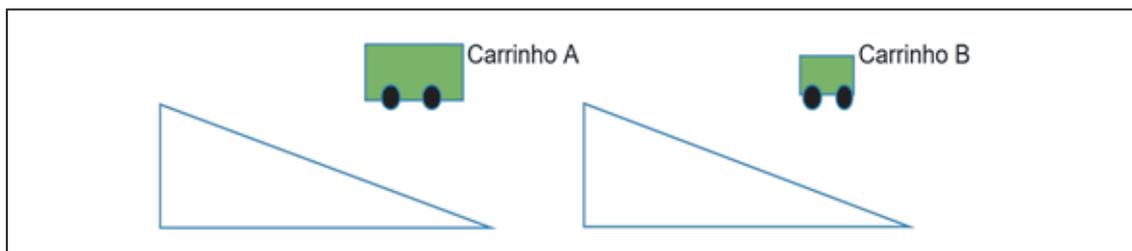
Figura 15 – Representação esquemática da demonstração do Experimento 4



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

b) Considere agora que dois carrinhos com massas diferentes serão abandonados a partir do repouso na pista de Hot Wheels apresentada na Figura 16, sendo que a massa do carrinho A é maior do que a massa do carrinho B. O que poderá ser feito para que os dois carrinhos cheguem na base da pista com a mesma quantidade de movimento?

Figura 16 – Representação esquemática dos carrinhos que serão abandonados na rampa a partir de alturas diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Anotações sobre a quantidade de movimento dos carrinhos que possuem massas diferentes.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Sugerimos que após demonstrar os experimentos na sala de aula, o professor reserve um tempo para que os educandos respondam à Questão 3 e também para que haja um debate para que eles possam expor as suas interpretações sobre os experimentos.

### 3.4 Aula 4: Abordagem matemática para a quantidade de movimento

Na Aula 4 propomos uma abordagem da evolução histórica das ideias de Aristóteles, Kepler, Galileu e Descartes, sobre os movimentos dos corpos, e a partir dessa abordagem definir matematicamente o que se entende por quantidade de movimento dos corpos. Essa aula é expositiva com o intuito de organizar o conhecimento dos educandos sobre tópico estudado.

#### 3.4.1 Objetivos específicos da aula

- Apresentar a evolução histórica dos conceitos sobre o movimento dos corpos
- Identificar matematicamente a quantidade de movimento

#### 3.4.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

Aula expositiva definindo quantidade de movimento como sendo  $\vec{Q}=m\vec{v}$ .

Anotações sobre a exposição do professor.

---

---

---

---

---

---

---

Essa aula é uma OC sobre a quantidade de movimento dos corpos, sendo ela conduzida de maneira expositiva, onde, por meio de um apanhado histórico da evolução do pensamento sobre o movimento dos corpos, o professor pode abordar algumas ideias que foram propostas por Aristóteles, Kepler, Galileu e Descartes.

É importante ressaltar que a ciência não foi construída por aqueles que foram mencionados anteriormente apenas, e que existiram muitos outros que também dedicaram parte de seus estudos para tentar explicar o movimento dos corpos.

### 3.5 Aula 5: Aplicar os conceitos para a quantidade de movimento

Para a Aula 5 sugerimos ao professor uma AC sobre quantidade de movimento, com os educandos resolvendo o questionário a seguir, que resgata algumas situações que já foram estudadas, além de abordar também situações novas sobre o conteúdo estudado. Depois disso, o professor pode corrigir o questionário, por meio de uma abordagem dialógica, para que os educandos possam esclarecer suas dúvidas.

#### 3.5.1 Objetivos específicos da aula

- Consolidar os conceitos de quantidade de movimento com a resolução de uma lista de exercícios

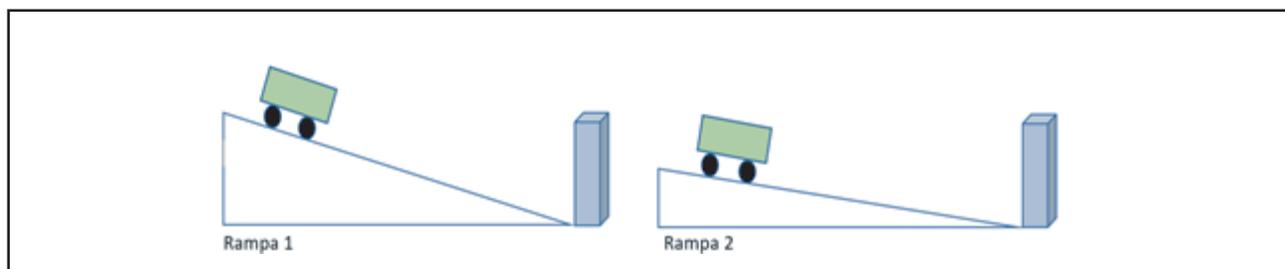
#### 3.5.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

O questionário pode ser respondido tomando como referência as aulas anteriores. É importante possibilitar aos educandos que dialoguem com seus colegas de sala e também com o professor durante a atividade. Assim, reservamos a Aula 5 para o momento de organização do conhecimento, entendemos que a critério do professor o conteúdo dessa aula também pode ser desenvolvido de maneira assíncrona, com os educandos resolvendo o questionário em casa, pois as aulas anteriores já forneceram subsídios necessários para a resolução do questionário.

#### Questão 1:

A Figura 17 representa uma situação hipotética em que temos dois carros do mesmo modelo descem de maneira desgovernada as duas ruas com inclinações diferentes conforme mostram as rampas 1 e 2. Assim, vamos considerar que as ruas possuem a mesma extensão e, com isso, os carros percorrem a mesma distância até atingirem os muros que estão fixos na base das duas ladeiras. Utilize como referência a Figura 17 bem como o enunciado da questão e responda:

Figura 17 – Representação esquemática de carrinhos com massas iguais descendo rampas com inclinações diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

a) Como os carros são do mesmo modelo, podemos admitir que eles possuem massas iguais, assim, em qual das rampas o carro vai adquirir uma velocidade maior? Justifique a sua resposta.

Anotações sobre as velocidades dos carros descendo rampas com inclinações diferentes.

---

---

---

---

---

---

b) Em qual das rampas a quantidade de movimento do carro no instante do impacto será maior? Justifique a sua resposta.

Anotações sobre a quantidade de movimento dos carros após descerem as rampas com inclinações diferentes.

---

---

---

---

---

---

c) Suponha que os muros sejam resistentes o suficiente para suportarem os impactos das colisões ocorridas nas duas rampas, assim, em qual delas você acha que o carro deve ficar mais danificado? Justifique a sua resposta.

Anotações sobre os danos causados nos carros após colidirem com os muros.

---

---

---

---

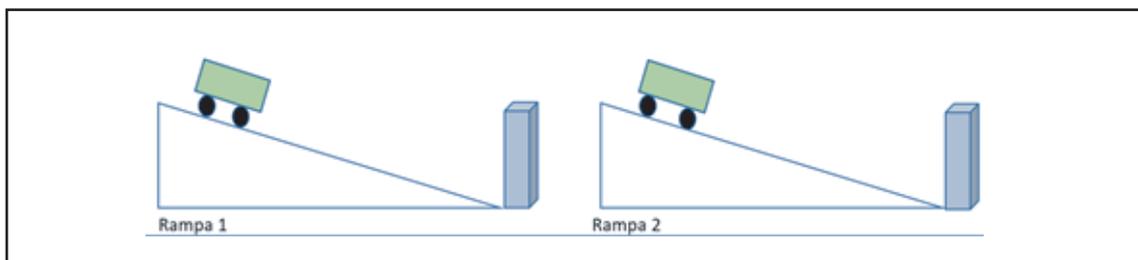
---

---

**Questão 2:**

A Figura 18 representa uma situação hipotética em que temos dois carros do mesmo modelo, sendo que o carro que está descendo a rampa 2 possui uma massa cerca de 20% maior do que o outro por estar transportando uma certa carga extra. Ambos estão descendo de maneira desgovernada as duas ruas com a mesma inclinação conforme mostra as rampas 1 e 2. Vamos considerar que as ruas possuem a mesma inclinação e também a mesma extensão e que os carros percorrem a mesma distância até atingirem muros que estão fixos na base das duas ladeiras. Utilize como referência a Figura 18 bem como o enunciado da questão e responda:

Figura 18 – Representação esquemática de carrinhos com massas diferentes descendo a rampa após serem abandonados da mesma altura



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

a) Como os carros são de modelos iguais, mas possuem massas diferentes, em qual das rampas o carro vai adquirir uma quantidade de movimento maior? Justifique a sua resposta.

Anotações sobre as diferenças na quantidade de movimentos dos carros.

---

---

---

---

---

---

b) Suponha que os muros são resistentes o suficiente para suportarem os impactos das colisões ocorridas nas duas rampas, assim, em qual delas você acha que o carro ficará mais danificado? Justifique a sua resposta.

Anotações sobre os possíveis danos causados nos carros após colidirem com os muros.

---

---

---

---

---

---

**Questão 3:**

Vamos imaginar que durante um churrasco de final de semana em que os amigos confraternizavam com a vitória em um jogo de futebol, João, após ingerir uma grande quantidade de álcool, decidiu retornar para a sua casa dirigindo o seu próprio carro. Foi uma decisão que expôs a sua própria segurança ao risco, assim como a segurança de todos os usuários das vias públicas por onde ele passaria, que também ficaram expostos ao risco que poderia ser causado por um acidente devido aos reflexos do João estarem consideravelmente comprometidos. Então o João assim que deu a partida no seu carro, quis mostrar para as pessoas da festa que ainda estava totalmente sóbrio, arrancou com o seu carro e acelerou bem fundo, logo engatou uma segunda marcha, mas o que ele não esperava é que à sua frente tinha um enorme latão de coleta de lixo, que por ser um final de tarde, estava completamente cheio. Então, ele o atingiu em cheio e o latão foi arremessado a uns 10 metros de distância, espalhando o lixo por toda a parte, inclusive em cima do carro do João. Três colegas que estavam conversando e presenciaram todo o ocorrido fizeram os seus comentários que estão registrados nas alternativas abaixo. Marque um dos comentários abaixo que poderíamos classificar como fisicamente correto.

- a) ( ) Nossa! Esse carro é muito forte, arremessou o latão de lixo longe
- b) ( ) Esse carro é muito forte mesmo, ele nem amassou com a batida
- c) ( ) Nada disso! O carro tinha uma quantidade de movimento muito maior do que o latão de lixo

**Questão 4:**

Ainda sobre o acidente entre o carro do João e o latão de lixo que foi narrado na Questão 3, marque (V) para as afirmações que você julgar que são verdadeiras e (F) para as afirmações que você julgar que são falsas, no que se refere a quantidade de movimento dos corpos envolvidos no acidente:

- a) ( ) A quantidade de movimento do carro do João é maior do que a quantidade de movimento do latão de lixo, pois o carro além de estar em movimento possui uma massa muito maior, enquanto o latão de lixo que está parado, possui uma massa muito menor.
- b) ( ) A quantidade de movimento do carro pode ser obtida apenas pela sua massa, pois a sua velocidade não contribuiu em nada com o fato do latão de lixo ser arremessado.

c) ( ) Mesmo sabendo que o latão de lixo estava parado antes da colisão, ele só foi arremessado porque a sua quantidade de movimento era maior do que a quantidade de movimento do carro.

d) ( ) O fato de o latão de lixo estar inicialmente parado, nos leva a afirmar que a sua quantidade de movimento antes da colisão era igual a zero.

**Questão 5:**

Com o objetivo de comparar a quantidade de movimento de alguns objetos, animais e até mesmo pessoas que se encontram em movimento, listamos a seguir algumas situações onde conhecemos a velocidade com que o corpo está se movimentando e também a massa de cada um deles. Após as devidas análises, calcule qual será a quantidade de movimento em cada caso.

SITUAÇÃO 1 – Um pedestre com 80 kg de massa está correndo com uma velocidade de 5 m/s.

---

---

---

---

---

SITUAÇÃO 2 – Um conjunto ciclista mais bicicleta com massa total de 120 kg e velocidade de 8 m/s.

---

---

---

---

---

SITUAÇÃO 3 – Um carro de passeio com uma massa total de 1000 kg e com uma velocidade de 72 km/h.

---

---

---

---

---

SITUAÇÃO 4 – Um caminhão carregado com uma massa total de 25.000 kg e velocidade de 36 km/h.

---

---

---

---

---

Após calcular a quantidade de movimento para cada situação apresentada acima, compare as respostas e justifique o que está causando os resultados diferentes.

Anotação sobre as diferenças nos resultados de cada situação proposta acima.

---

---

---

---

---

### 3.5.3 Atividade para casa

Sugerimos que o professor oriente aos educandos a lerem os textos “Coisas que parecem se mover sozinhas” e “Coisas que realmente parecem não se mover sozinhas” que foram extraídos do livro de mecânica do GREF (2018). Entendemos que essa atividade também possa ser desenvolvida de maneira assíncrona com as devidas orientações por meio do grupo de WhatsApp da turma.

#### **Coisas que parecem se mover sozinhas**

##### Coisas que “voam”

Se você perguntar a qualquer um o que faz o avião voar, a primeira resposta provavelmente será “as asas”. É uma resposta correta. Mas não é uma resposta completa. Para que as asas de um avião possam sustentá-lo no ar, é preciso que ele atinja uma certa velocidade inicial, e que se mantenha em movimento no mínimo com essa velocidade.

Para que essa velocidade seja atingida é que são empregados os motores a jato ou então as hélices. Tanto as hélices quanto os jatos têm a função de estabelecer uma forte corrente de ar para trás, que faz com que a aeronave seja empurrada para frente.

Batendo as asas, os pássaros também empurram ar para trás e para baixo, e conseguem se locomover no ar. No espaço, onde não há ar para ser “empurrado”, a locomoção pode ser com foguetes, que expõem gases a altíssima velocidade.

#### Coisas que “nadam”

A locomoção sobre a água também exige “empurrar” algo para trás. Em geral, esse “algo” é a própria água, que pode ser empurrada por uma hélice, por um remo ou jato de jet-ski.

A natação também exige que se empurre água para trás. Isso é feito com o movimento de braços e pernas sob a água. Peixes e outros animais marítimos também empurram a água usando suas nadadeiras.

#### Coisas que “andam”

Os movimentos sobre a Terra também obedecem ao mesmo princípio. Embora não seja muito visível, a locomoção de um automóvel ou de uma pessoa se dá a partir de um impulso para trás dado pelas rodas ou pelos pés.

Portanto, mesmo contando com os motores, pernas, nadadeiras ou asas, os veículos e animais precisam de algo para empurrar para trás, para conseguirem sua locomoção. Esse “algo” pode ser o ar, a água ou até mesmo o próprio solo sobre o qual eles se movimentam.

### **Coisas que realmente parecem não se mover sozinhas**

Pois é. Parece que para se mover, um objeto sempre depende de outro. Mas há situações nas quais isso fica ainda mais evidente: Uma bola de futebol não se move sozinha: Seu movimento depende do chute do jogador. Da mesma forma, um barco a vela depende do vento para obter movimento.

Em ambos os casos, um movimento que já existia anteriormente (no pé e no vento) parece estar sendo parcialmente transmitido para um outro corpo (a bola e o barco).

Para que essa velocidade seja atingida é que são empregados os motores a jato ou então as hélices. Tanto as hélices quanto os jatos têm a função de estabelecer uma forte corrente de ar para trás, que faz com que a aeronave seja empurrada para frente.

Essa transmissão de movimento é mais visível em um jogo de bilhar ou sinuca, quando uma bola, ao atingir outra “em cheio”, perde boa parte do movimento, enquanto a bola atingida passa a se mover. Parece que o movimento que estava na primeira bola foi transferido para a segunda.

O mesmo acontece quando uma onda atinge uma prancha de surf, cedendo a ela parte de seu movimento, dando ao brother a devida diversão.

Em todos esses exemplos, um corpo sem motor ou alguma outra fonte de propulsão própria, obtém seu movimento de um outro que já se movia antes, retirando-lhe parte de seu movimento.

### **3.6 Aula 6: Intuições dos educandos sobre a transferência da quantidade de movimento**

Espera-se que nessa aula o conceito de quantidade de movimento já esteja bem consolidado, assim sugerimos a demonstração de um experimento representando as colisões entre carrinhos na pista de Hot Weels, para que por meio de um debate após o experimento, os educandos possam expor as suas intuições sobre a transferência da quantidade de movimento entre dois corpos.

#### **3.6.1 Objetivo específico da aula**

- Despertar o interesse a partir das intuições dos educandos sobre a transferência da quantidade de movimento entre dois corpos.

#### **3.6.2 Atividades desenvolvidas durante a aula**

A Aula 6 pode ser iniciada com um debate sobre a conservação da quantidade de movimento, a partir da leitura dos textos: “coisas que parecem se mover sozinhas” e “Coisas que realmente parecem não se mover sozinhas”, caso o professor identifique que as mediações assíncronas não sejam suficientes.

Anotações sobre o debate do texto.

---

---

---

---

---

---

Após o debate propomos que seja realizado o experimento que mostra a colisão entre dois carrinhos, conforme roteiro a seguir. A proposta do experimento é gerar uma PI, a partir das simulações de batidas entre dois carros em uma pista de Hot Wheels. A demonstração do experimento será acompanhada de um questionário.

### 3.6.2.1 1ª colisão – Batida de traseira com um dos carrinhos parado

Na primeira colisão propomos aos educandos avaliar os conceitos de quantidade de movimento que estão envolvidos em uma batida de traseira entre dois carros, para isso sugerimos a demonstração do Experimento 5, que representa uma colisão entre dois carros com um deles inicialmente parado.

#### Roteiro do Experimento 5

Um dos carrinhos está em repouso na parte baixa da pista, enquanto que o segundo carrinho será abandonado, de uma altura pré-determinada, conforme a Figura 19 a seguir.

Figura 19 – Representação esquemática do Experimento 5



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Os educandos observam as consequências do impacto para em seguida responderem às questões a seguir. Sugerimos colocar algum objeto como referência para marcar a posição onde ocorrerá a colisão, assim ficará mais evidente os efeitos desse impacto.

Materiais utilizados no experimento:

- Pista de Hot Weels
- Dois carrinhos de Hot Weels
- Mesa do aluno
- Pedacos de madeira

Antes de demonstrar o experimento 5 em sala de aula, nós optamos por gravamos um vídeo do mesmo experimento que foi apresentado aos educandos para que eles pudessem rever a cena sempre que entendessem ser necessário.

**Questão 1:**

A partir da observação que você fez do Experimento 5 faça um relato sobre a quantidade de movimento de cada carrinho antes e após o impacto. Vamos chamar de carrinho 1 aquele que está parado na base da pista e carrinho 2 aquele que será abandonado do topo da pista.

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho **antes** do impacto.

---

---

---

---

---

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho **após** o impacto.

---

---

---

---

---

**Questão 2:**

No Experimento 5, o carrinho 1 que estava parado na parte baixa da pista iniciou o seu movimento após ser atingido pelo carrinho 2 que desceu livremente ao longo da rampa e, com isso, uma parte do movimento do carrinho 2 foi transferida para o carrinho 1. Como vimos anteriormente, a quantidade de movimento de um corpo se relaciona diretamente com a massa e também com a velocidade desse corpo, assim, como o carrinho 1 está parado, podemos dizer que não há quantidade de movimento associado a ele. Como exemplo, vamos supor que antes do impacto o carrinho 2 possuía uma quantidade de movimento igual a 50 e que após o impacto ele transfere uma quantidade de

movimento igual a 20 para o carrinho 1. Assim, considere a conservação da quantidade de movimento total dos carrinhos para completar as lacunas do quadro a seguir.

<b>QUANTIDADE DE MOVIMENTO</b>					
ANTES DO IMPACTO			APÓS O IMPACTO		
CARRINHO 1	CARRINHO 2	TOTAL	CARRINHO 1	CARRINHO 2	TOTAL
	50		20		

Nesse momento optamos por ainda não considerar as unidades envolvidas, pois o nosso objeto foi trabalhar a ideia de transferência e conservação da quantidade de movimento. Assim preferimos abordar uma discussão sobre as unidades que estão envolvidas na Sequência Didática posteriormente, ficando a critério do professor iniciar neste tópico uma discussão sobre unidades de medida.

### 3.6.2.2 2ª colisão – Batida de frente com a mesma velocidade

Para simular a segunda colisão, antes de demonstrar o Experimento 6, sugerimos que o professor questione aos educandos como deveria proceder para que ocorresse uma batida de frente entre dois carrinhos com a mesma velocidade. Após um rápido debate o experimento será demonstrado. Neste experimento utiliza-se os mesmos materiais do Experimento 5 da primeira colisão, porém agora, com as duas extremidades da pista de Hot Wheels sobre as mesas de educandos, para que os carrinhos sejam abandonados da mesma altura e, conseqüentemente, sofram uma colisão de frente com a mesma velocidade.

Aqui, ressaltamos que devido aos protocolos de saúde pública que exigiam o isolamento social, todos os experimentos foram pensados para serem realizados de maneira demonstrativa. Porém, os educandos insistiram para realizarem os experimentos e, por isso, nesta seção permitimos o manuseio dos equipamentos, porém, num contexto que não se exija o isolamento social, sugerimos que esses experimentos sejam realizados pelos educandos.

Para os Experimento 5 e 6, nos quais ocorrem batidas de frente, é necessário incluir a ideia de número negativo, porém, optamos por não fazer nesse momento pois estruturamos a sequência de aulas para que as Aulas 6 e 7 acontecessem no mesmo dia. Assim, o fato de os carrinhos estarem com movimentos em sentidos opostos, problematizou uma situação para a conservação da quantidade de movimento. Então, fica a critério do professor a opção por já introduzir um sentido para o movimento ou não.

Os educandos observam as consequências do impacto, o professor motiva um debate sobre a colisão e em seguida eles respondem as questões que seguem:

**Questão 3:**

A partir da observação que você fez do experimento 6, faça um relato sobre a quantidade de movimento de cada carrinho, observe se aumentou, diminuiu ou se essa grandeza se manteve constante antes e após o impacto.

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho antes do impacto.

---

---

---

---

---

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho após o impacto

---

---

---

---

---

**Questão 4:**

Ambos os carrinhos descem ao longo da pista com velocidades iguais, pois eles foram abandonados de alturas iguais. Vamos supor que antes do impacto o carrinho 1 possuía uma quantidade de movimento igual a 60 e que após o impacto o carrinho 2 também possuía uma quantidade de movimento igual a 60, assim, complete as lacunas abaixo:

QUANTIDADE DE MOVIMENTO					
ANTES DO IMPACTO			APÓS O IMPACTO		
CARRINHO 1	CARRINHO 2	TOTAL	CARRINHO 1	CARRINHO 2	TOTAL
60				60	

### 3.6.2.3 3ª Colisão – Batida de frente com velocidades diferentes

Para simular uma batida de frente com velocidade diferentes, de maneira análoga à questão anterior, sugerimos perguntar previamente aos educandos qual deveria ser o procedimento adotado na pista de Hot Weels. Após esse debate o experimento deve ser demonstrado na própria sala de aula, ou realizado pelos educandos. Os materiais utilizados e o procedimento experimental são os mesmos dos Experimentos 5 e 6, exceto pelo fato de os carrinhos serem abandonados de alturas diferentes para que a colisão aconteça com velocidades diferentes. Desta forma, orientamos que os educandos observem as consequências do impacto e, que o professor gere um debate, para que na sequência eles possam responder as questões que seguem:

#### Questão 5:

A partir da observação que você fez do Experimento 7, faça um relato sobre a quantidade de movimento de cada carrinho, com uma ênfase se aumentou, diminuiu ou se essa grandeza se manteve constante antes e após o impacto.

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho antes do impacto.

---

---

---

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho após o impacto.

---

---

---

---

#### Questão 6:

Ambos os carrinhos realizam um movimento de descida ao longo da pista com velocidades diferentes no momento do impacto. Vamos supor que antes do impacto o carrinho 1 possuía uma quantidade de movimento igual a 80 e que após o impacto o carrinho 2 ficou com uma quantidade de movimento igual a 60, assim, complete as lacunas abaixo:

QUANTIDADE DE MOVIMENTO					
ANTES DO IMPACTO			APÓS O IMPACTO		
CARRINHO 1	CARRINHO 2	TOTAL	CARRINHO 1	CARRINHO 2	TOTAL
80				60	

### 3.7 Aula 7: Princípio da conservação da quantidade de movimento

Na Aula 7 propomos incentivar os educandos a aplicarem as suas intuições matemáticas dentro dos conceitos de quantidade de movimento. Sugerimos que as Aulas 6 e 7 aconteçam no mesmo dia, pois elas compõem a organização do conhecimento dos conteúdos que foram trabalhados nos experimentos que demonstraram as batidas na pista de Hot Weels. Nessa aula incluímos a ideia de número negativo para que os alunos compreendam os movimentos em sentidos opostos.

#### 3.7.1 Objetivo específico da aula

- Compreender os conceitos de conservação da quantidade de movimento a partir de uma intuição matemática.

#### 3.7.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

A Aula 7 é uma continuação da Aula 6 e nela propomos que os educandos resolvessem as questões a seguir com a mediação e orientação do professor.

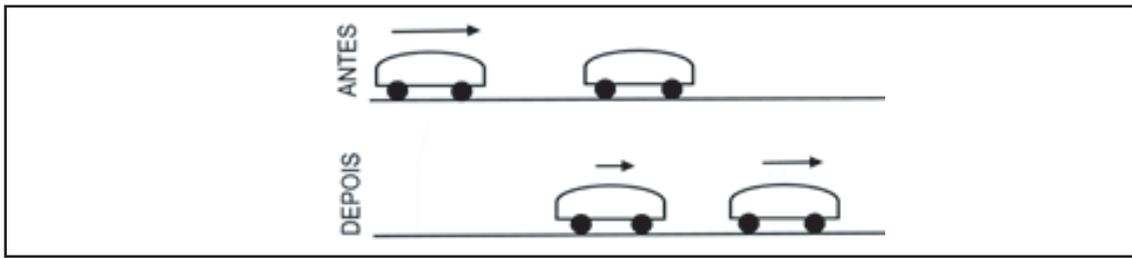
Após a demonstração dos Experimentos 5, 6 e 7 sobre colisões, observamos que durante uma colisão um dos carrinhos ganha uma quantidade de movimento enquanto que o outro carrinho perde uma quantidade de movimento, assim, com base nessas observações responda as questões que seguem:

##### Questão 1:

Como durante uma colisão de traseira um carrinho perde movimento enquanto o outro ganha, vamos considerar que durante a colisão de traseira representada pela Figura 20, o carrinho de trás, aquele que está à esquerda da figura, possui uma quantidade de movimento antes do impacto igual a 100. Se após o impacto, esse carrinho ficar com uma quantidade de movimento igual a 40, qual será a quantidade de movimento do carrinho da frente, aquele que está do lado direito da figura? O enunciado da questão pode ser resumido no esquema representado no quadro a seguir.

	CARRINHO DE TRÁS	CARRINHO DA FRENTE	TOTAL
ANTES DO IMPACTO	100	0	100
DEPOIS DO IMPACTO	40	X	100

Figura 20 – Ilustração de uma colisão de traseira



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Agora busque montar uma equação matemática e resolva o problema acima a partir dessa equação encontrada.

Resolução matemática para a **Questão 1**

---



---



---



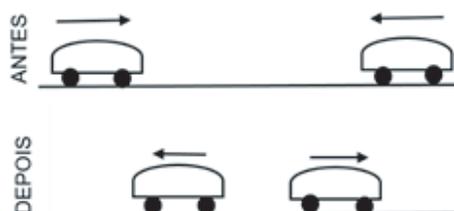
---

**Questão 2:**

Como durante uma colisão frontal em que os carrinhos possuem a mesma velocidade, ambos tendem a voltar no sentido contrário e com velocidades menores, vamos considerar que os dois carrinhos mostrados na Figura 21 possuem uma quantidade de movimento antes do impacto igual a 100. Se após o impacto cada carrinho voltar com uma quantidade de movimento igual a 60, qual será a quantidade de movimento total antes e após o impacto?

	CARRINHO DA ESQUERDA	CARRINHO DA DIREITA	TOTAL
ANTES DO IMPACTO	100	100	
DEPOIS DO IMPACTO	60	60	

Figura 21 – Ilustração de uma colisão frontal com velocidades iguais



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Seguindo um raciocínio semelhante ao que foi feito na atividade anterior, busque montar uma equação matemática e em seguida utilize a equação encontrada para resolver o problema acima. Justifique se houve ou não uma conservação da quantidade de movimento total desse sistema.

Resolução matemática para a **Questão 2**.

---

---

---

---

---

Espera-se que nesse momento os próprios educandos já percebam que algo de estranho está acontecendo, pois, ao somar a quantidade de movimento total antes do impacto obtém-se um valor diferente da quantidade de movimento total depois do impacto, então a princípio parece estar violando a ideia de conservação discutida nas atividades anteriores. Para ajudar no entendimento dos alunos, o professor pode introduzir o conceito de sentido para o movimento e, para isso, sugerimos que os educandos leiam o texto “Por que Negativo”, extraído do livro de mecânica do GREF (1998).

### **Por que Negativo?**

Nas trombadas frontais, algo estranho acontece. Como explicar, por exemplo, que dois carrinhos com quantidades de movimentos iguais a 100, ao bater e parar, conservam essa quantidade de movimento? No início, a quantidade de movimento total seria  $100 + 100 = 200$  unidades e no fim ela seria zero. Não parece haver conservação...

Mas não é bem assim. Diferentemente da batida traseira, neste caso, o movimento de um carro anula o do outro, porque estão em sentidos opostos.

E quando uma coisa anula outra, isso significa que uma delas é negativa e a outra positiva. É o que acontece quando você recebe o seu salário, mas já está cheio de dívidas ... As dívidas (negativas, muito negativas) “anulam” seu salário (positivo, mesmo que não pareça...).

Os sinais positivo e negativo existem para representar quantidades opostas, e é isso que fazemos com os movimentos. Você só precisa escolher um sentido de movimento para ser positivo. O outro é negativo...

Essa escolha, porém, é arbitrária, quer dizer, não existe uma regra fixa, ou motivo para escolher o que é positivo, que não seja a nossa conveniência. Você pode dizer que um movimento no sentido de Belém- Brasília é positivo e que o inverso é negativo. Mas pode escolher como positivo o sentido Brasília-Belém. Escolha o mais fácil, mas não se confunda depois, e deixe claro para os outros a escolha que você fez.

Neste texto, a princípio, faremos sempre positivo o movimento para a direita, e negativo, o movimento para a esquerda. É um costume geralmente utilizado em textos de Física e Matemática.

Na nossa experiência, o texto ajudou aos educandos no entendimento da questão, mesmo assim o professor reassumiu a aula de maneira expositiva durante alguns minutos, para exemplificar melhor essa questão do número negativo que estava sendo introduzida nesses cálculos.

Anotações sobre o texto.

---

---

---

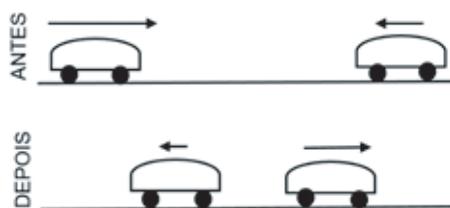
---

### Questão 3:

Como durante uma colisão frontal, como aquela mostrada na Figura 22, onde os carrinhos possuem velocidade diferentes, aquele que inicialmente está mais rápido volta mais devagar, ou até mesmo podendo parar e o carro que estava mais lento volta mais rápido, vamos considerar que o carrinho da esquerda possui uma quantidade de movimento igual a 100 e que o carrinho da direita possui uma quantidade de movimento igual a -30. Se após o impacto o carrinho da esquerda voltar com uma quantidade de movimento igual a -10 (definindo o negativo para a esquerda), qual será a quantidade de movimento do outro carrinho após o impacto?

	CARRINHO DA ESQUERDA	CARRINHO DA DIREITA	TOTAL
ANTES DO IMPACTO	100	-30	70
DEPOIS DO IMPACTO	-10	X	70

Figura 22 – Ilustração de uma colisão frontal com velocidades diferentes



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Procure montar uma equação matemática e em seguida resolva o problema acima com a equação que foi montada.

Resolução matemática para a **Questão 3**.

---

---

---

---

---

### 3.8 Aula 8: Aplicação do conhecimento sobre a conservação da quantidade de movimento

A Aula 8 é expositiva e contempla conservação da quantidade de movimento. Para isso, propomos a demonstração do Experimento 8 conforme roteiro abaixo.

#### 3.8.1 Objetivo específico da aula

- Reconhecer matematicamente o princípio da conservação da quantidade de movimento.

#### 3.8.2 Atividades desenvolvidas durante a aula

Aula expositiva com a demonstração de um experimento utilizando a pista de Hot Weels.

##### 3.8.2.1 Roteiro do Experimento 8

O objetivo do Experimento 8 é utilizar a pista de Hot Weels para simular a colisão entre dois carrinhos com massas diferentes, sendo que um dos carrinhos é um caminhãozinho com uma certa quantidade de massinha de modelar sobre ele.

Inicialmente o carrinho está parado na parte baixa da pista e será atingido pelo caminhãozinho carregado, que desce partindo do repouso, de uma altura pré-determinada na pista. O Experimento 8 pode ser repetido invertendo as posições dos carrinhos, ou seja, mantendo o caminhãozinho carregado em repouso na parte baixa da pista, para que ele seja atingido pelo carrinho após ser abandonado de uma altura pré-determinada na pista.

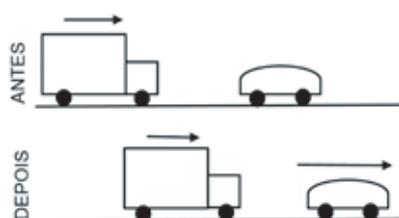
Materiais necessários para realizar o experimento:

- Pista de Hot Weels
- Dois carrinhos de Hot Weels
- Mesa do aluno
- Pedacos de madeira

Após a demonstração do Experimento 8, sugerimos que alguns minutos da aula para um debate, para que o professor possa avaliar o grau de entendimento dos educandos sobre o conceito abordado.

Assim, para implementar uma OC sugerimos que após o debate a aula seja conduzida de maneira expositiva a partir da demonstração do Experimento 8 e da Figura 23. O objetivo da figura é promover uma discussão se houve ou não a conservação da quantidade de movimento, tendo em vista que o carrinho da esquerda (caminhãozinho), praticamente se mantém com a mesma velocidade e o carrinho da direita que estava inicialmente parado, adquire uma velocidade maior do que aquela que o caminhãozinho possuía.

Figura 23 – Ilustração de uma colisão de traseira entre um caminhão e um carro



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Para reforçar a abordagem expositiva do professor, sugerimos a análise do exemplo a seguir.

Supondo que o carrinho possui uma massa de 20 gramas e que o caminhãozinho possui uma massa de 50 gramas, vamos considerar também que a velocidade do caminhãozinho imediatamente antes do impacto corresponde a 20 km/h e que após o impacto a velocidade do caminhãozinho será reduzida para 10 km/h e que a velocidade do carrinho após o impacto será igual a 25 km/h, preencha as lacunas do quadro a seguir.

	CARRINHO DA ESQUERDA (CAMINHÃOZINHO)	CARRINHO DA DIREITA	TOTAL
Quantidade de movimento <b>ANTES</b> do impacto			
Quantidade de movimento <b>DEPOIS</b> do impacto			

Com essa abordagem o professor poderá consolidar a definição de quantidade de movimento que é dada pela equação  $\vec{Q} = m\vec{v}$ , além de consolidar o conceito matemático para o princípio da conservação da quantidade de movimento que é dado pela relação  $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$ .

3.8.2.2 Questão para ser resolvida pelos educandos após a exposição do professor.

Agora, para aplicar o conhecimento dos tópicos que foram abordados, sugerimos que os educandos resolvam exemplo 1 que segue abaixo.

**Exemplo 1:**

Um caminhão com 25000 kg de massa total que se movimenta com uma velocidade de 40 km/h colide na traseira de um carro de passeio que possui uma massa total de 1000 kg e está parado. Considere que o caminhão permanece em movimento, porém empurrando o carro, calcule a velocidade dos dois imediatamente após a colisão.

Resolução do **Exemplo 1.**

---



---



---



---



---

### 3.9 Aula 9: colisões elásticas

#### 3.9.1 Objetivo específico da aula

- Reconhecer fisicamente uma colisão elástica utilizando simulações computacionais

#### 3.9.2 Atividades a serem desenvolvidas durante a aula

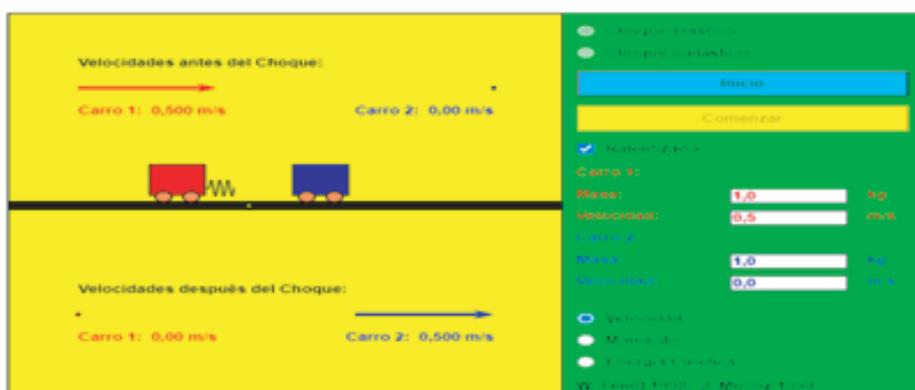
Para a Aula 9, que aborda de maneira expositiva os tipos de colisões, apresentamos como estratégia metodológica as simulações computacionais por meio do aplicativo Apps zur Physik, disponível no endereço eletrônico [https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision\\_es.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision_es.htm).

Em nossa experiência, durante essa aula os educandos foram incentivados a relatarem as suas observações para cada tipo de colisão que foi simulada. Sugerimos que a aula seja interativa, com cada aluno simulando todas as colisões.

##### 3.9.2.1 Roteiro para uma colisão elástica

Para analisar a velocidade dos carrinhos durante a colisão elástica, o professor pode primeiramente definir os dados de entrada, como velocidades e massas dos carrinhos, podendo utilizar os dados fornecidos no Quadro a seguir, ou adaptar para a sua realidade. A Figura 24 mostra um recorte da tela do computador contendo a simulação antes do impacto.

Figura 24 – Representação de uma simulação para uma colisão elástica com o parâmetro velocidade ativado



Fonte: APPS ZUR PHYSIK (2021)

Essa aula pode também ser conduzida de maneira demonstrativa, deixando os educandos preencherem os campos da tabela e registrarem os comentários sobre a simulação

no espaço reservado para anotações. Dessa forma, os educandos podem realizar a simulação de forma individual.

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
Carrinho 1		Carrinho 2		Carrinho 1		Carrinho 2	
MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg		1 kg	

Anotação sobre o que foi observado durante a colisão.

---



---



---



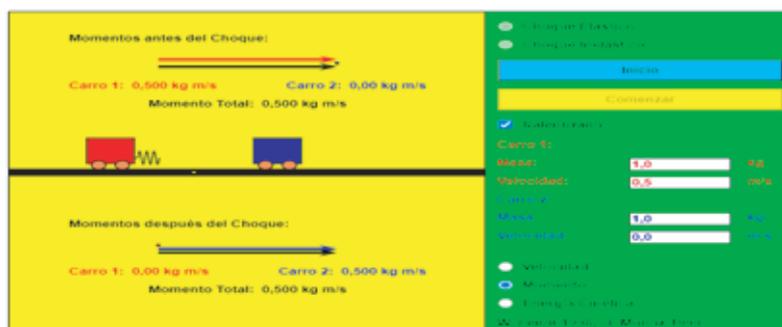
---



---

Na sequência sugerimos repetir a atividade com os mesmos dados de entrada, porém, neste caso, analisando a quantidade de movimento antes e após a colisão, conforme mostrado na Figura 25.

Figura 25 – Representação de uma simulação para uma colisão elástica com o parâmetro quantidade de movimento ativado



Fonte: APPS ZUR PHYSIK (2021)

Os educandos podem observar a exposição do professor e efetuarem os cálculos necessários para preencher a linha destinada ao cálculo da velocidade do carrinho 2 após a colisão.

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
Carrinho 1		Carrinho 2		Carrinho 1		Carrinho 2	
MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg	0	1 kg	
QUANTIDADE DE MOVIMENTO			0,5 kg.m/s	QUANTIDADE DE MOVIMENTO			0,5 kg.m/s

Cálculo da velocidade do carrinho 2 após a colisão.

---



---



---

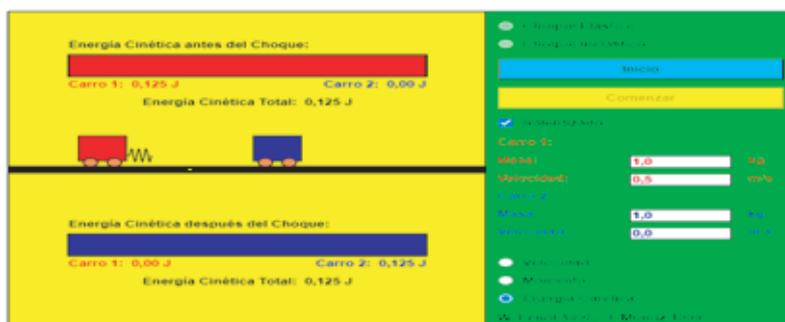


---

Novamente a atividade expositiva pode ser repetida pelo professor, porém abordando a energia cinética envolvida na colisão elástica.

Para analisar a energia cinética dos carrinhos durante a colisão elástica, a Figura 26 mostra um recorte da simulação antes do impacto.

Figura 26 – Representação de uma simulação para uma colisão elástica com o parâmetro energia cinética ativado



Fonte: APPS ZUR PHYSIK (2021)

Os educandos observam a exposição do professor e preenchem a linha da tabela destinada às observações realizadas durante a colisão.

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
Carrinho 1		Carrinho 2		Carrinho 1		Carrinho 2	
MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg	0	1 kg	0,5 m/s
ENERGIA CINÉTICA TOTAL ANTES DA COLISÃO				ENERGIA CINÉTICA TOTAL DEPOIS DA COLISÃO			

Cálculo da energia cinética total antes e após o impacto.

---



---



---



---

## 3.10 Aula 10: colisões inelásticas

### 3.10.1 Objetivos específico da aula

- Interpretar fisicamente uma colisão inelástica a partir de simulações computacionais.

### 3.10.2 Atividades a serem desenvolvidas na aula

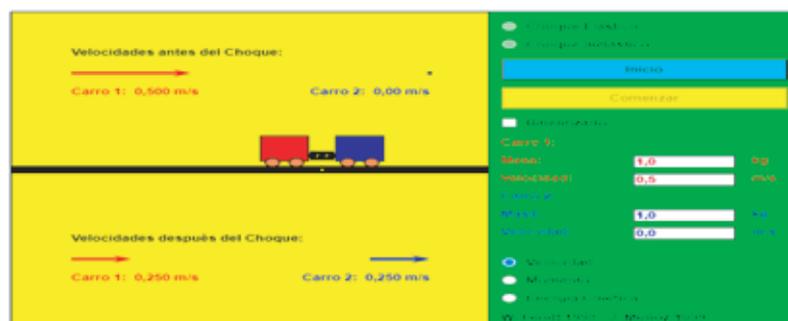
Nesta aula propomos que os educandos repitam os procedimentos da aula anterior, porém simulando uma colisão inelástica. As simulações podem ser realizadas de forma expositiva pelo professor, seguidas por debates para discutir a velocidade, a quantidade de movimento total e, também, a energia cinética envolvida na colisão. Essa atividade também pode ser executada individualmente pelos educandos, caso a escola tenha um laboratório com computadores.

Em nossa experiência incentivamos a interação e a discussão entre os educandos para o melhor entendimento desse tipo de colisão. Outro ponto importante é que eles também podem reproduzir as simulações nos seus próprios smartphones.

#### 3.10.2.1 Simulação de uma colisão inelástica

Para analisar a velocidade dos carrinhos durante a colisão inelástica, a Figura 27 mostra um recorte da simulação antes do impacto.

Figura 27 – Representação de uma simulação para uma colisão inelástica com o parâmetro velocidade ativado



Fonte: APPS ZUR PHYSIK (2021)

Durante a simulação com o parâmetro velocidade ativado, sugerimos que os educandos preencham os dados da tabela a seguir.

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
Carrinho 1		Carrinho 2		Carrinho 1		Carrinho 2	
MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg	0,25 m/s	1 kg	

Registro do que foi observado durante a colisão.

---



---



---



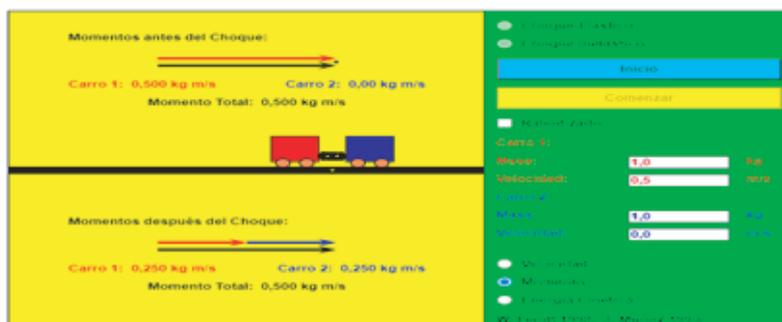
---



---

Em seguida o pode repetir o procedimento, porém levando em consideração a quantidade de movimento antes e após a colisão inelástica, conforme mostrado na Figura 28.

Figura 28 – Representação de uma simulação de uma colisão inelástica com o parâmetro quantidade de movimento ativado



Fonte: APPS ZUR PHYSIK (2021)

Durante a simulação os educandos acompanham a exposição do professor e efetuam os cálculos necessários para preencherem a linha destinada ao cálculo da velocidade do carrinho 2 na tabela a seguir.

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
Carrinho 1		Carrinho 2		Carrinho 1		Carrinho 2	
MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg	0,25 m/s	1 kg	
QUANTIDADE DE MOVIMENTO			0,5 kg.m/s	QUANTIDADE DE MOVIMENTO			0,5 kg.m/s

Cálculo da velocidade do carrinho 2 após a colisão.

---



---



---

Na sequência, propomos repetir a atividade expositiva, porém observando a energia cinética envolvida na colisão inelástica.

Para analisar a energia cinética dos carrinhos durante a colisão elástica, a Figura 29 mostra um recorte antes do impacto.

Figura 29 – Representação de uma simulação de uma colisão inelástica com o parâmetro energia cinética ativado



Fonte: APPS ZUR PHYSIK (2021)

Após a simulação computacional para uma colisão inelástica com o parâmetro energia cinética ativado, sugerimos aos educandos que completem os espaços em branco na tabela a seguir, utilizando os valores obtidos na simulação.

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
Carrinho 1		Carrinho 2		Carrinho 1		Carrinho 2	
MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE	MASSA	VELOCIDADE
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg	0,25 m/s	1 kg	0,25 m/s
ENERGIA CINÉTICA TOTAL ANTES DA COLISÃO				ENERGIA CINÉTICA TOTAL DEPOIS DA COLISÃO			

Cálculo da energia cinética total antes e após o impacto.

---



---



---

### 3.11 Aula 11: Questionário sobre os tipos de colisões

#### 3.11.1 Objetivo específico da aula

- Identificar os tipos de colisões que estão presentes em uma lista de exercícios.

#### 3.11.2 Atividades a serem desenvolvidas durante a aula

Sugerimos iniciar a Aula 11 com um questionário sobre os conteúdos de colisões que foram trabalhados nas aulas anteriores.

Questão 1:

Faça as simulações de colisão entre dois carrinhos por meio do endereço eletrônico [https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision\\_es.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision_es.htm), com os dados que fornecidos no quadro a seguir.

<b>COLISÃO ELÁSTICA</b>				
<b>ANTES DA COLISÃO</b>			<b>DEPOIS DA COLISÃO</b>	
	<b>CARRINHO 1</b>		<b>CARRINHO 2</b>	
	<b>MASSA</b>	<b>VELOCIDADE</b>	<b>MASSA</b>	<b>VELOCIDADE</b>
<b>1º</b>	0,5 kg	0,5 m/s	0,5 kg	0
<b>2º</b>	0,5 kg	0,5 m/s	0,1 kg	0
<b>3º</b>	0,1 kg	0,5 m/s	0,5 kg	0

Agora preencha as lacunas da tabela a seguir com os valores de velocidades que foram obtidos no próprio simulador. Faça uma comparação entre os movimentos dos dois carrinhos após as colisões.

<b>VELOCIDADE</b>				
<b>ANTES DA COLISÃO</b>			<b>DEPOIS DA COLISÃO</b>	
	<b>Carrinho 1</b>	<b>Carrinho 2</b>	<b>Carrinho 1</b>	<b>Carrinho 2</b>
<b>1º</b>				
<b>2º</b>				
<b>3º</b>				

Anotações sobre os resultados das velocidades de cada carrinho.

---

---

---

---

---

Anote na tabela abaixo os valores de energia cinética dos carrinhos antes e após a colisão, para cada simulação que foi feita e em seguida compare esses resultados e faça os devidos comentários.

<b>ENERGIA CINÉTICA</b>				
ANTES DA COLISÃO			DEPOIS DA COLISÃO	
	<b>Carrinho 1</b>	<b>Carrinho 2</b>	<b>Carrinho 1</b>	<b>Carrinho 2</b>
<b>1°</b>				
<b>2°</b>				
<b>3°</b>				

Anotações sobre a energia cinética de cada carrinho.

---



---



---



---



---

Agora anote na tabela abaixo os valores da quantidade de movimento dos carrinhos antes e após a colisão, para cada simulação que foi feita e em seguida compare esses resultados e faça os devidos comentários.

<b>QUANTIDADE DE MOVIMENTO</b>				
ANTES DA COLISÃO			DEPOIS DA COLISÃO	
	<b>Carrinho 1</b>	<b>Carrinho 2</b>	<b>Carrinho 1</b>	<b>Carrinho 2</b>
<b>1°</b>				
<b>2°</b>				
<b>3°</b>				

Anotações sobre a quantidade de movimento de cada carrinho.

---



---



---



---



---

Questão 2:

A partir das situações vivenciadas no cotidiano do trânsito, bem como os conteúdos já estudados nas aulas anteriores, faça uma lista de situações ocorridas no trânsito em que podemos aproximar dos conceitos de colisões que foram estudados até o momento.

Anotações sobre as situações do trânsito que envolvem os conceitos de colisões.

---

---

---

---

---



## 4 Considerações finais aos professores

Essa Sequência Didática foi aplicada em uma turma da segunda etapa da EJA Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Ensino do município de Viana/ES. Por ser uma proposta que leva em consideração a vivência de mundo dos educandos, fizemos uma abordagem qualitativa dos conceitos a partir de uma interação dialógica ancorada em um tema gerador e suas relações com o cotidiano dos educandos.

Elaboramos a SD permitindo ao professor aplicá-la na íntegra ou adaptá-la conforme o contexto ou à modalidade de ensino. Destacamos também que as atividades propostas, quais sejam, textos, vídeos, relatórios, questionários, experimentos e simulações podem ser trabalhadas em um contexto de isolamento social onde o ensino remoto se faz necessário.

Estamos propondo que as atividades que compõem a SD sejam aplicadas em sua totalidade na EJA, ou a critério do professor também é possível utilizar algumas atividades apenas nas suas aulas. Inclusive, o professor também pode aplicar essas atividades em outras modalidades de ensino, como o Ensino Médio regular ou Ensino Fundamental II.

Com o intuito de trabalhar os conteúdos de física com a promoção da autonomia dos educandos, essa proposta valoriza as concepções, ideias e hipóteses dos educandos sobre os fenômenos físicos que são observados no seu cotidiano. Os relatos dos estudantes durante a aplicação da Sequência Didática demonstraram a importância de abordar o ensino de física articulado com um tema transversal, pois essa estratégia tornou evidente que houve uma evolução na construção do pensamento científico e crítico dos educandos.



## Referências

- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, de 23 de setembro de 1997. Brasília-DF: DENATRAN, 1997.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Política Nacional de Trânsito (PNT). Brasília: Ministério das Cidades/DENATRAN, 2004.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. Diretrizes Nacionais da educação para o trânsito no Ensino Fundamental. Brasília-DF: DENATRAN, 2009.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Brasília: Ministério das Cidades/CONTRAN, 2009.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Programa conexão DENIT. Brasília-DF, 2020.
- CANAL SEST/SENAI. Youtube. Educação no trânsito. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zoKDBIMEj98&t=232s>. Acesso em: 8 set. 2021.
- CRUZ, Deidson Rodrigues da. Uma proposta didática baseada nos três momentos pedagógicos para ensinar alavancas e plano inclinado no nono ano do Ensino Fundamental. 2020. 239 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica-ES, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1958/DISSERTATA%C3%87%C3%83O\\_Proposta\\_did%C3%A1tica\\_ensinar\\_alavancas\\_e\\_plano\\_inclinado.pdf?sequence=1](https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1958/DISSERTATA%C3%87%C3%83O_Proposta_did%C3%A1tica_ensinar_alavancas_e_plano_inclinado.pdf?sequence=1). Acesso em: 15 ago. 2021.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José. André. Física. São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José. André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José. André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações: Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- ESPÍRITO SANTO (Estado). Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo. Panorama geral anuário estatístico 2018. Vitória: DETRAN, 2021.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 14. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
- GLOBAL ROAD SAFETY PARTNERSHIP. Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área. Brasília- D.F.: OPAS, 2012.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Leituras em Física: mecânica. GREEF. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>. Acesso em: 5 ago. 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

KNIGHT, Radall. Física 1: uma abordagem estratégica. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LEÃO, Marcelo Franco; DUTRA, Mara Maria; ALVES, Ana Cláudia Tasinaffo (Org.). Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: experiências pedagógicas na formação inicial de professores. 1. ed. Uberlândia/MG: Edibrás, 2018.

LOPES, Natan de Aguiar. Impulso e quantidade de movimento: uma proposta de aprendizagem por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2016. 171 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2016. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/colta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=4946097#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/colta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4946097#). Acesso em: 12 set. 2021.

REZENDE, Thiago Anunciação. A utilização dos 3 MP para abordagem da temática ambiental no currículo de física da Educação Básica: os rios voadores da Amazônia e o ciclo da Água. 2018. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília, Unb, Brasília, 2018. Disponível em: [http://mnpef.unb.br/images/dissertacoes/docs\\_dissertacoes\\_-Thiago\\_Anunciacao\\_Rezende\\_\\_-dissertacao.pdf](http://mnpef.unb.br/images/dissertacoes/docs_dissertacoes_-Thiago_Anunciacao_Rezende__-dissertacao.pdf). Acesso em: 4 out. 2021.

SANT'ANNA, Estevão Prezentino. Uma proposta dialógica para o ensino de astronomia e energia para alunos da modalidade da Educação de Jovens e Adultos de Vitória a partir de uma problematização do tema "meteoros". 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7519/1/tese\\_11938\\_-Disserta%C3%A7%C3%A3o%20do%20aluno%20Estev%C3%A3o%20Prezentino%20Sant%27Anna.pdf](https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7519/1/tese_11938_-Disserta%C3%A7%C3%A3o%20do%20aluno%20Estev%C3%A3o%20Prezentino%20Sant%27Anna.pdf). Acesso em: 27 set. 2021.

TIPOS DE COLISÕES. Walter-fendt.de. Casa da Ciência (Trad.), 2009. Disponível em: [https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/collision\\_pt.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/collision_pt.htm). Acesso em: 4 set. 2021.

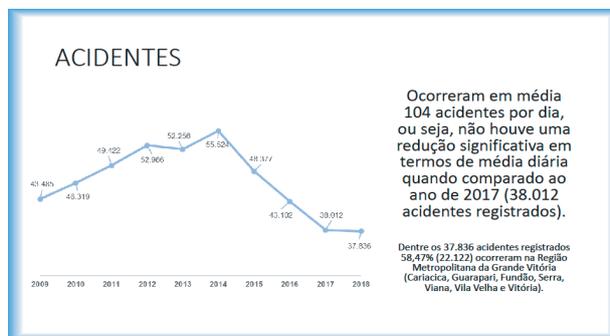
VIZZOTTO, Patrick Alves. A compreensão da Física aplicada ao trânsito na perspectiva de egressos do Ensino Médio, alunos de primeira habilitação. 2017. 197 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/btd/0000011478.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021.



# Anexo A – Panorama geral Anuário Estatístico 2018 DETRAN-ES

## Recorte do Panorama geral anuário estatístico 2018 DETRAN-ES

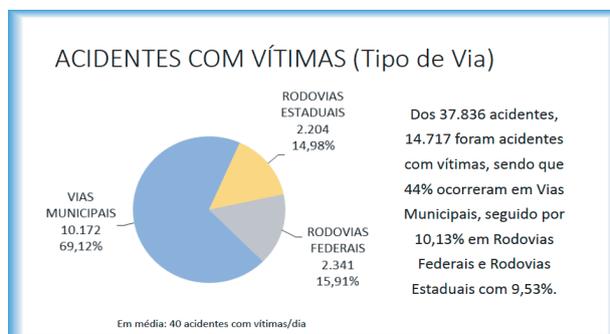
**Panorama Geral**  
**Anuário Estatístico 2018**  
**Detran-ES**



### ACIDENTES (Tipo de Via)

**TOTAL DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NO ESPÍRITO SANTO 2018**

ACIDENTES	VIAS		RODOVIAS		TOTAL
	MUNICIPAIS	ESTADUAIS	ESTADUAIS	FEDERAIS	
SEM VÍTIMAS	20.998	1.770	351		23.119
COM VÍTIMAS	10.172	2.204	2.341		14.717
<b>TOTAL</b>	31.170 (82%)	3.974 (11%)	2.692 (7%)		37.836

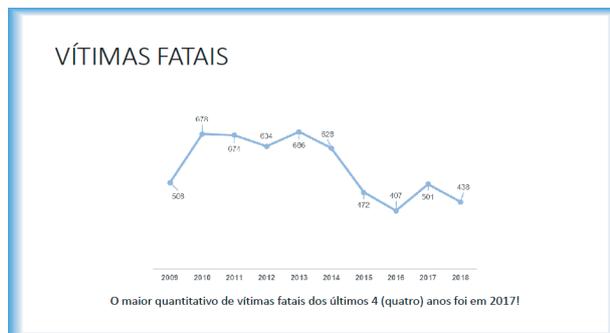
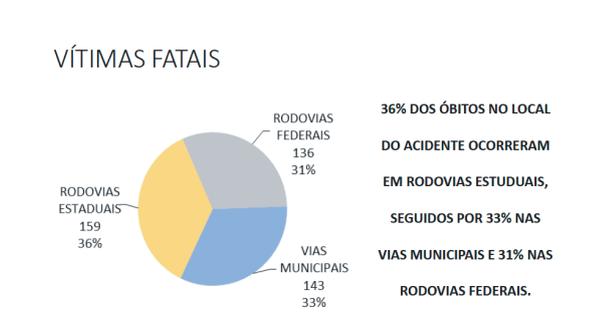


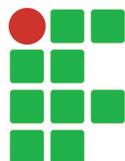
- ### ACIDENTES COM VÍTIMAS (Tipos)
- 8.451** Colisão/Abaloamento (57%).
  - 1.932** Tombamento/Capotamento (13%).
  - 1.380** Atropelamento (9%).
  - 1.340** Outros (9%).
  - 1.004** Choque (7%).

### CONDUTORES EM ACIDENTES COM VÍTIMAS

Dos condutores envolvidos em acidentes com vítimas a maioria são habilitados, sexo masculino, possuem entre 30 e 39 anos.

Dos veículos envolvidos em acidentes 41% são automóveis ou camionetas e 38% são motocicletas.





**INSTITUTO  
FEDERAL**

Espírito Santo

---

Campus  
Cariacica

ISBN 9788582635735