

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

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

Givanildo José Cordeiro  
Mariluzza Sartori Deorce  
Jardel da Costa Brozeguini

Cariacica-ES  
2022

Prezados (as) professores (as)!

Este Guia Didático corresponde a 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 2<sup>a</sup> etapa da 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 Ensino Médio, contextualizados com a Educação para o Trânsito, a partir de uma Sequência Didática (SD) elaborada e aplicada a partir dos pressupostos da pedagogia dialógica de Paulo Freire. Como abordagem metodológica, utilizamos os 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 6<sup>o</sup> ao 9<sup>o</sup> ano do Ensino Fundamental, bem 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 e dialógica, na sala de aula, devido às condições impostas pelos protocolos sanitários da Secretaria de Saúde, que nos obrigava a evitar as aglomerações entre os educandos. Caso queiram reproduzir partes dessa SD, ou aplicá-la na íntegra, sugerimos que os educandos possam manusear os experimentos que foram realizados, desde que não se exija o isolamento social.

Os autores.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
2.1	A PEDAGOGIA DE PAULO REGLUS NEVES FREIRE	5
2.2	OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS – 3MP's	8
<b>3</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	<b>13</b>
3.1	AULA 1: PROBLEMATIZAR SITUAÇÕES DO TRÂNSITO	14
<b>3.1.1</b>	<b>Objetivos específicos da aula</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>15</b>
3.2	AULA 2: DISCUTIR SITUAÇÕES COTIDIANAS DO TRÂNSITO LOCAL	17
<b>3.2.1</b>	<b>Objetivos específicos da aula</b>	<b>17</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>17</b>
3.3	AULA 3: QUANTIDADE DE MOVIMENTO E AS INTUIÇÕES DOS ALUNOS	21
<b>3.3.1</b>	<b>Objetivos específicos da aula</b>	<b>21</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>21</b>
3.4	AULA 4: ABORDAGEM MATEMÁTICA PARA A QUANTIDADE DE MOVIMENTO	34
<b>3.4.1</b>	<b>Objetivos específicos da aula</b>	<b>34</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>34</b>
3.5	AULA 5: APLICAÇÃO DOS CONCEITOS PARA A QUANTIDADE DE MOVIMENTO	35
<b>3.5.1</b>	<b>Objetivos específicos da aula</b>	<b>35</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>35</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Atividade para casa</b>	<b>41</b>
3.6	AULA 6: INTUIÇÕES DOS EDUCANDOS SOBRE A TRANSFERÊNCIA DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO	44
<b>3.6.1</b>	<b>Objetivo específico da aula</b>	<b>44</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>44</b>
3.7	AULA 7: PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO	50
<b>3.7.1</b>	<b>Objetivo específico da aula</b>	<b>50</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>51</b>

3.8	AULA 8: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO	55
3.8.1	<b>Objetivo específico da aula</b>	<b>56</b>
3.8.2	<b>Atividades desenvolvidas durante a aula</b>	<b>56</b>
3.9	AULA 9: COLISÕES ELÁSTICAS	58
3.9.1	<b>Objetivo específico da aula</b>	<b>59</b>
3.9.2	<b>Atividades a serem desenvolvidas durante a aula</b>	<b>59</b>
3.10	AULA 10: COLISÕES INELÁSTICAS	62
3.10.1	<b>Objetivos específico da aula</b>	<b>62</b>
3.10.2	<b>Atividades a serem desenvolvidas na aula</b>	<b>62</b>
3.11	AULA 11: QUESTIONÁRIO SOBRE OS TIPOS DE COLISÕES	66
3.11.1	<b>Objetivo específico da aula</b>	<b>66</b>
3.11.2	<b>Atividades a serem desenvolvidas durante a aula</b>	<b>66</b>
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS AOS PROFESSORES</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>70</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>72</b>

## 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, contextualizada com a Educação para o Trânsito e desenvolvida por meio da dinâmica dos 3MP's.

A dinâmica dos 3MP'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 foi originada 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 com 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. Com as suas próprias palavras Vizzotto afirma 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 SD para o estudo dos tópicos quantidade de movimento e colisões, a partir dos pressupostos da pedagogia de Paulo Freire e abordada pela metodologia dos 3MP's. Este produto educacional tem como objetivo principal promover a combinação dos conhecimentos científicos, produzidos pelos cientistas, com as estratégias desenvolvidas pelos professores para que os conteúdos sejam compreendidos pelos educandos, no contexto do tema transversal "Educação para o 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, isto é, problematizadora e dialógica, para estruturar uma SD e aplica-la 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 os registros históricos, Paulo Freire (1921 – 1997) é natural da cidade de Recife, localizada na região do nordeste brasileiro, devido a 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, inclusive, um método provedor de inúmeros títulos e premiações.

Nesse contexto histórico sobre Freire, Rezende (2018) compreende que “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, podemos destacar “Educação como Prática da Liberdade” (1967), “Pedagogia do Oprimido” (1968) e “Pedagogia da Autonomia” (1996). A Figura 1 traz uma imagem de Paulo Freire, extraída do livro Pedagogia do Oprimido: obra da qual seu legado de uma Educação Humanizadora foi perpetuado.

Figura 3 - Imagem de Paulo Freire no contexto de uma Educação Humanizadora.



Fonte: Livro Pedagogia do Oprimido (1968).

A pedagogia de Paulo Freire propõe que, a partir de um debate em torno de um tema central, em geral associado às 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 na qual eles estão inseridos.

Sobre a 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, procuramos abordar a concepção de Educação Problematizadora e Dialógica a partir do contexto do trânsito a fim de evitar uma Abordagem Tradicional e Bancária de Ensino, que foi criticada por Paulo Freire. Essa crítica é visível em sua concepção, pois, segundo ele, a Educação Bancária resume-se ao ato pelo qual o professor deposita o conhecimento no educando, sem trocas, sem diálogo.

Na compreensão de Freire, na Educação Bancária,

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).

Contrapondo a Educação Bancária e Tradicional à Pedagogia de Paulo Freire, surge o conceito de Educação Dialógica, na qual a relação professor-educando vai além de um depósito de informações. Contudo, ela é uma relação de troca de experiências, em que o professor também aprende enquanto educa. Na concepção freireana dessa abordagem de educação, os sujeitos encontram-se para transformar o mundo em colaboração (FREIRE, 1987).

O tema Educação Dialógica, que Freire propõe, também é discutido por Cruz (2020), que disserta que

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).

Para uma proposta de educação pautada na pedagogia freireana, o professor é um mediador do conhecimento, é aquele que estimula a pergunta e a reflexão crítica sobre a pergunta (FREIRE, 1987). Porém, o professor não está impedido de atuar em momentos explicativos e expositivos, ele não deve abdicar-se, totalmente, da atividade docente em prol de estimular a curiosidade do educando, apenas. O importante é 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 a 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, por parte do professor, na ilusão de que o educando possa assimilar e arquivá-lo, mas sim uma emancipação pautada no diálogo e na criticidade do educando.

É nesse contexto que propomos uma SD para os conteúdos de quantidade de movimento e colisões: com a abordagem da Educação Dialógica e Problematicadora, a partir de situações ocorridas no trânsito e que estão presentes na vivência dos educandos.

## 2.2 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS – 3MP'S

A partir do livro de Física, coleção magistério 2º grau, os autores Delizoicov e Angotti (1990) apresentaram diversas situações que envolvem o Ensino de Física, para a educação básica, nas quais os conteúdos foram propostos a partir de um mesmo tema central e motivador.

Como proposta metodológica para ensinar esses conteúdos, os autores utilizaram uma dinâmica que denominaram de 3MP's. Vale ressaltar que, além de propor esses três momentos, o livro desses pesquisadores também apresentou-se como um subsídio para o emprego dessa metodologia ao nortear a sua aplicação nos mais variados tópicos do ensino de Física, para a educação básica.

Assim, eles preocuparam-se em orientar os professores quanto ao uso da dinâmica e apresentaram propostas de atividades com a aplicação detalhada de cada etapa dos

3MP's. Segundo Delizoicov e Angotti (1990), esses três momentos consistem em: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

O primeiro momento pedagógico, definido como PI, é uma etapa da dinâmica que consiste em apresentar situações, ou questões reais, que agregam algum tipo de conhecimento prévio do cotidiano dos educandos, com o intuito de problematizar uma discussão inicial sobre o tópico a ser estudado, Delizoicov e Angotti (1990) nos dizem que este momento é capaz de fazer “[...] com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema que precisa ser resolvido” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29).

Essa afirmação, deixa explícita a visão dos autores quanto à importância de problematizar, inicialmente, os tópicos que serão trabalhados com os educandos. Delizoicov e Angotti (1990), dessa maneira, contribuem com uma caracterização da postura do professor durante a PI, na qual

Nesse primeiro momento, caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tópico, é desejável que a postura do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29).

Durante essa etapa, o professor deve explorar as questões que estão presentes no cotidiano dos educandos. Nesse contexto de PI, Rezende define o objetivo do professor: “[...] fomentar o debate, lançar dúvidas sobre o assunto e identificar possíveis lacunas e limitações no conhecimento que são expressos” (REZENDE, 2018, p. 19).

A respeito da PI, os autores Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) afirmam que

O ponto culminante dessa problematização é fazer 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, 2002, p. 200).

Para Sant'Anna (2017), durante a PI, o professor deve explorar os conhecimentos prévios dos educandos, pois, para ele, "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).

Durante o segundo momento pedagógico, definido como OC, o professor deve intervir, por meio de mediações, para resgatar os conceitos físicos necessários para a compreensão das questões que foram abordadas na PI. Essas intervenções têm o intuito de aprofundar o estudo das relações, definições, conceitos e leis, que foram apresentadas de maneira introdutória, ao explorar as concepções alternativas dos educandos, dentro de um contexto vivenciado no cotidiano deles.

É nessa etapa da dinâmica que os conhecimentos necessários para a compreensão dos fenômenos que foram levantados, durante a PI, são, de fato, estudados, pois ocorre maior aprofundamento nos estudos dos conceitos que estão envolvidos. Sobre este segundo momento pedagógico, Delizoicov e Angotti (1990) orientam que

o núcleo do conteúdo específico de cada tópico será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 30).

Segundo os autores, durante a OC, o professor pode utilizar diversas estratégias e recursos metodológicos para organizar a aprendizagem, tais 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 apresenta-se como um momento em que haverá um desenvolvimento dos conceitos espontâneos dos educandos, com o intuito também de desenvolver os conceitos científicos sobre os tópicos abordados na PI.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), portanto, deixam claro que, após a PI, faz-se necessário a aplicação de outra etapa da dinâmica: a que reconhece que o educando sentirá a necessidade de ampliar seus conhecimentos. Os autores, assim, resumem, esse momento, desencadeado pela PI:

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, 2002, p. 200).

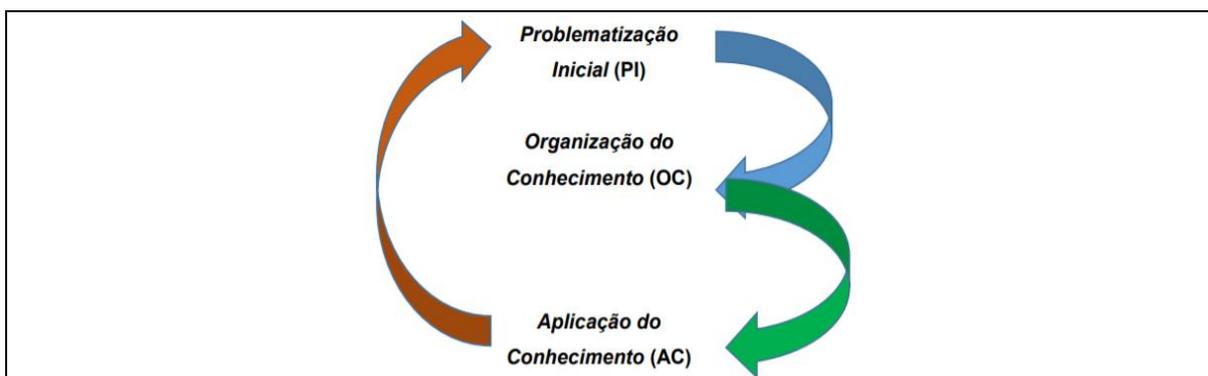
Completando e finalizando a dinâmica dos 3MP's, o terceiro momento pedagógico, definido como AC, destina-se a abordar, de maneira sistemática, o conhecimento adquirido pelo educando, durante os momentos anteriores. Espera-se que, nesse momento, o aluno seja capaz de analisar e interpretar as situações que foram propostas inicialmente, assim como outros possíveis fenômenos que não tenham sido abordadas diretamente na PI, mas que mantenham relação com os tópicos estudados, por serem explicados com os mesmos princípios e leis.

Sobre a AC, Delizoicov; 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 a OC possam ser aplicados a situações novas. A Figura 2 mostra uma relação esquemática para os 3MP's.

Figura 2 – Representação esquemática para a dinâmica dos 3MP's.



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 sim, por meio de uma dinâmica que garanta que eles sejam intercalados um no outro, o tempo todo. A problematização, por exemplo, não deve terminar após o cumprimento da primeira etapa, ela deve ser retomada pelo professor durante todas as aulas para visar uma maior compreensão do problema, por parte dos estudantes.

### 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Aplicamos a SD em 11 aulas presenciais para uma turma da segunda etapa da EJA Ensino Médio. Nas primeiras aulas, abordamos questões gerais do trânsito e fomos, aos poucos, introduzindo os conceitos da Física dentro desse contexto. Optamos por realizar experimentos de forma demonstrativa na sala de aula, além de expor vídeos desses 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 SD em três módulos, conforme apresentado no Quadro 1. 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.

			<b>DINÂMICAS DAS AULAS</b>
	PI	Aula 1	Problematizar situações do trânsito, a partir de um vídeo que aborda as questões de ética nesse espaço e de um relatório, do Detran/ES, de 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 do princípio da conservação da quantidade de movimento.
	AC	Aula 8	Estudar a conservação da quantidade de movimento, a partir de um experimento demonstrativo dialógico.
Módulo 3	PI	Aula 9	Estudar as colisões elásticas, a partir de simulações computacionais.

OC	Aula 10	Estudar as colisões inelásticas, a partir de simulações computacionais.
AC	Aula 11	Resolução de um questionário sobre colisões.

---

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nos textos que acompanham essa SD, utilizamos abreviações para os 3MP's conforme seguem:

- 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 dos professores que optarem por reproduzirem essa SD.

A critério do professor, a presente SD também pode ser desenvolvida juntamente com outras disciplinas que compõem a matriz curricular da escola, uma 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 pode envolver várias outras disciplinas.

Assim, nas próximas seções, temos o detalhamento de todas as atividades que podem ser aplicadas por essa SD.

### 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. Na nossa SD, utilizamos um vídeo, extraído do canal Sest/Senai, conforme ilustração representada pela 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”, extraído do acervo do Detran/ES, disponibilizado no Anexo A. Essas atividades podem ser aplicadas como PI do trânsito, com o objetivo de gerar um debate para que o professor possa conhecer as experiências vivenciadas pelos educandos nesse contexto.

### 3.1.1 Objetivos específicos da aula

- Problematizar situações diversas vivenciadas no trânsito, tais 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, a partir do endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=zoKDBIMEj98>;

Figura 3 – Atitude imprudente dos condutores



Fonte: Canal Sest/Senai, no Youtube (2021).

O vídeo que sugerimos apresenta a interação dialógica entre um técnico do Sest/Senai, alguns especialistas que foram entrevistados e o 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 os educandos assistirem ao vídeo, o professor pode incentivar um debate sobre as situações do trânsito abordadas no vídeo, além de valorizar suas próprias experiências de vida sobre essa temática.

#### ANOTAÇÕES SOBRE O DEBATE DO VÍDEO

---

---

---

---

---

2. Leitura e análise de um recorte do relatório Panorama geral anuário estatístico 2018, do Detran/ES, extraído do endereço eletrônico <https://detran.es.gov.br/>.

O relatório que nós utilizamos 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, de forma que é importante observar que todos tenham tempo necessário para que possam expor suas ideias, pois isso pode implicar na sua participação nos diálogos que acontecerão nas próximas aulas. Por via de regra, as aulas possuem um tempo de duração, portanto, 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. Dessa maneira, propomos que os educandos resolvam o questionário intitulado “entrevista com um aluno”, descrito na seção 3.2.2.

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

#### 3.2.1 Objetivo específico 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-as como importante, ou não.

SITUAÇÃO OU SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO NAS RUAS DO BAIRRO	CLASSIFICAÇÃO DA IMPORTÂNCIA	
		sim
		não
		sim
		não

**Questão 2:** “Usuários vulneráveis das vias públicas, como pedestres, ciclistas, condutores de ciclomotor ou motociclistas, correm um alto risco de lesão grave ou fatal quando um veículo a motor colide com eles, isto se deve ao fato de que, muitas vezes, eles são completamente desprotegidos ou, no caso de um motociclista, tem uma proteção muito limitada. A probabilidade de um pedestre ser morto, se atingido por um veículo motorizado aumenta consideravelmente com a velocidade”.

O recorte do texto acima, extraído do livro “Gestão da velocidade” (2008, p. 04), afirma que um dos fatores que levam os usuários mais vulneráveis do trânsito a sofrerem lesões graves, durante os acidentes, é o excesso de velocidade.

Nas ruas e avenidas de uma cidade, visualizamos uma gama de veículos que compõem o trânsito, sejam eles bicicletas, motos, carros, caminhões, entre tantos outros. Todos possuem as suas particularidades e a sua importância para o desenvolvimento das cidades. No seu bairro, ou nas regiões adjacentes à escola, há dispositivos que buscam combater o excesso de velocidade nas vias públicas? Em caso afirmativo, relacione alguns desses dispositivos.

## ANOTAÇÕES SOBRE OS DISPOSITIVOS DE COMBATE AO EXCESSO DE VELOCIDADE NAS VIAS PÚBLICAS

---



---



---



---



---

**Questão 3:** Conforme o trecho extraído de uma matéria exibida pelo programa “Auto Esporte”, da Rede Globo de Comunicações, em 15/09/2016, “Quando o assunto é segurança nos automóveis, o Brasil ainda está bem atrás do padrão estabelecido em mercados como Estados Unidos, Europa e Japão”. Assim, 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 SÃO 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 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.com, em 12/04/2021 e refere-se ao novo CTB. Comparando a redação dos textos, antes e depois da publicação do novo código, escreva algum possível benefício que você tenha identificado nas alterações referentes à obrigatoriedade do uso da cadeirinha.

## 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, daquelas popularmente chamadas de "esbarrão", vamos notar que existem grandes diferenças no amassado causado em cada carro, devido ao impacto. Parece-nos que um carro antigo seria mais resistente enquanto o mais moderno seria mais frágil. Você acha que essa seria uma desvantagem dos carros modernos, ou que 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. Contudo, entendemos que, a critério do professor, esse mesmo questionário pode ser respondido pelos educandos fora do ambiente escolar, de maneira assíncrona com as devidas mediações, a partir 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 para dar início a abordagem sobre o tópico quantidade de movimento. Essa aula pode ser conduzida a partir de uma sequência de experimentos, descritos pelos roteiros, que seguem nesta seção. Nós optamos por gravar todos os experimentos previamente e exibir, posteriormente, 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 aos 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 para que eles mesmos possam realizar esses experimentos e socializar suas percepções sobre eles, por meio de um debate com a turma.

#### 3.3.1 Objetivos específicos da aula

- Reconhecer situações que envolvem a quantidade de movimento, a partir 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, a partir dos experimentos.

Como fizemos experimentos demonstrativos e dialógicos, reservamos alguns minutos da aula para um debate sobre os fenômenos abordados, a partir da demonstração. 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 ela foi abandonada.

Materiais utilizados:

- 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 na rampa, 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 plano.

Esse experimento foge um pouco do contexto do trânsito como tema propomos para a SD. Contudo, 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, ela foi abandonada de uma altura igual a 22 cm. Após descer e abandonar o trilho, esse objeto iniciou um movimento de queda livre, caindo dentro de um recipiente contendo arroz. Utilizamos o arroz para evidenciar o ponto em que ela atingiu o nível do solo, pois a esfera deixava uma marca muito evidente nesse material.

A critério do professor, o arroz poderá ser substituído por papel carbono, que também deixará evidente sua posição ao tocar o solo.

### 3.3.2.2 Roteiro do Experimento 2

Para reforçar o debate, propomos o Experimento 2, que consiste em um carrinho que é abandonado de dois pontos, com alturas diferentes, em uma rampa, colidindo, em seguida, com massinha de modelar que se encontra na base dessa rampa, 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.



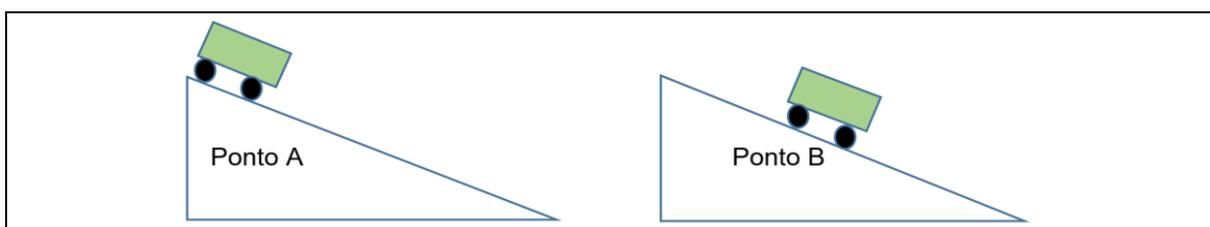
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

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 6, 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, a partir de um vídeo gravado previamente. Contudo, também poderá ser realizado em sala de aula preferencialmente pelos próprios educandos, a critério do professor. 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 será abandonado duas vezes da mesma altura na rampa: na primeira descida, ele está vazio e na segunda, transporta uma carga de 1.000 gramas (um pacote de trigo foi colocado sobre o carrinho), conforme se observa na Figura 7.

Nos dois casos, o carrinho colide com uma porção de massinha de modelar que se encontra na base da rampa, apoiada em uma parede. Após os impactos, observa-se os danos causados nela, para que os educandos possam avaliar o resultado em sua deformação, relacionando-a 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.



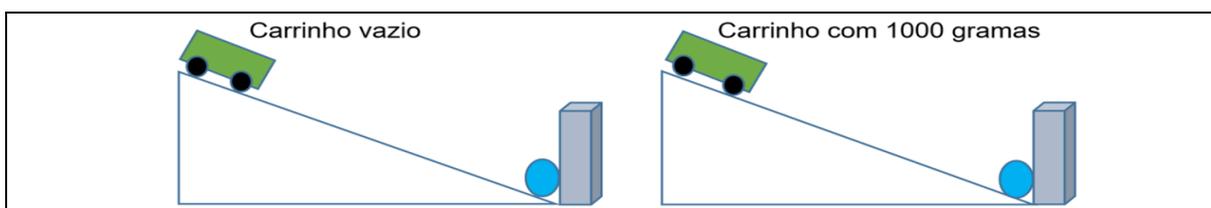
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

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 necessária uma intervenção do professor para esclarecer esses conceitos.

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

**Questão 1:** Será escolhido um ponto fixo na rampa, representada pela Figura 8. Em seguida, o carrinho será abandonado duas vezes do mesmo ponto: na primeira descida, o carrinho está vazio. Na segunda, o carrinho está carregado com uma massa de 1.000 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

---



---



---



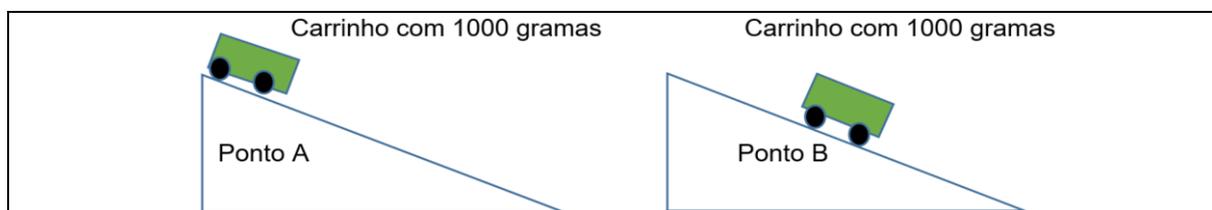
---



---

**Questão 2:** Em seguida, será fixada a massa do carrinho, por exemplo, em 1.000 gramas. Nesse caso, o carrinho será 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

---



---



---



---



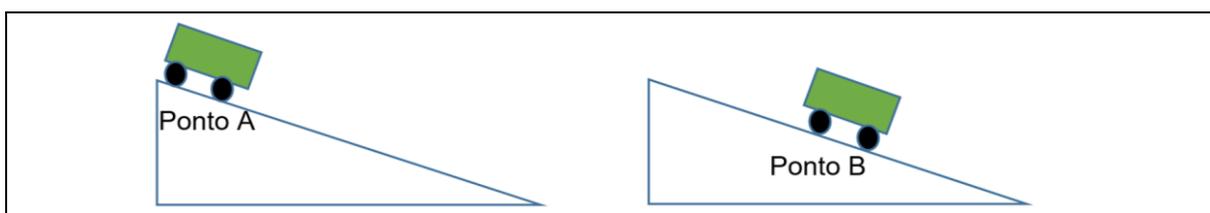
---

Antes que os estudantes resolvam a Questão 2, sugerimos que eles repitam o Experimento 3 com o carrinho carregando uma carga de 1 kg. Contudo, nesse caso, 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 que alguns educandos confundem 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 dos experimentos demonstrativos que ocorreram na sala de aula, responda:

a) Considere dois carrinhos sendo abandonados de uma pista *Hot Wheels*, conforme ilustra a Figura 10. Um deles partirá do repouso do ponto A. O outro, também, partirá do repouso, porém, do ponto B. A altura em que o carrinho A encontra-se, é maior do que a altura em que se encontra o carrinho B. 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 de uma pista de *Hot Wheels* e colidindo contra copos descartáveis envolvidos por papel higiênico, conforme descrito no roteiro abaixo.

### 3.3.2.4 Roteiro do Experimento 4

Optamos por gravar, previamente, o Experimento 4 para que o vídeo pudesse ser exibido para os estudantes, No entanto, também fizemos sua demonstração em tempo real, na própria sala de aula.

Materiais utilizados:

- 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 envolto no 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 em cada descida.

Na sequência, o experimento é repetido com a altura fixa, na qual o carrinho é abandonado, mas variando sua massa em cada descida, a fim de que os educandos possam observar a deformação causada no papel higiênico, após os dois impactos do carrinho com massas diferentes. A seguir, temos uma sequência de imagens que ilustram o experimento.

A Figura 11 (à esquerda) mostra a posição que corresponde à altura máxima em que o carrinho será abandonado na pista, enquanto a Figura 1 (à direita) apresenta a segunda posição de onde ele será abandonado, que, por sinal, corresponde a uma altura menor do que a altura inicial.

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



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Por sua vez, a Figura 12 (à esquerda) mostra o copo descartável envolvido por papel higiênico e 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 o momento após o carrinho colidir contra o copo descartável e a Figura 12 (à direita) mostra a deformação causada no papel higiênico envolto na boca do 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 4.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Já a Figura 13 (à esquerda) ilustra o instante antes da colisão entre o carrinho e o papel higiênico que está em volta do copo descartável, ou seja, quando o carrinho foi abandonado de uma altura menor do que a altura máxima, conforme mostrado na Figura 11 (à direita). A Figura 13 (ao centro) apresenta o instante, após a colisão. Nessa figura, nota-se que o carrinho atingiu o copo descartável e voltou uma certa distância na pista, inclusive, não se percebe, ainda, 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 do carrinho.

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 4.



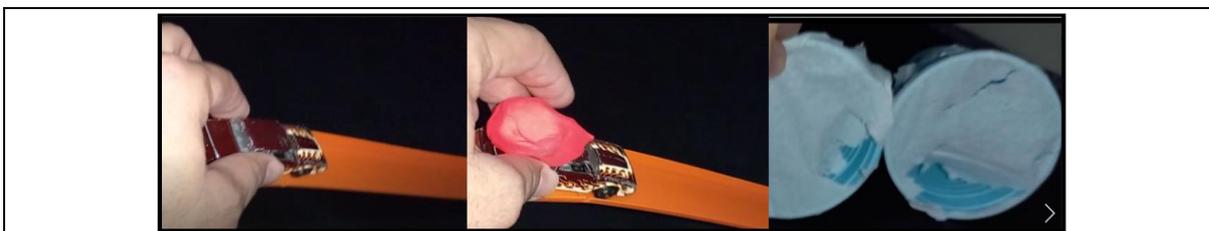
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Após eles observarem essa sequência de imagens, espera-se que 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 sequência de figuras, a seguir. 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 o carrinho sendo abandonado da mesma altura, porém carregando uma carga extra, devido a massinha de modelar que foi colocada sobre ele e a Figura 14 (à direita) mostra a deformação causada nos dois copos envolvidos com papel higiênico, após as duas descidas do carrinho.

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, a seguir.

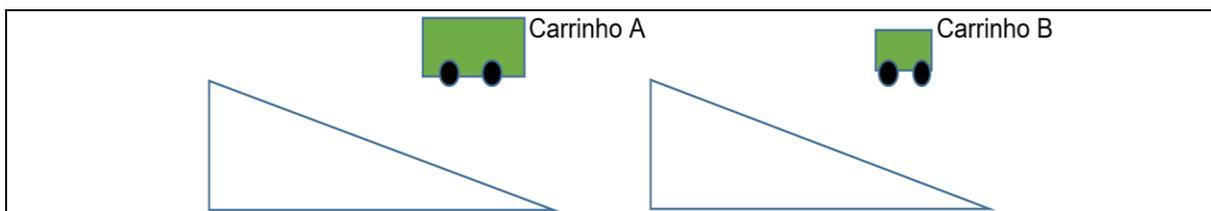
Figura 15 – Representação esquemática da demonstração do Experimento 4.



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*, representada pela imagem da Figura 16. 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 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 expositiva da evolução histórica das ideias de Aristóteles, Kepler, Galileu e Descartes, sobre os movimentos dos corpos, com o intuito de definir, matematicamente, o que se entende por quantidade de movimento dos corpos, bem como para organizar o conhecimento dos educandos sobre o 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, conduzida de maneira expositiva, na qual, 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, apenas, por aqueles que foram mencionados anteriormente, e que existiram muitos outros que também dedicaram parte de seus estudos para tentar explicar o movimento dos corpos.

### 3.5 AULA 5: APLICAÇÃO DOS CONCEITOS PARA A QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Para a Aula 5, sugerimos ao professor uma AC sobre quantidade de movimento, a partir da resolução do questionário, a seguir, que resgata algumas situações já estudadas, bem como abordam 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 Objetivo específico da aula

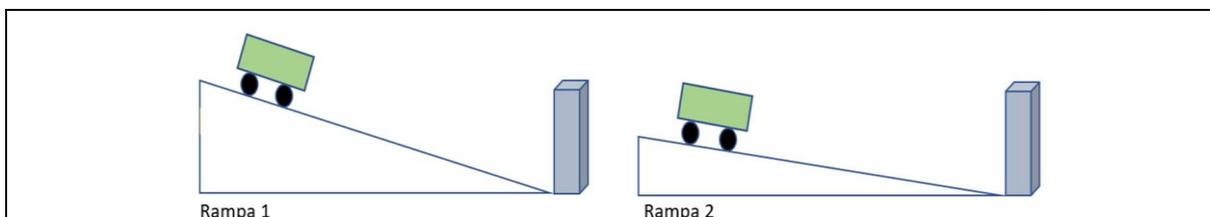
- Consolidar os conceitos de quantidade de movimento, a partir da resolução de uma lista de exercícios.

#### 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 essa aula para o momento da AC. 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 tanto.

**Questão 1:** A Figura 17 representa uma situação hipotética em que temos dois carros do mesmo modelo descendo, de maneira desgovernada, as duas ruas com inclinações diferentes, conforme mostra as rampas 1 e 2. Vamos considerar que as ruas possuem a mesma extensão. Assim, os carros percorrem a mesma distância até atingirem muros que estão fixos na base das duas ladeiras. Analise 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 acredita que o carro ficará mais danificado? Justifique a sua resposta.

ANOTAÇÕES SOBRE OS DANOS CAUSADOS NOS CARROS, APÓS COLIDIREM COM OS MUROS

---

---

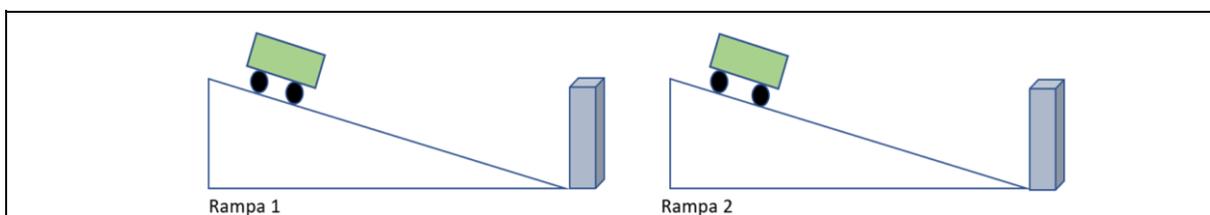
---

---

**Questão 2:** A Figura 18 representa uma situação hipotética em que temos dois carros do mesmo modelo. Contudo, o carro que está descendo a rampa 2 possui uma massa cerca de 20% maior do que o outro, devido ao fato de transportar uma certa carga extra. Ambos estão descendo, de maneira desgovernada, as duas ruas com a mesma inclinação, conforme mostra as rampas 1 e 2, da figura. Vamos considerar que as ruas possuem a mesma inclinação e a mesma extensão nas quais os carros percorrem a mesma distância até atingirem os muros que estão fixos na base das duas ladeiras.

Analise a figura e o enunciado, 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 acredita 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 confraternizaram 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, bem como a de todos os usuários das vias públicas por onde ele passaria, devido ao risco dele causar um acidente, uma vez que seus reflexos estavam, consideravelmente, comprometidos. João, assim que deu a partida no seu carro, com o intuito de mostrar para as pessoas da festa que ainda estava totalmente sóbrio, arrancou com aceleração brusca, logo, engatou uma segunda marcha. Todavia, o que ele não esperava é que, a sua frente, tinha um enorme latão de coleta de lixo que estava completamente cheio, por ser um final de tarde. Desgovernado, ele o atingiu em cheio e o latão foi arremessado a uns 10 metros de distância, espalhando lixo por toda a parte, inclusive, em cima de seu próprio carro. Três colegas que estavam conversando, presenciaram todo o ocorrido e fizeram comentários, que estão registrados nas alternativas abaixo. Marque um dos comentários 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, 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 à 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, leva-nos 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, abaixo, algumas situações em que conhecemos a velocidade com que o corpo está se movimentando, assim como 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 a uma velocidade de 5 m/s.

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

---

SITUAÇÃO 3 – Um carro de passeio com uma massa total de 1.000 kg e a 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.

ANOTAÇÕES 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”, 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). 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 Wheels*, 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 foram 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 na uma pista de *Hot Wheels*. A demonstração do experimento será acompanhada de um questionário.

### 3.6.2.1 1ª colisão – Batida na traseira do carrinho parado

Na primeira colisão, propomos aos educandos avaliar os conceitos de quantidade de movimento que estão envolvidos em uma colisão na traseira de um dos carros inicialmente parado, a partir demonstração do Experimento 5.

#### 3.6.2.1.1 Roteiro do Experimento 5

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

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 propostas acerca de sua observação do experimento. Sugerimos colocar algum objeto como referência para marcar a posição onde ocorrerá a colisão, assim, ficará mais evidente os efeitos desse impacto.

Materiais utilizados:

- Pista de *Hot Wheels*.
- Dois carrinhos de *Hot Wheels*.
- Mesa do aluno.
- Pedacos de madeira.

Antes de demonstrar o experimento 5 em sala de aula, nós optamos por gravar um vídeo previamente para que eles pudessem rever a cena sempre que necessário.

**Questão 1:** A partir da observação 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 dela.

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 seu movimento após ser atingido pelo carrinho 2, que desceu, livremente, ao longo da rampa. Assim, uma parte do movimento do carrinho 2 foi transferida para o carrinho 1. Como vimos, anteriormente, a quantidade de movimento de um corpo relaciona-se, diretamente, com a massa e, também, com a velocidade desse corpo. Dessa maneira, como o carrinho 1 está parado, podemos dizer que não há quantidade de movimento associado a ele.

Vamos supor, por exemplo, 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. Considere a conservação da quantidade de movimento total dos carrinhos para completar as lacunas do quadro abaixo.

QUANTIDADE DE MOVIMENTO					
ANTES DO IMPACTO			DEPOIS DO 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 estarão envolvidas na SD posteriormente. Entretanto, fica a critério do professor iniciar, ou não, 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 acerca dessa problematização, inicia-se o experimento, que utiliza 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, mas, por força da insistência dos educandos, permitimos o manuseio dos equipamentos. Sugerimos, portanto, que num contexto que não se exija o isolamento social, esses experimentos sejam realizados pelos próprios educandos.

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

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

**Questão 3:** A partir da observação do Experimento 6, faça um relato sobre a quantidade de movimento de cada carrinho, com ênfase se aumentou, diminuiu ou se ela manteve-se 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 realizarão um movimento de descida, ao longo da pista, com a mesma velocidade, pois eles foram abandonados de alturas iguais. Ao constatarmos que a quantidade de movimento de um corpo relaciona-se, diretamente, com sua massa e sua velocidade, vamos supor que, antes do impacto, o carrinho 1 possui uma quantidade de movimento igual a 60 e que, após o impacto, o carrinho 2 também possui uma quantidade de movimento igual a 60. Assim, complete as lacunas abaixo:

QUANTIDADE DE MOVIMENTO					
ANTES DO IMPACTO			DEPOIS DO 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 Wheels*. 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. Dessa forma, orientamos que os educandos observem as consequências do impacto, e que o professor gere um debate, para que, na sequência, eles possam responder às questões que seguem:

**Questão 5:** A partir da observação do Experimento 7, faça um relato sobre a quantidade de movimento de cada carrinho, dando ênfase se ela aumentou, diminuiu ou se essa grandeza manteve-se 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, apresentando 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			DEPOIS DO 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 acerca dos conceitos de quantidade de movimento. Sugerimos que as Aulas 6 e 7 aconteçam no mesmo dia, pois elas compõem a OC dos conteúdos que foram trabalhados nos experimentos que demonstraram as batidas na pista de *Hot Wheels*. Nessa aula, incluímos a ideia de número negativo para que os alunos compreendam os movimentos em sentidos opostos.

#### 3.7.1 Objetivos 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

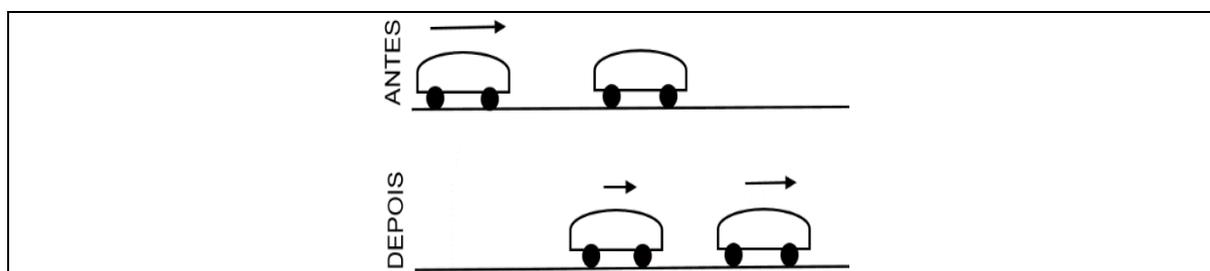
A Aula 7 é uma continuação da Aula 6, e nela propomos que os educandos resolvam as questões propostas, com a mediação e orientação do professor.

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 perde. Com base nessas observações, responda às questões que seguem:

**Questão 1:** Como durante uma colisão traseira, um carrinho perde movimento enquanto o outro ganha, vamos considerar que, durante a colisão traseira, representada pela Figura 20, o carrinho de trás 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? O enunciado da questão pode ser resumido por meio do esquema que está representado na tabela abaixo.

	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 traseira.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Agora, busque montar uma equação matemática e resolva o problema acima, a partir dela.

## RESOLUÇÃO MATEMÁTICA PARA A QUESTÃO 1

---



---



---



---

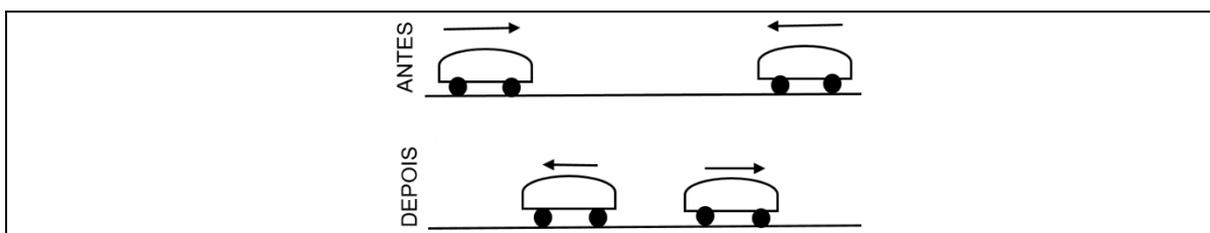


---

**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 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. Dessa maneira, a princípio, parece haver uma violação da ideia de conservação, discutida nas atividades anteriores. Para ajudar, portanto, no entendimento sobre essa situação, o professor pode introduzir o conceito de sentido para o movimento na qual sugerimos que se peça os educandos que 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 na traseira de um dos carros, 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.

Sabendo de tudo isso, você pode agora se divertir com mais alguns “Grandes desastres da história” ...

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 sobre o número negativo que estava sendo introduzido nesses cálculos.

#### ANOTAÇÕES SOBRE O TEXTO

---

---

---

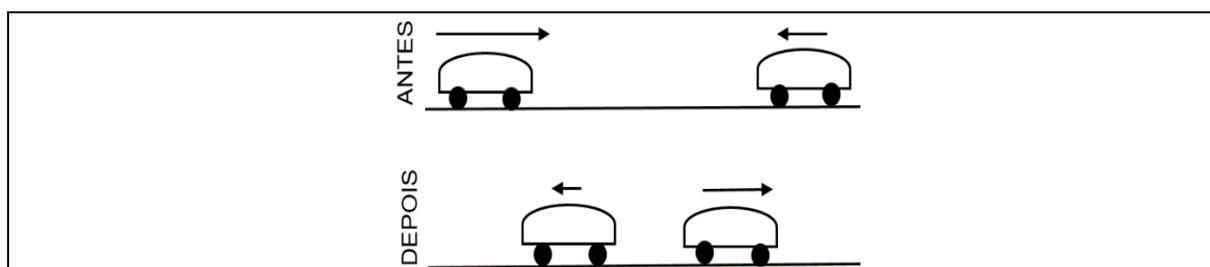
---

---

**Questão 3:** Como durante uma colisão frontal, mostrada na Figura 22, na qual os carrinhos possuem velocidades diferentes, aquele que está, inicialmente, mais rápido, volta mais devagar ou, até mesmo, para, à medida que o carro que estava mais lento, volta mais rápido, considerem que o carrinho da esquerda possui uma quantidade de movimento igual a 100, e o 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?

	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, a partir dos dados da tabela. Em seguida, utilize-a para resolver o problema.

### 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 a conservação da quantidade de movimento. Para isso, propomos a demonstração do Experimento 8, conforme roteiro apresentado, na sequência.

### 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 do Experimento 8, utilizando a pista de *Hot Wheels*.

#### 3.8.2.1 Roteiro do Experimento 8

O objetivo do Experimento 8 é utilizar a pista de *Hot Wheels* para simular a colisão entre dois carrinhos com massas diferentes, na qual um dos carrinhos é um caminhãozinho com uma quantidade de massinha de modelar, colocada sobre ele.

Inicialmente, o carrinho está parado, na parte baixa da pista, e será atingido pelo caminhãozinho carregado, que, por sua vez, desce, partindo do repouso, de uma altura pré-determinada. 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.

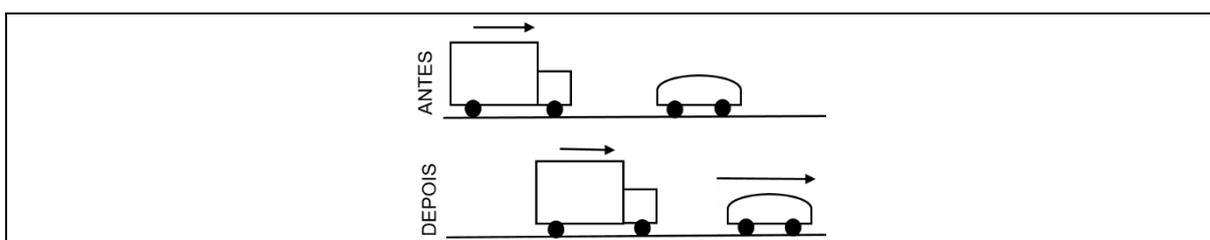
Materiais necessários para realizar o experimento:

- Pista de *Hot Wheels*;
- Dois carrinhos de *Hot Wheels*;
- Mesa do aluno;
- Pedacos de madeira.

Após a demonstração do Experimento 8, sugerimos que alguns minutos da aula sejam disponibilizados para um debate, a fim de 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 demonstração do experimento e 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 mantém-se 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 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. Considerando, também, que a velocidade do caminhãozinho, imediatamente antes do impacto, corresponde a 20 km/h e que, após o impacto, sua velocidade será reduzida para 10 km/h ao passo 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 ANTES DO IMPACTO			
QUANTIDADE DE MOVIMENTO DEPOIS DO IMPACTO			

Com essa abordagem, o professor poderá consolidar a definição de quantidade de movimento que é representada 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, na sequência.

**Exemplo 1:** Um caminhão, com 25.000 kg de massa total, que se movimenta a uma velocidade de 40 km/h, colide na traseira de um carro de passeio, com uma massa total de 1.000 kg, que 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, sugerimos, como estratégia metodológica, as simulações computacionais, a partir 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).

Na nossa experiência, durante essa aula, os educandos foram incentivados a relatarem as suas observações para cada tipo de colisão simulada. Sugerimos que a aula seja interativa e dinâmica, 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, tais como velocidades e massas dos mesmos. Segue um quadro com dados fornecidos como sugestões ou o professor pode adaptar os dados de entrada para a sua realidade. A Figura 24 mostra um recorte da tela do computador com a simulação, antes do impacto.

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



Fonte: Aplicativo 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.

Quadro 1 – Sugestões de dados de entrada para simular as colisões

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO			
CARRINHO 1		CARRINHO 2		CARRINHO 1		CARRINHO 2	
MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDADE	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E
1 kg	0,5 m/s	1 kg	0	1 kg		1 kg	

ANOTAÇÕES SOBRE O QUE FOI OBSERVADO, DURANTE A COLISÃO

---



---



---



---



---

Na sequência, sugerimos repetir a atividade com os mesmos dados de entrada, porém, nesse 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: Aplicativo Apps zur Physik (2021).

Os educandos podem observar a exposição do professor e efetuarem os cálculos necessários para que possam 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	
MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDADE	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E
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 abordada pelo professor, porém, tomando por base 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: Aplicativo 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	
MASS A	VELOCIDAD E	MASSA	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E
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 Objetivo específico da aula

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

### 3.10.2 Atividades a serem desenvolvidas na aula

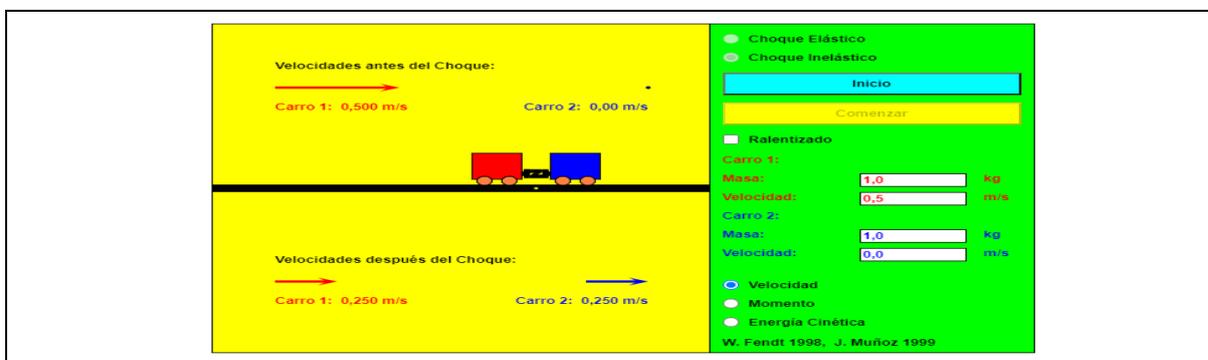
Nesta aula, propomos que os educandos repitam os procedimentos da aula anterior, porém, simulando uma colisão inelásticas. As simulações podem ser realizadas de forma expositiva pelo professor, seguidas por debates para discutir a velocidade, a quantidade de movimento total e, também, a energia cinética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

Na nossa experiência, incentivamos a interação e a discussão entre os educandos para um 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: Aplicativo 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	
MASS A	VELOCIDAD E	MASSA	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E
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

---



---



---



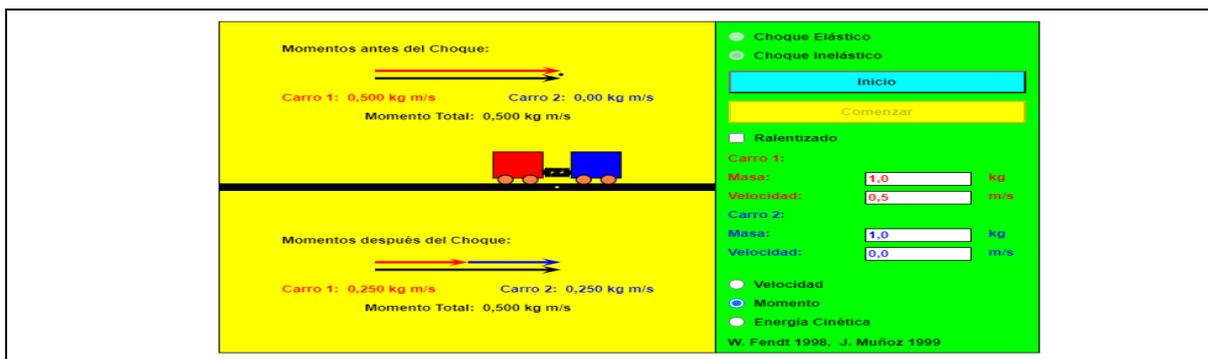
---



---

Em seguida, repete-se 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: Aplicativo 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	
MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDADE	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E
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

---



---



---



---

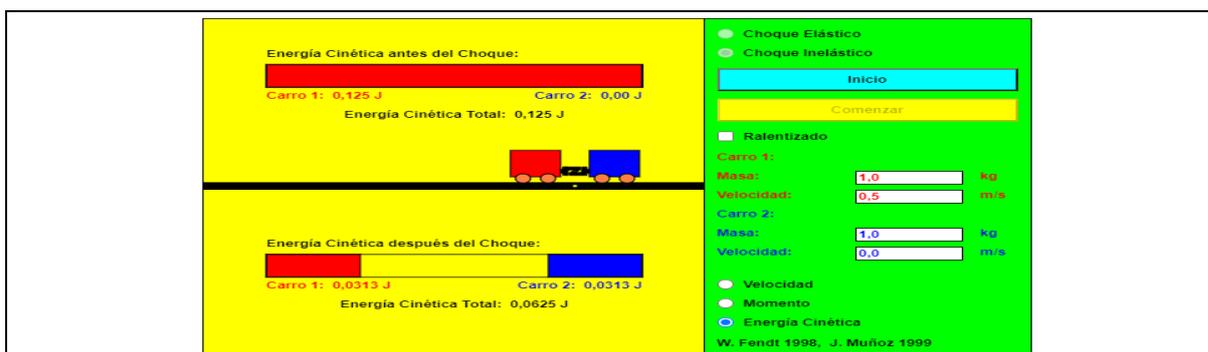


---

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: Aplicativo Apps zur Physik (2021).

Após a simulação computacional para uma colisão inelástica com o parâmetro energia cinética ativado, sugere-se que os educandos 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	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E	MASS A	VELOCIDAD E
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, a partir do endereço eletrônico [https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision\\_es.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision_es.htm). Utilize os dados disponibilizados na tabela abaixo.

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

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

	VELOCIDADE			
	ANTES DA COLISÃO		DEPOIS DA COLISÃO	
	CARRINHO 1	CARRINHO 2	CARRINHO 1	CARRINHO 2
1º				
2º				
3º				

## 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 feita. Em seguida, compare esses resultados e faça os devidos comentários.

	ENERGIA CINÉTICA			
	ANTES DA COLISÃO		DEPOIS DA COLISÃO	
	CARRINHO 1	CARRINHO 2	CARRIHO 1	CARRINHO 2
1º				
2º				
3º				

## 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 feita. Em seguida, compare esses resultados e faça os devidos comentários.

	QUANTIDADE DE MOVIMENTO			
	ANTES DA COLISÃO		DEPOIS DA COLISÃO	
	CARRINHO 1	CARRINHO 2	CARRIHO 1	CARRINHO 2
1º				
2º				

3º				
----	--	--	--	--

ANOTAÇÕES SOBRE A QUANTIDADE DE MOVIMENTO DE CADA CARRINHO

---

---

---

---

---

**Questão 2:** A partir das situações vivenciadas no cotidiano do trânsito, bem como os conteúdos que já foram 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 SD foi aplicada numa 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. Um ponto importante é que as atividades propostas, quais sejam, textos, vídeos, relatórios, questionários, experimentos e simulações podem ser trabalhadas em um contexto de isolamento social no qual o ensino remoto se faz necessário.

Estamos propondo que as atividades que compõe 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 suas concepções, ideias e hipóteses sobre os fenômenos físicos que são observados no seu cotidiano. Os relatos dos estudantes durante a aplicação da SD demonstraram a importância de abordar o Ensino de Física articulado com um tema transversal, pois ficou evidente que houve uma evolução na construção do pensamento científico e crítico dos educandos sobre essa temática.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro: **instituído pela Lei no 9.503**, de 23-9-97. 1 ed. Brasília: DENATRAN, 2008.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Trânsito – Denatran. **Política Nacional de Trânsito (PNT)**. Ministério das Cidades, 2004. Disponível em: . Acesso em: 10 mai. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. **Diretrizes nacionais da educação para o trânsito no ensino fundamental** / Texto de Juciara Rodrigues

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito, **Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN)**. - Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, **Programa conexão DENIT**, 2020.

CRUZ, Deidson Rodrigues da. **Uma proposta didática baseada nos três momentos pedagógicos para ensinar alavancas e plano inclinado no nono ano do ensino fundamental** / Deidson Rodrigues da Cruz – 2020. 239f.

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.

\_\_\_\_\_. **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 Reglus Neves. **Pedagogia do oprimido**. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 14. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GESTÃO DA VELOCIDADE: **um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Brasília, D.F.: OPAS, 2012.

GRUPO DE REESTRUTURAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, **Leituras de Física: GREF mecânica**, disponível em: <<http://axpfepl.if.usp.br/-gref>>, São Paulo, 1W8, Acesso ago 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. WALKER, Jearl **Fundamentos de Física**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. p. 224-246.

KNIGHT, Radall. **Física 1: uma abordagem estratégica** / Randall Knight ; tradução Trieste Freire Ricci. – 2. ed. – Dados eletrônicos. – 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** / Natan de Aguiar Lopes – 2016.

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**. Unb / IF, 2018.

SANT'ANNA, Estevão Presentino. **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"** / Estevão Presentino Sant'Anna. – 2017. 99 f.

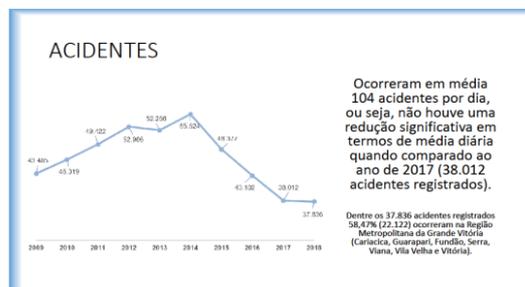
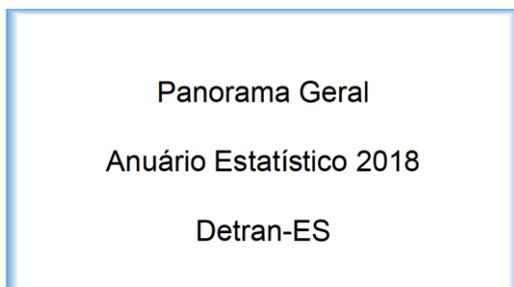
TIPOS DE COLISÕES. In simulando colisões. Disponível em: <[https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/collision\\_pt.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/collision_pt.htm)>, Acesso em set 2021.

VIZZOTTO, Patrick Alves. **A compreensão da Física aplicada ao trânsito na perspectiva de egressos do ensino médio, alunos de primeira habilitação** / Patrick Alves Vizzotto. – 2017. 197f.

CANAL SEST/SENAI, Youtube. **Educação no trânsito**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zokDBIMEj98&t=232s>>. Acesso em: set. 2021.

## ANEXO A - PANORAMA GERAL ANUÁRIO ESTATÍSTICO 2018, DO DETRAN/ES

### Recorte do Panorama geral anuário estatístico 2018, do Detran/ES



ACIDENTES (Tipo de Via)

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

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



ACIDENTES COM VÍTIMAS (Tipos)

<b>8.451</b>	Colisão/Abalroamento (57%).
<b>1.932</b>	Tombamento/Capotamento (13%).
<b>1.380</b>	Atropelamento (9%).
<b>1.340</b>	Outros (9%).
<b>1.004</b>	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.

