

Produto
Educativo

Poemas no Ensino de Física: Grandezas físicas, velocidade e Leis de Newton.

Evylin Cristina Costa Silva
Wandearley da Silva Dias

Maceió, 2023.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 36

EVYLIN CRISTINA COSTA SILVA

PRODUTO EDUCACIONAL

POEMAS NO ENSINO DE FÍSICA: GRANDEZAS FÍSICAS, VELOCIDADE E LEIS DE
NEWTON.

Maceió - AL
2023
Evylin Cristina Costa Silva

**POEMAS NO ENSINO DE FÍSICA: GRANDEZAS FÍSICAS, VELOCIDADE E LEIS DE
NEWTON.**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: **POEMAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA OS FUNDAMENTOS DA MECÂNICA CLÁSSICA**, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 36 – UFAL / IF Maceió-AL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Wandearley da Silva Dias

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu a existência e recentemente me trouxe a vida novamente.

À minha família que sempre me ajuda, proporcionando o que for necessário para que possa fazer o que precise. Mãe, um ser excepcional. Querido irmão, que várias vezes acordou às 3 da manhã para que eu pudesse chegar até minha aula, minha querida irmã, sempre incentivando a ser alguém melhor.

Ao meu querido esposo Ricardo, pelo companheirismo, apoio e incentivo de sempre.

Aos meus colegas de graduação e pós-graduação, pela paciência e parceria em todos os momentos, vocês foram imprescindíveis para tornar os dias mais leves. In memoriam a Glauco Araújo do Nascimento.

A meu orientador, Prof.^a Wandearley, pela paciência, sabedoria e acolhimento que me guiou no desenvolvimento deste trabalho.

Aos mestres do MNPEF polo UFAL, aos quais sempre terei grande respeito e gratidão, contribuíram em meu aprendizado, me fazendo uma profissional melhor.

Aos alunos e à escola participante deste projeto que tornaram possível essa dissertação.

À SBF que torna possível o desenvolvimento do MNPEF.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 0

Caro professor,

Consideramos que os alunos aprendem mais facilmente quando são protagonistas de sua própria aprendizagem. Este cenário, defendido por vários autores, se estende também ao ensino de física, tão marcado pelo ensino tradicional.

O ensino tradicional, sempre presente nas salas de aulas brasileiras, tem cedido, vagarosamente, espaço ao ensino significativo dentre outras abordagens. Muitas são as pesquisas e evidências de que o ensino significativo tem, em sua base, um melhor rendimento para o aluno. É nesta perspectiva que esse trabalho foi desenvolvido.

Este produto, fruto de pesquisa desenvolvida durante o curso de mestrado da autora é, produção necessária para a obtenção do título de mestre. Aqui, trazemos uma sequência didática pensada e desenvolvida para que o aluno do ensino médio possa entender, bem como revisar o conteúdo abordado de maneira simples e divertida. Nossa percepção é de que os alunos conseguem aprender de maneira leve e lúdica, ancorando em sua estrutura cognitiva as informações necessárias para uma aprendizagem significativa.

Este produto contará com poemas sobre temas específicos de Física, elaborados criteriosamente, fazendo uso de uma linguagem coloquial, simples e típica do Nordeste. Pensando nas dificuldades dos alunos em sua maioria, objetivamos a melhoria no entendimento do conteúdo e também de situações-problemas. Esperamos ajudar no processo de ensino-aprendizagem da Física e atender suas expectativas. Sinta-se à vontade para mudar a forma de aplicação mostrada aqui. É com prazer que desenvolvemos e entregamos esse material alimentando a ideia de encorajar tantos alunos, como nós, professores, do ensino médio brasileiro.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. UTILIZAÇÃO DE POEMAS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA.....	9
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DE POEMAS.....	11
3.1. Grandezas Físicas.....	11
3.1.1. Revisão bibliográfica.....	13
3.2. Velocidade.....	17
3.2.1. Revisão bibliográfica.....	21
3.3. Leis de Newton.....	22
3.3.1. Revisão bibliográfica.....	27
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5. REFERÊNCIAS.....	35

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Campus A.C. Simões, Cidade Universitária. Maceió-AL.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio (PCN+) mostram a necessidade de ensinar física em um sentido mais amplo de uma formação, para tanto, o conhecimento de física deve ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo.

Dessa forma, a cada dia tem-se buscado novas ferramentas pedagógicas para pelos alunos, pois, em grande parte das vezes, as aulas são resumidas à memorização de fórmulas e regras, tornando o ensino “vazio”. Por isso, devem ser utilizadas ferramentas que despertem ao aluno a curiosidade e o interesse pelo conteúdo de forma prazerosa e consciente.

Não se trata de “apresentar ao jovem a física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em sua forma de pensar e agir” (BRASIL, 2002, p.58).

Sokoloff e Thornton (1997, pg.97) afirma: “Embora existam consideráveis evidências de que as abordagens tradicionais são ineficazes no ensino dos conceitos de Física” a maioria dos estudantes ainda continua a ser ensinada com aulas expositivas. É justamente por isso, que se buscam métodos de ensino que envolvam o cotidiano do aluno e produza modificações nas concepções que os estudantes possuem, a fim de estimular a curiosidade, provocando uma mudança na estrutura cognitiva do aluno tornando, assim, uma aprendizagem significativa.

O propósito deste trabalho que é Produto da Dissertação de Mestrado intitulada “POEMAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA OS FUNDAMENTOS DA MECÂNICA CLÁSSICA, é incentivar atividades a ser trabalhadas com alunos do Ensino Médio, tendo por objeto principal a abordagem de conteúdo em forma de poemas, uma maneira lúdica que retrata a cultura nordestina e promove a participação ativa do alunado.

Por meio desse produto educacional, esperamos envolver o aluno nas redes dos poemas voltados a conteúdos específicos da física, a fim de que, por meio de suas características e suas rimas, tais conteúdos possam ser assimilados de forma eficaz e com maior rapidez. Para tanto, foram gravados e disponibilizados vídeos dos poemas sobre a física (lançados na plataforma youtube), bem como seus PDF's, junto com o conteúdo sendo trabalhado em sala.

Por trazer algumas propostas de atividades a serem realizadas, esse caderno de atividades tem como objetivo, uma interpretação significativa do poema a partir do contexto da física a ser trabalhado grandezas físicas, velocidade e leis de Newton. Dessa maneira, a leitura, a construção e a citação de poemas permitem que os alunos estejam inseridos em uma rede infinita de significados, interdisciplinando os conhecimentos além de estimular o desenvolvimento de suas estratégias de ação e interpretação, possibilitando a captação dos conteúdos físicos de maneira eficaz.

Logo, para a elaboração desta proposta, consideramos o conceito da aprendizagem significativa, onde toda e qualquer informação adquirida resulta no crescimento do que está sendo estudado. Para Moreira, a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1999, p.161).

Assim, será essa interação entre o conhecimento já existente e o novo que permitirá o aprendizado significativo e tornará as aulas de física atraentes e eficazes.

2. UTILIZAÇÃO DE POEMAS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA.

O cotidiano nas escolas brasileiras é ainda regado, predominantemente, do ensino tradicional, em que o professor, com uso de lousa, pincel e livro didático reproduz os conteúdos previstos na matriz curricular. Isso se dá por diversos fatores que vão desde a formação deficiente do professor à falta de recursos ou ainda a escassez de materiais didáticos relacionados ao cotidiano do alunado. Essa é uma realidade difícil e que precisa ser desafiada dia a dia, mês a mês, ano a ano.

Nesta perspectiva, buscamos metodologias modernas para o ensino de física que sejam motivadoras ao alunado, desmistificando a ideia dos altos índices de evasão e reprovação, que geram aprendizagens insatisfatórias e formam concluintes despreparados e sem compreensão da ciência e sua relação com o mundo. Necessitamos construir pontes entre os conceitos científicos e suas aplicações ao mundo moderno de modo acolhedor e convidativo ao perfil dos estudantes. De tal maneira, propomos a utilização de poemas como um produto educacional que projeta a aprendizagem significativa aos estudantes.

A utilização dos poemas como ferramenta de ensino é muito variável e adaptável, podendo ser utilizada antes da aula do conteúdo, depois dela, de maneira revisional ou ainda de modo síncrono e assíncrono, presencial ou não. É uma ferramenta que utiliza a criatividade do professor para atender da melhor maneira seu público.

Sabe-se que a interdisciplinaridade no ensino vem sendo recomendada nas mais recentes reformas educacionais. Entretanto, perdura o desafio de colocá-la em prática. Partindo desse viés, a busca pela interdisciplinaridade vem se tornando cada vez mais recorrente no campo da educação.

Como Camargo (2010) cita, o texto poético é uma ferramenta importante para a formação do sujeito leitor crítico-reflexivo, pois acaba proporcionado uma visão enriquecedora sobre o mundo a sua volta. É por isso, que trabalhar a poesia no âmbito educacional torna-se algo com grande relevância.

Partindo do pensamento já afirmado por Paulo Freire, em seu livro “Pedagogia da autonomia”, ensinar deve ser um ato que crie possibilidades para a construção do conhecimento. Dessa forma, considerando o papel da poesia na educação, utilizamos os poemas voltados aos conteúdos da física, uma vez que, se utilizados de maneira eficiente, trazem resultados significativos no processo de construção do saber, enriquecendo e dinamizando o ato de ensinar.

Quando trabalhamos a literatura poética em sala de aula, possibilitamos uma maior ludicidade no processo de ensino aprendizagem. Logo, ao abordar poemas no ambiente escolar, damos ênfase ao desenvolvimento de competências e habilidades do aluno, sendo a linguagem poética um dos instrumentos didáticos mais adequados para o ensino, contribuindo para a formação cultural e pessoal do aluno (CAMARGO, 2010).

Ao utilizar poemas no ensino da física, damos abertura a uma melhora na qualidade do ensino, quando se fala de recursos didáticos, pois por meio delas, o estudante pode desenvolver algumas das competências previstas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Dentre elas: a competência dois, ao envolver o pensamento crítico, reflexivo e criativo, e a três, abordando as mais variadas produções artísticas e culturais, além de contribuir na ludicidade do processo de ensino aprendizagem, servindo, assim, como instrumento facilitador para a construção de estudantes crítico-reflexivo.

Dentre as disciplinas envolvidas na área das Ciências da Exatas, a Física é descrita pelos alunos como sendo uma disciplina de difícil compreensão. Por isso, o uso de poemas nas aulas de Física como recurso didático serve como motivação para os alunos durante as aulas consigam compreender de melhor forma os conteúdos físicos.

Uma estratégia que também pode ser adotada é a criação de poemas pelos próprios alunos. Note que a estratégia aqui é além de explorar a parte conceitual do aluno, mas também desenvolver suas habilidades linguísticas e artísticas tornando-o produtor de seu conhecimento e desenvolvedor do seu protagonismo estudantil. Utilizando os poemas de exercícios, os alunos poderão resolvê-los e entendê-los com mais facilidade, reconhecendo de maneira simplificada a forma de resolução de exercícios.

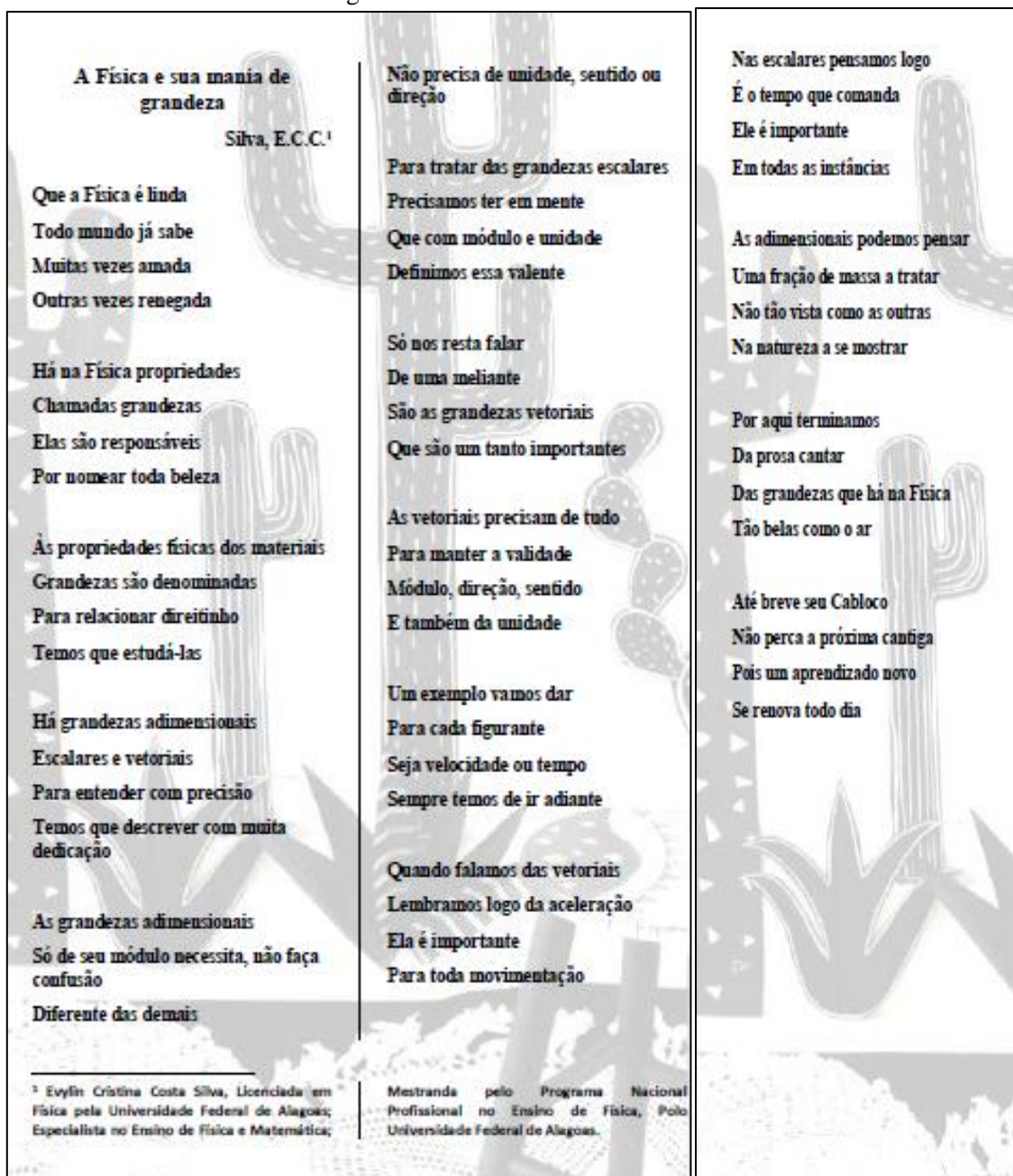
Nas próximas seções, discutiremos a sequência didática proposta para as temáticas: grandezas físicas, velocidade e leis de Newton, apresentando os poemas e planos de aula.

3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DE POEMAS

3.1 Grandezas físicas

A seguir, na Figura 1, podemos observar o poema construído que retrata as grandezas físicas.

Figura 1- A Física e sua mania de Grandeza



Fonte: Autora.

Note que neste poema, conseguimos abordar os tipos de grandezas físicas, bem como exemplificar cada uma delas. Algo que vale a pena comentar é a necessidade de o professor explicar claramente a diferença entre sentido e direção. O alunado tende a

confundir esses dois conceitos, sendo fundamental a diferenciação retratando as direções vertical, horizontal e ainda as diagonais dos sentidos direita, esquerda, para cima ou para baixo; Estes são conceitos simples, mas que costumemente confundidos pelos alunos em geral, acarretando na dificuldade de compreender situações-problemas ocasionando erros facilmente evitados.

Na tabela 1, podemos observar um plano de aula proposto para a utilização do Poema 1 – A física e sua mania de Grandeza. Sinta-se à vontade para realizar as alterações que julgar convenientes.

Tabela 1 – Plano de aula – Grandezas Físicas

Plano de Aula - Física - Grandezas Físicas	
Escola:	
Professor(a):	
Turma:	Data:
Grandezas Físicas	
Tema: Grandezas, escalares, vetoriais e adimensionais	
Público-alvo: Alunos do 1º ano do Ensino Médio	
Número de aulas: 1	
Justificativa da Proposta	
A proposta foi elaborada para um grupo de alunos cujo conceito de grandezas físicas ainda não foi construído em sua estrutura cognitiva. Ele(a) já até ouviu falar sobre várias delas, no entanto ainda sem uma aprendizagem significativa.	
Objetivo	
O objetivo geral com a aplicação da proposta é verificar se o alunado consegue descrever o que são grandezas, bem como suas características.	
Descrição da aula	
Aula 1- Tema: Grandezas abordadas em poemas.	
Conteúdo específico: Grandezas escalares, vetoriais e adimensionais e suas características.	
Estratégia didática: Utilização de poemas.	
Desdobramento	
Iniciar, com arguições, provocando o alunado a pensar o que seriam e para que servem as grandezas, qual a importância delas em nossa vida. Entregar aos alunos o poema impresso para que possam apreciar. Logo após, utilize uma fonte de mídia para exposição do poema em vídeo e ao término, realize uma discussão a cerca do conteúdo, é esperado que tenham muitas dúvidas sobre tarefas do cotidiano, conversem sobre os questionamentos feitos ao início da aula.	
Avaliação	

Fale de várias grandezas e questione de que tipo elas são, do que precisam para ser caracterizadas.

Fonte: Autora, 2022.

Como percebido no plano de aula proposto, temos a opção de inserir o vídeo da declamação do poema, que está disponível na plataforma YouTube. Também é possível entregar aos alunos a versão impressa do poema, disponível no google drive da autora. Os endereços eletrônicos para obtenção do vídeo e da versão pdf do poema estão disponíveis logo abaixo.

Vídeo: A Física e sua mania de Grandeza: https://youtu.be/rKhfTH_fvz8,

PDF: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1bGZVMVFsq_VEDCPydi6EWVe3jfNm0Gts

3.1.1 Revisão bibliográfica

Na Física, tudo que pode ser medido é chamado de Grandeza. As grandezas físicas são caracterizadas por fenômenos físicos por meio da medição, quantitativamente e/ou qualitativamente e são simbolizadas por um valor numérico juntamente da sua unidade de medida.

Entende-se por medir, a comparação quantitativa de uma grandeza física com uma unidade através de uma escala pré-definida, ou seja, medir uma grandeza física é compará-la com outra grandeza de mesma espécie: a unidade de medida. Ressalta-se que, nas medições, as grandezas sempre devem vir acompanhadas de unidades. Pode-se classificar as grandezas físicas em vetoriais e escalares, podendo diferenciá-las a partir de uma avaliação da necessidade ou não de orientação sobre seu sentido ou direção.

Grandezas físicas

A observação de um fenômeno, em geral, não é completa a menos que se tenha também uma informação quantitativa desse fenômeno. Essa informação é obtida com a medição de uma propriedade física que caracterize o fenômeno. Na Física, tudo que podemos medir chamamos Grandeza. Medir significa comparar quantitativamente uma grandeza física com uma unidade através de uma escala pré-definida. Em outras palavras, medir uma grandeza física é compará-la com outra grandeza de mesma espécie, que é a

unidade de medida. Verifica-se, então, quantas vezes a unidade está contida na grandeza que está sendo medida. Nas medições, as grandezas sempre devem vir acompanhadas de unidades. Grandezas físicas são usadas para descrever fenômenos ou propriedades de sistemas e são caracterizadas por terem dimensões como, por exemplo, dimensões de massa, força ou energia. As dimensões podem ser primitivas ou derivadas. As dimensões primitivas são três: a massa (que indicamos com a letra M), o comprimento (que indicamos com a letra L) e o tempo (que indicamos com a letra T). Todas as outras dimensões são derivadas, ou seja, podem ser expressas em termos das três primitivas. Analisando o conteúdo de grandezas, é interessante discutir a chamada “Análise Dimensional”

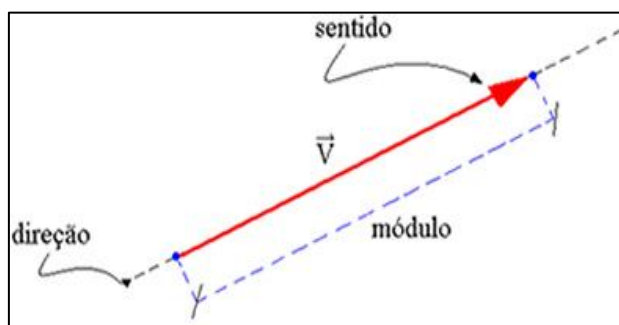
A nomeada análise dimensional é a habilidade de prever como uma determinada grandeza vai depender de outras grandezas presentes em um problema, sem realizar uma conta detalhada, ou resolver explicitamente as funções que definem o problema. É uma competência importante para um físico e muito útil em tarefas variadas, seja para simplificar um problema (permitindo entender quais as combinações de grandezas físicas relevantes para a situação abordada), ou perceber erros já que através dela podemos checar se as dimensões do resultado final são apropriadas para a grandeza que se pretende calcular.

Podemos caracterizar as grandezas físicas de 3 maneiras, são elas: grandezas vetoriais, escalares e adimensionais. Definiremos cada uma delas a seguir.

Grandezas vetoriais

As chamadas grandezas vetoriais, são aquelas que necessitam de informações sobre sua orientação espacial e magnitude para ser compreendida. Uma grandeza que só pode ser completamente definida quando são especificados o seu módulo, direção e sentido, além de sua unidade é denominada Grandeza Vetorial. Por ser uma entidade vetorial, essas grandezas são sempre bem representadas por um vetor, já que estes, através de um seguimento de reta orientado possuem a capacidade de representar direção, sentido e mesmo o módulo da grandeza. A seguir, na Figura 3, podemos notar um vetor velocidade \vec{v} sendo representado por um segmento de reta orientado, é importante frisar que para ser caracterizada corretamente, as grandezas vetoriais devem ser expressas com uma seta sobre ela, representando a entidade vetorial da grandeza.

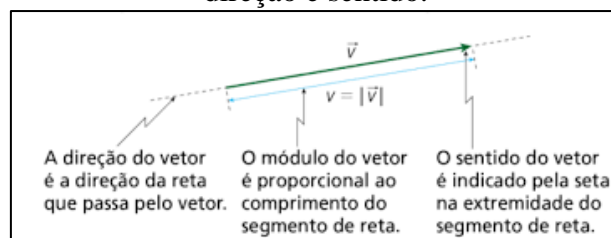
Figura 3 – Representação gráfica de um vetor velocidade.



Fonte: Domínio público.¹

Na Figura 4, podemos observar as características dos vetores: módulo, direção e sentido.

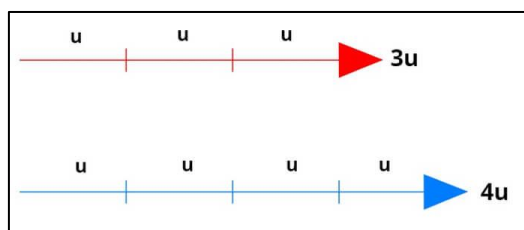
Figura 4 – Representação gráfica de um vetor velocidade, enfatizando o módulo, direção e sentido.



Fonte: Domínio público²

O módulo do vetor, também chamado de magnitude ou valor numérico, é especificado pelo "tamanho" da seta, a partir de alguma convenção para a escala. Na Figura 5, podemos analisar dois vetores tendo sua magnitude de $3u$ e $4u$ determinada pelo comprimento do vetor.

Figura 5 – Representação gráfica sobre o módulo de vetores.



Fonte: Domínio público³

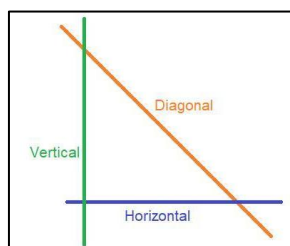
¹ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conceito-vetor.htm>, acesso em: 09.11.22.

² Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conceito-vetor.htm>, acesso em: 09.11.22.

³ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/vetores.htm>, acesso em 09.11.22

A direção do vetor é especificada pela direção da reta que contém a seta representando o vetor. Normalmente temos como direções: horizontal - vetores que são paralelos à linha do horizonte; verticais - aquelas que formam ângulo de 90° com a linha do horizonte; inclinada, como a diagonal, que pode ser expressa em função da horizontal ou vertical. Na Figura 6 podemos observar a representação das direções mencionadas.

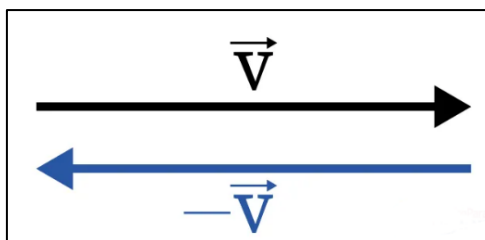
Figura 6 – Representação gráfica sobre a direção de vetores.



Fonte: Domínio público.⁴

O sentido do vetor é especificado pela seta que é colocada na extremidade do segmento, sendo o sentido aquele ao qual ela aponta. Na figura 7, podemos ver dois vetores: o vetor \vec{v} e o vetor $-\vec{v}$ possuem o mesmo módulo, a mesma direção, mas sentidos opostos.

Figura 7 – Representação gráfica explorando o sentido de um vetor.



Fonte: Domínio público.⁵

Grandezas escalares

É o tipo de grandeza que para ser compreendida necessita somente do módulo (magnitude, valor numérico), além de sua unidade. Dentre as grandezas físicas é a mais

⁴ Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/1834280>, acesso em 12.11.22.

⁵ Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/vetores.htm>, acesso em 09 de novembro de 2022.

facilmente compreendida pelos discentes, já que não se faz necessário observar a noção espacial da grandeza.

Grandezas Adimensionais

As grandezas adimensionais são grandezas diferentes das normalmente comentadas, discutidas ou conhecidas pelos alunos e entusiastas. Isso porque não apresentam unidade de medida. Em geral, são definidas a partir de razões entre duas propriedades iguais para meios ou sistemas distintos, como no caso do índice de refração, que é a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz em determinado meio, sendo caracterizada tão somente por sua magnitude.

3.2. Velocidade

Na Figura 7 e Figura 8, podemos apreciar os poemas construídos sobre Velocidade – “A velocidade das coisas” e “A velocidade em exercícios” respectivamente. Na sequência, temos o plano de aula proposto para a utilização destes poemas, bem como breve discussão sobre a temática.

Figura 7 – Poema “A velocidade das coisas”.

<p>A velocidade das coisas Silva, E.C.C.¹</p>	<p>Sabendo o quanto andamos E quanto tempo gastamos Podemos descobrir A velocidade em que nos movimentamos</p>
<p>Hoje vamos falar da Física Uma ciência experimental Que se utiliza da matemática Como linguagem habitual</p>	<p>Se considerarmos a velocidade Observada no medidor Estamos diante da velocidade Instantânea, meu senhor</p>
<p>Para te ensinar a Física Utilizamos essas rimas Uma forma empolgante Como nunca antes vista</p>	<p>Precisamos entender Que para onde vamos importa Por ser vetorial Temos de tomar nota</p>
<p>Quando pensamos em velocidade Logo vemos os jovens dessa cidade Todos cheios de vida Gozando da mocidade</p>	<p>Da direção escolhida E do sentido adotado Até mesmo o módulo Deve ser considerado</p>
<p>Vamos lá seu moço Tome nota sobre a velocidade Uma grandeza vetorial Que está em nossa realidade</p>	<p>Por aqui encerro esses versos Estando muito contente Espero que tenhas aprendido Algo dito anteriormente</p>
<p>Ela está relacionada Com o espaço percorrido O tempo é importante E deve ser medido</p>	
<p>¹ Evelyn Cristina Costa Silva, Licenciada em Física pela Universidade Federal de Alagoas; Especialista no Ensino de Física e Matemática;</p>	<p>Mestranda pelo Programa Nacional Profissional no Ensino de Física, Polo Universidade Federal de Alagoas.</p>

Fonte: Autora, 2021.

Figura 8 – Poema “A velocidade em exercícios”

<p>A Velocidade em Exercícios Silva, E.C.C.¹</p>	<p>Anote cada dado, Tudo com atenção.</p>
<p>01. (ENEM 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80km/h. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60km, a velocidade máxima permitida é 120km/h. Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas para a realização da entrega?</p> <p>a) 1 hora b) 2 horas c) 1,5 hora d) 0,5 hora e) 3 horas</p> <p>E aí moçada Como vão os estudos? Vamos aprender A resolver esses assuntos!</p> <p>Hoje a proposta É um pouco diferente Solucionar um exercício E guardar tudo na mente</p> <p>Antes de tudo carecemos Da questão compreender Perceber o que se pede E os dados conhecer</p> <p>O exercício tem como tema A velocidade média E você sabe, eu já te disse Como encarar essas ideias</p> <p>Volte ao início, Leia a questão,</p>	<p>Vamos lá começar?! A questão quer saber O tempo que é gasto Para o percurso fazer</p> <p>O trajeto foi dividido Em dois trechos diferentes O veículo deve fazer o mais rápido Sem ser incoerente</p> <p>O primeiro trecho mede 80 E 80 é a velocidade dele Se o tempo gasto é o que queremos A equação da velocidade utilizaremos</p> <p>Velocidade é igual A variação de espaço pelo tempo Substitua os valores Não tenha contratempo</p> <p>Faça meios por extremos Isole o Δt Divida ΔS por V E o tempo encontraremos Você vai perceber 1 hora gastaremos Para o primeiro trecho fazer</p> <p>No segundo trecho, O desembesto é grande A 120 de velocidade Achar o tempo é relevante</p> <p>Agora eu já entendo Como encontrar o tempo Isole o Δt E meia hora encontraremos</p> <p>Agora para finalizar Some o tempo dos dois trechos 1,5 hora esse é seu resultado Que foi muito cobiçado Espero ter ajudado Com esse poema avexado</p>

Fonte: autora, 2021.

Os poemas abordam a temática: velocidade; um poema conteúdo cujo título “A velocidade das coisas”, e um poema exercício com título “Velocidade em exercícios”

ambos com linguagem informal e típica do nordeste brasileiro. O poema “Velocidade em exercícios aborda uma questão do Enem sobre velocidade, todo o poema é uma resposta exemplificativa acerca da questão e a explicação para a resposta da questão.

Na tabela 2 a seguir, exibimos um plano de aula proposto para a utilização do Poema 2 – A velocidade das coisas e do Poema 3 – A velocidade em Exercícios; sintase-se à vontade para realizar as alterações que julgar convenientes.

Tabela 2 – Pano de aula - Velocidade

Turma:	Data:
Velocidade	
Tema: Velocidade	
Público-alvo: Alunos do 1º ano do Ensino Médio	
Número de aulas: 1	
Justificativa da Proposta	
A proposta foi elaborada para um grupo de alunos que conhecem intuitivamente o conceito de velocidade e a princípio viram o conteúdo no 9º ano do ensino fundamental.	
Objetivo	
O objetivo geral com a aplicação da proposta é verificar se o alunado consegue descrever o que é a velocidade, suas características e distinguir de que tipo é essa grandeza.	
Descrição da aula	
Aula 1- Tema: Velocidade abordada em poemas.	
Conteúdo específico: Velocidade, velocidade média, velocidade instantânea.	
Estratégia didática: Utilização de poemas.	
Desdobramento	
Iniciar, com arguições, provocando o alunado a pensar o que seria e para que serve a descrição da velocidade, qual a importância dela em nossa vida e como descrevemos no cotidiano. Entregar aos alunos os dois poemas impressos para que possam apreciar. Logo após, utilize uma fonte de mídia para exposição dos poemas em vídeo e ao término, realize uma discussão acerca do conteúdo, é esperado que tenham muitas dúvidas sobre tarefas do cotidiano, conversem sobre os questionamentos feitos ao início da aula.	
Avaliação	
Questione como podemos encontrar a velocidade de um dado móvel, peça exemplos.	

Temos a opção de inserir o vídeo da declamação do poema, este que está disponível na plataforma YouTube. É possível ainda, entregar aos alunos a versão

impressa dos poemas, disponíveis no google drive da autora. Os endereços eletrônicos para obtenção dos vídeos e da versão pdf do poema estão disponíveis logo abaixo.

Vídeos- Poema 2. A velocidade das coisas: <https://youtu.be/UQnoWzRY2ZA>

Poema 2.1 Velocidade em exercícios: <https://youtu.be/NhOSI-rx5d8>

PDF: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1bGZVMVFsq_VEDCPydi6EWVe3jfNm0Gts

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1bGZVMVFsq_VEDCPydi6EWVe3jfNm0Gts

3.2.1. Revisão bibliográfica

A velocidade é a grandeza que descreve a rapidez que uma partícula se move, ou seja, ela é uma grandeza vetorial que para ser descrita corretamente, precisa possuir módulo, direção, e sentido, estando diretamente ligada à variação da posição de um móvel em determinado intervalo temporal. Podemos expressar a velocidade de um movimento de maneiras diferentes, seja a *velocidade média* ($\vec{v}_{méd}$) descrita pela razão entre o deslocamento e o tempo gasto, matematicamente, podemos escrever:

$$\vec{v}_{méd} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (1)$$

considerando o caso de um movimento bidimensional ou tridimensional precisamos levar em conta a natureza vetorial dessa grandeza, fazendo uso de vetores unitários para expressar o deslocamento corretamente, façamos:

$$\vec{v}_{méd} = \frac{\Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j} + \Delta z \hat{k}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \hat{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \hat{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t} \hat{k} \quad (2)$$

em que $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ são vetores unitários das direções x, y, z respectivamente.

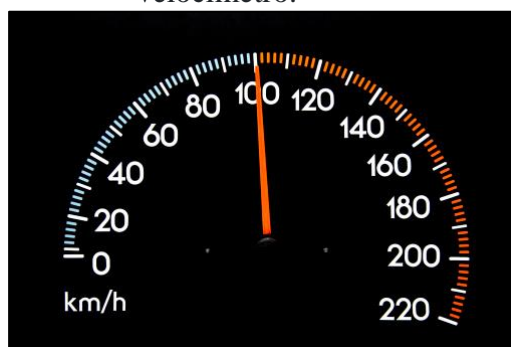
Quando tratamos de quão rápido uma partícula se desloca, ou seja, da rapidez com a qual ela se move, pensamos intuitivamente num instante de tempo. Logo, essa velocidade é a chamada *velocidade instantânea*, definida como sendo a razão do deslocamento pela variação de tempo quando este é próximo de zero, ou seja, quase não variou. Matematicamente, podemos escrever:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (3)$$

de tal maneira, a velocidade instantânea se aproxima de um valor-limite, sendo definida como velocidade instantânea em que v é a taxa de variação do deslocamento r em relação ao tempo t .

A velocidade instantânea também é uma grandeza vetorial. Entretanto se considerarmos somente sua magnitude, estaremos diante da *velocidade escalar instantânea*, que é a velocidade sem qualquer noção espacial; um exemplo desta grandeza é a velocidade lida em um velocímetro de um automóvel. Ela é desprovida de orientação espacial e lida naquele momento em que o observador está a observar. Na Figura 8, podemos perceber a leitura de um velocímetro em um dado instante.

Figura 8 – Descrição da velocidade instantânea através da leitura de um velocímetro.

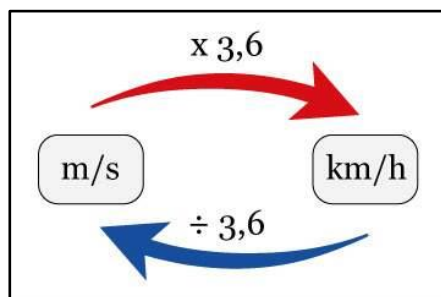


Fonte: Domínio público⁶

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade adotada para determinar a velocidade é o metro por segundo (m/s). Entretanto, nem sempre os dados são colocados de acordo com o SI, mas sempre será comprimento/tempo. Por esse motivo, muitas vezes faz-se necessário converter as unidades antes de efetuar os cálculos. Uma unidade que embora não seja adotada no SI é também muito utilizada é o km/h, para este já temos o fator de conversão amplamente conhecido por professores e alunos, está representado na Figura 9:

⁶ Disponível em <https://www.istockphoto.com/br/foto/veloc%C3%ADmetro-100-kmh-gm168307307-16978389> acesso em 10 de novembro de 2022.

Figura 9 – Representação gráfica do fator de conversão entre unidades de velocidade m/s e km/h.



Fonte: Domínio público⁷.

Lembrando que a unidade para velocidade se dá pela razão entre comprimento e tempo e que a unidade no Sistema Internacional é o metro/segundo, fazer a transformação m/s para km/h e vice-versa se torna de fácil entendimento. Seja 3600 a quantidade de segundos existentes no decorrer de 1 hora e 1000 a quantidade de metros presentes em 1 quilômetro, observe a transformação de 1 km/h para m/s a seguir:

$$1 \frac{km}{h} = \frac{1000 m}{3600 s} = \frac{1 m}{3,6 s}$$

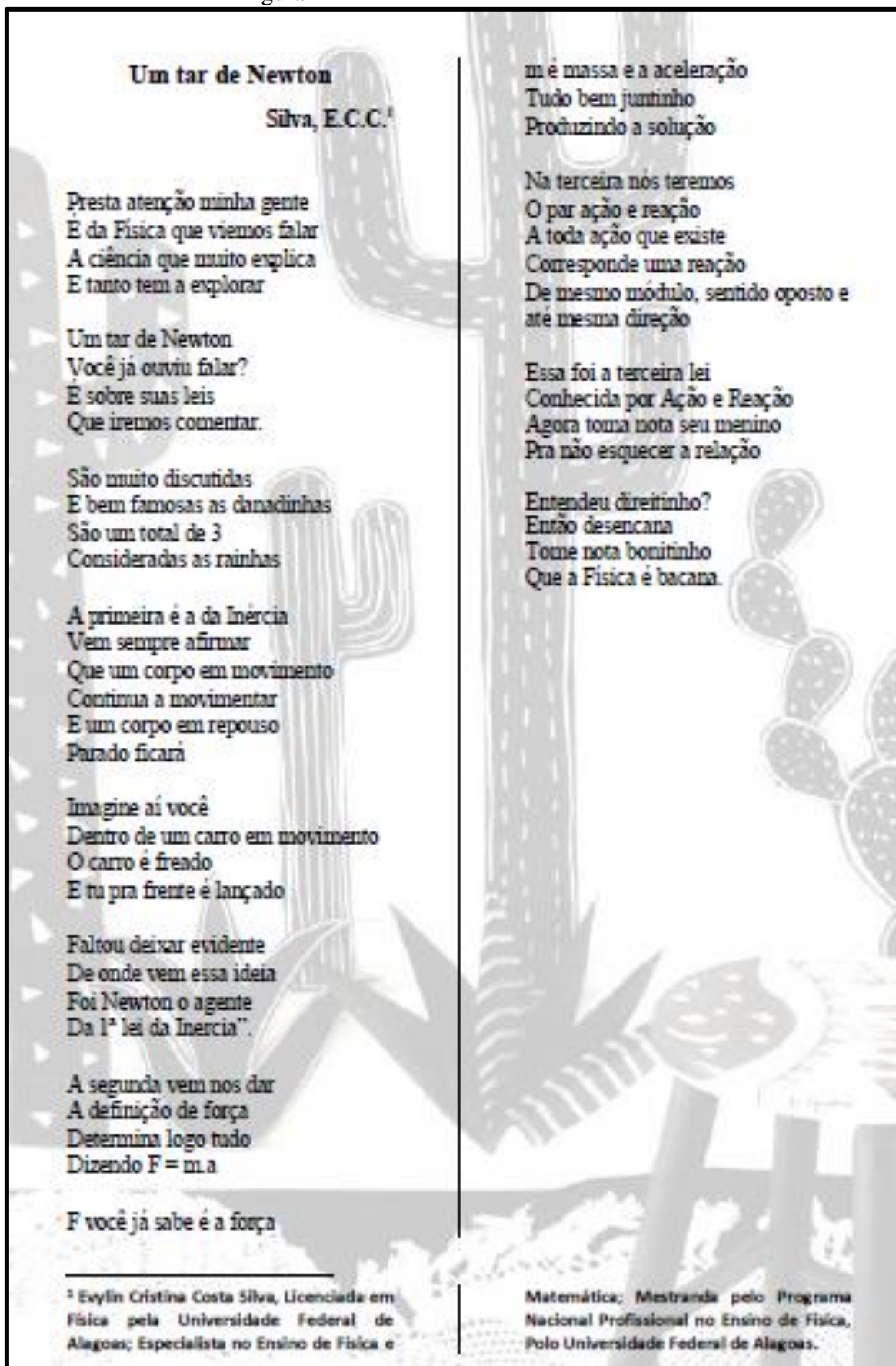
Perceba que para transformar 1km/h em m/s precisamos tão somente dividi-lo por 3,6. Ao mesmo tempo, efetuando a operação inversa, ou seja, multiplicando é efetuada a transformação para km/h, as setas em azul e vermelho indicam essas operações.

2.3. Leis de Newton

Podemos observar a construção de dois poemas voltados para as Leis de Newton. O primeiro, denominado “Um tar de Newton”, discorre sobre as três Leis Newtonianas. Um poema simples, com linguagem de fácil compreensão e com frases que facilitam o aprendizado. O segundo poema, intitulado “Exercitando as Leis de Newton”, temos a abordagem das Leis de Newton através de uma questão. É um poema exercício que exemplifica o uso das Leis de Newton. A seguir, nas figuras 11 e 12 os poemas citados.

⁷ Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/vetores.htm>, acesso em 10 de novembro de 2022.

Figura 11 – Poema “Um tar de Newton”



Um tar de Newton
Silva, E.C.C.¹

Presta atenção minha gente
É da Física que viemos falar
A ciência que muito explica
E tanto tem a explorar

Um tar de Newton
Você já ouviu falar?
É sobre suas leis
Que iremos comentar.

São muito discutidas
E bem famosas as danadinhas
São um total de 3
Consideradas as rainhas

A primeira é a da Inércia
Vem sempre afirmar
Que um corpo em movimento
Continua a movimentar
E um corpo em repouso
Parado ficará

Imagine aí você
Dentro de um carro em movimento
O carro é freado
E tu pra frente é lançado

Faltou deixar evidente
De onde vem essa ideia
Foi Newton o agente
Da 1ª lei da Inércia”.

A segunda vem nos dar
A definição de força
Determina logo tudo
Dizendo $F = m \cdot a$

F você já sabe é a força

m é massa e a aceleração
Tudo bem juntinho
Produzindo a solução

Na terceira nós teremos
O par ação e reação
A toda ação que existe
Corresponde uma reação
De mesmo módulo, sentido oposto e
até mesma direção

Essa foi a terceira lei
Conhecida por Ação e Reação
Agora toma nota seu menino
Pra não esquecer a relação

Entendeu direitinho?
Então desencana
Tome nota bonitinho
Que a Física é bacana.

¹ Evelyn Cristina Costa Silva, Licenciada em Física pela Universidade Federal de Alagoas; Especialista no Ensino de Física e Matemática; Mestranda pelo Programa Nacional Profissional no Ensino de Física, Polo Universidade Federal de Alagoas.

Fonte: Autor, 2021.

Figura 12 – Poema “Exercitando as Leis de Newton”

<p>Exercitando as Leis de Newton Silva, E.C.C.¹</p> <p>1. O peso de um objeto na lua é de 48 N. Determine o peso desse objeto na Terra.</p> <p>Dados: Gravidade da Terra = 10 m/s²; Gravidade da lua = 1,6 m/s².</p> <p>a) 350 N b) 300 N c) 200 N d) 150 N e) 50 N</p> <p>A gente já falou das leis Agora vamos aplicar Um exercício tem como meta A matéria na mente fixar</p> <p>A questão traz a tona Uma temática interessante É a força peso da zona Que chega toda vibrante</p> <p>Uma importante grandeza Deve ser considerada É a gravidade da terra Que da lua é diferenciada</p> <p>É a gravidade que nos mantém Com os pés no chão Imagine não fosse ela Tudo atrapalhado de montão</p> <p>Os dados devem ser anotados Tudo bem posicionado A gravidade da terra, da lua E o peso mencionado</p> <p>Se você sabe que peso é força Você logo perceberá Que a segunda lei de Newton</p>	<p>Iremos utilizar</p> <p>A gravidade é a aceleração Se não te disse, digo agora O peso é m.g O resto sai sem demora</p> <p>Você tem o peso do objeto na lua E foi te dado a gravidade Cuide logo em descobrir A massa dessa entidade</p> <p>Tu sabe que o objeto Só tem 30 de massa E o peso aqui na terra Logo ultrapassa</p> <p>Você vai descobrir Que o peso na superfície terrestre É bem maior que na lua Ainda bem que é assim Ou estaríamos ao invés de andando Flutuando vez ou outra por aí</p> <p>Ao resultado já chegamos, É só multiplicar, O peso vai ser 300N E a alternativa b vamos marcar</p> <p>Por aqui encerro os versos Até mais garotada Fiquem sabidos e espertos Que a Física é danada</p>
---	---

Fonte: Autor, 2021.

Com linguagem do cotidiano e com exemplos próximos a realidade, o aluno passa a perceber como a Física pode ser observada no dia a dia. E é, esse o contexto em que o

professor consegue chegar próximo a realidade do aluno e fazer com que ele goste e entenda conceitos da disciplina. Na tabela 3, temos uma sugestão do uso dos poemas em sala de aula, fique à vontade para fazer quaisquer mudanças que julgar conveniente.

Tabela 3 – Plano de aula – Leis de Newton

Plano de Aula - Física - Leis de Newton	
Escola:	
Professor(a):	
Turma:	Data:
Leis de Newton	
Tema: Leis de Newton	
Público-alvo: Alunos do 1º ano do Ensino Médio	
Número de aulas: 1	
Justificativa da Proposta	
A proposta foi elaborada para um grupo de alunos que desconhecem o conceito a mecânica Newtoniana e está a iniciar o conteúdo, tendo nos poemas um contato prévio ao conteúdo.	
Objetivo:	
O objetivo geral com a aplicação da proposta é verificar se o alunado consegue descrever situações do cotidiano em que as Leis de Newton são responsáveis por determinados fenômenos.	
Descrição da aula	
Aula 1- Tema: Leis de Newton abordada em poemas.	
Conteúdo específico: 1º, 2º e 3º Lei de Newton	
Estratégia didática: Utilização de poemas.	
Desdobramento	
Iniciar, com arguições, provocando o alunado a pensar o que seria a Mecânica clássica e as leis newtonianas, analisando a importância delas em nossa vida e em quais circunstâncias descrevemos sua usabilidade no cotidiano. Entregar aos alunos os dois poemas impressos para que possam apreciar. Logo após, utilize uma fonte de mídia para exposição dos poemas em vídeo e ao término, realize uma discussão acerca do conteúdo, é esperado que tenham muitas dúvidas sobre tarefas do cotidiano, conversem sobre os questionamentos feitos ao início da aula.	
Avaliação	
Debate acerca das descobertas de Newton e suas contribuições com o mundo moderno.	

Como relatado no plano de aula acima, temos a opção de inserir o vídeo da declamação do poema, este que está disponível na plataforma YouTube. Também é possível entregar aos alunos a versão impressa do poema, disponível no google drive da

autora. Os endereços eletrônicos para obtenção do vídeo e da versão pdf do poema estão disponíveis logo abaixo.

Vídeos: Poema 3. Um tar de Newton: <https://youtu.be/4YJR-AmSrE0>

Poema 3.1 Exercitando as Leis de Newton: <https://youtu.be/cq2N6NZEXT4>

PDF: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1bGZVMVFsq_VEDCPydi6EWVe3jfNm0Gts

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1bGZVMVFsq_VEDCPydi6EWVe3jfNm0Gts

Professor(a) você pode e deve realizar os ajustes que julgar convenientes buscando a aprendizagem dos discentes. É interessante também utilizar questionários ou ainda utilizar como revisão de conteúdos.

3.3.1. Revisão bibliográfica

O famoso cientista Isaac Newton aborda conceitos de matéria, movimento e força, em forma de observações experimentais como leis físicas, estabelecendo relações matemáticas e quantidades para estes conceitos. A primeira retrata a Inércia dos corpos, a segunda nos traz a Lei fundamental da dinâmica que é também a definição de força e a terceira, afirma a ação e reação dos corpos.

Lei da Inércia

Segundo Aristóteles, todos os movimentos ocorriam devido à natureza do objeto movido ou a empurrões recorrentes. Deste modo, uma vez que o objeto estivesse em seu lugar apropriado, ele não mais se moveria a não ser que fosse obrigado por uma força; para ele o estado normal seria o repouso. Esta ideia perdurou durante dois séculos, até que Galileu Galilei⁸ fez grandes observações no estudo dos planos, inclinado e horizontal, opondo-se as ideias aristotélicas e chegando a conclusão do que chamou de Inércia. Posteriormente, Isaac Newton continuou o trabalho do antecessor descrevendo-o como Lei e sintetizando uma nova visão do universo. Newton refinou a ideia de Galileu e formulou sua primeira lei, convenientemente denominada de Lei da Inércia, Segundo Balola (2011, p.32), a lei da inércia está descrita da seguinte forma: “Todo o corpo persevera no seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a não ser

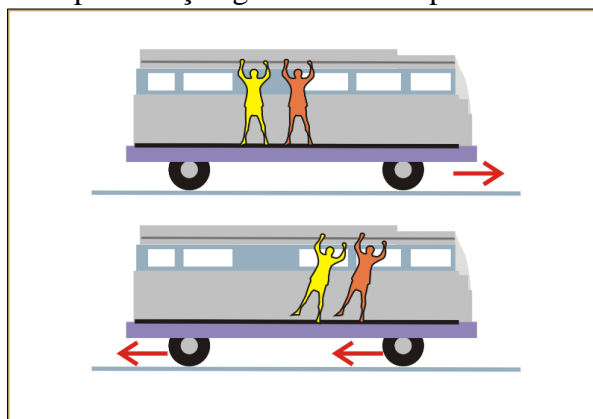
⁸ Cientista Italiano, Médico e Matemático, fez grandes observações astronômicas, opondo-se a Aristóteles.

na medida em que é obrigado a mudar o seu estado pelas forças que lhe são impressas.” A formulação correta desta lei tomou mais de dez anos do trabalho de Newton, mesmo tendo sido enunciada anteriormente por outros filósofos. Para Newton, a inércia é um estado ao qual os corpos dificilmente conseguem sair. É a propriedade responsável pela resistência à alteração do estado de movimento. Ao mesmo tempo, é também ela que garante o estado de movimento do corpo se sobre ele nenhuma força atuar. Em resumo, é a capacidade que cada corpo tem de resistir à alteração do seu estado natural, seja de repouso ou movimento.

Quando pensamos em inércia precisamos também pensar em movimento e, neste sentido, nos vem o questionamento do que seria o movimento. Aqui, consideraremos que um corpo está em movimento quando sua posição em relação a um outro corpo qualquer varia com o tempo. De posse desta definição de um corpo dito em movimento, instintivamente percebemos que um corpo dito em repouso não terá variação de posição no tempo em relação a um outro corpo qualquer.

Na figura 10, temos um exemplo claro de um fenômeno associado a primeira lei de Newton. Trata-se do caso em que passageiros vejam em um veículo em movimento retilíneo uniforme em relação a um observador parado ao lado da via por onde passa.

Figura 10– Respresentação gráfica sobre a primeira lei de Newton.



Fonte: Domínio Público.⁹

Inicialmente, os ocupantes estão em repouso em relação ao ônibus. Assim, uma pessoa (observador) que está parada na calçada ao lado da via por onde o ônibus transita terá a percepção de que os ocupantes também estão em velocidade constante. Se o veículo frear

⁹ Imagem disponível em: <http://www.portalbarueri.com/educacao/primeira-lei-de-newton-ou-lei-da-inercia>. Acesso em 05 outubro 2022.

bruscamente, ocorrerá uma desaceleração brusca e aos passageiros serão “atirados” para frente do veículo. Este fato se deve ao fenômeno da inércia, mostrando a tendência que todos os passageiros terão a permanecer em velocidade constante, a qual o veículo estava trafegando.

Lei Fundamental da Dinâmica

Na Lei da Inércia de Newton, percebemos a usabilidade do termo força. Entretanto Newton ainda não a tinha definido, de modo que sem o conceito de força, a Lei fica sem seu sentido completo, nos deixando apenas a certeza de que quando a força externa for nula, o corpo permanecerá em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. Uma força em seu sentido mais simples nada mais é do que um empurrão ou um puxão, podendo ser manifestada de várias maneiras com diferentes origens. Newton estabeleceu a interação entre dois corpos descrita com base na interação entre a força impressa (força externa) e a força de inércia. Partindo para a definição precisa da força, tida como a Lei Fundamental da Dinâmica, esta lei ditará os fundamentos da dinâmica entre os corpos e desses corpos com o meio.

Para Thornton e Marion (p. 44, 2011) grifo nosso, muito convém reformular esta lei da seguinte forma: “Um corpo sob a atuação de uma força se move de tal forma que a taxa temporal de variação da quantidade de movimento se iguale a força.”

A Segunda Lei fornece um enunciado explícito sobre a força, ela (a força) está relacionada à taxa temporal de variação da quantidade de movimento que é uma grandeza definida anteriormente por Newton nas ditas definições. A Segunda Lei é descrita da seguinte forma:

$$\vec{F}r = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (4)$$

onde, $\vec{F}r$ é vetor força resultante referente a um corpo e \vec{P} é a vetor quantidade de movimento. Newton definiu a quantidade de movimento da seguinte maneira:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (5)$$

onde, m é massa do corpo e \vec{v} o vetor velocidade, de modo que a Segunda Lei pode ser expressa de forma:

$$\vec{F}r = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} \quad (6)$$

tendo em vista que caso a massa do corpo seja constante, então teremos o chamado caso especial, dito trivial, desta lei de modo que teremos a Equação (4) sendo reescrita da seguinte forma:

$$\vec{F}r = m \cdot \vec{a} \quad (7)$$

onde, $\vec{F}r$ é o vetor força resultante, m é massa do corpo e \vec{a} o vetor aceleração.

Aplicações da Lei Fundamental da Dinâmica

De posse desta Lei, podemos compreender o que acontece quando forças são impressas em um objeto qualquer. Se aplicarmos uma força resultante não nula sobre um determinado objeto, este apresentará uma aceleração de mesma direção e sentido dessa força. De tal maneira, a força resultante é proporcional tanto à massa quanto à aceleração. Na Figura 11, observamos um garoto imprimindo uma força em uma caixa e esta entra em movimento, note que a força tem a mesma direção e mesmo sentido do movimento.

Figura 11 – Impressão de força em uma caixa.



Fonte: Domínio público.¹⁰

Vale aqui ressaltar que as aplicações desta lei são inúmeras. Ela é o aparato principal no desenvolvimento dos cálculos da Mecânica Clássica. Uma aplicação importante são as balanças, as quais utilizamos todos os dias para verificar o peso dos alimentos, nós mesmos ou quaisquer outros objetos. É importante saber que as balanças indicam a força normal esta, dado um plano horizontal, é semelhante a força peso; sabemos que a força peso é equivalente à $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$, onde m é a massa e \vec{g} , a gravidade local, lembrando que o peso é expresso em Newtons (N) e massa em Quilogramas (kg). Isso nos faz perceber que é errado quando dizemos que um certo objeto pesa x kg,

¹⁰ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/segunda-lei-newton.htm> acesso em 15 de novembro de 2022.

enquanto deveríamos dizer, a massa referente a este objeto é de x kg e o peso na terra é de x multiplicado pela gravidade local e expresso em newtons. As aplicações desta lei não param por aqui, como mencionado anteriormente, são inúmeras!

Lei do Princípio da Ação e Reação

Nesta Lei trataremos do princípio da ação e reação de Newton, onde poderemos contemplar a interação entre corpos de uma forma diferente do que foi abordado anteriormente.

Esta lei é uma afirmação referente ao mundo físico real, entretanto é ainda mais peculiar que as duas outras. Precisamos ter em mente que esta não é, como as outras, uma lei geral, com esta afirmação estamos dizendo ao nosso leitor, que existem situações em que esta lei, da forma que esta posta, não se aplica e por isso é denominada por muitos escritores de forma fraca da Terceira Lei. Thornton e Marion discutem esta lei no seguinte trecho:

“[...] nos apressamos a acrescentar que a Terceira Lei não constitui uma lei geral da natureza. A lei se aplica quando a força exercida por um objeto (pontual) é direcionada ao longo da linha que se conecta os objetos. Essas forças são chamadas de forças centrais. [...] Qualquer força que dependa das velocidades dos corpos em interação é do tipo não central, e a Terceira Lei não pode ser aplicada.[...]”

Neste trecho fica claro que esta lei só é de fato válida para forças centrais, isto é, um sistema onde dois corpos são afetados por uma força direcionada ao longo da linha que conecta os centros dos dois corpos. As forças gravitacionais e eletrostáticas são exemplos deste tipo de sistema. Vale ressaltar que, forças dependentes das velocidades dos corpos que estão interagindo não são forças centrais e, portanto, a terceira lei não será válida para esses sistemas. Ainda em [Thornton e Marion 2011] eles demonstram o real significado da Terceira Lei, parafraseando-a da seguinte forma:

“Se dois corpos constituem um sistema ideal e isolado, as acelerações desses corpos serão sempre nas direções opostas e a relação entre as magnitudes da aceleração será constante. Essa relação constante é a relação inversa entre as massas dos corpos.”

Esta é a chamada lei forte da Terceira Lei, pois é ela que esclarece como de fato a força de ação e reação funciona. Matematicamente, a Terceira Lei é descrita da seguinte forma:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad (8)$$

Para [Thornton e Marion 2011], podemos partindo desta definição, conceituar massa, de modo que poderemos também fornecer um significado preciso da dinâmica Newtoniana.

Dada a Equação (4.2.3.1) substituiremos em (4.2.3.5) e obteremos o conceito de massa. Seja:

$$\vec{F}_1 = \frac{d\vec{P}_1}{dt} \text{ e } \vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Teremos:

(9)

$$\frac{d\vec{P}_1}{dt} = -\frac{d\vec{P}_2}{dt}$$

considerando as massas constantes, então:

$$m_1 \left(\frac{d\vec{v}_1}{dt} \right) = m_2 \left(\frac{d\vec{v}_2}{dt} \right)$$

Tendo em vista que a aceleração é a derivada temporal da velocidade, então:

$$m_1(\vec{a}_1) = m_2(-\vec{a}_2)$$

De modo que poderemos expressar as massas da seguinte maneira:

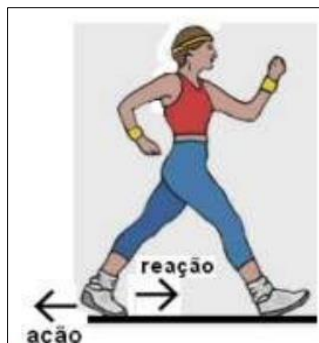
$$\left(\frac{m_2}{m_1} \right) = - \left(\frac{a_1}{a_2} \right) \quad (10)$$

Onde o sinal negativo indica que dois vetores de aceleração têm direções opostas e a massa é considerada como sendo uma quantidade positiva.

Aplicações da Lei Princípio da Ação e Reação

Um fato importante a ser considerado é que estas forças (de ação e reação) são partes conjugadas de uma única interação, de modo que uma não existe sem a outra. Um exemplo claro desta lei acontece quando um carro trafega numa rodovia, os pneus do carro empurram a rodovia, enquanto a rodovia empurra de volta os pneus, de modo que se empurram mutuamente. Este mesmo processo acontece quando caminhamos, nós empurramos o chão, e o chão por sua vez, nos empurra para frente, na Figura 12 podemos ver uma imagem deste exemplo.

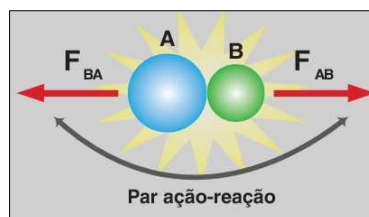
Figura 12- Representação gráfica da terceira lei de Newton no exemplo de um indivíduo caminhando.



Fonte: Domínio Público¹¹

Veremos agora um exemplo prático de como estas forças se comportam em um dado corpo, para isso faremos uma analogia com um diagrama de corpo livre. Na Figura 13, considere duas partículas A e B que estão sujeitas apenas a forças de interação de uma sobre a outra, formando um par de forças ação-reação.

Figura 13- Representação gráfica da terceira lei de Newton no exemplo de duas partículas interagindo.



Fonte: Domínio Público.¹²

A partícula A irá interagir com a partícula B inserindo-lhe uma força \vec{F}_{AB} e a partícula B irá interagir com a partícula A inserindo-lhe uma força \vec{F}_{BA} . Estas forças tem a mesma amplitude e sinais contrários. Através da definição da Terceira Lei, poderíamos nos questionar o porquê destas forças não se anularem já que tem mesmo módulo e direções contrárias. Cabe aqui definir que a lei da ação e reação depende do sistema envolvido e só funcionará se tivermos sistemas isolados. Aqui tratamos a partícula A como um sistema e a partícula B como um outro sistema, de modo que as forças não se anularão.

¹¹ Imagem disponível em: <https://www.slideshare.net/JooPauloSilvaMendes/3-lei-de-newton-ao-e-reao>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

¹² Imagem disponível em: <https://cosmicapoeira.blogspot.com.br/p/ciclicidade-constancia-cosmologica.html>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto é fruto da dissertação: “Poemas no ensino de física: uma proposta para os fundamentos da mecânica clássica”, sendo exposto aos alunos do ensino médio e bem falado pelos próprios. Esperamos que este produto contribua com o ensino de física no Brasil, proporcionando aos alunos uma aprendizagem significativa. É com grande satisfação que este manual está sendo entregue a toda a comunidade de professores de física.

REFERÊNCIAS

HALLIDAY, D. ROBERT Resnick e JEARL Walker, Fundamentos de Física –vol.1 9ª. Edição (2011) Editora LTC.

BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2020.

YOUNG, H. D. et al. **Física I: Mecânica**. São Paulo: Addison & Wesley. 2016

SOKOLOFF, D.R., THORNTON, R.K., Using Interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment, The Physics Teacher, vol. 35, Set. 1997.

Produto Educacional

AUTORES:

Evylin Cristina Costa Silva

Prof. Dr. Sc. Wandearley da S. Dias

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Alagoas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA