

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



EVYLIN CRISTINA COSTA SILVA

POEMAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA OS FUNDAMENTOS DA
MECÂNICA CLÁSSICA.

MACEIÓ

2023

EVYLIN CRISTINA COSTA SILVA

POEMAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA OS FUNDAMENTOS DA
MECÂNICA CLÁSSICA.

Dissertação de Mestrado apresentada 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.

Orientador: Prof. Dr. Wandearley da Silva Dias

MACEIÓ

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586p Silva, Evylin Cristina Costa.

Poemas no ensino de física: uma proposta para os fundamentos da mecânica clássica / Evylin Cristina Costa Silva. – 2023.

[111] f. : il. color.

Orientador: Wandearley da Silva Dias.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 58-61.

Apêndices: f. 62-[111].

1. Poema. 2. Ensino de física. 3. Aprendizagem lúdica. I. Título.

CDU: 53: 371.3

A minha maior referência de educadora e ser, minha
querida Mãe, Silvia Cristina.

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 001.

RESUMO

Este é um trabalho desenvolvido no agreste alagoano, numa escola da Rede Estadual de ensino, iniciado no ano de 2021 com finalização em 2022. Em um cenário pandêmico, com dificuldades acentuadas pela pandemia de COVID-19 além das enfrentadas corriqueiramente. Nesta proposta, a autora cria cinco poemas contendo três temas da mecânica clássica. Três dos cinco poemas são de conteúdos e os outros dois propõem a resolução de questões que foram propostas em edições anteriores do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. O trabalho tem por objetivo proporcionar aos alunos do Ensino Médio uma aprendizagem lúdica e significativa com a utilização de poemas no ensino da ciência chamada Física. Utilizamos por base a teoria da aprendizagem significativa desenvolvida por David Ausubel e o currículo em espiral, descrito por Bruner. Em nossa pesquisa, utilizamos da análise qualitativa como meio de verificação e validação da nossa proposta. Como esperado, pudemos constatar através da análise dos resultados obtidos que a utilização de poemas no ensino de Física além de facilitar o entendimento, desperta a curiosidade e o interesse dos alunos, sendo uma forma diversa da abordada cotidianamente, provocando nos mesmos a percepção de que a Física vai além de cálculos e equações, sendo uma maneira convidativa aos estudantes em geral.

Palavras-chave: Aprendizagem, ensino de Física, poemas.

ABSTRACT

This is a work developed in the "agreste" region of Alagoas, in a state school that started in 2021 and will end in 2022. In a pandemic scenario, with difficulties accentuated by the COVID-19 pandemic in addition to those commonly faced. In this proposal, the author creates five poems containing three themes from classical mechanics. Three of the five poems contain content and the other two propose the resolution of questions that were proposed in previous editions of the National High School Exam - ENEM. The purpose of the work is to provide high school students with playful and meaningful learning through the use of poems in teaching science called Physics. We used as a basis the theory of significant learning developed by David Ausubel and the spiral curriculum described by Bruner. In our research, we used qualitative analysis as a means of verification and validation of our proposal. As expected, we were able to verify through the analysis of the results obtained that the use of poems in physics teaching, in addition to facilitating understanding, arouses the curiosity and interest of students, which is a form different from that discussed on a daily basis, making students realize that Physics goes beyond calculations and equations, and is an inviting way for students in general.

Keywords: Learning, physics teaching, poems.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	09
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 David Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa.....	11
2.2 Currículo em espiral de Bruner.....	16
3. ENSINO DE FÍSICA.....	21
3.1 Diferentes abordagens.....	21
3.2 Utilização de Poemas no Ensino de Física.....	23
4. PRODUTO EDUCACIONAL.....	26
4.1 Descrição/Apresentação.....	26
4.2 Física básica.....	31
4.2.1 Grandezas físicas.....	31
4.2.2 A velocidade das coisas.....	35
4.2.3 Leis de Newton.....	37
5. METODOLOGIA.....	44
5.1 Aplicação.....	44
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
8. REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A – POEMAS PRODUZIDOS NESTE TRABALHO.....	62
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA.....	68
APÊNDICE C – PLANOS DE AULA.....	76
APÊNDICE D - PRODUTO EDUCACIONAL E SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	79

1 APRESENTAÇÃO

A cada ano que passa, os alunos, aparentemente, perdem um pouco mais do interesse no ensino. Chegam ao Ensino Médio desmotivados e sem entender o real sentido de aprender as disciplinas propostas, cabendo ao professor, mostrar e atrair o alunado a gostar das disciplinas. A sensação é que este esforço é maior quando lidamos com a física, disciplina que exige linguagem matemática, interpretação das questões propostas, além de um grau de abstração. É bem verdade, que é necessária uma ressignificação dos conteúdos, de metodologias que tornem seu ensino mais interessante ao perfil do adolescente inquieto, imediatista e com elevado potencial de criação latente. O professor está buscando essa interação entre o científico e o popular, e principalmente, despertando o aluno para uma apropriação mais sólida dos conteúdos.

Nesta perspectiva, diferentes abordagens têm sido propostas e/ou empregadas, como por exemplo, experimentação, experimentos virtuais, revistas em quadrinhos, jogos, poemas em cordel, entre outras. Muitas pesquisas têm sido realizadas nessa linha, Moreira (2002) reforça o uso de poesia, Borges (2002) relembra a necessidade dos laboratórios, Veiga (1996) comenta sobre recursos didáticos em uma sociedade repleta de tecnologias. Dentro deste contexto, neste trabalho exploramos a utilização de poemas no Ensino de Física.

Os poemas utilizados foram de autoria da própria autora, que utilizou linguagem típica do nordestino, bem como buscou abordar dúvidas que muitos alunos sentem no decorrer das aulas, bem como a resolução de exercícios da mesma temática. Foi pensado em melhorar o ensino de Física. Entendendo que a dinâmica de poemas pode facilitar a compreensão do alunado a respeito de conceitos físicos. Trazendo poemas para o ensino de física, de forma escrita e também com a produção de vídeos. Nos vídeos, a autora, com traje típico nordestino, declama os poemas, complementando as aulas do conteúdo.

Os conteúdos abordados nos poemas foram: grandezas físicas, velocidade e leis de Newton. Note que são conteúdos normalmente lecionados no início do primeiro ano, o propósito disto é, além de entender o conteúdo, mostrar aos alunos que a Física não precisa ser difícil de ser aprendida, que pode ser divertida e ainda que o aluno que tem facilidade com a língua portuguesa pode também gostar de Física. Foi aplicado numa escola pública do agreste alagoano em que abordamos conteúdo do 1º ano do ensino médio através de poemas, buscando aproximar os conteúdos de Física ao cotidiano do alunado, levando em conta os conhecimentos previamente concebidos.

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: No capítulo 1, contemplamos esta apresentação, informando e elencando a construção deste trabalho. No capítulo 2, abordaremos o referencial teórico das teorias da aprendizagem na qual discutiremos a aprendizagem significativa de David Ausubel e o currículo em espiral de Bruner. No capítulo 3, trataremos sobre o ensino de física, suas diferentes abordagens e ainda da utilização de poemas. No capítulo 4, falaremos sobre o produto educacional construído, apresentando e descrevendo sua utilização, ainda neste capítulo, teremos o referencial teórico da física básica abordada. No capítulo 5, trataremos da metodologia utilizada nesta pesquisa. No capítulo 6, falaremos da análise dos dados e dos resultados obtidos. Por fim, no capítulo 7, temos as conclusões e considerações finais, o Produto educacional e a sequência didática proposta para o ensino de Física estão no apêndice

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde as primeiras civilizações, a aprendizagem e como ela acontece é motivo de preocupação e curiosidade. A ideia chave é aprender a aprender, precisamos entender como ela ocorre e criar formas eficazes de aprendizagem. Muitos são os estudos e teorias da aprendizagem que explicam e exemplificam a forma como o ser humano adquire novos saberes, desde abordagens a exemplo do Behaviorismo, Gestaltismo a teorias como a de Jean Piaget, Vygotsky, Ausubel ou mesmo Bruner, dentre outras. Neste trabalho, teremos por base duas teorias da aprendizagem, são elas: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e o currículo em espiral de Bruner, ambas se baseiam e promovem o conhecimento prévio do aprendente. A seguir trataremos destas duas teorias.

2.1 David Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa

O processo de ensino de ciências necessita de metodologias que facilitem aos estudantes a fazerem ligações dos assuntos que estudam com sua vida cotidiana, para que sua formação cidadã seja ética e crítica, bem como, sejam conscientes e consigam processar o mundo à sua volta. Nesse sentido, David Paul Ausubel, em 1963, propôs uma teoria revolucionária, a teoria da aprendizagem significativa. Essa nova metodologia visa integrar assuntos escolares com os conhecimentos próprios dos estudantes (DARROZ, 2018).

A teoria de Ausubel é embasada em princípios organizacionais da cognição, que se relaciona ao conhecimento adquirido e ao entendimento das informações e não meramente à memorização. Essa metodologia explica o processo de aprendizagem humano, a sua relação com os conteúdos que se agregam de maneira hierarquizada de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes, conhecido como subsunçores, os quais funcionam como âncoras, assim, possibilitando o crescimento cognitivo e a aprendizagem (GOMES *et al.*, 2009).

De forma detalhada, um subsunçor consiste em conceitos ou noções que já existem na estrutura cognitiva da pessoa e que podem servir de pontos de ancoragem, como citado acima, contribuindo para que as novas informações encontrem uma nova forma de se integrar a aquilo que a pessoa já sabe. Nessa interação, estes novos conceitos ou conhecimentos se ligam a estrutura cognitiva de forma mais completa (DARROZ, 2018).

O ensino apenas expositivo limita o envolvimento e absorção dos conhecimentos pelos estudantes, tornando-se passivos neste processo de aprendizagem, dificultando a sua formação autônoma, crítica e criativa, como a sociedade necessita. Isso acontece devido às dificuldades que os professores enfrentam em relação às estratégias didáticas, uma vez que ainda é prevalente nas escolas um ensino descontextualizado e disciplinar (PUHL, MULLHER, LIMA, 2020).

Diante disso, Ausubel, em seus relatos, relata que os educadores devem procurar conhecer seus educandos, sua realidade e o que eles já sabem. Sua teoria explica como funcionam os mecanismos internos para o desenvolvimento e a estruturação da aprendizagem humana. Ele acredita que o cérebro humano é altamente organizado no armazenamento de informações, formando uma hierarquia conceitual. Esse processo de armazenamento de informação é denominado por ele como estrutura cognitiva, na qual as ideias são encadeadas com os conhecimentos que o indivíduo já contém com as novas ideias (DISTLER, 2015).

Para Ausubel, apenas o fato de nascer e viver já basta para inserir elementos fundamentais na mente de uma pessoa, assim, novas ideias podem se vincular com aspectos já existentes na estrutura cognitiva de um indivíduo, e, nesse processo, ambos se integram e modificam. Durante a aprendizagem significativa, existem dois processos importantes, que é a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (DARROZ, 2018).

A diferenciação progressiva acontece quando o subsunçor se modifica a partir da inserção de uma nova informação, que também se alterou e recebeu um novo significado. Já a reconciliação integrativa, que acontece na aprendizagem significativa superordenada ou na combinatória, se estabelece quando existem relações na estrutura cognitiva dos subsunçores, que adquirem novos significados (DARROZ, 2018).

Nesse processo, a aprendizagem significativa incentiva o estudante a pensar de forma prática, integrando o conhecimento de forma facilitada e mais complexa. É através desta metodologia que os padrões dogmáticos são quebrados e a relação professor/aluno se modifica em uma relação mestre/professor. Lembrando que, há a flexibilização dos papéis, onde o aprendiz também é mestre e vice-versa, sendo possível o alcance do verdadeiro ideário professor/mestre: contribuir para a formação humana (PUHL, MULLHER, LIMA, 2020).

Para que a aprendizagem significativa proposta por Ausubel alcance os resultados esperados, assim, sendo mais duradoura e permanente na mente, é necessário que três condições sejam alcançadas, são elas, nas palavras de Aragão (1976, p. 84):

1. Intenção do aluno para aprender significativamente, isto é, disposição de relacionar o novo material não arbitrária e substantivamente à sua estrutura cognitiva (...).

2. Disponibilidade de elementos relevantes na sua estrutura cognitiva, com os quais o material a ser aprendido possa relacionar-se de modo não arbitrário e substantivo, incorporando-se à estrutura, e
3. Que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para ele, isto é, relacionável de modo não arbitrário e substantivo aos elementos relevantes da sua estrutura cognitiva.

Nesse sentido, para Ausubel, para que aconteça uma aprendizagem significativa é importante a ocorrência de certos pressupostos, tais como: disposição do estudante em aprender de forma substantiva e não arbitrário a sua estrutura cognitiva, a presença de ideais relevantes em sua estrutura cognitiva e o material potencialmente significativo (NETO, 2006).

No que se refere ao primeiro pressuposto, mesmo que o estudante se relacione com material de aprendizagem com sua estrutura cognitiva (subsunçores), substantiva e não arbitrariamente, não haverá aprendizagem significativa quando houver o propósito da memorização. Já em relação ao segundo pressuposto, requer que o estudante já possua essas ideias subsunçores em seu cognitivo, de forma substantiva e não arbitrária ao novo conhecimento a aquilo que já conhece (NETO, 2006).

Para Ausubel, acontece diferentes tipos de aprendizagem em uma sala de aula e que podem ser diferenciados em duas dimensões básicas: a aprendizagem significativa e a aprendizagem memorística. Para que aconteça a prevalência e o maior alcance de uma dessas dimensões depende da forma de que o conteúdo é abordado e do tipo de estratégia pedagógica adotada pelo professor, como também, a forma que a estrutura cognitiva do estudante incorpora a nova informação (FRAZZON, 1999).

Na primeira dimensão, a forma que o estudante absorve o novo conhecimento a sua estrutura cognitiva divide-se em duas modalidades, a primeira refere-se a aprendizagem repetitiva e memorística e a segunda, a aprendizagem significativa, onde existe a relação significativa e não arbitrária a nova informação. A segunda dimensão refere-se muito a forma que os conteúdos são abordados, as metodologias e as estratégias de ensino, podendo, ser divididas, em: 1 – aprendizagem por recepção, onde ao aluno cabe o papel de recepção e de apropriação do armazenamento da informação, que pode acontecer de forma memorística ou significativa; 2 – aprendizagem por descoberta, nesta, o conteúdo ainda não está elaborado e cabe ao estudante a busca e a elaboração da informação (FRAZZON, 1999).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. Visto que o material de aprendizagem é apenas potencialmente significativo, sendo necessário existir mecanismos de aprendizagem significativos. Para ele, existiam três tipos de aprendizagem por recepção significativa, a aprendizagem representacional, a aprendizagem conceitual e a aprendizagem proposicional (AUSUBEL, 2000).

A aprendizagem representacional acontece quando os significados dos símbolos arbitrários se equiparam aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o estudante/aprendiz o significado, independente do que seja. Acontece, dessa forma, quando o indivíduo relaciona o objeto ao símbolo que o representa. Esse tipo de aprendizagem se aproxima da aprendizagem mecânica ou automática. É significativo, pois, tais preposições de equivalência representacional podem se associar de forma não arbitrária, de forma significativa. São exemplos de aprendizagem representacional nomear, classificar e definir funções (AUSUBEL, 2000).

Em relação à aprendizagem conceitual, para Ausubel, os conceitos representam unidades genéricas ou ideias categóricas e são representadas por símbolos específicos. Existem dois métodos gerais deste tipo de aprendizagem, a primeira é a formação conceitual, que acontece principalmente nas crianças jovens. A segunda refere-se à assimilação conceitual, forma dominante de aprendizagem conceitual também em crianças em idade escolar e nos adultos (AUSUBEL, 2000).

No que concerne à aprendizagem proposicional, compreende-se os significados expressos em grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças. Nesse tipo de aprendizagem, à medida que surgem novos significados depois de uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa, há relação e interação com as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2000).

O processo de ensino utilizando a teoria de Ausubel envolve inúmeras variáveis, dentre elas, pode-se citar: professores capacitados, ambiente adequado, conhecimentos prévios dos estudantes, contexto socioeconômico dos estudantes, material didático apropriado e potencialmente significativo, dentre outros. Essas variáveis se relacionam de tal forma, que se tornam dependentes e que uma pode interferir diretamente ou indiretamente na outra (SILVA, 2020).

Para Ausubel, a variável mais relevante, se fosse possível separá-las e elencá-las, seria o conhecimento prévio dos estudantes. É importante a valorização desse conhecimento durante o processo de aprendizagem, visto que o novo conhecimento aprendido deve possuir significado e sentido para o aluno. Vale salientar que não é qualquer conhecimento prévio que irá influenciar o processo de aprendizagem significativa, mas sim, os conhecimentos prévios relevantes (SILVA, 2020).

Em relação às variáveis da estrutura cognitiva, as mais importantes, de acordo com Ausubel (2000, p. 11), são as seguintes:

- (1) a disponibilidade de ideias ancoradas e especificamente relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, a um nível óptimo de inclusão, generalidade e abstracção;
- (2) o ponto até onde se podem discriminar estas ideias dos conceitos e princípios quer semelhantes, quer diferentes (mas potencialmente confusos), no material de instrução;
- (3) a estabilidade e clareza das ideias ancoradas.

Para Ausubel, para alcançar a aprendizagem significativa é preciso o envolvimento do aluno na recepção ou descoberta do conhecimento. Para ele, há uma crítica relação entre saber como se aprende (como se incorpora à estrutura e esquemas cognitivos prévios novos conhecimentos) e saber como fazer o estudante a aprender melhor (envolve procedimentos e estratégias didáticas e metodológicas) (FRAZZON, 1999).

Para aprender significativamente é preciso que o aluno esteja disposto, colocando essa disposição de forma totalmente voluntária e consciente. Dessa forma, cabe ao estudante escolher a forma que quer aprender. Essa predisposição do aluno em querer aprender é uma condição extremamente difícil de ser satisfeita, pois não depende apenas da motivação extrínseca do aluno, mas da motivação intrínseca, dependente da vontade permissiva do indivíduo. A vontade permissiva está relacionada à vontade do aluno em querer aprender o assunto, considerando que aquele assunto poderá ser útil em sua vida, diante disso, ele permite ser ensinado pelo professor (SILVA, 2020).

Ausubel destaca dois princípios facilitadores da aprendizagem, que são a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, citados anteriormente. Assim, a aplicação da sua teoria de aprendizagem em sala de aula assenta em dois princípios, de acordo com Moreira e Valadares (2000, p. 133):

- i) As ideias mais gerais devem ser apresentadas em primeiro lugar sendo posteriormente e progressivamente diferenciadas em termos de maior detalhe e especificidade;
- ii) As unidades programáticas devem proceder à integração dos novos materiais com uma prévia informação introdutória, através de comparações e referências cruzadas entre as ideias novas e as já existentes.

Já para que ocorra uma aprendizagem significativa, são necessárias duas condições. A primeira, refere-se à disposição do aluno em aprender, como citado em parágrafos anteriores, pois se o estudante apenas possui a intenção em memorizar o material de forma arbitrária e literal, não haverá aprendizagem significativa. A segunda refere-se ao material a ser aprendido, este deve ser potencialmente e psicologicamente significativo para o aluno (MOREIRA; VALADARES, 2000).

Moreira e Valadares (2000, p. 133), discorre sobre algumas ilações que podem ajudar os professores a fazerem com que seus estudantes aprendam de forma significativa, tais como:

(1) Os materiais introdutórios são importantes;(2) Os materiais de aprendizagem devem estar bem organizados;(3) As novas ideias e conceitos devem ser potencialmente significativos para o aluno; (4) A “ancoragem” dos novos conceitos a estruturas cognitivas previamente existentes, nos alunos, tornará os novos conceitos recordáveis e, conseqüentemente, passíveis de serem utilizados em futuras aprendizagens.

Conclui-se que, no ensino de física, a aprendizagem significativa contribui de forma ilustre para a construção do conhecimento duradouro do aluno, quando realizada de forma correta. Apresenta maior funcionalidade quando relaciona o novo conhecimento com o conhecimento já adquirido pelos educandos em seu cotidiano, oferecendo mais possibilidades de interação com novas situações e conteúdos.

2.2 Currículo em espiral de Bruner

Bruner apresenta seu conceito de currículo em espiral em seu livro “Processo of education”, publicado em 1960. Para ele, à medida que um currículo se desenvolve, é preciso voltar repetidas vezes a ideias básicas, elaborando e reelaborando-as, até que o estudante consiga captar inteiramente a sua completa formulação sistemática (SILVA; PIRES, 2013).

Em relação ao conceito de currículo em espiral, Bruner (1973, p. 49) discorre:

Se considera crucial a compreensão de número, medida ou probabilidade na busca da ciência, então a instrução nesses assuntos deverá ser iniciada tão cedo e da maneira intelectualmente mais honesta possível e consistentemente com as formas de pensar da criança, deixando que os tópicos sejam desenvolvidos várias vezes em graus posteriores.

O currículo em espiral favorece a aprendizagem a partir do entendimento de como os estudantes compreendem o mundo baseado em suas representações. Nesse aspecto, o currículo em espiral irá conduzir o professor a uma estruturação de conteúdos de ensino, que se inicia em aspectos básicos da matéria e em seu progresso, como um espiral. Dessa forma, os assuntos que se iniciam como temas mais gerais e superficiais irão com o tempo progredindo para outros mais específicos e aprofundados, assim, os estudantes entram em contato com o conteúdo várias vezes, de diferentes formas e, a partir disso, estrutura e descobre nos mesmos contextos e em diferentes momentos e níveis de profundidade (BORGES *et al.*, 2020).

Conforme Roldão (1994, p. 63), o currículo em espiral não tem como objetivo determinar os tópicos que serão trabalhados em determinada disciplina, mas sim, que seja uma

estratégia adotada fundamentada no desenvolvimento da criança, que facilite o processo de aprendizagem, como o mesmo discorre:

O currículo em espiral é fundamentado pela caracterização do desenvolvimento dos estágios. No entanto, esta fundamentação é vista como uma orientação para adaptar estratégias de ensino aos diferentes modos de ver o mundo em diferentes idades e não para selecionar ou excluir conteúdo ou conceitos.

Nesse sentido, o currículo em espiral favorece uma organização do tempo e espaço pedagógico, conectados aos objetivos de ensino. Sendo assim, de acordo com Bruner, incluir o respeito e os modos de pensar do aprendiz em desenvolvimento, o material adequado (de forma lógica e atrativa), que seja capaz de desafiar a progressão e a introdução precoce de ideias e estilos, irá contribuir para a formação de pessoas educadas (BORGES *et al.*, 2020).

Diante disso, o conceito de aprendizagem em espiral traz que qualquer ciência pode ser ensinada, pelo menos nas suas formas mais simples, a alunos de todas as idades, uma vez que tais tópicos serão abordados novamente, sendo possível aprofundar a temática (MARQUES, 2002).

Nessa perspectiva, os ideais desenvolvidos por Bruner trazem à tona grandes implicações para o ensino, sendo necessário alinhar os temas à cognição dos escolares. É preciso que os educadores levem em conta a linguagem a ser utilizada, a metodologia a ser adotada, se o assunto será abordado de forma mais superficial ou profunda, dentre outros aspectos (SILVA; PIRES, 2013).

Para Bruner existem dois tipos de ensinar, o primeiro refere-se ao modelo expositivo e o outro ao modelo hipotético. No modelo expositivo, o professor é o expositor e o aluno apenas o ouvinte. Já no modelo hipotético, ambos, o professor e o estudante, estão em um processo contínuo de cooperação. Nesse modelo, o aluno possui maior autonomia e participação, passa a formular e a ficar ciente das alternativas, possuindo, também, maior liberdade de expressão (GOI; SANTOS, 2018).

Nessa perspectiva, Bruner discorre que por meio do aprender através de descobertas há a existência de diversos benefícios, tais como: o aumento do potencial intelectual, a passagem de recompensas extrínsecas para intrínsecas, o aprendizado da heurística do descobrimento e a conservação da memória, por exemplo.

De forma detalhada, para Bruner, o potencial intelectual é desenvolvido através da resolução de problemas e das iniciativas de pesquisa. Sendo assim, o indivíduo que pesquisa consegue transformar o que foi descrito como hipótese, bem como, enfatizar a descoberta

levando a criança a aprender diversas formas de resolver problemas, aprendendo a lidar com a tarefa de aprender (GOI; SANTOS, 2018).

Em relação a passagem de recompensas extrínsecas para intrínsecas, Bruner debate que os motivos extrínsecos, por exemplo, de ensinar uma criança uma atividade cognitiva, está no desafio de libertá-la do controle de punições e recompensas que o ambiente em que vive a expõe. Muitas vezes, essas punições e recompensas são exercidas pelos próprios pais e professores que ignoram ou subestimam a capacidade cognitiva da criança, motivos intrínsecos (GOI; SANTOS, 2018).

No que concerne à heurística do conhecimento, é através dela que é possível refletir sobre como utilizar meios com o ideal de ampliar a atividade de descoberta. Sendo assim, a atividade de pesquisa e investigação parecem possuir uma relação direta no processo de descobrir. É possível gerar uma descoberta, quando se olha a resolução de problemas como algo que deve ser pesquisado e discutido (GOI; SANTOS, 2018).

No que se refere a conservação da memória, segundo Bruner, é um dos benefícios que o trabalho por descoberta pode proporcionar. Nesse aspecto, a chave para se recuperar as informações está na organização e no conhecimento de onde está a informação guardada na memória, podendo ser acessada quando o material que o estudante manipula é organizado, de acordo com seus interesses e a sua estrutura cognitiva (GOI; SANTOS, 2018).

Bruner considera que as crianças possuem quatro características congênitas que os predispõem ao gosto de aprender, sendo elas, a curiosidade, a procura de competência, a reciprocidade e a narrativa. No que se refere a curiosidade, pode-se dizer que é uma característica prevalente e facilmente observável nas crianças. Já a procura de competência está relacionada à capacidade das crianças em procurar imitar o que os adultos fazem, tendo como objetivo recriar e reproduzir esses comportamentos e competências. A reciprocidade envolve a necessidade de responder às pessoas e de operar em conjunto, para alcançar objetivos comuns. Por fim, a narrativa refere-se à predisposição das crianças em criarem suas próprias narrativas de suas experiências, tendo como objetivo transmitir esses relatos (MARQUES, 2002).

Bruner, aborda três ideias para que qualquer assunto possa ser ensinado com eficiência a qualquer criança, sendo o primeiro o processo do desenvolvimento intelectual da criança, o segundo o próprio ato de aprendizagem e o terceiro refere-se à noção do currículo em espiral. Para ilustrar seu argumento, Bruner recorre ao desenvolvimento intelectual baseado nos diferentes estágios do desenvolvimento de Piaget (GOI; SANTOS, 2018).

Para Bruner, há três fases do desenvolvimento cognitivo, sendo as seguintes: 1) na primeira fase a criança possui maior facilidade de aprender através da manipulação de objetos,

isso se dá devido as representações dos acontecimentos passados por meio de respostas motoras; 2) neste, a representação icônica baseia-se na organização visual, sendo possível organizar percepções e imagens, assim como, reproduzir objetos com maior facilidade, se fazendo bastante dependente da sua memória visual, concreta e específica; 3) a representação simbólica, nesta fase, há a constituição mais elaborada de representação da realidade, pois a criança é agora capaz de representar a realidade por meio de uma linguagem simbólica. Lembrando que, a passagem por cada etapa varia de criança e depende da sua riqueza de imersão no meio cultural e linguístico (LEÃO; GOI, 2021).

Para Bruner, um currículo escolar deve ser estruturado em torno de temas, princípios e valores que sejam importantes para a sociedade, para serem trabalhados de forma contínua. Quando se analisa uma matéria do colégio primário, por exemplo, deve-se existir o questionamento da sua utilidade para a vida adulta, visto que tê-la assimilada ainda criança o fará um adulto melhor. Contudo, se as conclusões apresentam aspectos negativos, não há sentido desses assuntos fazerem parte do currículo escolar. Por exemplo, se julga-se importante o entendimento de números, probabilidade e medida na busca da ciência, logo esses assuntos devem ser apresentados cedo, levando sempre em consideração as formas de pensar da criança, trabalhando esses tópicos de maneira contínua, conforme o avançar do ensino (SILVA, 2017).

De acordo com Bruner, o processo de aprender um assunto envolve três processos concomitantemente, sendo eles: 1) aquisição, refere-se ao ato de obtenção de novas informações; 2) transformação, ato de transformar ou adaptar o conhecimento a novas tarefas; 3) avaliação (crítica), forma de avaliar se o jeito que se manipula a informação é o mais adequado. Nesse sentido, os professores devem adaptar os conteúdos a serem apresentados aos alunos conforme a necessidade deles e suas capacidades, levando em conta os três processos citados acima (SILVA, 2017).

Considerando o que já foi citado acima, a teoria de Bruner é centrada na participação ativa das crianças no processo de aprendizagem por investigação, que leva a uma descoberta. Sua teoria aborda o ensino no formato de um currículo em espiral à medida que explora o desenvolvimento da criança. Para que seu desenvolvimento aconteça da melhor forma, é preciso um ambiente favorável, como também, matérias que possibilitem alternativas para que os estudantes realizem relações e estabeleçam similaridades com as ideias apresentadas. Diante disso, o currículo em espiral possibilita a aprendizagem em diferentes níveis de profundidade e de modos de representação, sendo necessário que o educador direcione bem a criança neste processo (BORBA, GOI, 2021).

Nessa direção, o desenvolvimento intelectual da criança pode ser favorecido quando a instituição onde estuda aplica um currículo organizado no formato espiral, pois o indivíduo começa a aprender ideias básicas para as mais gerais. Essa concepção de Bruner caracteriza-se por alguns critérios, sendo eles, de acordo com o estudo de Borda e Goi (2021, p. 4):

a) por independência crescente da resposta em relação à natureza imediata do estímulo; b) fundamenta-se em compreender eventos de um dado sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente; c) O desenvolvimento intelectual é caracterizado pela capacidade em lidar com diversas situações simultaneamente, atender a várias sequências ao mesmo tempo, e disseminar tempo e atenção a todas essas demandas.

Para que seja efetivado, Bruner aponta três modos de representação de mundo, pelos quais o indivíduo pode passar, a representação ativa, a icônica e a simbólica. A partir disso, as pessoas são capazes de processar e representar as informações, podendo manusear a ação, organizar de forma perceptiva as imagens e pela utilização de símbolos. Esse processo de desenvolvimento intelectual baseia-se na relação sistemática e contingente entre o professor e o aluno, na qual o professor utilizando apropriadamente as técnicas de aprendizagem ensina a criança (BORDA; GOI, 2021).

Concomitantemente ao que foi citado acima, Bruner descreve que é imprescindível que o docente respeite a etapa de desenvolvimento intelectual que se encontra a criança, a sua forma de pensar, sua linguagem, seus conhecimentos e suas particularidades do cotidiano. É necessário que o professor estimule a curiosidade, ao levantamento e teste de hipóteses e como se dá sua postura neste processo.

Conclui-se, então, que a teoria de Bruner contribui nos processos de ensino e aprendizagem, visto que quando o estudante assume um papel central de aprendizagem, cabe a ele a construção de seu conhecimento. Diante disso, é fundamental, principalmente nos conteúdos de ciências da natureza, que os professores organizem o currículo escolar através da proposta de Bruner.

3 ENSINO DE FÍSICA

3.1 Diferentes abordagens

A Física é, historicamente, uma disciplina difícil de ser compreendida e esta é uma concepção que precisa ser desmistificada. É uma ciência experimental cuja observação da natureza determina suas leis, expressas através da linguagem matemática. É contemplada no currículo da Educação Básica somente no 9º ano do Ensino Fundamental, como componente curricular de ciências juntamente com Química e Biologia; no Ensino médio, ciências é desmembrada agregando ao currículo as 3 disciplinas. Física, tem em sua matriz um extenso conteúdo programático, poucas horas aulas por semana e a dificuldade histórica transmitida de pai para filho, de tal maneira é cada vez menos compreendida pelos discentes.

Ao considerarmos o cenário educacional, é preciso ter em mente a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que define as competências que devem ser vistas pelos alunos em idade de educação escolar. Em vigor em 2022, esta nova base apresenta diversas mudanças no Ensino Médio. Entre elas, temos a disciplina de física, que antes tinha 80 horas anuais, e passa a ter apenas 40 horas anuais nesta nova conjuntura. Isto corresponde somente a uma aula de física por semana. Ou seja, o que já era pouco, acabara de ficar menor.

Quanto a BNCC, está em seu texto (p.09):

“[...]é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE)[...]”

A nova BNCC visa à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

As disciplinas não são vistas como componente curricular isoladamente e sim como áreas, em que física contempla juntamente com química e biologia as ciências da natureza e suas tecnologias. São vistas e apresentadas de forma contextualizada, sendo então a nova proposta um único livro didático por área. A ideia é a promoção dos conhecimentos científicos na resolução de seus problemas do cotidiano, a BNCC relata (p. 549):

“A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras.”

Um termo importante e que é sempre trazido pela base é a importância do protagonismo do estudante. A base relata ainda (p. 551):

“A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental.”

Protagonismo estudantil, interdisciplinaridade, demandas do mundo moderno e preparação para o trabalho são conceitos amplamente discutidos e propagados dentro da BNCC. Com as mudanças impostas neste novo regime, é pouco provável que o ensino de física deixe o modelo predominante, caracterizado pela aplicação de fórmulas e de regras matemáticas para chegar a uma resposta satisfatória, para trás. Os estudantes não conseguem associar os assuntos abordados em sala com sua vivência. Assim, o processo passa a ser desestimulante.

É evidente que a resolução matemática de exercícios é imprescindível para o aprendizado, uma vez que a matemática é fundamental para explicação e compreensão dos fenômenos físicos. Contudo, cabe salientar que a simples resolução de exercícios não garante uma aprendizagem significativa. Entenda-se aprendizagem significativa como aquela em que o estudante é capaz de relacionar, de forma relevante, os conhecimentos prévios dele com os novos conhecimentos adquiridos. Neste sentido, Pelizzari, Kriegl, Baron, Finck e Dorocinski contribuem para um melhor entendimento quando comentam que:

Para haver uma aprendizagem significativa são necessárias duas condições: Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio. (Pelizzari A. Kriegl M.L. Baron M.P. Finck N. T. L. Dorocinski S. I. 2001/2002. p. 38.)

Ainda muito presente nas escolas, o modelo conhecido como “método tradicional de ensino” propõe aos alunos um comportamento passivo diante de um instrutor (professor), que apresenta o procedimento a ser seguido em situações específicas. Tal cenário é muitas vezes justificado em função da estrutura física da escola (falta de laboratórios de ensino) e ausência

de recursos didáticos, tempo disponível para a preparação das aulas e ainda, a amplitude do conteúdo a ser abordado.

Numa tentativa de mudança, vários pesquisadores na área de ensino de física propõem novas atitudes e práticas docentes como estratégias melhorar o aprendizado da física. Temos como exemplo a revisão dos conteúdos e a serem abordados utilização de jogos, a utilização de materiais de baixo custo como alternativa à falta de materiais específicos de laboratório, bem como a utilização de simuladores virtuais como alternativa à falta tanto de equipamentos quanto de ambientes laborais. Outra possibilidade é a utilização de laboratórios remotos. Neste caso, uma dada instituição que possui equipamentos para a experimentação, disponibilizam o acesso via internet para que professores e alunos possam realizar suas aulas experimentais a distância.

Uma proposta que vem ganhando força em diferentes áreas são os poemas como recurso didático, estes que possuem um forte caráter interdisciplinar, valorizando a cultura popular e tendo grande oralidade e musicalidade, permitindo aos discentes aprender os conceitos abordados de forma lúdica. Para MOREIRA (2002), a poesia, a arte e o ensino de ciências são indispensáveis para a experiência humana podendo ser interdisciplinares, afirma:

A poesia e a arte, que parecem constituir necessidades urgentes de afirmação da experiência individual, uma visão complementar e indispensável da experiência humana, não podem ficar de fora das atividades interdisciplinares com os jovens nas escolas, mesmo aquelas ligadas ao aprendizado de Ciências.

Dada a importância deste último tema para o nosso trabalho, apresentaremos na próxima seção uma discussão mais detalhada.

3.2. Utilização de poemas no ensino de Física

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. Em 2004 (p.35), CARVALHO já dizia: “Não podemos mais continuar ingênuos sobre como se ensina, pensando que basta conhecer um pouco o conteúdo

e ter jogo de cintura para mantermos os alunos nos olhando e supondo que enquanto prestam atenção eles estejam aprendendo”.

A forma como essa área é, frequentemente, abordada na escola é abstrata e distante da realidade dos estudantes de modo que as atividades tradicionalmente desenvolvidas em sala de aula perdem seu significado, já que o conhecimento é jogado ao estudante de forma pronta e acabada e sem relação com a realidade que ele conhece. O protagonismo do aluno deve ser estimulado e seu conhecimento prévio, valorizado. O aluno tem, em sua estrutura cognitiva, informações prévias que podem ser estimuladas e utilizadas para ancorar o novo aprendizado, a esse conhecimento prévio, David Ausubel chamou de subsunçores.

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. Precisamos construir pontes entre os conceitos científicos e suas aplicações ao mundo moderno de modo acolhedor e convidativo ao perfil dos estudantes.

Pensando nesta problemática, muitas são as tentativas de trazer novas didáticas que sejam interessantes e mais próximas a realidade dos discentes.

AZEVEDO (2007) relata:

Atualmente a pesquisa em ensino de ciências aponta alguns motivos para relacionar ciência e arte, argumenta-se que ao dinamizar as aulas de Física, torna-se explícito que as aulas de ciências, não precisam ser frias e impessoais, mostrando o mundo como se estivéssemos fora dele, ou aparentemente sem nenhuma sensibilidade

MOREIRA (2002) corrobora e reitera:

Ciência e poesia pertencem à mesma busca imaginativa humana, embora ligadas a domínios diferentes de conhecimento e valor. A visão poética cresce da intuição criativa, da experiência humana singular e do conhecimento do poeta. A Ciência gira em torno do fazer concreto, da construção de imagens comuns, da experiência compartilhada e da edificação do conhecimento coletivo sobre o mundo circundante

Com base nessa compreensão, a busca por um recurso contemporâneo no ensino de Física se deu pela necessidade e a vontade de trabalhar algo original, tangível e agradável auxiliando na aprendizagem dos alunos. A cultura de poemas expressada através da música e poesias, tem o poder de atrair a atenção e curiosidade das pessoas e em sua simplicidade e beleza acabam por provocar encantamento ao público, cumprindo com a tarefa proposta.

ARAÚJO (2009) em seu trabalho *Medida e poesia na constituição de uma educação científica*, ocupa-se de uma discussão acerca da importância em falar uma linguagem exotérica, passível de entendimento do grande grupo, se valendo da temática “medidas”. Faz

correspondência entre as concepções de Heidegger e Bachelard, afirmando (ARAÚJO, 2009 p.5): “*A relação entre poesia e medida que antes parecia esotérica em Heidegger, por ser a poesia um tema raramente transversalizado com a ciência em sala de aula em Bachelard é anunciada como **uma novidade metodológica***”, (grifo nosso). Neste ponto de vista, a utilização de poemas é uma novidade boa para a popularização do ensino das ciências, incentivando a transversalidade e seu uso no meio científico. O que era antes visto como esotérico (língua escrita para especialistas) passa a ser exotérico.

JOSÉ MARIA (2020) em seu trabalho *Cordéis sobre terminologia para uso em turmas do EJA*, dissertação elaborada neste mesmo programa, discute o uso e a aplicabilidade de poemas em formato de cordel para o ensino de física, defendendo e comprovando a eficácia da metodologia proposta quando atrelada ciência e arte. Seu trabalho foi aplicado em turmas da EJA e também discute a aplicabilidade em turmas regulares de ensino.

Na próxima seção, teremos a apresentação de nosso produto educacional.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

Em sua página oficial, (<http://www1.fisica.org.br/mnpef/>), o MNPEF tem a seguinte definição:

O Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física [...] O objetivo é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula [...].

Note que, o programa tem como objetivo capacitar os professores atuantes da educação básica quanto a física e a novas metodologias de ensino, diante desta perspectiva, a dissertação e o produto educacional são requisitos para a obtenção do título de mestre. Como nos afirma Marcos Antônio Moreira (2015), Coordenador da Comissão Acadêmica do MNPEF/SBF:

MNPEF não tem como foco a pesquisa em ensino de Física, mas sim o desenvolvimento de produtos educacionais, a implementação desses produtos em sala de aula e um relato de experiência dessa implementação. Resultados de pesquisa em ensino de Física há muitos, desde os anos setenta do século passado, mas esses resultados não chegam à sala de aulas de Física, ficam nas revistas. O MNPEF é uma boa oportunidade de trazer esses resultados às aulas de Física. O produto educacional pode ser um aplicativo, um texto para o professor, um vídeo, uma estratégia didática, o uso do computador, do celular, etc., em sala de aula para ensinar Física. As possibilidades são muitas, o importante é inovar, gerar um produto, usá-lo em situação real de sala de aula e relatar (na dissertação) o que aconteceu.

De tal maneira, o propósito do produto educacional é desenvolver metodologias que auxiliem o professor da educação básica no ensino e na divulgação da Física, provocando um ensino de física melhor a cada dia.

4.1. Descrição/apresentação

Neste trabalho, o produto educacional é baseado na utilização de poemas como ferramenta de ensino. Temos como proposta um manual metodológico de abordagem de conteúdos e exercícios em forma de poemas. Nele, a autora escreve cinco poemas sobre três conteúdos propostos na matriz curricular do 1º ano do Ensino Médio. São eles: Poema 1. A Física e sua mania de Grandeza; Poema 2. A velocidade das coisas; Poema 2.1 Velocidade em exercícios; Poema 3. Um tar de Newton; Poema 3.1 Exercitando as Leis de Newton.

O poema “A Física e sua mania de grandeza”, trata das grandezas físicas, descrevendo cada uma das grandezas físicas de uma maneira simples e em uma linguagem popular, usando palavras típicas do Nordeste. Essa linguagem se aproxima da realidade dos estudantes, despertando nos mesmos o interesse pelo estudo da disciplina. O poema foi planejado para uma aula introdutória do tema no primeiro ano do Ensino Médio, bem como aulas de revisão nos segundos e terceiros anos do Ensino Médio. Tendo em vista essas diferenças, o poema é o mesmo para as três séries, a maneira que o conteúdo será abordado se diferencia de uma série para a outra.

Os poemas 2 e 2.1 abordam a velocidade. Um poema conteúdo cujo título “A velocidade das coisas” e um poema exercício com título “Velocidade em exercícios” (ambos a estrutura do primeiro poema, linguagem informal para despertar o interesse dos estudantes). Os dois poemas supracitados abordam a velocidade, com o diferencial de um trazer conteúdo e o outro enunciar exercícios para fixação do conteúdo. 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.

O terceiro conteúdo abordado foi as três Leis de Newton, para esse conteúdo também foram produzidos dois poemas, o primeiro denominado “Um tar de Newton” discorre sobre as três Leis Newtonianas, um poema simples com linguagem de fácil compreensão com frases que facilitam o aprendizado do mesmo, já o segundo poema intitulado “Exercitando as Leis de Newton”, nesse poema a autora explica as Leis, através de uma questão, é um poema exercício que exemplifica o uso das Leis de Newton.

Os poemas foram elaborados para uma realidade presencial, contudo, situações adversas fizeram com que o ensino passasse ao modelo remoto, com um novo modelo de aula, conseqüentemente a forma de abordar os conteúdos precisou de adaptações. Os poemas passaram a compor uma sequência didática de aulas remotas, os poemas foram gravados pela autora, usando todos os recursos visuais que possuía para despertar o interesse dos estudantes. A mesma fez a dramatização dos poemas caracterizada com roupas que remetem ao cangaço, típico da região Nordeste do país, ao fundo têm-se a caracterização do sertão nordestino.

Os poemas são disponibilizados aos alunos em formato PDF e também em vídeos gravados pela própria autora, com utilização de câmera caseira. A linguagem utilizada é de fácil compreensão, próxima a realidade do aluno. Empregou-se um dialeto típico nordestino na

construção dos poemas. Tal regionalismo também se fez presente na diagramação dos poemas e nos vídeos gravados pela autora (ver exemplos nas figuras e 1 e 2).

Figura 1 – 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 Inércia².

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

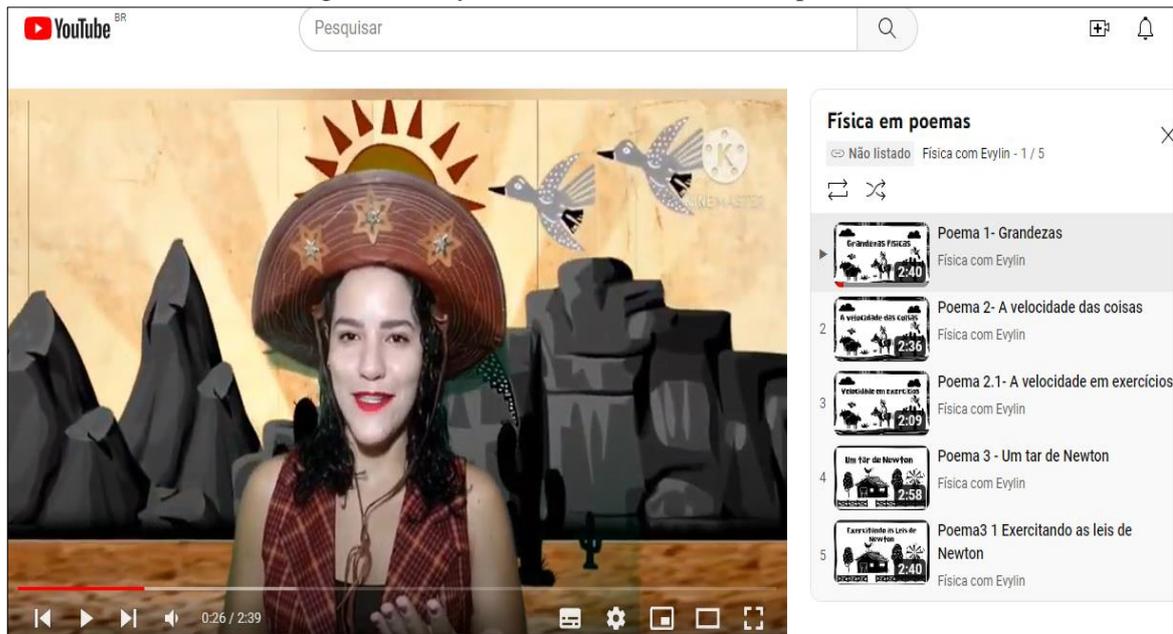
Essa foi a terceira lei
Conhecida por Ação e Reação
Agora toma nota seu menino
Pra não esquecer a relação

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

¹ Evelylin 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.

Figura 2 - Playlist contendo os vídeos dos poemas



Fonte: Autor, 2021.

Muito se tem discutido sobre aulas online, investimentos em plataformas de educação a distância, bem como a educação de forma remota. Diante de toda a pandemia de COVID-19, em que o mundo precisou parar e foi colocado em distanciamento social visando a saúde pública, foi constatado a inabilidade do Brasil para aulas remotas, um despreparo que vai da falta de tecnologias a inaptidão dos profissionais para atender a demanda de ensino a distância. Tendo em mente as diferentes ferramentas e estratégias educacionais utilizadas neste período recente, decidimos disponibilizar os vídeos na plataforma “YouTube” através dos links:

Poema 1. A Física e sua mania de Grandeza: https://youtu.be/rKhfTH_fvz8

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

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

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

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

Assim os alunos terão uma maior flexibilidade para assistir os vídeos, seja pelo horário como também pelo número de vezes. Vale ressaltar que nosso produto é bastante versátil, podendo ser utilizado e aproveitado de forma presencial ou remoto, síncrono ou assíncrono.

Todos os planos de aulas estarão disponíveis nos anexos deste trabalho. A seguir, na Tabela 1, apresentamos o plano referente a grandezas físicas. Os planos foram criados tendo como público-alvo alunos de 1º ano, que não possuíam um conhecimento prévio formulado. Esses mesmos planos foram também adaptados e aplicados aos alunos de 2º e 3º anos.

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 acerca 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: Autor, 2021.

4.2 Física básica

Pertencente à pesquisa como dito anteriormente, nosso produto educacional envolve conteúdos propostos do primeiro ano do ensino médio, são eles: Grandezas físicas, velocidade e Leis de Newton. Apresentamos a seguir o conteúdo físico de cada um destes temas, separadamente.

4.2.1. 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”

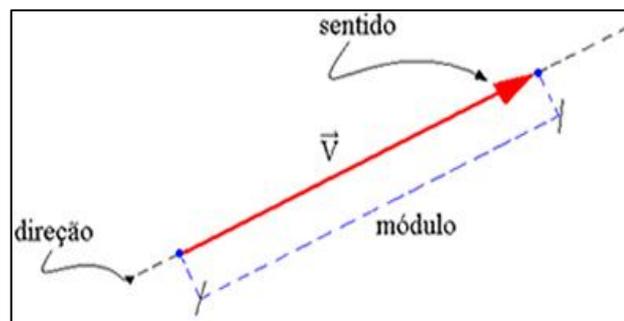
A nomeada análise dimensional é a habilidade de prever como uma determinada grandeza vai depender de outras grandezas presentes em um problema, sem realizar uma conta detalhada, ou resolver explicitamente as funções que definem o problema. É uma competência importante para um físico e muito útil em tarefas 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.

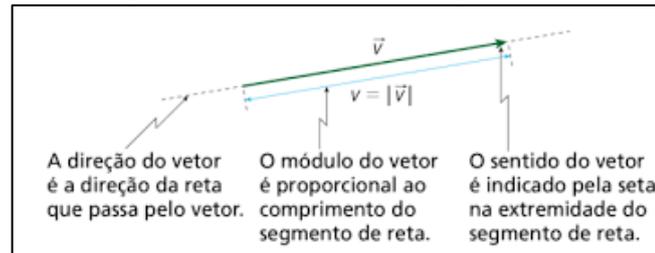


Fonte: Domínio público.¹

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.

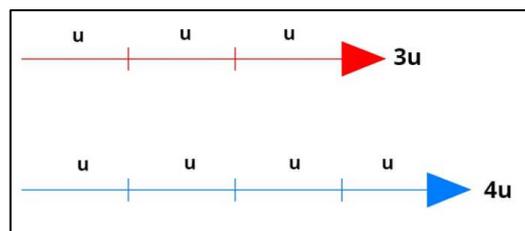
¹ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conceito-vetor.htm>, acesso em: 09.11.22.



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.

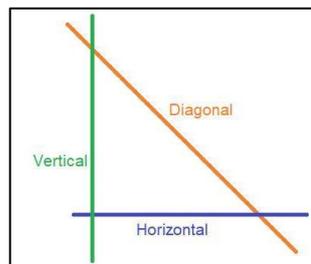
Figura 5 – Representação gráfica sobre o módulo de vetores.



Fonte: Domínio público³

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

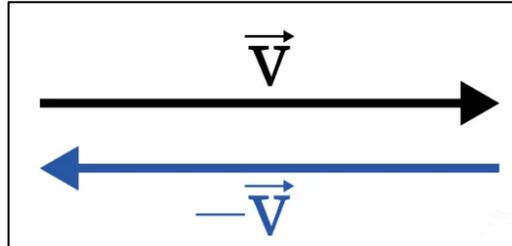
² Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conceito-vetor.htm>, acesso em:09.11.22.

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

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

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 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.

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

4.2.2. A Velocidade das coisas

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.

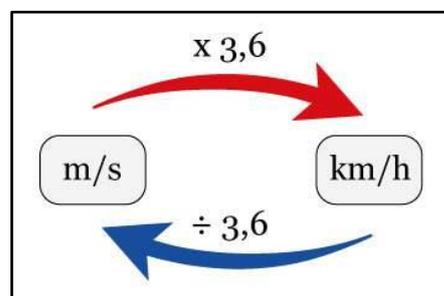
Figura 8 – Descrição da velocidade instantânea através da leitura de um velocímetro.



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:

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

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

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

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.

4.2.3. Leis de Newton

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 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

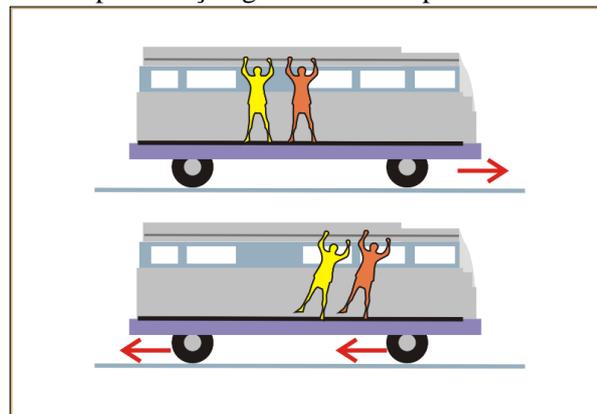
⁸ Cientista Italiano, Médico e Matemático, fez grandes observações astronômicas, opondo-se a Aristóteles.

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 viejam 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 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.

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

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:

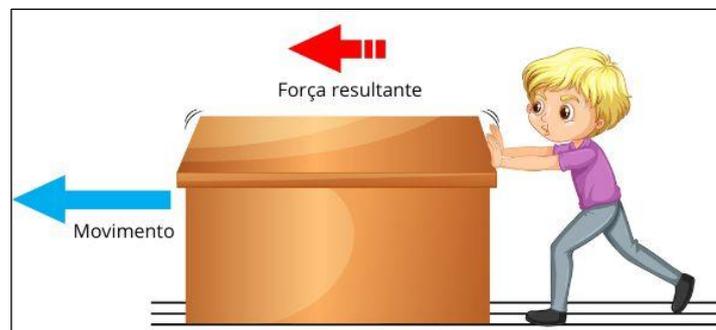
$$\vec{F}r = m \cdot \vec{a} \quad (7)$$

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, 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!

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

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:

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

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.

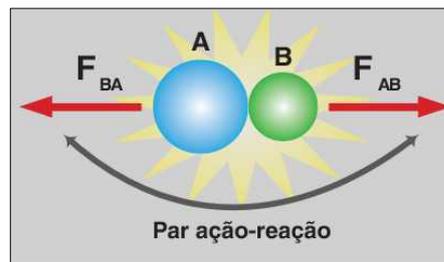


Fonte: Domínio Público¹¹

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

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.

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

5. METODOLOGIA

Em uma pesquisa científica, é importante compreender a metodologia adotada, que por sua vez demonstra as etapas realizadas e cada passo dado no decorrer da pesquisa. Neste sentido, é preciso compreender o tipo de pesquisa realizado. A presente pesquisa foi produzida através de um estudo qualitativo, que traz uma análise dos resultados obtidos com a utilização dos poemas em sala de aula, fazendo observações dos perfis dos estudantes, bem como seus conhecimentos prévios antes da aplicação da metodologia em sala de aula e de suas impressões após a metodologia proposta.

É importante destacar que as pesquisas qualitativas¹³ e quantitativas¹⁴ não são opostas ou dependentes, elas podem coexistir e podem ser trabalhadas individualmente. A compreensão acerca da utilização da pesquisa qualitativa e quantitativa permite a escolha das metodologias e ferramentas que serão usadas, uma vez que a construção do conhecimento é fundamentada em um planejamento científico e racional. A pesquisa quantitativa visa a análise e interpretação de fatos a partir de estudos estatísticos (PROETTI, 2018).

O tipo de pesquisa realizado foi a pesquisa participante, uma vez que o professor faz parte de todo o processo mantendo a objetividade, desde a produção de poemas para o ensino de física, passando pela construção de vídeo, finalizando na aplicação de questionários. Segundo Pita (2019) a pesquisa-participante assume uma forma de espiral, uma vez que envolve a participação de pesquisadores e pesquisados reunindo-se coletivamente para planejamento, ação e reflexão.

5.1 Aplicação

O produto educacional foi testado e sua experiência relatada neste momento. Nossa aplicação se deu na Escola Estadual Santos Ferraz, escola de nível médio localizada em Taquarana, no interior alagoano. Abordaríamos a pesquisa qualitativa e quantitativa, mas dificuldades comprometeram a abordagem quantitativa. A escola funciona durante os 3 turnos

¹³ Busca entender fenômenos humanos, buscando deles obter uma visão detalhada e complexa por meio de uma análise científica do pesquisador (KNECHTEL, 2014).

¹⁴ Segundo Knechtel (2014), a pesquisa quantitativa é uma modalidade de pesquisa que atua sobre um problema humano ou social, é baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico.

com 24 turmas, todas elas do Ensino Médio, comportando um total de 1047 alunos devidamente matriculados. Nosso público alvo era inicialmente somente alunos de 1º anos. Posteriormente, visando um melhor aproveitamento do estudo, aumentamos nosso público para todo o Ensino Médio regular. A escola dispõe de 10 salas de aula, 8 delas possui 48 m² e outras duas menores. Todas as salas possuem TV LED para auxiliar aos professores no desenvolvimento de atividades pedagógicas; uma sala que é o espaço maker, onde funciona também o laboratório de robótica. A biblioteca foi desativada por falta de espaço físico e obras antigas, o laboratório de ciências está sucateado e inviável ao uso.

A escola escolhida faz parte da rede estadual de ensino e é a única escola de Ensino Médio da cidade. Seu público, advindo em sua maioria da zona rural, é composto por adolescentes tendo no ensino noturno a Educação para Jovens e Adultos (EJA). Nossa pesquisa, realizada somente no ensino regular, tem como público, jovens na faixa etária de 15 a 19 anos.

Os alunos provenientes da zona rural contam com ônibus escolar para chegar à escola. Sendo a agricultura familiar um dos principais sustentos da região, os alunos ajudam seus familiares no manuseio da terra e há, em virtude da época de plantio e colheita, um número considerável de faltosos.

Muitos foram os entraves que enfrentamos. A princípio, o produto foi desenvolvido ao final de 2019 para ser aplicado, presencialmente, no início de 2020. Como é sabido, o ano de 2020 foi tomado pelo isolamento social e as aulas necessitaram se adaptar. Neste cenário de medo e insegurança, a aplicação foi suspensa. Seria então em 2021 e assim aconteceu. Em 2021, as condições ainda eram de isolamento, todo o mundo continuava amedrontado com a quantidade de mortos. Um número alto de evasão no contexto escolar foi percebido, ainda assim, a aplicação foi realizada de maneira remota. Tivemos aulas online, links de acesso aos vídeos foram disponibilizados e nos esforçamos para proporcionar aos estudantes meios que confirmassem a consolidação da aprendizagem.

Como nossa pesquisa fora aplicada somente com alunos de 1º anos (essa era nossa ideia inicial), em uma única escola, nossa amostragem era restrita e com o pouco acolhimento dos alunos ficamos com resultados insatisfatórios. Decidimos, por fim, realizar a pesquisa também no ano de 2022 na modalidade presencial. Continuamos com a aplicação na mesma escola e no ano de 2022, aplicamos com os novos alunos dos 1º e 3º anos. Os alunos de 2º eram os mesmos que em 2021. Ainda assim, contamos com a colaboração dos professores para reaplicar nosso produto.

No total, 710 alunos foram expostos ao produto educacional. Destes, 281 eram alunos de 1º ano do ensino médio, 224 do 2º e 205 de 3º. Os alunos de 1º anos, estão a ver os conteúdos propostos em poemas pela primeira vez, durante este ano letivo; já os alunos de 2º e 3ºs tiveram nos poemas a oportunidade de relembrar e revisar os conteúdos de uma forma diferente da vista anteriormente. Para aplicação de nosso produto, contamos ainda com 4 professores, graduados em Física, cujas percepções do nosso produto foram registradas através de questionários.

A aplicação do produto educacional se deu, inicialmente, com o termo de consentimento. O termo de livre consentimento e todos os questionários foram fornecidos via Google Forms (formulários do google) e estão disponíveis no apêndice deste trabalho. Por se tratar de uma pesquisa científica e boa parte do público ser menor de idade, é necessário que o responsável legal do adolescente autorize sua participação. Seguido ao termo de livre consentimento, tivemos um teste prévio, onde abordamos questões relacionadas ao ensino remoto, a quantidade de acesso que era possível ao aluno e ainda alguns conceitos básicos relacionados aos temas discutidos nos poemas. Com o teste prévio, pudemos comprovar que alguns desconheciam o conteúdo, outros não tinham interesse pela física e ainda que muitos ainda não tinham acesso a aulas remotas. Posterior ao teste prévio, iniciamos a aplicação de nosso produto educacional.

O primeiro poema trabalhado foi o Poema 1 – “A física e sua mania de grandeza”. O poema foi exibido em vídeo e entregue aos alunos de modo impresso, seguido de discussão e explanação do conteúdo pelo professor. O segundo poema “A velocidade das coisas” teve aplicação semelhante ao primeiro, sendo exibido ao iniciar a aula. O poema “A velocidade em exercícios” foi tão logo disseminado, e teve exibição em aula seguinte à introdução do conteúdo, por tratar da resolução de uma questão com conteúdo já visto, ambos foram entregues do modo impresso e disponibilizados de forma online através do grupo (WhatsApp) da turma. Em aulas posteriores o poema “Um tar de Newton” pôde ser aplicado, sendo o primeiro contato da turma com o conteúdo, o poema foi exibido e entregue impresso aos alunos, seguido da explanação e discussões acerca do tema. O poema “Exercitando as leis de Newton” foi trabalhado em aula seguinte, demonstrando a forma de cobrança em situações-problemas.

Todos os poemas tiveram seus vídeos disseminados ao início da aula, fosse online ou presencial, mostrar o vídeo ao início da aula nos pareceu uma estratégia para chamar a atenção do aluno; nos preocupamos em entregar todos os poemas impressos e ainda disponibilizar os links dos vídeos de forma online através de grupos de turmas criados no aplicativo WhatsApp, assim os alunos poderiam ler/assistir aos poemas sempre que achasse conveniente.

Posterior a aplicação do produto, partimos para a coleta de resultados. Os questionários pós-testes foram encaminhados aos alunos por meio dos grupos das turmas.

Na Figura 14, podemos observar a aplicação ocorrida em uma turma de 3º ano no ano de 2022.

Figura 14 – Aplicação do produto.



Fonte: Professor colaborador (2022).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui, apresentamos os resultados obtidos nesta pesquisa de dissertação, ao passo em que fazemos uma análise detalhada da investigação proposta. O objetivo é analisar as potencialidades da utilização de poemas como ferramenta didática para o ensino de Física no Ensino Médio em variadas situações, seja no ensino presencial, remoto, síncrono ou assíncrono.

Tendo em vista que o trabalho com poemas na disciplina de física pode ser considerada uma metodologia inovadora, foi realizado um questionário prévio com professores acerca do uso de poemas nas aulas de física, com finalidade em obter um quadro geral das impressões prévias dos professores. Foram entrevistados quatro professores, de primeiro, segundo e terceiro ano. As entrevistas foram realizadas em dois momentos, um primeiro momento em 2021 durante as aulas remotas, ou seja, como o modelo EAD de ensino, o segundo já no início de 2022 com o modelo totalmente presencial. É importante lembrar que todos os questionários utilizados nesta pesquisa, estarão disponíveis nos apêndices deste trabalho.

As duas primeiras questões foram de identificação dos professores. A terceira sobre o uso de poemas em sala de aula. Todos os professores afirmaram ainda não ter usado a didática de poemas em suas aulas nas aulas. A pergunta seguinte foi apenas para os professores que, porventura, tivessem utilizado poemas em suas aulas e em nosso caso, não tivemos respostas. A questão seguinte foi acerca da utilização dos poemas como recurso didático e se os professores acreditavam que poderia atrair mais atenção/interesse de seus alunos com essa ferramenta. Os quatro professores afirmaram que sim. A última questionava a utilização de outros métodos diferentes de lousa e pincel, todos os professores responderam que utilizaram ao menos uma vez, outro recurso, seguem as respostas deles.

Professor 1. Sim! Utilizei simulador Phet, experimentos em sala de aula, e instrumentos musicais (violão)

Professor 2. Sim! Experiências, produção de vídeos e apresentação de seminários.

Percebe-se que os professores participantes do estudo entendem a importância de métodos diversificados de ensino, uma vez que eles aplicam métodos diversificados em sala em suas aulas de física.

Após a aplicação do questionário, foi direcionado aos professores de física da escola estadual a qual foi realizado o estudo, os questionários prévios dos estudantes (elaborados no google forms), os planos de aula referente aos conteúdos abordados nos poemas, bem como os poemas impressos, as imagens dos poemas e os links dos vídeos produzidos pela professora.

Os estudantes receberam uma orientação acerca do que seriam os questionários, e em seguida receberam o link para o questionário, o mesmo foi respondido por um quantitativo significativo de estudantes, 523 responderam ao questionário prévio, sendo distribuídos da seguinte forma: 239 dos primeiros anos, 184 dos segundos e 100 da terceira série.

O questionário consiste em 10 perguntas, sendo 7 delas de múltipla escolha e três abertas. Dentre as 7 questões de múltipla escolha 3 são de caixas de grade e seleção, permitindo ao estudante marcar mais de uma opção as 4 restantes, eles tiveram que assinalar apenas uma alternativa.

A primeira questão foi de assinalar e era apenas de identificação, 1º, 2º ou 3º ano do ensino médio. A segunda entra no mérito da disciplina, questionando se os alunos assistem as aulas de física, 100% dos estudantes afirmaram que assistem as aulas de física, o que demonstra um saldo positivo para a disciplina, uma vez que o questionário foi realizado no período pandêmico e pós pandêmico.

A terceira questão averiguava acerca da realização das tarefas de física, as alternativas poderiam ser: sempre, quase sempre, quase nunca e nunca. 56,8% afirmaram que sempre realizam as tarefas de física, 41,7% que quase sempre realizam as atividades de física e apenas 1,4% afirmaram que quase nunca realizam, contudo, nenhum aluno afirmou que nunca realiza as atividades de física. Ao analisar os resultados obtidos percebe-se que todos os estudantes realizam as atividades propostas e que mais de 90% afirmam ter uma participação considerada satisfatória.

A quarta questão indagava se os estudantes gostam de estudar física. Tratava-se de uma questão de múltipla escolha com as opções “Sim” e “Não”, em que 80,6% afirmaram gostar de estudar física. É um quantitativo expressivo, levando-se em consideração o histórico dos estudantes com a disciplina.

A quinta questão era discursiva, e a acerca do que são grandezas físicas, com a opção de usar exemplos. Essa questão demonstrou o conhecimento prévio dos estudantes, menos de 3% não responderam à essa questão, cerca de 20% erraram a questão, cerca de 63%

responderam de forma breve ou usando exemplos simples e apenas 15% deram respostas elaboradas com exemplos. Dentre as respostas abaixo seguem algumas das respostas mais elaboradas.

Aluno A: *Grandeza física é tudo aquilo que envolve medidas, ou seja, que pode ser medida. Medir significa comparar quantitativamente uma grandeza física com uma unidade através de uma escala pré-definida.*

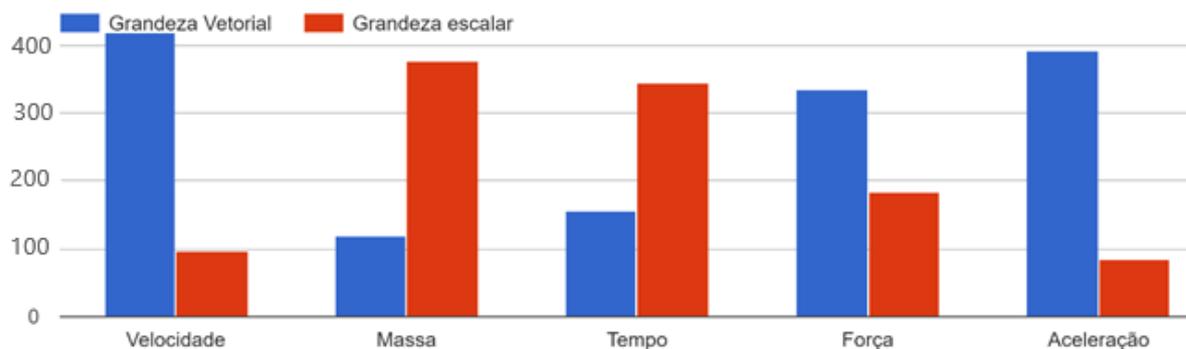
Aluno B: *Em Física, elas podem ser vetoriais ou escalares, como, por exemplo, o tempo, a massa de um corpo, comprimento, velocidade, aceleração, força, e muitas outras. Grandeza escalar é aquela que precisa somente de um valor numérico e uma unidade para determinar uma grandeza física, um exemplo é a nossa massa corporal.*

Ambos os estudantes são do segundo ano. Nessas turmas foram encontradas as respostas mais elaboradas. Nos primeiros anos o quantitativo de respostas incompletas e equivocadas, já nos terceiros encontram-se os estudantes que não responderam à pergunta.

A sexta pergunta era de múltipla escolha com caixa de grade, o resultado demonstra que os alunos ainda possuem dúvidas. Na Figura 15, temos o diagrama referente às respostas:

Figura 15 – Diagrama estatístico obtido a partir da 6ª questão do questionário prévio.

6 – Selecione o tipo de grandeza, se escalar ou vetorial, para cada uma das grandezas abaixo.



Fonte: Autora (2023).

Diante deste diagrama é possível fazer algumas análises. Note que as grandezas velocidade e aceleração foram as grandezas com maior número de acertos, obtendo aproximadamente 81%. Por outro

lado, a grandeza força, foi a que teve o maior percentual de erros, contando somente com 63,7% de acertos. No geral, podemos afirmar que cerca de 74% das respostas foram corretas.

A sétima questão indagava o que os estudantes entendem sobre velocidade, tratava-se de uma questão aberta. Em linhas gerais, maioria significativa dos estudantes associou à rapidez, cerca de 18% afirmaram não saber, aproximadamente 14% elaboraram respostas com justificativa e exemplo e apenas cerca de 5% não responderam. É importante ressaltar que se tratava de uma questão presente no cotidiano dos estudantes, as respostas foram variadas, uma vez que era discursiva, mas demonstrou o pouco interesse dos estudantes, sobretudo os concluintes do Ensino Médio.

A oitava questão fazia uma associação entre velocidade média e instantânea, 52% dos estudantes fizeram a associação correta em relação à velocidade instantânea e 56% fizeram a associação correta em relação à velocidade média. A questão utilizava caixa de grade, em que os estudantes poderiam marcar, indicando sua associação. As respostas refletem a necessidade de perceber a diferença entre os dois termos.

A 9ª questão trouxe caixas de seleção em grade, em que o aluno teria de associar situações do cotidiano a qual lei estaria relacionada. Nesta questão, tivemos como premissa verificar se os alunos de segundos e terceiros anos, conseguiam associar os conceitos vistos nos anos anteriores. Percebeu-se que 95% acertaram o conceito da lei da inércia, somente 37,5% conseguiram acertar o princípio da ação e reação e 84% acertou o princípio fundamental da dinâmica.

A última questão indagava se o estudante já viu os conteúdos presentes no questionário. Cerca de 46% afirmou que viu o conteúdo em algum momento, 41% afirmou não ter certeza de ver, apenas 11% afirmou não ter visto e 2% deixou a questão em branco. Nessa questão é necessário fazer uma ressalva para o fato de que era esperado que os alunos dos 1ºs anos respondessem que não viram esse conteúdo, contudo apesar de representar a maioria com essa resposta, os 2ºs e 3ºs anos tiveram uma parcela significativa nessa alternativa.

Com os resultados do questionário prévio e informações dos professores regentes das turmas pudemos extrair algumas percepções sobre os alunos. Analisando os dados de respostas do teste prévio, verificamos que, do total de 710 alunos das turmas de aplicação, somente 523 alunos responderam. Nos primeiros anos, tivemos uma taxa de respostas de 85%. Nas turmas de segundos anos a porcentagem foi semelhante, tendo 82% de participação. Nos terceiros anos a participação despencou, somente 48,7% do alunado respondeu ao teste prévio. Essa

percentagem participante da 3ª série do Ensino Médio é um dado interessante. Ela corrobora com o fato de a escola proporcionar curso pré-ENEM aos alunos e estes não participarem.

É nítido a indiferença dos estudantes, no que diz respeito aos estudos, após a pandemia de COVID-19. Não é uma indiferença somente, por vezes está atrelado a estados de abatimento, apatia, estresse, derrotismo e até mesmo depressivo. A adolescência é uma fase da vida em que muitas decisões precisam ser tomadas, dentre tantas outras problemáticas. Nesse contexto, uma escola de Ensino Médio, formada em sua maior parte por adolescentes, tem sempre diversas situações a ser discutidas e trabalhadas em conjunto com profissionais da saúde. Acontece que a situação pós pandêmica deixou toda a comunidade de professores, gestão e coordenação boquiaberta com a quantidade de distúrbios psicológicos verificados no alunado da escola em que o trabalho foi realizado.

Analisaremos agora os questionários realizados após a aplicação de nosso produto educacional. Os quatro professores que responderam ao teste prévio também responderam ao teste pós-aplicação, que possuía 5 questões (apêndice B).

A primeira pergunta questionava acerca da metodologia de poemas, se havia facilitado a explicação para os alunos. Um dos professores respondeu da seguinte maneira:

Professor 1. *“Sim, facilitaram principalmente para os alunos que não possuem afinidade com a física.”*

Os outros três professores também afirmaram a facilidade em explicar os conceitos com ajuda dos poemas. Os poemas vêm, aos poucos, sendo disseminado no ensino brasileiro e tendo seu fortalecimento com resultados positivos obtidos. Um estudo realizado por Josenildo Lima (2013) utilizando a literatura de cordel como ferramenta didática, afirma: “Sugerimos a utilização dessa literatura popular para apresentar conteúdos da Física, substituindo a ideia de que é impossível compreendê-la sem o domínio da matemática, pelo esforço em apresentá-la de maneira menos formal” corroborando com a proposta deste trabalho.

Na segunda pergunta, era questionado se os alunos conseguiram compreender os conteúdos, bem como os exercícios dialogados nos poemas. A resposta de todos os professores foi positiva, afirmando que a linguagem abordada nos poemas era um facilitador, por ser clara, objetiva e do cotidiano. Os exercícios que antes foram vistos e discutidos, após o poema passavam a ter um novo significado aos alunos.

Na terceira questão, a demanda era acerca do despertar dos alunos em aprender física com o uso dos poemas, assim como nas questões anteriores, todos os professores responderam de maneira positiva. A seguir a resposta de um deles:

Professor 3. *“Sim. Foi possível identificar em muitos alunos um maior interesse através desta metodologia.”*

A quarta questão inquiria sobre a percepção do professor à metodologia proposta,

Professor 1. *“Proposta muito interessante, que discute os conteúdos de física com uma abordagem diferente das aulas tradicionais, o que facilita o entendimento do conteúdo, atrai a atenção dos alunos e deixa as aulas mais dinâmicas.”*

Professor 2. *“Achei muito legal! A maneira como o poema trata os conteúdos consegue alcançar os alunos de maneira singular, mesmo e principalmente aquele que não gosta muito da física.”*

Professor 3. *“A metodologia é muito interessante e inteligente. Os alunos gostaram e conseguem aprender de maneira tranquila.”*

Professor 4. *“Proposta muito boa! Diferente do tradicionalismo existente no ensino brasileiro, os poemas tratam a Física da maneira como ela acontece no cotidiano do aluno, facilitando a aprendizagem.”*

Com essas respostas, ficou perceptível que nossa proposta foi prestigiada pelos professores. A quinta e última pergunta, questionava uma ação que pudesse melhorar a metodologia proposta, dos quatro professores três responderam que não conseguiam pensar em nada para melhorar, um deles deu a seguinte sugestão:

Professor 1: *“Seria interessante durante a apresentação dos exercícios, mostrar as resoluções, além das fórmulas. Facilitaria o acompanhamento dos alunos no desenvolvimento do problema.”*

Essa sugestão nos parece muito interessante e ficará registrada para trabalhos posteriores. Faremos agora a análise das respostas ao questionário destinado aos alunos após a aplicação da metodologia proposta. Dos 523 estudantes que responderam ao teste prévio, somente 434 responderam ao questionário posterior a aplicação. Destes, 81% são alunos da 1ª

série; 67% da segunda série e 86% da terceira. Percebemos que o maior quantitativo de respostas foi dos 1ºs anos, ao mesmo tempo, a maior baixa neste segundo teste foi dos segundos anos, totalizando 67% de participação se comparado ao teste prévio. O questionário foi composto de cinco perguntas relacionadas as impressões que os participantes tiveram da proposta metodológica.

A primeira questão perguntava aos alunos sobre sua percepção sobre a utilização de poemas no ensino de física e se tinha ajudado a entender o conteúdo. As respostas foram positivas. A seguir, a fala do Aluno A.

Aluno A: *“Eu achei bem legal, pois dessa forma você aprende sem precisar se esforçar muito para entender o conteúdo, além de fugir da forma repetitiva que é ensinado nas escolas.”*

A segunda pergunta questionava se o aluno faria a indicação dos poemas para outros alunos. Por unanimidade, as respostas foram positivas. A terceira questão, tratava a respeito da experiência do aluno com a disciplina de física e se este se sentia melhor estudando através dos poemas. Assim como as questões anteriores, todas as respostas foram positivas, segue as falas dos alunos B e C:

Aluno B: *“Sim. A física é uma das ciências mais antigas. Ela abrange uma vasta área de estudo, desde a estrutura elementar da matéria até a evolução de todo o universo. Os princípios físicos explicam uma grande quantidade de máquinas e aparelhos que estão presentes no dia-a-dia. Me senti melhor, os poemas nos apresentam uma maneira diferente de entender o conteúdo.”*

Aluno C: *“Eu não gostava antes, porém agora estou começando a gostar. Sim, me senti muito melhor depois dos poemas.”*

A quarta questão, estava relacionada as leis newtonianas e se havia ficado claro sua explicação. Todos os alunos responderam de maneira positiva. A seguir a fala do aluno D:

Aluno D: *“Sim! É como se o assunto entrasse em nossas cabeças de uma forma mais fácil, mesmo já tendo visto o conteúdo em outro ano, consigo revisar de maneira leve e relembrar as explicações dadas pelo professor.”*

A quinta e última questão perguntava se havia algo em nossa proposta que pudesse ser melhorada. As respostas, em sua maioria, eram de que não sabiam o que poderia ser melhorado. A seguir algumas percepções do alunado:

Aluno E: *“Não sei exatamente qual processo eu faria, mas deve ter algum para melhorar a metodologia.”*

Aluno F: *“Não, na minha opinião assim está ótimo!”*

Aluno G: *“Não. Porque através dos poemas nós estudantes despertamos um olhar de alegria e surpresa do que realmente a física é e de sua importância do mundo.”*

Aluno H: *“Sim. Legenda nos vídeos e o roteiro na descrição do vídeo, talvez alguns desenhos sobre o assunto.”*

A análise realizada pelo Aluno H é muito interessante. As sugestões propostas são, de fato, boas. Tendo em vista, a aproximação realística para alunos com necessidades especiais, muito é válido a ideia de legendas e a produção audiovisual. São perspectivas futuras para nosso produto.

Feita a descrição e análise dos resultados obtidos, pode-se constatar a aplicabilidade e efetividade de nossa sequência didática. A proposta metodológica do uso de poemas no ensino de física, como esperado, se provou uma proposta eficiente. Mostrando que os alunos conseguem compreender mais facilmente os conteúdos abordados e ainda, aos alunos que tem resistência à disciplina, que a física pode ser abordada de maneiras diversas.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino aprendizagem é um desafio constante para professores de todas as disciplinas, independente da área de atuação. Vale ressaltar que historicamente, os estudantes têm uma maior aversão à física, o que resulta em maiores dificuldades de aprendizagem. Os professores, por sua vez, buscam estratégias de ensino que promovam melhorias no processo de aprendizagem.

Estudamos aqui o uso de poemas para o ensino de física. Foi baseado na necessidade de proporcionar engajamento e aprendizagem com significados aos alunos, uma vez que o ensino tradicional não atende as necessidades dos estudantes, sobretudo na disciplina de física. É necessário dialogar com os estudantes, trazer o interesse no conteúdo que será abordado, para então inserir o conteúdo.

O uso de poemas nas aulas de Física é um recurso que muda a maneira de pensar e mediar o ensino porque permite aos estudantes uma maneira diferente de ver o aprendizado e aos professores novas maneiras de ensinar. Esses recursos são possíveis em diferentes teorias de aprendizagem, mas nesse caso específico o ensino em espiral permite trazer o conteúdo para os 2º e 3º como uma proposta de revisão e assimilação de aprendizagem.

A autora elaborou os poemas baseada nas dificuldades dos estudantes e nas dúvidas que surgem ao decorrer das aulas. Para elaborar os poemas, foi usada uma linguagem típica nordestina. Além de produzir os poemas, a professora elaborou vídeos, onde a mesma usou roupa típica do cangaço que faz parte da cultura nordestina. O conteúdo de Mecânica Clássica exposto nesta dissertação pode ser utilizado em cursos regulares, ensino em tempo integral, cursos técnicos ou ainda para Educação de Jovens e Adultos (EJA). As aplicações são muitas e variadas. Se dentre os conteúdos programáticos estiver a mecânica clássica, os poemas serão de grande valia, viabilizando aos alunos perceber a física de uma forma lúdica e diversa da tradicional adotada, propiciando a revisão do conteúdo, e efetivando a aprendizagem de forma significativa.

O uso de poemas nas aulas de física demonstrou ser uma forma dinâmica de diversificar as metodologias em sala de aula, um recurso que pode melhorar todo processo de ensino aprendizagem, uma vez que é uma nova visão acerca do processo de ensino. O uso de poemas pode ser um diferencial no processo de aprendizagem nas aulas de física. Foi possível observar

o aumento do interesse dos estudantes nas aulas de Física, além de observar uma melhor participação em exercícios quando estes são realizados de forma diferenciada.

O professor tem um papel importante no processo de aprendizagem, sendo o facilitador. De tal maneira, é importante no que se refere à escolha de métodos de ensino, a escolha de recursos diversificados que atendam às necessidades de diferentes estudantes com níveis diferenciados e habilidades distintas, respeitando a diversidade existente em sala de aula.

Nesta pesquisa além de observar um maior interesse dos estudantes nas aulas, também foi possível atender às necessidades dos professores, uma vez que os professores de física perceberam o uso de poemas como uma metodologia inovadora e interessante.

Conclui-se que o uso de poemas nas aulas de física é um recurso valioso e promissor, mesmo ainda não sendo tão difundido em todas as áreas, sobretudo nas ciências da natureza e matemática, com ênfase para a física, matéria na qual o estudo foi elaborado.

A diversificação das metodologias de ensino é um adicional para o aprendizado, porque desmistifica o ensino como algo rígido, imutável ao ponto que demonstra que as aulas de física podem ser interessantes e que atendem as necessidades de cada estudante. Este estudo mostrou-se promissor também para os educadores que tem a oportunidade de trabalhar com metodologias diferentes e inovadoras em conteúdos indispensáveis à aprendizagem de física. Esse projeto abriu o espaço para a criação de novas metodologias, novos poemas em conteúdos diferentes do que já foram abordados, fornecendo oportunidade de aquisição de habilidades diferenciadas, resultando em melhorias no processo de aprendizagem e oportuniza novas visões de ensino com novos recursos.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, R. M. R. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais**. 1976. 97 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas. Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1344436>. Acesso em: 8 jul. 2022.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIBI, M. L. V. D. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, Junho 2003. ISSN eISSN 1806-9126.
- ARAÚJO, V. H. **Medida e poesia na constituição de uma educação científica**. In: Revista metáfora educacional (ISSN 1809-2705) – versão *on-line*, n. 6., jun./2009. p. 2-15. Disponível em: <<http://www.valdeci.bio.br/revista.html>>. Acesso em: 30 nov. 2022.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1 ed. Lisboa, 2000. Disponível em: https://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf. Acesso em: 8 jul. 2022.
- BALOLA, R. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural: A Lei de inércia** - Universidade de Lisboa/ 2010.
- BARBOSA, A.S.M; PASSOS, C.M.B; COELHO, A. A. **O cordel como recurso didático no ensino de ciências**. Experiências em Ensino de Ciências – V6(2), pp. 161-168, 2011.
- BARROS, F.C. **Os desafios da educação no período de pandemia**, Revista Brasileira de Desenvolvimento Brasileiro Revista do Desenvolvimento, Curitiba, v.7, n.1, pág.826-849, Janeiro 20 ISSN:2525-8761827.
- BARROS, Tiago Rodrigues. **Ensino de Física em Alagoas: Cenário atual do quadro de professores de física na rede estadual de ensino**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Física) - Universidade Federal de Alagoas.
- BORDA, F. I. M. O.; GOI, M. E. J. Jerome Bruner nos processos de aprender e ensinar Ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/9508/10383/153766>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- BORGES, A. T. **Novos Rumos Para o laboratório Escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRUNER, J. S. **O Processo da Educação**. 3ª ed. São Paulo. Nacional. 1973.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CRUZ, J.A.S.; BIZELLI, J.L. Thaís Vargas BIZELLI, T.V. DOSSIÊ: ESCOLA NO BRASIL: TEMPO, ESPAÇO E PANDEMIA, Rev. @mbienteeducação (online), São Paulo, v. 14, n. 2, p. 280-290, maio/ago. 2021. DOI: <https://doi.org/10.26843/v14.n2.2021.1122.p280-290> e-ISSN: 1982-8632.

DARROZ, L. M. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, 2018. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/download/8180/4829>. Acesso em: 8 jul. 2022.

DISTLER, R. R. Contribuições de david ausubel para a intervenção psicopedagógica. **Revista de psicopedagogia**, v. 32, n. 98, 2015. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862015000200009. Acesso em: 8 jul. 2022.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, Setembro 2003.

FRAZZON, L. M. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. **Revista Pedagógica**, n. 3, Unoese-Chapécó, 1999. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/download/3499/1991>. Acesso em: 8 jul. 2022.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à resolução de problemas na formação de professores de ciências da natureza. **Ciências & Cognição**, v. 23, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/194575>. Acesso em: 11 jul. 2022.

GOMES, A. P. *et al.* Ensino de Ciências: Dialogando com David Ausubel. **Revista de Ciências e Ideias**, v. 1, n. 1, 2009. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/download/28/69>. Acesso em: 8 jul. 2022.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Inter saberes, 2014.

LEÃO, A. F. C.; GOI, M. E. J. **Um olhar na teoria de aprendizagem de Bruner sobre o ensino de Ciências**. Research, Society and Development, v. 10, n. 13, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/21214/19004/258236>. Acesso em: 15 jul. 2022.

LIMA, J. M. **Literatura de Cordel e ensino de física: uma aproximação para a popularização da ciência**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

LOURENCETTI, G. D. C. A baixa Remuneração dos Professores: Algumas repercussões no cotidiano da sala de aula. Revista Educação Pública, Cuibá, v. 23, n. 52, p. 13-32, Janeiro-Abril 2014. ISSN e-ISSN 2238-2097.

MARQUES, Ramiro. **A pedagogia de Jerome Bruner**. 2002. Disponível em: http://www.eses.pt/usr/Ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20de%20JeromeBruner.pdf. Acesso em: 11 jul. 2022.

MECKE, Klaus R. **A imagem da Física na Literatura**. *Gazeta de Física*, 2004, p. 6-7).

MOREIRA, e. **Poesia na sala de aula de ciências?** *Física na escola*, V.3,n.1,p.17-23, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a07.pdf> . Acesso em 10 ago. 2022.

MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, Março 2000. ISSN eISSN 1806-9126.

MOREIRA, M. A.; VALADARES, J. A. (org.). **Aprendizagem significativa**. III International Meetingon Meaningful Learning, Peniche, Portugal, 2000. Disponível em: https://www.apsignificativa.com.br/files/ugd/75b99d_7f0f4a2c8867425281033f2c451de36b.pdf#page=122. Acesso em: 8 jul. 2022.

NETO, A. S. P. Teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. **Série-Estudos**, n. 21, p. 117-130, 2006. Disponível em: <https://www.serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/296/149>. Acesso em: 8 jul. 2022.

NUNES, Bruno Anderson Cabral. **Utilizando Experimentos Confeccionados com Materiais de Baixo Custo**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Física) - Universidade Federal de Alagoas.

PITA, Flávia Almeida. Refletindo sobre a pesquisa participante a partir do projeto cantinas solidárias (ieps-uefs). **Colóquio do Museu Pedagógico-ISSN 2175-5493**, v. 13, n. 1, p. 2596-2601, 2019.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen-ISSN: 2447-8717**, v. 2, n. 4, 2018.

PUHL, C. S.; MULLHER, T. J.; LIMA, I. G. As contribuições de David Ausubel para os processos de ensino e de aprendizagem. **Revista Dynamis**, v. 26, n. 1, 2020. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/20588/2/As_contribuies_de_David_Ausubel_para_os_processos_de_ensino_e_de_aprendizagem.pdf. Acesso em: 8 jul. 2022.

RAMOS. Stephanny Meiryssa dos Santos Alves, **O caminho da física: Um jogo para o ensino de física**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Física) - Universidade Federal de Alagoas.

ROLDÃO, M. C. **O pensamento concreto da criança: uma perspectiva a questionar no currículo**. Lisboa: Instituto de Renovação Educacional, 1994.

ROSA, C. W. D.; ROSA, Á. B. D. **Ensino de Física: Objetivos e imposições no ensino médio.** Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, v. 4, n. 1, 2005. ISSN 1579-1513.

SANTOS, Diogo Tiago dos. **A influência dos laboratórios de computação e de experimentação no ensino de eletricidade.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Física) - Universidade Federal de Alagoas.

SILVA, A. H. A teoria de aprendizagem de Bruner e o ensino de ciências. Arquivos do MUDI, v. 21, n. 3, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/download/40938/pdf/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SILVA, J. B. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2803/2116>. Acesso em: 8 jul. 2022.

SILVA, M. A.; PIRES, C. M. C. Organização curricular da matemática no ensino médio: a recursão como critério. **Ciênc. Educ**, v. 19, n. 2, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/VkpgWjtpVJZxZ3BzvqkB97S/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 jul. 2022.

SOUZA, C. M. P., Pereira, J. M., & Ranke, M. C. J. (2020). Reflexos da Pandemia na evasão/abandono escolar: a democratização do acesso e permanência. RBEC Tocantinópolis/Brasilv. 5e1084410.20873/uft.rbec.e108442020 ISSN: 2525-4863.

THORNTON, S. T.; MARION, J. B. Dinâmica clássica de partículas e sistemas. [S.l.]: Cengage Learning, 2011.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org.). **O ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias.** Didática: O ensino e suas relações. Campinas: Papirus, 1996.

APÊNDICE A – POEMAS PRODUZIDOS NESTE TRABALHO

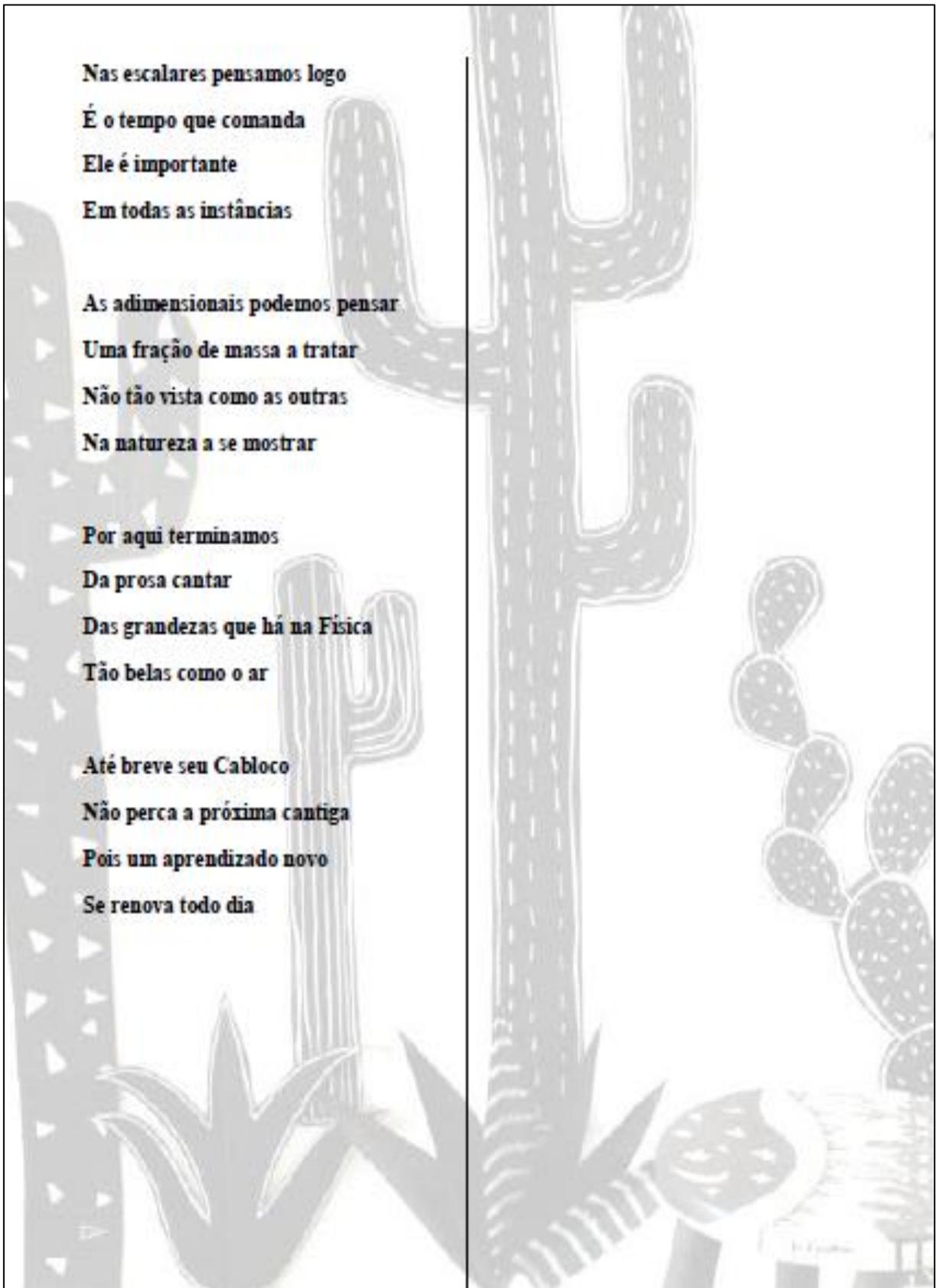
<p style="text-align: center;">A Física e sua mania de grandeza</p> <p style="text-align: right;">Silva, E.C.C.¹</p> <p>Que a Física é linda Todo mundo já sabe Muitas vezes amada Outras vezes renegada</p> <p>Há na Física propriedades Chamadas grandezas Elas são responsáveis Por nomear toda beleza</p> <p>Às propriedades físicas dos materiais Grandezas são denominadas Para relacionar direitinho Temos que estudá-las</p> <p>Há grandezas adimensionais Escalares e vetoriais Para entender com precisão Temos que descrever com muita dedicação</p> <p>As grandezas adimensionais Só de seu módulo necessita, não faça confusão</p> <p>Diferente das demais</p> <hr style="width: 20%; margin-left: 0;"/> <p>¹ Evelylin Cristina Costa Silva, Licenciada em Física pela Universidade Federal de Alagoas; Especialista no Ensino de Física e Matemática;</p>	<p style="text-align: center;">Não precisa de unidade, sentido ou direção</p> <p>Para tratar das grandezas escalares Precisamos ter em mente Que com módulo e unidade Definimos essa valente</p> <p>Só nos resta falar De uma meliante São as grandezas vetoriais Que são um tanto importantes</p> <p>As vetoriais precisam de tudo Para manter a validade Módulo, direção, sentido E também da unidade</p> <p>Um exemplo vamos dar Para cada figurante Seja velocidade ou tempo Sempre temos de ir adiante</p> <p>Quando falamos das vetoriais Lembramos logo da aceleração Ela é importante Para toda movimentação</p> <p>Mestranda pelo Programa Nacional Profissional no Ensino de Física, Polo Universidade Federal de Alagoas.</p>
---	--

Nas escalares pensamos logo
É o tempo que comanda
Ele é importante
Em todas as instâncias

As adimensionais podemos pensar
Uma fração de massa a tratar
Não tão vista como as outras
Na natureza a se mostrar

Por aqui terminamos
Da prosa cantar
Das grandezas que há na Física
Tão belas como o ar

Até breve seu Cabloco
Não perca a próxima cantiga
Pois um aprendizado novo
Se renova todo dia



A velocidade das coisas

Silva, E.C.C.¹

Hoje vamos falar da Física
 Uma ciência experimental
 Que se utiliza da matemática
 Como linguagem habitual

Para te ensinar a Física
 Utilizamos essas rimas
 Uma forma empolgante
 Como nunca antes vista

Quando pensamos em velocidade
 Logo vemos os jovens dessa cidade
 Todos cheios de vida
 Gozando da mocidade

Vamos lá seu moço
 Tome nota sobre a velocidade
 Uma grandeza vetorial
 Que está em nossa realidade

Ela está relacionada
 Com o espaço percorrido
 O tempo é importante
 E deve ser medido

Sabendo o quanto andamos
 E quanto tempo gastamos
 Podemos descobrir
 A velocidade em que nos
 movimentamos

Se considerarmos a velocidade
 Observada no medidor
 Estamos diante da velocidade
 Instantânea, meu senhor

Precisamos entender
 Que para onde vamos importa
 Por ser vetorial
 Temos de tomar nota

Da direção escolhida
 E do sentido adotado
 Até mesmo o módulo
 Deve ser considerado

Por aqui encerro esses versos
 Estando muito contente
 Espero que tenhas aprendido
 Algo dito anteriormente

¹ Evelylin 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.

A Velocidade em Exercícios Silva, E.C.C.¹

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 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/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?

- 1 hora
- 2 horas
- 1,5 hora
- 0,5 hora
- 3 horas

E aí moçada
Como vão os estudos?
Vamos aprender
A resolver esses assuntos!

Hoje a proposta
É um pouco diferente
Solucionar um exercício
E guardar tudo na mente

Antes de tudo carecemos
Da questão compreender
Perceber o que se pede
E os dados conhecer

O exercício tem como tema
A velocidade média
E você sabe, eu já te disse
Como encarar essas ideias

Volte ao início.
Leia a questão,

Anote cada dado,
Tudo com atenção.

Vamos lá começar?!
A questão quer saber
O tempo que é gasto
Para o percurso fazer

O trajeto foi dividido
Em dois trechos diferentes
O veículo deve fazer o mais rápido
Sem ser incoerente

O primeiro trecho mede 80
E 80 é a velocidade dele
Se o tempo gasto é o que queremos
A equação da velocidade utilizaremos

Velocidade é igual
A variação de espaço pelo tempo
Substitua os valores
Não tenha contratempo

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

No segundo trecho,
O desembesto é grande
A 120 de velocidade
Achar o tempo é relevante

Agora eu já entendo
Como encontrar o tempo
Isole o Δt
E meia hora encontraremos

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

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.

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 bomitinho
Que a Física é bacana.

¹ Evelylin 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.

Exercitando as Leis de Newton Silva, E.C.C.¹

1. O peso de um objeto na lua é de 48 N.
Determine o peso desse objeto na Terra.

Dados: Gravidade da Terra = 10 m/s^2 ;
Gravidade da lua = $1,6 \text{ m/s}^2$.

- a) 350 N
- b) 300 N
- c) 200 N
- d) 150 N
- e) 50 N

A gente já falou das leis
Agora vamos aplicar
Um exercício tem como meta
A matéria na mente fixar

A questão traz a tona
Uma temática interessante
É a força peso da zona
Que chega toda vibrante

Uma importante grandeza
Deve ser considerada
É a gravidade da terra
Que da lua é diferenciada

É a gravidade que nos mantém
Com os pés no chão
Imagine não fosse ela
Tudo atrapalhado de montão

Os dados devem ser anotados
Tudo bem posicionado
A gravidade da terra, da lua
E o peso mencionado

Se você sabe que peso é força
Você logo perceberá
Que a segunda lei de Newton

Iremos utilizar

A gravidade é a aceleração
Se não te disse, digo agora
O peso é $m \cdot g$
O resto sai sem demora

Você tem o peso do objeto na lua
E foi te dado a gravidade
Cuide logo em descobrir
A massa dessa entidade

Tu sabe que o objeto
Só tem 30 de massa
E o peso aqui na terra
Logo ultrapassa

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

Ao resultado já chegamos,
É só multiplicar,
O peso vai ser 300N
E a alternativa b vamos marcar

Por aqui encerro os versos
Até mais garotada
Fiquem sabidos e espertos
Que a Física é danada

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.

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA

Questionário Pré-teste – Sobre a utilização de poemas no Ensino de Física

Pré-teste (Professor)

1- Já utilizou algum poema como ferramenta de ensino para contextualizar e apresentar conteúdos de Física?

 Sim Não

2- Caso sua resposta à pergunta anterior tenha sido afirmativa, qual poema utilizado?

3 – Acredita que ao utilizar um poema como instrumento facilitador, poderá atrair mais atenção/interesse de seus alunos?

 Sim Não

4 – Já fez uso de outro método diferente de lousa e pincel? Qual(is)?

9– Sobre as Leis de Newton, relacione as colunas:

1º Lei da Inércia

2º Princípio Fundamental da Dinâmica

3º Lei da ação e reação

() Um móvel em repouso tende a continuar em repouso

() as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos

() A causa de sermos lançados para frente quando um automóvel é freado.

() **Essa lei informa que o módulo da aceleração produzida sobre um corpo é diretamente proporcional ao módulo da força aplicada sobre ele e inversamente proporcional à sua massa.**

10 – Já viu esses conteúdos antes?

() Sim, tenho certeza. () Não tenho certeza. () Não vi.

Questionário Pós-teste - Sobre a utilização de poemas no Ensino de Física

Pós-teste (Professor)

1 – Os poemas facilitaram sua aula para explicar algum conceito físico, especificamente de grandezas, velocidade e leis de Newton?

Concordo totalmente Concordo parcialmente Discordo totalmente

Discordo parcialmente

2 – Seus alunos conseguiram identificar/compreender os conceitos propostos com a utilização dos poemas de conteúdo e de exercícios?

Concordo totalmente Concordo parcialmente Discordo totalmente

Discordo parcialmente

3 – O poema despertou maior interesse por parte de seus alunos em aprender os conceitos propostos?

Concordo totalmente Concordo parcialmente Discordo totalmente

Discordo parcialmente

4 – Você percebeu um maior engajamento (como exemplo, uma maior procura no WhatsApp) dos seus alunos durante a aplicação do produto?

5 – No atual cenário da educação de aulas remotas, em virtude da pandemia, você acredita que os poemas propiciem uma melhor interação dos alunos?

Concordo totalmente Concordo parcialmente Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Questionário Pós-teste - Sobre a utilização de poemas no Ensino de Física
Pós-teste (Aluno)

1 – Qual ano do ensino médio você está?

() 1º () 2º () 3º

2 – O que você achou da utilização de poemas na disciplina de física? Te ajudou a entender melhor o conteúdo?

3 – Você indicaria para outros alunos assistir aos vídeos e ler os poemas?

4 – Conte-nos sobre sua experiência com a disciplina, você gosta de estudar física? Se sentiu melhor estudando através de poemas?

5 – Após a leitura dos poemas, ficou mais claro quais e como são as leis newtonianas?

6 – Tem algo no processo que você faria para melhorar nossa proposta metodológica?

APÊNDICE C – PLANOS DE AULA.

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 acerca 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.	

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 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.

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.

Apêndice D:
Produto
Educativo

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

Evylin Cristina Costa Silva
Wandearley da Silva Dias

Maceió, 2023

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.

Neste produto educacional, 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	4
2. UTILIZAÇÃO DE POEMAS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA.....	6
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DE POEMAS.....	8
3.1. Grandezas Físicas.....	8
3.1.1. Revisão bibliográfica.....	10
3.2. Velocidade.....	14
3.2.1. Revisão bibliográfica.....	18
3.3. Leis de Newton.....	20
3.3.1. Revisão bibliográfica.....	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
5. REFERÊNCIAS.....	33

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

<p>A Física e sua mania de grandeza Silva, E.C.C.¹</p> <p>Que a Física é linda Todo mundo já sabe Muitas vezes amada Outras vezes renegada</p> <p>Há na Física propriedades Chamadas grandezas Elas são responsáveis Por nomear toda beleza</p> <p>Às propriedades físicas dos materiais Grandezas são denominadas Para relacionar direitinho Temos que estudá-las</p> <p>Há grandezas adimensionais Escalares e vetoriais Para entender com precisão Temos que descrever com muita dedicação</p> <p>As grandezas adimensionais Só de seu módulo necessita, não faça confusão Diferente das demais</p> <p><small>¹ Evelyn Cristina Costa Silva, Licenciada em Física pela Universidade Federal de Alagoas; Especialista no Ensino de Física e Matemática;</small></p>	<p>Não precisa de unidade, sentido ou direção</p> <p>Para tratar das grandezas escalares Precisamos ter em mente Que com módulo e unidade Definimos essa valente</p> <p>Só nos resta falar De uma meliante São as grandezas vetoriais Que são um tanto importantes</p> <p>As vetoriais precisam de tudo Para manter a validade Módulo, direção, sentido E também da unidade</p> <p>Um exemplo vamos dar Para cada figurante Seja velocidade ou tempo Sempre temos de ir adiante</p> <p>Quando falamos das vetoriais Lembramos logo da aceleração Ela é importante Para toda movimentação</p> <p><small>Mestranda pelo Programa Nacional Profissional no Ensino de Física, Polo Universidade Federal de Alagoas.</small></p>	<p>Nas escalares pensamos logo É o tempo que comanda Ele é importante Em todas as instâncias</p> <p>As adimensionais podemos pensar Uma fração de massa a tratar Não tão vista como as outras Na natureza a se mostrar</p> <p>Por aqui terminamos Da prosa cantar Das grandezas que há na Física Tão belas como o ar</p> <p>Até breve seu Cabloco Não perca a próxima cantiga Pois um aprendizado novo Se renova todo dia</p>
--	---	---

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.

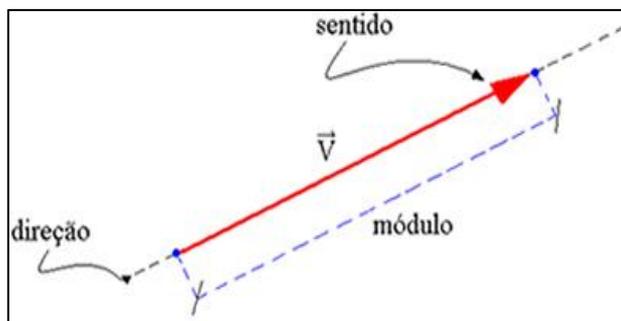
Podemos caracterizar as grandezas físicas de 3 maneiras, são elas: grandezas vetoriais, escalares e adimensionais. Definiremos cada uma delas a seguir.

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.

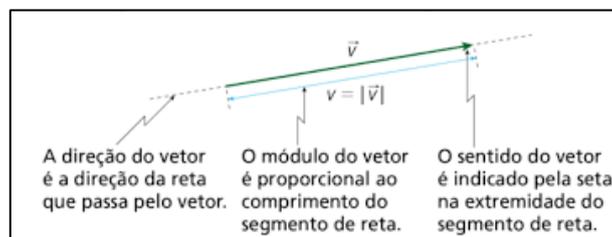
Figura 3 – Representação gráfica de um vetor velocidade.



Fonte: Domínio público.¹⁵

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

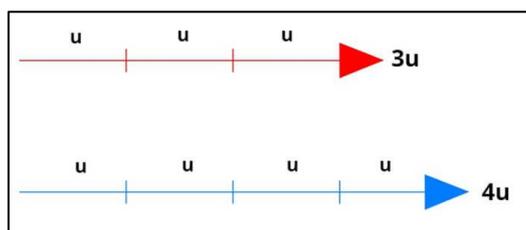
Figura 4 – Representação gráfica de um vetor velocidade, enfatizando o módulo, direção e sentido.



Fonte: Domínio público¹⁶

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 público ¹⁷

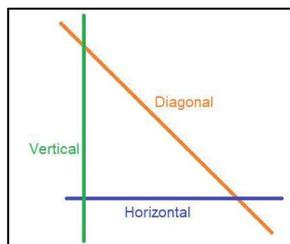
¹⁵ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conceito-vetor.htm>, acesso em: 09.11.22.

¹⁶ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conceito-vetor.htm>, acesso em: 09.11.22.

¹⁷ 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.

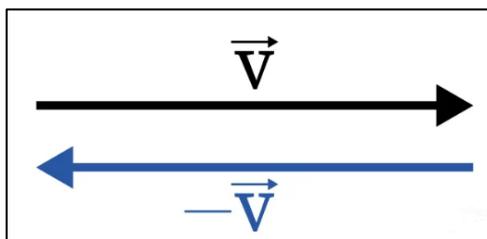
Figura 6 – Representação gráfica sobre a direção de vetores.



Fonte: Domínio público.¹⁸

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.¹⁹

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

¹⁸ Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/1834280>, acesso em 12.11.22.

¹⁹ Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/vetores.htm>, acesso em 09 de novembro de 2022.

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 não 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>Hoje vamos falar da Física Uma ciência experimental Que se utiliza da matemática Como linguagem habitual</p> <p>Para te ensinar a Física Utilizamos essas rimas Uma forma empolgante Como nunca antes vista</p> <p>Quando pensamos em velocidade Logo vemos os jovens dessa cidade Todos cheios de vida Gozando da mocidade</p> <p>Vamos lá seu moço Tome nota sobre a velocidade Uma grandeza vetorial Que está em nossa realidade</p> <p>Ela está relacionada Com o espaço percorrido O tempo é importante E deve ser medido</p>	<p>Sabendo o quanto andamos E quanto tempo gastamos Podemos descobrir A velocidade em que nos movimentamos</p> <p>Se considerarmos a velocidade Observada no medidor Estamos diante da velocidade Instantânea, meu senhor</p> <p>Precisamos entender Que para onde vamos importa Por ser vetorial Temos de tomar nota</p> <p>Da direção escolhida E do sentido adotado Até mesmo o módulo Deve ser considerado</p> <p>Por aqui encerro esses versos Estando muito contente Espero que tenhas aprendido Algo dito anteriormente</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>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>Anote cada dado, Tudo com atenção.</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; sintá-se à vontade para realizar as alterações que julgar convenientes.

Tabela 2 – Plano 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.

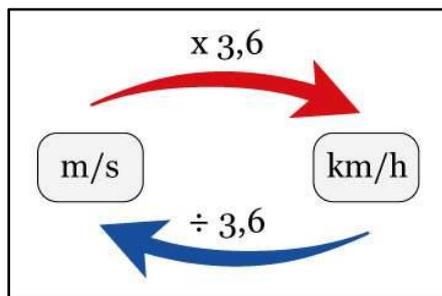


Fonte: Domínio público²⁰

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:

²⁰ 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 público²¹.

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.

²¹ 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 $m \cdot g$ 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 Galilei²² 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

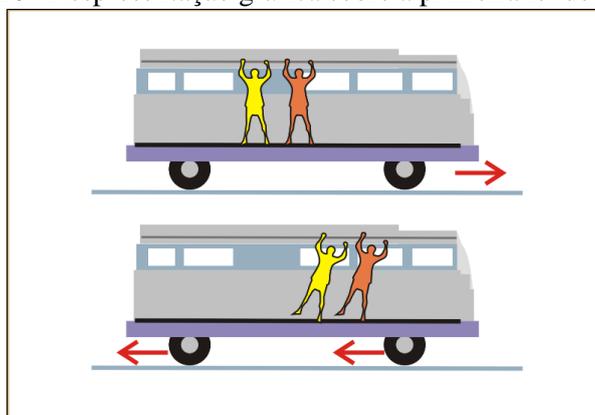
²² Cientista Italiano, Médico e Matemático, fez grandes observações astronômicas, opondo-se a Aristóteles.

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 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.²³

²³ Imagem disponível em: <http://www.portalbarueri.com/educacao/primeira-lei-de-newton-ou-lei-da-inercia>. Acesso em 05 outubro 2022.

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 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:

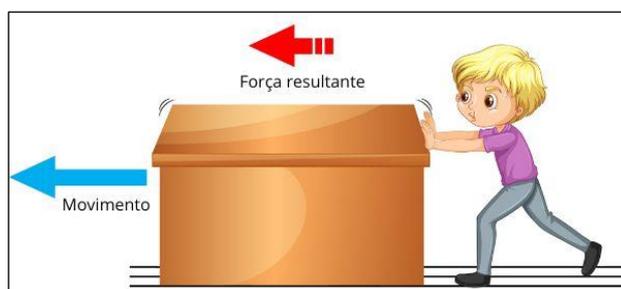
$$\vec{F}r = m \cdot \vec{a} \quad (7)$$

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.²⁴

Vale aqui ressaltar que as aplicações desta lei são inúmeras. Ela é o aparato principal no desenvolvimento dos cálculos da Mecânica Clássica. Uma aplicação

²⁴ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/segunda-lei-newton.htm> acesso em 15 de novembro de 2022.

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, 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:

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

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.

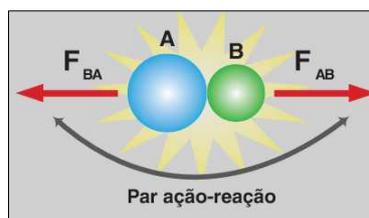
Figura 12- Representação gráfica da terceira lei de Newton no exemplo de um indivíduo caminhando.



Fonte: Domínio Público²⁵

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.²⁶

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

²⁵ Imagem disponível em: <https://www.slideshare.net/JooPauloSilvaMendes/3-lei-de-newton-ao-e-reao>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

²⁶ Imagem disponível em: <https://cosmicapoeira.blogspot.com.br/p/ciclicidade-constancia-cosmologica.html>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

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.

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



SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA