

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA-DEAD/UFVJM

Curso Licenciatura em Física

Elberty Alves dos Santos

A FÍSICA DO DIA A DIA: O ENSINO DE FÍSICA COM ÊNFASE NO COTIDIANO

DIAMANTINA-MG

2023

Elberty Alves dos Santos

A FÍSICA DO DIA A DIA: O ENSINO DE FÍSICA COM ÊNFASE NO COTIDIANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção de diploma de graduação em Licenciatura
em Física, à Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri.

Orientadora: Dr^a. Crislane de Souza Santos
Coorientador: Mr^a. Wanessa Lima de Oliveira

DIAMANTINA-MG

2023

Elberty Alves dos Santos

A FÍSICA DO DIA A DIA: O ENSINO DE FÍSICA COM ÊNFASE NO COTIDIANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção de Diploma de graduação em Licenciatura
em Física, à Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri.

Orientadora: Dr^a. Crislane de Souza Santos
Coorientador: Mr^a. Wanessa Lima de Oliveira

APROVADO EM:/...../.....

Membro 1: Dr^a. Crislane de Souza Santos

Membro 2: Mr^a. Wanessa Lima de Oliveira

Membro 3: Olavo Cosme da Silva

DIAMANTINA-MG

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a minha mãe Ilda, a quem sempre esteve ao meu lado em toda a minha jornada ao longo da vida.

Gostaria de agradecer a todos os meus amigos, em especial ao meu amigo Augusto, a quem não tenho mais tanto contato, mas foi o primeiro a me apresentar o mundo da ciência, instigando a minha curiosidade. E, é claro, ao meu amigo Neilton, que conheço desde a época de escola, e que sempre me aturou falando sobre Física, e até fingiu empolgação em alguns momentos.

Aos meus colegas de trabalho, que sempre foram compreensivos e me apoiaram ao longo dessa jornada, em especial a Maria Graziely, que me acompanha no trabalho a mais de sete anos; e a Vanessa, que não mais trabalha juntamente comigo, mas foi quem me deu um empurrãozinho para me matricular no curso de Licenciatura em Física.

Aos funcionários da Escola Estadual Américo Antunes de Oliveira, em especial ao professor Adeilton Diniz, a quem foi meu supervisor durante os três estágios supervisionados, e que sempre me acolheu muito bem, me dando total apoio e confiança para o desenvolvimento das atividades de estágio.

No mais, gostaria de agradecer aos funcionários da UFVJM, aos tutores dos polos de Minas Novas e Turmalina, os quais sempre foram muito atenciosos e solícitos; ao professor Olavo, ao qual tive a honra de participar de um projeto de extensão liderado por ele (Astrovale); a professora Wanessa, a quem primeiro me acolheu como orientadora e me deu muito apoio; a professora Crislane, Coordenadora do curso de Licenciatura em Física, e orientadora desse TCC, e quem nunca desistiu dos alunos.

Obrigado a todos pelo apoio!

“Eu nasci não sabendo, e tive pouco tempo para mudar isso.” – Richard Feynman.

Resumo

A Física sempre foi vista pelos alunos e demais pessoas como algo de difícil compreensão e aprendizagem, como se fosse algo distante da nossa realidade. Isso diz muito a respeito da forma como a Física é ensinada nas escolas, pois chega a ser um absurdo a ciência que descreve toda a realidade ao nosso redor, que literalmente está presente em tudo, ser vista como algo distante e complexo. É notório que a Física é ensinada superficialmente, meramente com a resolução de problemas matemáticos, onde os fenômenos não são de fato discutidos e ensinados aos alunos. É inegável que há inúmeros problemas de ensino-aprendizagem que estão além do alcance do professor, tais como, a falta de estrutura das escolas, sistema defasado de ensino, desvalorização profissional, problema pessoais dos alunos, entre outros. O ensino-aprendizagem em Física com ênfase em fenômenos do cotidiano pode ser a chave para despertar o interesse dos alunos, e se alcançar uma aprendizagem significativa em Física.

Esse trabalho busca apresentar e analisar uma metodologia de ensino com ênfase em fenômenos presentes no dia a dia dos alunos. A proposta analisada foi desenvolvida na forma de um projeto de intervenção pedagógica com alunos do 1º ano do Ensino Médio durante o desenvolvimento do Estágio Supervisionado de Ensino de Física II, utilizando-se de aulas expositivas dialogadas e uma apostila desenvolvida exclusivamente para o desenvolvimento do projeto. Para avaliar a metodologia, aplicou-se um questionário antes e após a implementação do projeto de intervenção pedagógica, a fim de comparar os resultados obtidos.

A curta duração do estágio, e o fato dos alunos já terem estudado a maior parte do conteúdo desenvolvido durante o projeto de intervenção pedagógica podem ter interferido na averiguação da eficácia da metodologia proposta, mas ainda assim, foi possível se obter resultados significativos.

Palavras-chave: ensino-aprendizagem em Física; metodologia de ensino;

Abstract

Physics has always been perceived by students and others as something difficult to comprehend and learn, as if it were distant from our reality. This speaks volumes about how Physics is taught in schools because it's absurd that the science that describes all the reality around us, present literally in everything, is seen as something distant and complex. It is evident that Physics is taught superficially, merely focusing on solving mathematical problems, where the phenomena are not truly discussed and taught to the students. Undeniably, there are numerous teaching and learning problems that go beyond the teacher's reach, such as the lack of school infrastructure, an outdated education system, professional undervaluation, students' personal issues, among others. Teaching and learning Physics with an emphasis on everyday phenomena could be the key to sparking students' interest and achieving meaningful learning in Physics.

This work aims to present and analyze a teaching methodology with an emphasis on phenomena present in students' daily lives. The proposed approach was developed in the form of a pedagogical intervention project with 1st-year high school students during the development of the Supervised Internship in Physics Teaching II, using interactive lectures and a workbook exclusively developed for the project's implementation. To assess the effectiveness of the methodology, a questionnaire was applied before and after the implementation of the pedagogical intervention project to compare the obtained results.

The short duration of the internship and the fact that students had already studied most of the content developed during the pedagogical intervention project may have influenced the assessment of the proposed methodology's efficacy. Nonetheless, significant results were obtained.

Keywords: Physics teaching and learning; teaching methodology.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação média dos alunos a respeito das aulas após atividade 1	19
Tabela 2 – Avaliação média dos alunos a respeito das aulas após atividade 2	19
Tabela 3 - Cronograma de desenvolvimento do projeto	22
Tabela 4 – Resultado dos alunos – Aulas 01 e 02.....	25
Tabela 5 – Resultado dos alunos – Aulas 05 e 06.....	26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média de desempenho dos alunos por questão no primeiro questionário	27
Gráfico 2 - Média de desempenho dos alunos por questão no segundo questionário	29
Gráfico 3 - Comparativo da média de desempenho dos alunos em ambos os questionários por questão	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Velocidade média da casa até a escola	42
Figura 2 - Unidades de medidas de velocidade	43
Figura 3 – Aceleração: Carro acelerando	44
Figura 4 - Aceleração negativa: Carro desacelerando	44
Figura 5 - Lei da inércia.....	45
Figura 6 - Relação de massa e força.....	47
Figura 7 - Força de reação	48
Figura 8 - Força de atrito.....	50
Figura 9 - Força elástica de uma mola / Figura 10 – Força elástica de um elástico	51
Figura 11 - Canhão de Newton.....	51
Figura 12 - Força peso.....	52
Figura 13 - Força normal.....	53
Figura 14 - Velocidade da luz	55
Figura 15 - Limite de velocidade do universo	56
Figura 16 - Referencial em movimento / Figura 17 - Referencial em repouso	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
4	METODOLOGIA.....	21
5	RESULTADOS OBTIDOS	24
6	ANÁLISE.....	27
7.	CONCLUSÃO.....	34
8.	REFERÊNCIAS:	36
	ANEXO A - APOSTILA “A FÍSICA DO DIA A DIA E UM POUCO ALÉM”	41

1 INTRODUÇÃO

As pessoas normalmente têm a Física como “algo de outro mundo”, “coisa de doido”, sempre relacionando a Física com coisas absurdas, extravagantes, cheias de cálculos complexos e de difícil entendimento, como se o processo de ensino-aprendizagem da Física fosse algo apenas para algumas pessoas de intelecto superior. Muitos alunos alegam ainda, não conseguirem entender as explicações dos seus professores acerca desta disciplina. Isso diz muito a respeito da forma como a disciplina é comumente lecionada nas escolas. (SADA, 2014; SILVA, 2019).

Somado a isso, tem-se ainda um grande desinteresse dos alunos em estudar Física, mas a mesma deveria ser a mais atrativa das ciências naturais (ou pelo menos tão atrativa quanto Química e Biologia), já que a Física descreve não só o comportamento do mundo ao nosso redor, mas também do Universo como um todo. (SANTANA *et al.*, 2020).

Neste contexto, muitas vezes o professor é apontado como o responsável pelo desinteresse e baixo desempenho dos alunos, por utilizar se muitas vezes de didáticas tradicionais, sem se preocupar em criar relação do conteúdo com o cotidiano e saberes dos alunos, ignorando os conhecimentos atuais de Física Moderna, e priorizando o ensino por meio de resolução de problemas que envolvem muito mais Matemática do que realmente Física. Mas por outro lado, o professor não é ajudado pelo sistema de ensino, que não dá muita abertura para o desenvolvimento do conteúdo de forma diferente do que é proposto por eles. Há também a falta de estrutura das escolas, que muitas vezes não possuem nem ao menos salas de aulas adequadas, quanto mais um laboratório de Física, além também das da falta de incentivo financeiro e de cargas horárias inadequadas. (SANTANA *et al.*, 2020; SILVA, 2019).

Somados aos problemas estruturais do sistema de ensino, temos problemas também a respeito da jornada de trabalho do professor, onde todo o seu tempo de trabalho é destinado exclusivamente para lecionar em sala de aula, sem tempo disponibilizado para um planejamento adequado de suas aulas. Juntamente a isso, tem o problema do pouquíssimo tempo disponibilizado para a matéria de Física no Ensino Médio, o que dificulta muito uma abordagem mais ampla e apropriada da disciplina. (ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017).

Além do desinteresse dos alunos pela aprendizagem da Física nos moldes tradicionais de ensino, há alguns estudos que relacionam habilidades matemáticas com uma pré-disposição genética; da mesma forma, relaciona a dificuldade na aprendizagem em

Matemática com um fator genético, como por exemplo, um estudo publicado na revista “*Genes, Brain and Behavior*”, no ano de 2010, no qual foi identificado alelos múltiplos associados com habilidades e deficiência em Matemática. (DOCHERTY et al., 2010). Um outro estudo publicado no periódico “*Plos Biology*”, relaciona as diferenças de domínio de habilidades Matemáticas a fatores neurobiológicos. Porém, é importante ressaltar, que habilidades matemáticas são como quaisquer outras habilidades, e podem ser adquiridas através de esforço e treinamento, e não são unicamente definidas por fator genético. (MIRANDA, 2020; RIMFELD et al., 2018; SOUZA e MATIAS, 2020).

Somado a isso, a limitada contextualização e correlação do Ensino da Física com o cotidiano, é comum os alunos questionarem “para quê vou usar isso?”, eles se sentem perdidos, e veem a Física apenas como uma obrigação para concluir o ano letivo, ou tirar uma boa nota no vestibular. Mas além da clara necessidade da Física para concluir o ano letivo e ir bem no vestibular, a Física faz parte da vida de todos, e pode ajudar na solução de problemas do dia a dia, desde os mais simples, até os complexos problemas. Cabe ao professor de Física criar o máximo possível de relação entre o conteúdo trabalhado e o cotidiano dos alunos, para que eles vejam a Física como parte das suas vidas, e quem sabe despertar um maior interesse pela disciplina. (BONADIMAN e NONENMACHER, 2007).

A Física é uma das disciplinas que os alunos do Ensino Médio mais tem dificuldades, refletindo nos baixos desempenhos tanto nas notas da escola, quanto nas notas do ENEM e outros vestibulares nessa área. Em um estudo publicado no ano de 2014, na “*Revista Brasileira de Ensino de Física*”, onde foi analisado o desempenho dos alunos na área de ciências da natureza no ENEM de 2009, obteve-se que os participantes tiveram uma média de acertos de 25,1% em questões que exigiam conhecimentos específicos de Física, enquanto que obtiveram mais que o dobro, 52,5% nas demais questões de ciências da natureza. (JUNIOR, BARROSO, 2014; SOUZA, THEODORÉ, KIST, 2021). Em um outro estudo um pouco mais amplo, onde foi analisado o desempenho dos alunos no ENEM entre os anos de 2009 e 2014, Física foi a área de conhecimento em que os alunos obtiveram menor índice de acertos, cerca de 26%, enquanto que em Matemática o percentual de acertos foi de cerca de 29%, já em outras disciplinas, obtiveram um índice maior, como por exemplo, Biologia com cerca de 36% de acertos, e Língua Portuguesa com cerca de 44%. (PAIVA, 2016). Parte dessa dificuldade de aprendizagem em Física vem da falta de interesse pela disciplina. Esse desinteresse vem principalmente pela forma em que a disciplina de Física é desenvolvida nas escolas, com aulas expositivas, onde o foco, a maior parte do tempo está na aprendizagem da realização de cálculos, com pouca ou nenhuma relação com o cotidiano dos estudantes,

dificultando que os mesmos contextualizem o conteúdo de Física com seu dia a dia. (SILVA, 2019).

Ainda neste contexto, a dificuldade de aprendizagem em Física se reflete até mesmo nas universidades, onde os alunos dos cursos de exatas costumam ter grandes dificuldades com disciplinas de Física. (BONADIMAN e NONENMACHER, 2007). Olhando em específico para as Ciências Naturais, o curso de Física (tanto bacharelado, quanto licenciatura) costuma ser um dos menos concorrido nos vestibulares, com maior índice de desistências, e consequentemente, com os menores índices de formados. Até mesmo se comparado com o curso de Matemática, que também é considerado por muitos, como uma área difícil, além de ser usada para justificar a dificuldade da Física, os índices de conclusão do curso são superiores aos cursos de Física. (ARRUDA et al., 2006; DIAS et al., 2021; MAZZA, AMOROZO e BUONO, 2022; SILVA e FRANCO, 2014).

Claro que além disso, existem vários outros fatores que contribuem tanto para o baixo desempenho dos alunos, quanto para o desinteresse e alto índice de evasão escolar. Dentre eles, se destaca os fatores socioeconômicos, onde muitas famílias não conseguem enxergar os benefícios de manter os seus filhos no sistema de ensino, pois para eles, o mais importante é aprendizado dos serviços que são passados na família de geração em geração, e trarão um retorno financeiro imediato. As famílias mais pobres, muitas vezes necessitam que todos contribuam com as despesas para se manterem, por isso, muitas vezes os adolescentes precisam abandonar os estudos para ajudar na renda da casa. O problema se agrava mais quando olhamos para o ensino superior, pois os gastos normalmente são maiores, ainda mais para famílias do interior, que precisam arcar com moradia em outra cidade (onde se localiza o campus da faculdade) para que o filho possa realizar seus estudos. (ARAÚJO; AGUIAR, 2010). Problemas como esses, afetam o desempenho dos alunos não apenas em Física, mas em todas as disciplinas, das mais diversas áreas.

Ensinar Física não é apenas apresentar aos alunos uma enorme quantidade de fórmulas e definições, mas sim fazê-los reconhecer e compreender fenômenos e conceitos básicos que vão encontrar no seu dia a dia. Muitas vezes o professor opta pela realização de experimentos, achando que essa será a solução para os problemas de aprendizagem dos alunos. Mas, ao fazê-lo, torna os seus estudantes meros espectadores do fenômeno experimentado, onde eles simplesmente verificam o ocorrido no experimento, sem saber o que realmente está acontecendo. Nesse momento o professor chega a acreditar que sua aula foi um sucesso, pois despertou o interesse dos seus alunos, mas se os mesmos não entenderam o que ocorreu no experimento, o que houve foi simplesmente a substituição de uma aula

expositiva, por uma aula experimental, mas sem criar a relação com o cotidiano dos alunos. (ANJOS, 2005).

É preciso entender, que o ensino de Física está além de ensinar meramente que os alunos resolvam contas matemáticas, e inclui também uma compreensão de fenômenos, e contextualização dos mesmos aos seus cotidianos. A Física está presente em tudo, e a sua aprendizagem é fundamental não somente para que os alunos tenham um bom aproveitamento em vestibulares, mas também para que os mesmos possam lidar com situações do cotidiano em que a Física está envolvida e assim se tornarem cidadãos críticos e conscientes. (SILVA, 2019).

Desta maneira, o estudo de novas metodologias que possam fazer com que os alunos correlacionem os conceitos aprendidos em sala de aula com o seu dia a dia é de suma importância, uma vez que além de formar pessoas com um aprendizagem efetiva e cidadãos conscientes e críticos, estas metodologias de ensino ajudam a contornar problemas escolares, como baixo desempenho dos alunos em Física e a falta de interesse dos mesmo pela disciplina. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar uma proposta de Ensino de Física com ênfase no cotidiano, a qual foi desenvolvida entre os dias 09/11/2022 e 25/11/2022, na forma de um projeto de intervenção pedagógica, como parte obrigatória do Estágio Supervisionado do Ensino de Física II.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal desse trabalho é analisar o aprendizado em Física, com ênfase de ensino em acontecimentos e fenômenos presentes no cotidiano dos alunos, com base no projeto de intervenção pedagógica desenvolvido no período compreendido entre os dias 09/11/2022 a 25/11/22, como parte obrigatória do Estágio Supervisionado do Ensino de Física II, na Escola Estadual Américo Antunes de Oliveira, situada na cidade de Turmalina-MG.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se através da aplicação de uma metodologia de ensino de Física com ênfase em fenômenos do cotidiano é possível despertar um maior interesse dos alunos pela disciplina, melhorando sua aprendizagem e desempenho em Física.
- Avaliar a eficiência da abordagem de ensino centrada em fenômenos do cotidiano na promoção do interesse e da aprendizagem significativa em Física.
- Analisar como ocorre a aplicação do ensino de Física no cotidiano escolar, por meio da observação das práticas de ensino utilizadas durante o projeto de intervenção pedagógica.
- Observar as competências desenvolvidas pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física, por meio da análise de suas participações e desempenho nas atividades propostas durante o projeto de intervenção pedagógica.
- Compreender o interesse pela disciplina Física ao ser aplicada no cotidiano dos alunos.
- Identificar as limitações e possíveis melhorias da metodologia desenvolvida no projeto de intervenção pedagógica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A origem deste trabalho foi a busca por “como abordar física no cotidiano PDF” no Google, onde o segundo artigo a aparecer é “Abordagens Da Física No Cotidiano”, de autoria de Ian Lima Santana, Ramon Alves dos Santos, Giovani Luz Andrade e Carlos Takiya. O artigo traz discussões pertinentes a respeito do ensino de Física com uma abordagem centrada no cotidiano dos alunos. No texto, menciona-se o GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Leituras de Física), que se tornou uma das fontes de inspiração para a apostila desenvolvida para aplicação no projeto de intervenção pedagógica.

Ao pesquisar no Google pela "teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel", um nome que se destaca é o de Marco Antônio Moreira. Ele aparece como autor ou coautor de pelo menos três trabalhos distintos e é recomendado pelo Google em "Pesquisas relacionadas", logo após David Ausubel. Um livro publicado em sua 1ª edição em 2009 chama a atenção, pois contém uma compilação de vários trabalhos de Moreira sobre a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Esse livro é intitulado "Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências - A teoria da aprendizagem significativa" e serviu como principal fundamentação teórica de aprendizagem significativa para o desenvolvimento deste trabalho.

O ser humano é por natureza curioso e investigador. Podemos dizer que foi por esse motivo que houve o surgimento da filosofia e posteriormente da ciência. De acordo com Moreira (2009), a fim de passar o nosso conhecimento adquirido adiante de forma eficiente, a sociedade desenvolveu ao longo da história vários instrumentos de ensino, para se atingir uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2009).

A vida é um processo constante de aprendizagem ativa, pois aprendemos ao enfrentar novos problemas e desafios, que se tornam cada vez mais complexos conforme envelhecemos. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem são aquelas que possibilitam a construção do conhecimento através da participação efetiva do estudante no processo de ensino-aprendizagem. (MARTINS et al., 2022).

Em uma metodologia ativa o professor possui papel de orientador, o centro do ensino-aprendizagem se torna os alunos. Nessa função, o professor deve ajudar os alunos atingirem seus objetivos motivando, questionando, orientando, enquanto que os estudantes participam de forma ativa, cada um com seu processo único de aprendizagem. (BACICH ; MORAN, 2017).

No prefácio da 8ª edição do livro "Fundamentos de Física" Vol. 1, Jearl Walker relata um acontecimento com uma de suas alunas que questionou o que isso tem a ver com a sua vida, durante uma de suas aulas de Física. Jearl Walker admite que, naquele momento, não conseguiu responder adequadamente à sua aluna. Esse episódio ilustra algo que ocorre com inúmeros professores de Física e demonstra a dificuldade em relacionar os conteúdos da disciplina com a realidade dos alunos. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Em sua autobiografia, o físico Feynman (2019) narra sobre sua experiência lecionando Física no Brasil direcionado ao ensino superior. Feynman (2019) relata que ao fazer perguntas sobre Física aos seus alunos, quando as questões eram levantadas da mesma forma em que estavam no livro, seus alunos respondiam correto e rapidamente, mas quando a mesma pergunta era feita novamente de uma forma diferente, os alunos não conseguiam responder. Feynman (2019) então notou que seus alunos estavam aprendendo de forma mecânica, apenas decorando o que lhes era ensinado, e não conseguiam relacionar o conteúdo lecionado com a realidade ao seu redor. Segundo Feynman (2019), o mesmo podia ser visto nas aulas de outros professores.

Neste contexto, é comum se ver em Física essa aprendizagem mecânica, onde conceitos e fórmulas são meramente decorados, e não absorvidos pelo aluno. Isso pode até fazer com que o aluno vá bem na realização de atividades ou mesmo de provas, mas faz com o que o mesmo não aprenda realmente o conteúdo estudado, e não consiga aplicá-lo em seu dia a dia quando realmente necessário. (MOREIRA, 2009).

Segundo Bacich e Moran (2017), as pesquisas em neurociência atuais demonstram que as pessoas só aprendem de fato aquilo que faz sentido e é considerado importante para elas. De acordo com a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel (1918 – 2008), sempre que um indivíduo é exposto a um novo aprendizado, ele o irá correlacionar com o aprendizado que ele já possui. (AUSUBEL, 1982). Por isso, a forma como o conteúdo é apresentado nas aulas irá definir o quão bem ocorrerá a aprendizagem dos alunos.

Desta maneira, a aprendizagem significativa não é uma simples associação, é caracterizada por uma interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e a nova informação apresentada, da qual esta adquirir significado, e é integrada aos conhecimentos já existentes, de forma natural (não-arbitrária e não-literal). (AUSUBEL, 1982).

Neste sentido, para que o aluno tenha uma aprendizagem significativa, é fundamental que o conteúdo que está sendo lecionado seja facilmente relacionável com a

realidade em que ele vive. (MOREIRA, 2009). Os conceitos básicos de Física, como posição, velocidade, aceleração, força, precisam ser bem apresentados, pois são conceitos que estão presentes em todas as áreas da Física, e a não aprendizagem adequada dos mesmos, pode acarretar em um aumento da dificuldade para se aprender outros conceitos futuros, que por sua vez pode gerar um desinteresse para se estudar a disciplina. (PELIZZARI et al., 2002).

Deste modo, o ensino de Física com uma linguagem mais simples, e uma abordagem centrada no cotidiano, propicia uma maior aprendizagem. A aprendizagem em Física contribui para a formação de um cidadão crítico, que sabe lidar com fenômenos físicos no seu dia a dia, e talvez até desperte o interesse pela carreira científica. (SANTANA et al., 2020).

Um das ferramentas de ensino utilizada com frequência, a fim de se obter uma aprendizagem significativa em Física são as aulas expositivas, mas o seu uso se tornou muito malvisto atualmente. Muitos professores que se consideram “modernos” veem nas aulas expositivas o motivo do fracasso do sistema de ensino brasileiro que segue até os dias atuais. Mas esse fracasso vai muito além disso, abrange a falta de infraestrutura de ensino, a falta de formação continuada dos professores, a indisponibilidade de material didático apropriado, a má estruturação da carga horária do professor, que conta somente com o tempo em sala de aula, sem tempo para um planejamento adequado das suas aulas, juntamente com a falta de incentivo monetário, que sobrecarrega o professor, pois para o mesmo conseguir um salário razoável, é preciso que ele pegue mais de um cargo; e atinge até mesmo os alunos, que muitas vezes não tem condições mínimas financeiras para se preocuparem unicamente com os estudos. (ANTONOWISKI, ALENCAR e ROCHA, 2017; ROITMAN, 1981).

Contudo, as aulas expositivas são apenas uma ferramenta de ensino, o êxito na aprendizagem dos alunos depende muito de quem está “manuseando” esta ferramenta. Claro que o uso de aulas expositivas onde os alunos não possuem voz chega a ser algo absurdo, mas aulas expositivas dialogadas, onde as aulas parecem até mesmo uma roda de conversa entre o professor e os alunos é algo que pode trazer ganhos na aprendizagem dos alunos, pois os diálogos propiciam que os alunos exponham seu cotidiano, e possam relacionar o conteúdo estudado com o seu dia a dia. (HARTMANN, MARONN e SANTOS, 2019; ROITMAN, 1981).

Diferente da aula expositiva tradicional, onde o professor é a peça central, o detentor do conhecimento, e os alunos são meros espectadores passivos, que estão ali somente para ouvir e copiar o que é passado pelo professor, uma aula expositiva dialogada, quando bem desenvolvida, se assemelha com uma troca de conversas entre amigos, onde as

experiências vividas por cada um (professor e alunos) a respeito do tema trabalhado são expostas através de diálogos. No desenrolar de uma aula expositiva dialogada, o professor deve desenvolver o conteúdo, enquanto incentiva os alunos a participarem do diálogo, trazendo para a aula os seus conhecimentos e visões a respeito do assunto. (COIMBRA, 2016).

Em um estudo publicado em 2022 na “Revista Brasileira de Ensino de Física”, analisou-se uma pesquisa do ano de 2018, realizada em uma escola da cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, contando com 98 alunos do segundo ano do ensino médio, divididos em quatro turmas, os alunos avaliaram cinco estratégias diferentes para o ensino de Física após a realização de dois tipos de atividades utilizando cinco tipos diferentes de aulas, sendo elas: aula expositiva com quadro branco, aula expositiva com datashow, aula prática de laboratório, aula com simulação interativa PhET, aula de resolução de problemas/exercícios (os autores destacam que a aula expositiva a qual se referem, é do tipo dialogada, e não do tipo clássica). As notas que os alunos deveriam dar para as aulas era em uma escala de 1 a 5, nos quesitos “motivação” e “eficiência”. (BATTISTEL; HOLZ; SAUERWEIN, 2022). Nas duas tabelas abaixo podemos ver a média das notas dadas pelos alunos a cada uma das cinco estratégias diferentes para o ensino de Física após a realização de cada atividade:

Tabela 1 – Avaliação média dos alunos a respeito das aulas após atividade 1

Estratégia	Motivação	Eficiência
Aula expositiva com quadro branco	3,827	4,439
Aula expositiva com Datashow	3,020	3,388
Aula prática de Laboratório	4,582	4,204
Aula com simulação interativa PhET	3,735	3,633
Aula de resolução de problemas/exercícios	3,633	4,541

Fonte: BATTISTEL; HOLZ; SAUERWEIN (2022, p. 05). Adaptado.

Tabela 2 – Avaliação média dos alunos a respeito das aulas após atividade 2

Estratégia	Motivação	Eficiência
Aula expositiva com quadro branco	3,133	3,684
Aula expositiva com Datashow	2,184	2,429
Aula prática de Laboratório	4,214	3,153
Aula com simulação interativa PhET	2,520	1,980
Aula de resolução de problemas/exercícios	2,908	3,735

Fonte: BATTISTEL; HOLZ; SAUERWEIN (2022, p. 05). Adaptado.

Nas duas atividades, o tipo de aula que os alunos consideraram mais motivadora, foi a aula prática de laboratório, recebendo nota média de 4,582 na primeira atividade e 4,214 na segunda atividade; o tipo de aula que os alunos consideraram mais eficiente foi a aula de

resolução de problemas/exercícios, recebendo nota média de 4,541 na primeira atividade e 3,735 na segunda atividade. A aula expositiva com quadro branco se destacou por estar sempre em segundo, recebendo em motivação nota média de 3,827 na primeira atividade, e média de 3,133 na segunda atividade; enquanto que em eficiência, recebeu dos alunos nota média de 4,439 na primeira atividade, e 3,684 na segunda atividade. (BATTISTEL; HOLZ; SAUERWEIN, 2022).

A nota média dada pelos alunos à aula expositiva com quadro branco demonstra que esse tipo de aula consegue ser tanto motivadora, quanto eficiente na opinião dos mesmos. No estudo, os alunos afirmam que aulas de Física desse tipo são “interativas, que permitem a participação dos alunos, permitem o diálogo, conversa informal, que facilitam o estudo em casa a partir das anotações realizadas durante a aula”. (BATTISTEL; HOLZ; SAUERWEIN, 2022).

Ainda neste contexto, outra ferramenta a ser utilizada juntamente com as aulas expositivas, são os livros e apostilas. Os livros e apostilas de Física não devem ser utilizados apenas como um amontoado de frases, definições, termos técnicos distantes da realidade do aluno, e sim como uma ferramenta complementar de ensino. Muitos dos livros utilizados para o ensino de Física não tem a preocupação de relacionar o conteúdo estudado com o cotidiano dos alunos, cabe ao professor então, ser o meio para trazer conceitos complexos de Física para o dia a dia dos estudantes. (CAVICCHIOLI e JOUCOSKI, 2009).

Com a implementação do novo PNLD 2021 (Plano Nacional do Livro Didático 2021), que foi adiado para 2022, houve uma série de novos problemas a respeito dos livros. Devido ao fato dos livros didáticos do PNLD 2021 serem agora divididos em unidades curriculares, e não mais em disciplinas, a escolha do livro se tornou uma tarefa mais complicada, pois os professores precisam entrar em consenso e escolher aquele livro que se adeque ao sua maneira de lecionar, e a dos demais colegas docentes, ao mesmo tempo em que o livro deve ser adequada a realidade escolar em cada uma das áreas abordadas por ele. (FONSECA; TONINI, 2021).

A alternativa mais simples para que os alunos tenham um processo de ensino-aprendizagem de maneira ativa, é a utilização de aulas expositivas dialogadas, utilizando uma linguagem simples, o mais próximo possível da realidade dos alunos. O livro ou apostilas devem ser utilizados como apoio, e não devem ser o elemento central da aprendizagem dos alunos, esse papel cabe ao professor, que deve ser o facilitador da aprendizagem dos alunos. (CAVICCHIOLI e JOUCOSKI, 2009; HARTMANN, MARONN e SANTOS, 2019; MARTINS et al., 2022; MOREIRA, 2009; ROITMAN, 1981).

4 METODOLOGIA

Este estudo tem como objetivo analisar uma proposta de ensino com ênfase em fenômenos do cotidiano. Para uma melhor organização e compreensão, esta seção será dividida em duas subseções principais: "O Projeto" e "Desenvolvimento do Projeto". A primeira subseção apresentará os detalhes, a estrutura e os elementos gerais do projeto, descrevendo sua concepção. Já a segunda subseção abordará a implementação prática do projeto de intervenção pedagógica, relatando sobre as etapas realizadas, as estratégias empregadas e os resultados obtidos.

4.1 O PROJETO

A proposta em análise foi aplicada na forma de um projeto de intervenção pedagógica desenvolvido com alunos no 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Américo Antunes de Oliveira, localizada em Turmalina - MG, durante o desenvolvimento do Estágio Supervisionado de Ensino de Física II, no período compreendido entre os dias 09/11/2022 a 25/11/22, contando com a participação de 43 alunos. O local de desenvolvimento do projeto foi escolhido devido as deficiências de aprendizagem em Física observadas durante o desenvolvimento do Estágio Supervisionado de Ensino de Física I. Os resultados obtidos com o Projeto de Intervenção Pedagógica serão discutidos nesse estudo.

O conteúdo foi desenvolvido em colaboração entre o professor supervisor do estágio e o estagiário licenciando em Física, através de aulas expositivas. O conteúdo foi baseado em uma apostila de apoio que foi desenvolvida exclusivamente para o projeto e disponibilizada para os alunos de forma remota, para ser baixada gratuitamente no formato PDF (ANEXO A). Inicialmente, também foi considerada uma versão impressa da apostila, sem figuras, visando reduzir custos de impressão. Essa opção seria disponibilizada apenas para alunos que não tivessem acesso à versão digital. No entanto, durante a implementação do projeto, constatou-se que todos os alunos possuíam smartphones e a escola contava com uma sala de informática, tornando a versão impressa desnecessária. Devido a essa circunstância, optou-se por descartar a versão impressa da apostila durante a aplicação do projeto.

A apostila utilizada continha uma linguagem simples, e objetivava a compreensão dos alunos a respeito do conteúdo desenvolvido ao longo do primeiro ano do Ensino Médio nas aulas de Física. A ênfase do material da apostila era em fenômenos físicos presentes no dia a dia, havendo conteúdos adicionais (vídeos e simulações) para que os alunos pudessem acessar caso desejassem (não sendo obrigatórios, apenas conteúdo para quem desejasse ter

acesso à informações complementares a respeito dos temas abordados) através de QR code (seja escaneando, ou clicando no ícone), além disso, a apostila contava com pequenos textos dentro de um quadro, a fim de curiosidade, que em alguns momentos vai além do dia a dia.

O conteúdo da apostila foi desenvolvido usando como referência materiais e livros em que a Física é apresentada de forma intuitiva e relacionando os conteúdos com fenômenos presentes no cotidiano, sendo eles: o livro do David Halliday, “Fundamentos de Física” Vol. 1, em sua 8ª edição, publicado no ano de 2009 (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009); o livro de Ben Still, escrito com vários colaboradores, intitulado “O Livro da Física”, em sua 1ª edição, publicado no ano de 2021 (STILL, et al., 2021); e os conteúdos do “Grupo de Reelaboração do Ensino de Física” (GREF), um projeto da USP, que disponibiliza o conteúdo que foi desenvolvido no ano de 1998 no formato de apostilas, gratuitamente de forma online (GREF, 1998).

4.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto de intervenção pedagógica seguiu o seguinte cronograma de execução:

Tabela 3 - Cronograma de desenvolvimento do projeto

Atividade	Período
Confecção da apostila	13/08/22 a 08/10/22
Execução do projeto na forma de Estágio Supervisionado.	09/11/22 a 25/11/22
Elaboração de relatórios de estágio (contendo descrição da vivência e avaliação do desenvolvimento do projeto).	05/11/22 a 01/12/22

Fonte: Próprio autor.

Nas duas primeiras aulas, na execução do projeto na forma de Estágio Supervisionado, houve a aplicação de um questionário avaliativo, contendo as seguintes questões:

Descreva com suas palavras:

1. O que é velocidade?
2. Como você faria para saber a duração de uma viagem, sabendo a distância e a velocidade média do carro no percurso?
3. O que é preciso ocorrer para que um corpo que está parado (em repouso) entre em movimento? E para que um corpo em movimento seja parado?
4. Porque carros derrapam facilmente na chuva ou quando os pneus estão carecas?

5. Porque satélites, como o de GPS, precisam corrigir seus relógios constantemente?

O objetivo principal dessas cinco questões era analisar se os alunos conseguiriam relacionar o conteúdo desenvolvido ao longo do primeiro ano do ensino médio, com fenômenos do seu cotidiano. Respostas como “velocidade é a variação da posição de um corpo ao longo do tempo”, foram consideradas insatisfatórias, uma vez que se trata apenas de uma “definição de livro”, que quase sempre é apenas decorada pelos alunos, sem de fato entender o seu significado.

O esperado era que todos os alunos conseguissem concluir o questionário em uma única aula, mas devido ao baixíssimo número de alunos que conseguiram concluir o mesmo, o prazo foi prolongado para mais uma aula, totalizando duas. As notas obtidas pelos alunos serão apresentadas na sessão “Resultados Obtidos”.

As aulas 03 e 04 foram utilizadas para o desenvolvimento da apostila com os alunos. A apostila possui 11 páginas, e abrange os conteúdos de deslocamento, velocidade, aceleração, Três Leis de Newton, diferentes tipos de forças, e introduz brevemente a relatividade restrita. As aulas foram planejadas pelo estagiário e lecionadas pelo professor supervisor. Duas aulas (cerca de 100 minutos), foi um período muito curto para o desenvolvimento do conteúdo, e como praticamente todo o conteúdo (exceto a parte de relatividade restrita) já havia sido trabalhado durante o ano, o que o professor optou por fazer foi uma espécie de revisão. O conteúdo foi passado de uma forma bastante clara, mas não houve muita interação da turma durante o seu desenvolvimento, além de que tal comportamento não foi incentivado pelo professor, devido o pouco tempo disponível, mas quando o conteúdo sobre relatividade restrita foi desenvolvido, os alunos se mostraram bastante interessados, e fizeram inúmeras perguntas, tais como: “porque o tempo passa mais devagar em algumas circunstâncias?”, “como sabemos que essas coisas realmente acontecem?”, “a partir de que velocidade o tempo começa passar mais devagar?”. Uma pena que devido ao pouco tempo restante de aula, o professor não conseguiu responder as dúvidas adequadamente, e apenas recomendou os alunos a lerem a apostila e pesquisarem.

Nas aulas 05 e 06, foi aplicado novamente o questionário utilizado nas aulas 01 e 02, com o objetivo de coletar dados sobre a eficácia do projeto de intervenção pedagógica desenvolvido. Os resultados obtidos serão apresentados na seção intitulada "Resultados Obtidos" e posteriormente discutidos na seção denominada "Análise". Essa abordagem permitirá uma avaliação mais aprofundada dos impactos e benefícios do projeto, fornecendo subsídios para a análise crítica dos resultados obtidos.

5 RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados do desempenho dos alunos na resolução do questionário durante o desenvolvimento do projeto de intervenção pedagógica. Para avaliar as respostas, adotou-se o seguinte critério:

- 01 ponto para uma resposta considerada como totalmente correta, onde o aluno utilizou termos condizentes com a sua realidade para responder a questão;
- 0,75 ponto para uma resposta que por algum detalhe não atingiu as condições de uma resposta totalmente correta, seja pela breve utilização de termos mais técnicos, ou mesmo por estar incompleta;
- 0,5 ponto para respostas em que o aluno claramente copiou a resposta de algum livro ou da internet, ou mesmo pelo excesso de termos técnicos, ou em casos onde o aluno não mencionou algo considerado importante para a resposta, ou se confundiu em trechos da resposta;
- 0,25 ponto para respostas em que o aluno claramente copiou a resposta de algum livro ou internet, e ainda assim, deixou a mesma incompleta;
- 0,0 ponto para respostas totalmente erradas;

Todas as questões possuem o mesmo peso de avaliação, e como o questionário possui 5 questões, a nota máxima é de 5 pontos. Esse critério permitirá uma análise mais precisa do desempenho dos alunos e sua compreensão dos conteúdos abordados durante o projeto de intervenção pedagógica.

O primeiro questionário foi aplicado antes do desenvolvimento do projeto de intervenção pedagógica. O desempenho dos alunos na realização dessa atividade está descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado dos alunos – Aulas 01 e 02

Aluno	Nota questão 1	Nota questão 2	Nota questão 3	Nota questão 4	Nota questão 5	Total
1	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	2
2	0,5	0,5	0,0	1,0	0,5	2,5
3	0,5	1,0	0,75	1,0	0,5	3,75
4	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
6	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
7	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
8	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
9	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
10	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
11	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
12	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	3,5
13	0,5	1,0	0,0	0,5	0,5	2,5
14	0,5	1,0	0,0	0,0	0,5	2
15	0,5	1,0	0,0	1,0	0,0	2,5
16	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	1,5
17	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	2,0
18	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	2
19	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	2
20	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	2
21	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2
22	0,0	0,5	0,5	1,0	0,0	2
23	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2
24	1,0	1,0	0,0	0,5	0,5	3
25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	4,5
26	0,5	0,0	1,0	1,0	0,5	3
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	1,0	1,0	0,75	1,0	0,5	4,25
29	0,5	1,0	0,25	1,0	0,0	2,75
30	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	4
31	0,5	1,0	0,75	1,0	0,5	3,75
32	0,5	1,0	0,75	1,0	0,5	3,75
33	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
34	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	3,5
35	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
36	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
37	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
38	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
39	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
40	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
41	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3
42	0,5	1,0	0,5	0,25	0,5	2,75
43	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	2,25
Média	0,43	0,88	0,47	0,64	0,43	2,85

Fonte: Próprio autor.

Nas aulas 05 e 06, o questionário utilizado nas aulas 01 e 02 foi novamente aplicado aos alunos. As notas obtidas por cada aluno nessa segunda aplicação estão apresentadas na Tabela 5 que se encontra abaixo. É importante destacar que a numeração dos alunos na Tabela 5 não corresponde à mesma numeração da Tabela 4, que se refere ao desempenho dos alunos nas aulas 01 e 02. Portanto, o aluno 1 da Tabela 4 não é o mesmo aluno 1 da Tabela 5, e o mesmo se aplica a todos os demais alunos.

Tabela 5 – Resultado dos alunos – Aulas 05 e 06

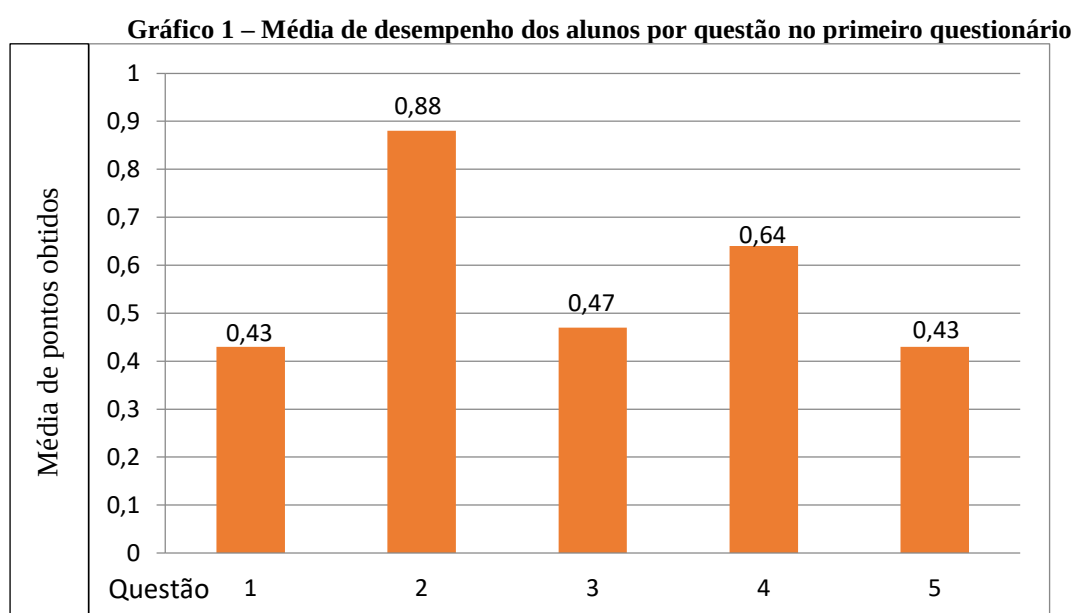
Aluno	Nota questão 1	Nota questão 2	Nota questão 3	Nota questão 4	Nota questão 5	Total
1	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	4,5
2	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	4,0
3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	4,5
4	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	4,5
5	1,0	0,0	0,5	1,0	0,5	3,0
6	1,0	0,0	0,5	1,0	0,5	3,0
7	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	3,5
8	1,0	1,0	0,5	0,5	0,25	3,25
9	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	4,0
10	0,5	0,0	0,25	0,0	0,5	1,25
11	0,5	0,0	0,25	0,0	0,5	1,25
12	0,5	0,0	1,0	1,0	1,0	3,5
13	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	3,5
14	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	4,5
15	1,0	1,0	0,0	1,0	0,5	3,5
16	0,0	1,0	0,5	0,5	1,0	3,0
17	0,0	1,0	0,25	0,5	1,0	2,75
18	0,0	1,0	0,25	0,5	1,0	2,75
19	0,5	1,0	0,75	1,0	0,5	3,75
20	0,5	1,0	0,75	0,5	0,5	3,25
21	0,5	1,0	0,75	0,5	0,5	3,25
22	0,0	1,0	0,25	0,5	1,0	2,75
23	0,25	1,0	0,0	0,5	0,5	2,25
24	0,75	1,0	1,0	1,0	0,5	4,25
25	1,0	0,0	0,75	0,5	1,0	3,25
26	1,0	0,0	1,0	0,5	0,5	3,0
27	1,0	0,0	1,0	0,5	0,5	3,0
28	1,0	0,0	1,0	0,5	0,5	3,0
29	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	1,5
30	0,5	0,5	0,75	0,5	1,0	3,25
31	0,5	1,0	1,0	0,0	0,5	3,0
32	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	4,0
33	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	4,5
34	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	4,0
35	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	4,0
36	0,0	1,0	0,5	1,0	0,0	2,5
37	1,0	1,0	0,0	0,5	0,5	3,0
38	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	4,0
39	0,5	0,0	1,0	1,0	1,0	3,5
40	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	4,0
41	0,5	0,5	1,0	1,0	0,0	3,0
42	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	3,5
43	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	4,0
Média	0,67	0,69	0,66	0,67	0,65	3,34

Fonte: Próprio autor.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 DESEMPENHO NO PRIMEIRO QUESTIONÁRIO

O desempenho dos alunos no primeiro questionário, aplicado no início do desenvolvimento do projeto de intervenção pedagógica, não foi dos melhores. A média de nota obtida pelos alunos foi de cerca de 2,85 pontos. No Gráfico 1 é possível observar de forma mais clara a média de pontos obtida pelos alunos em cada uma das questões presentes no primeiro questionário.



Fonte: Próprio autor.

Como é possível observar, na questão 1 onde se perguntava “O que é velocidade?”, a média de desempenho dos alunos foi de cerca de 0,43 ponto. A grande maioria dos alunos, um total de 31 deles, utilizaram respostas claramente retiradas de algum livro ou alguma definição da internet, as quais foi atribuído uma nota de 0,5 ponto. Respostas como “velocidade é a taxa de variação do espaço em função do tempo” foi bastante comum. Um total de nove estudantes responderam a questão erroneamente baseando-se no senso comum, mencionando que velocidade “é o movimento ou deslocamento rápido de algo”, e por isso, foi atribuído a essas respostas uma nota de 0,0 ponto. Houve um número bastante baixo de respostas corretas, apenas 03, que utilizaram como resposta algo semelhante a “velocidade é a distância que um objeto percorre em um determinado período de tempo”, recebendo nota de 1,0 ponto na questão.

Na questão 2, “Como você faria para saber a duração de uma viagem, sabendo a distância e a velocidade média do carro no percurso?” os alunos tiveram o melhor desempenho dentre todas as questões, atingindo uma média de 0,88 ponto. Um total de 35 alunos responderam a questão corretamente, a maioria utilizando uma resposta simples e direta como, por exemplo, “dividiria a velocidade média pela distância”, e ainda houve alguns alunos que exemplificaram como fariam o cálculo, todos esses alunos receberam nesta questão nota de 1,0 ponto. Houve apenas dois estudantes que não conseguiram responder a questão corretamente. Houve ainda seis respostas que ganharam 0,5 ponto, devido a pequenas confusões com as palavras na hora de escrever as respostas, como por exemplo um dos alunos que respondeu que “dividiria o tempo pela velocidade média”.

O desempenho dos alunos na questão 3, “O que é preciso ocorrer para que um corpo que está parado (em repouso) entre em movimento? E para que um corpo em movimento seja parado?”, não foi dos melhores, com nota média de 0,47 ponto. Um total de 26 alunos foram capazes de dizer que uma força seria necessário para que um corpo entrasse em movimento, alguns até foram capazes de definir corretamente o que é uma força, mas nenhum desses 26 alunos foram capazes de dizer corretamente o que era necessário para que um corpo em movimento seja parado, muitos deles apenas descreveram a primeira lei de Newton, e por isso, a nota deles na questão foi de 0,5 ponto. Quatro alunos responderam que seria necessário algo como um impacto ou algum tipo de interação, essa resposta foi considerada como incompleta, uma vez que os mesmos utilizaram as suas próprias palavras mas não mencionaram o termo “força”, por isso receberam 0,75 ponto. Outros quatro alunos responderam corretamente que uma força é capaz de gerar movimento ou para-lo, e por isso receberam nesta questão nota de 1,0 ponto. Oito alunos responderam a questão totalmente errada, recebendo nota de 0,0 ponto. Um único aluno respondeu a questão descrevendo a primeira lei de Newton, “um corpo permanecerá em seu estado de repouso até que uma força externa não nula seja aplicada sobre ele”, por ter utilizado uma definição muito próxima da que se encontra em livros, e a resposta estar incompleta, foi atribuído a nota de 0,25.

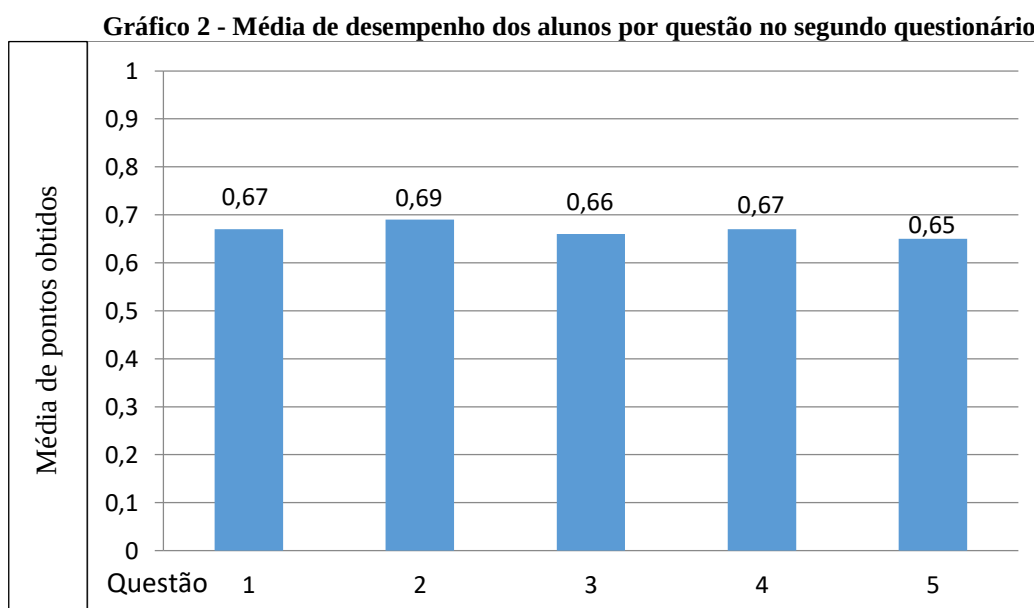
Na questão 4, “Porque carros derrapam facilmente na chuva ou quando os pneus estão carecas?” a média de nota dos alunos foi de 0,64. Um total de 19 alunos responderam corretamente que era “devido a diminuição do atrito”, recebendo nota de 1,0 ponto. Houveram seis alunos que responderam a questão de forma totalmente errada, com respostas como “devido a diminuição da tração do carro”, recebendo nota 0,0. Outros 16 alunos descreveram o fenômeno ocorrido sem mencionar a parte física, com respostas como “devido ao pneu estar liso. E quando chove a água entra nos sulcos do pneu, e ele fica como se

estivesse liso”, essas respostas receberam 0,5 ponto; houve ainda dois alunos que responderam algo semelhante, mas de forma incompleta, como “devido ao pneu estar liso”, e por isso a nota dos mesmos nessa questão foi de 0,25.

Na questão 05, “Porque satélites, como o de GPS, precisam corrigir seus relógios constantemente?”, a média de notas dos alunos foi de 0,43. Nessa questão não houve nenhum aluno que respondeu a mesma corretamente. 37 alunos responderam que “os relógios dos satélites atrasam devido estarem em uma região onde a influência gravitacional é menor”, essa resposta foi considerada incompleta, pois o efeito de dilatação temporal sofrido pelos satélites é muito mais devido suas altas velocidades, uma vez que a gravidade enfrentada por eles não é tão diferente da gravidade na superfície da Terra, e pouco interfere na forma em que o tempo passa para eles em relação a superfície da Terra; todos esses 37 alunos receberam nota de 0,5 por suas respostas nessa questão. Um total de seis alunos responderam que era “para que os satélites funcionem corretamente”, essa resposta foi considerada totalmente errada, recebendo nota 0,0.

6.2 DESEMPENHO NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO

O desempenho dos alunos no segundo questionário, que foi aplicado na fase final do desenvolvimento do projeto de intervenção pedagógica, foi ligeiramente acima do desempenho no primeiro questionário. A média de nota obtida foi de cerca de 3,32 pontos. Para visualizar de forma mais clara o desempenho obtido, o Gráfico 2 ilustra a média de pontuação alcançada pelos alunos em cada uma das questões do segundo questionário.



Fonte: Próprio autor.

Na questão 1 a média de nota dos alunos foi cerca de 0,67 pontos. Um total de 22 alunos acertaram a questão, e obtiveram 1,0 ponto, com respostas semelhantes a “velocidade é a distância percorrida em um certo intervalo de tempo”. Um único aluno recebeu nota de 0,75 ponto, por ter se confundido em sua resposta, definindo velocidade como “o tempo necessário para se fazer um determinado deslocamento”, e essa é a definição de período. Ao todo, 12 alunos receberam nota de 0,5 por terem simplesmente copiado a resposta da apostila desenvolvida, ou de outras mídias. Um único aluno recebeu nota de 0,25 ponto, por utilizar uma definição claramente retirada de algum livro ou internet, e ainda está incompleta. Ainda houveram 7 alunos que persistiram em responder que velocidade é “movimento de deslocamento rápido, e por isso a nota deles na questão foi de 0,0 ponto.

A nota média obtida pelos alunos na questão 2 foi cerca de 0,69 ponto. Um total de 28 alunos acertaram completamente a questão, obtendo nota 1,0; as respostas desses alunos a esta questão foi algo como “dividiria a distância, pela velocidade média do carro”. Um total de três alunos descreveram como seria possível utilizar a função horária do movimento uniformemente variado (MUV), e por ser uma solução complexa para um problema simples, as notas dos mesmos foi de 0,5 ponto. Ao todo 12 alunos erraram completamente a questão, por simplesmente copiarem um trecho da apostila em que era definido o termo velocidade média.

Os alunos obtiveram na questão 3 uma nota média de cerca de 0,66 ponto. Um total de 19 alunos acertaram a questão, e receberam nota 1,0 respondendo algo como, “em ambos os casos é necessário a ação de uma força”. Ao todo cinco alunos receberam 0,75 ponto pela questão, ao responderem que para um corpo entrar em movimento ele precisa ser acelerado, e para parar o seu movimento ele precisa ser desacelerado; apesar dessa resposta não estar exatamente errada, ela não menciona que a causa de uma aceleração ou desaceleração, será sempre uma força. Outros nove alunos receberam 0,5 de nota, por utilizarem uma definição retirada de algum livro ou internet. Ainda houveram cinco alunos que utilizaram uma “resposta pronta”, mas incompleta, e por isso a nota dos mesmos para esta questão foi de 0,25 ponto. Nenhum aluno errou a questão por completo.

O desempenho dos alunos na questão 4 rendeu uma nota média de 0,67 ponto na mesma. Ao todo 19 alunos acertaram a questão por completo, obtendo nota 1,0 ponto, com respostas semelhantes a “a chuva e o desgaste do pneu faz com que o atrito do carro com a pista diminua, facilitando derrapagens”. Um total de 20 alunos receberam nota 0,5 ponto nesta questão, seja por utilizarem o termo “aderência” ao invés de atrito, seja por terem utilizado definições retiradas de alguma mídia. Houve ainda quatro alunos que erraram completamente

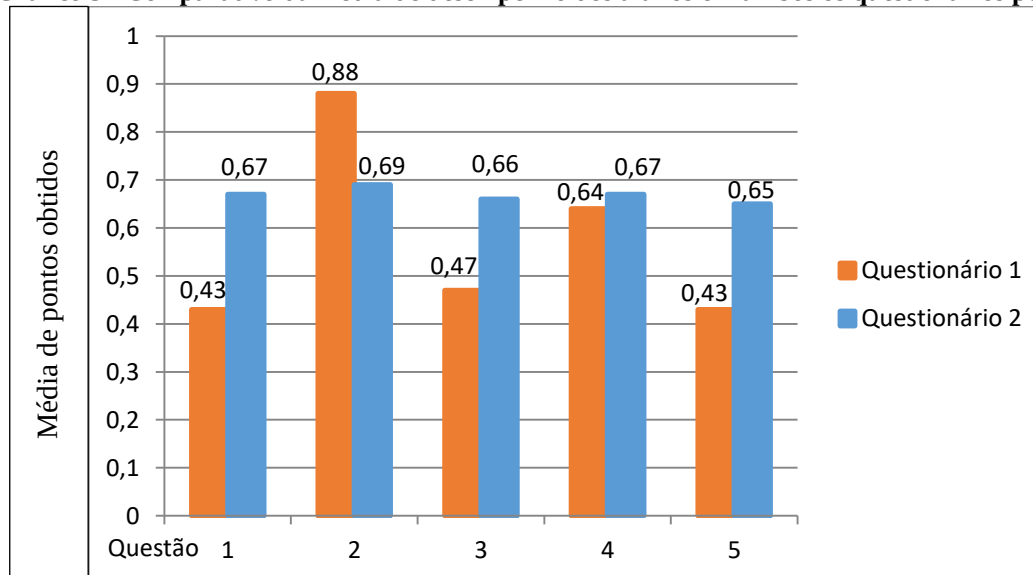
a questão, recebendo nota 0,0 ponto por falarem da falta de manutenção do veículo, sem mencionar o que realmente ocorre.

A média de nota dos alunos na questão 5 foi cerca de 0,65 ponto. 16 alunos acertaram a questão por completo, conseguindo nota 1,0 ponto, usando como resposta, algo como, “por estarem girando muito rápido ao redor da Terra, e por isso enfrentam os efeitos da relatividade restrita”. Um total de 23 alunos receberam nota 0,5 ponto nesta questão, por responderem apenas que os relógios dos satélites se atrasam, e os mesmos precisam estar certos, mas sem mencionar os efeitos relativísticos. Um único aluno respondeu que era devido estarem em um local onde a gravidade é menor, e recebeu nota 0,25 ponto. E ainda houveram três alunos que erraram completamente a questão, recebendo nota 0,0 por responderem apenas “para não passarem informações erradas aos usuários”.

6.3 ANÁLISE GERAL

O Gráfico 3 apresenta uma comparação entre as médias de notas obtidas pelos alunos nos questionários 1 e 2.

Gráfico 3 - Comparativo da média de desempenho dos alunos em ambos os questionários por questão



Fonte: Próprio autor.

No primeiro questionário, o desempenho médio dos alunos que participaram do projeto de intervenção pedagógica foi de cerca de 2,85 pontos, correspondendo a 57% do total; conforme estabelecido pelo Projeto Político Pedagógico da Escola Estadual Américo Antunes de Oliveira (2020), o valor mínimo necessário para aprovação no ano letivo é de 60%, portanto, o desempenho dos alunos no primeiro questionário ficou abaixo do valor

mínimo exigido para a aprovação estabelecido pela escola onde o projeto foi implementado. No segundo questionário, foi possível observar uma notável melhora no desempenho dos alunos, que alcançaram uma média de aproximadamente 3,34 pontos, equivalente a 66,8% de aproveitamento.

Foi possível notar um grande número de respostas retiradas de alguma definição pronta, provavelmente do livro didático. De acordo com Cavalheiro (2001), os alunos tendem a acreditar que precisam responder as questões propostas, utilizando as mesmas palavras, exatamente igual está em seu livro didático, e muitas vezes, é isso que o professor considera como uma resposta correta, e isso alimenta uma aprendizagem totalmente mecânica, onde o aluno não aprende de fato, nem ao menos sabe o que está respondendo, apenas repete aquilo que foi passado por alguma autoridade, sem nenhum senso crítico. Foi bastante evidente que isso ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, principalmente na questão 2 do questionário, onde houve 12 alunos que simplesmente copiaram um trecho de uma definição da apostila, mas que se referia a outro termo. Isso acarretou em uma diminuição significativa na média de notas, que foi de 0,88 no primeiro questionário, enquanto que no segundo questionário foi de 0,69, como podemos observar no Gráfico 3.

As aulas trouxeram consigo o grande problema do projeto ter sido desenvolvido como parte obrigatória do Estágio Supervisionado de Ensino de Física II, a falta de tempo. O tempo de duas aulas, 100 minutos, é muito pouco para se trabalhar deslocamento, velocidade, aceleração, as três leis de Newton e movimento em alta velocidade (introdução a Relatividade Restrita). O professor conseguiu desenvolver todo o conteúdo proposto pelo projeto, mas é notório que o desenvolvimento do mesmo acabou sendo prejudicado pela falta de tempo, e o conteúdo foi desenvolvido de forma bastante superficial, sem muito aprofundamento na apostila do projeto, apenas com recomendações para que os alunos lessem a mesma em casa.

O pouco tempo disponível acabou com uma das principais propostas do projeto, que era gerar interação entre os alunos. Devido a grande quantidade de conteúdo, a interação entre os alunos foi desestimulada pelo professor, para que fosse possível concluir o conteúdo planejado. O conteúdo de deslocamento em alta velocidade despertou muito interesse dos alunos, mas o professor não teve tempo adequado para responder as suas dúvidas, e acabou apenas recomendando que os alunos lessem a apostila do projeto, e pesquisassem por conta própria.

Apesar do seu grande domínio do conteúdo, o fato da apostila e as aulas não terem sido desenvolvidas pelo próprio professor, acabaram por ser um problema, indo contra uma das premissas do projeto, que seria o professor produzir o seu próprio conteúdo, da forma que

mais se adeque a seus alunos. Por outro lado, se não fosse a grande experiência do professor, dificilmente seria possível desenvolver todo o conteúdo proposto pelo projeto.

No segundo questionário ficou evidente que os alunos confiam mais no que está no livro, do que em seu próprio conhecimento; alguns alunos preferiram trocar a sua resposta correta (no primeiro questionário), por uma resposta presente na apostila utilizada no projeto (no segundo questionário). Apesar disto, houve uma melhora na média de notas obtidas pelos alunos, que foi de cerca de 3,34 pontos no segundo questionário, enquanto que no primeiro questionário foi de cerca de 2,85 pontos, isso equivale a uma melhora de cerca de 17,19% na média de notas dos alunos.

7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do projeto de ensino "A Física do dia a dia" foi acompanhado por desafios significativos, que impactaram sua execução em relação ao que foi originalmente proposto. Embora os resultados obtidos não tenham sido expressivos, o projeto foi conduzido e finalizado de forma razoável. No entanto, é importante ressaltar que os problemas enfrentados durante seu desenvolvimento influenciaram negativamente a avaliação de sua eficácia.

Além disso, é importante ressaltar que o projeto foi desenvolvido dentro do contexto do Estágio Supervisionado de Ensino de Física II, o que resultou em um cronograma apertado e limitado em termos de tempo disponível para sua implementação. Essa restrição temporal impactou na realização de todas as atividades planejadas e na obtenção de resultados mais expressivos. Apesar dessas limitações, o projeto foi conduzido da melhor forma possível dentro das condições disponíveis, e os resultados obtidos podem ser utilizados em futuros projetos de ensino, visando aprimorar sua efetividade.

Avaliar a eficácia do projeto de ensino "A Física do dia a dia" é uma tarefa desafiadora devido à limitação de tempo durante seu desenvolvimento. No entanto, apesar dessa restrição, observou-se uma pequena melhora no desempenho médio dos alunos na resolução das questões do questionário proposto. Esses resultados indicam que o projeto teve algum impacto positivo no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, ainda que não tenha alcançado plenamente os objetivos propostos.

Para uma pesquisa futura que busque avaliar a viabilidade do projeto de ensino "A Física do dia a dia", pode-se considerar a aplicação do projeto por um período mais longo de tempo, como por exemplo, durante um bimestre letivo inteiro, com alunos que ainda não tiveram contato com o conteúdo desenvolvido; pode-se realizar a aplicação de questionários em turmas onde o projeto foi desenvolvido, e onde não foi, comparando o desempenho dos alunos. Desta forma, seria possível a sua aplicação e desenvolvimento de uma forma bastante semelhante como foi proposto, e assim, avaliar melhor se realmente a proposta de ensino é capaz de trazer resultados significativo, melhorando o processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Outra alternativa seria desenvolver uma quantidade menor de conteúdo.

Foi possível notar falta de interesse dos alunos pela maior parte do conteúdo do projeto. Essa falta de interesse dos alunos pode ter ocorrido devido ao fato do conteúdo já ter sido desenvolvido anteriormente, pois foi notório o interesse dos mesmos quando o conteúdo sobre Relatividade Restrita começou a ser desenvolvido. Vale ressaltar, que a interação dos

alunos não foi estimulado pelo professor, devido o pouco tempo para o desenvolvimento do projeto.

Em resumo, pode-se concluir que o desenvolvimento do projeto obteve um sucesso parcial, porém, por não ter sido desenvolvido integralmente conforme proposto, fica difícil assegurar sobre a sua real eficácia. Apesar disso, foi observado uma pequena melhora no desempenho dos alunos na resolução do questionário proposto, o que sugere que a proposta pode trazer resultados positivos. Seria recomendável uma nova tentativa de desenvolvimento do projeto, com as alterações sugeridas, visando alcançar a proposta original do projeto, a fim de atingir o seu real objetivo: trazer um ensino-aprendizagem de Física de forma ativa e significativa, desenvolvendo assim o senso crítico dos alunos.

8. REFERÊNCIAS:

1. ALMENARA, D. (19/08/2012). **pt.slideshare.net**. Disponível em Slide Share: <<https://pt.slideshare.net/dfalmenara/leis-de-newton-14014866>>. Acesso em 04 mai. 2023.
2. ANJOS, A. J. S.. Ensino de Física: A realidade cotidiana e o conhecimento científico no contexto da escola. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, Feira de Santana - BA, v. 1, p. 72–78, 2005. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/SSCF/article/view/S>.
3. ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M. V. F.; ROCHA, L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar Física Moderna. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis - MT, v. 10, n. 4, p. 50–57, 11 ago. 2017. Disponível em: <<https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/384>>. Acesso em: 22 out. 2022.
4. ARAÚJO, A. C. U.; AGUIAR, G. M. P. de. **Políticas educacionais**. Fortaleza: UAB/IFCE, 2010. ISBN 978-85-63953-17-9. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206525/2/Pol%C3%ADticas%20Educacionais-Livro.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2022.
5. ARRUDA, S. *et al.* Vista do Dados comparativos sobre a evasão em Física, Matemática, Química e Biologia da Universidade Estadual de Londrina: 1996 a 2004. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23 n. 3, p. 418-438, dez. 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6270/5806>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
6. AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
7. BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas Para Uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre - RS, Brasil: Penso Editora, 2017. ISBN 978-85-8429-116-8.
8. BATTISTEL, O. L.; HOLZ, S. M.; SAUERWEIN, I.. **Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Brasil, v. 44, 2022.
9. BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica**. Caderno Brasileiro Ensino de Física, v. 24, n. 2: p. 194-223, Ijuí RS. ago. 2007.
10. BRONDEL, B. **An illustration of Newton's cannon, which describes how gravity connects motion of everyday objects on Earth to motion of celestial objects such as the Moon**. 13/11/2010. Gravura. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_cannonball#/media/File:Newton_Cannon.svg>. Acesso em: 04 mai. 2023.

11. CAVALHEIRO, R. G. **Trajetória profissional das professoras do Grupo:** Referência e caracterização das turmas de alunos. In: PROGRAMA de Formação de Professores Alfabetizadores: Coletânea de textos. Brasil: Ministério da Educação, 2001. cap. 6, p. 26-67.
12. CAVICCHIOLI, E. A.; JOUCOSKI, E. **Como ensinar Física para os alunos do primeiro ano do ensino médio.** 30 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/536-4>>. Acesso em: 04 ago. 2022.
13. COIMBRA, C. L. A aula expositiva dialogada em uma perspectiva freireana. In: III Congresso Nacional de Formação de Professores (CNFP) e XIII Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores (CEPFE). **Anais.** São Paulo, 2016.
14. CUNHA, W. **Trajetória casa-escola.** 2017. Gravura. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/23954367-Repouso-movimento-trajetoria-espaco-deslocamento-rapidez-media.html>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
15. DIAS, L. *et al.* **Investigação da evasão no curso de Física–Licenciatura da Unicentro.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 36628–36641, 9 abr. 2021.
16. DOCHERTY, S. J. *et al.* **A genome-wide association study identifies multiple loci associated with mathematics ability and disability.** Genes, Brain and Behavior, v. 9, n. 2, p. 234-247, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1601-183X.2009.00553.x/>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
17. ESCOLA ESTADUAL AMERICO ANTUNES DE OLIVEIRA. **Projeto Político Pedagógico.** Turmalina, MG, Brasil, 2020.
18. FEYNMAN, R. P. **"Só Pode Ser Brincadeira, Sr. Feynman!":** as excêntricas aventuras de um físico. Tradução: Donaldson M. Garschagen; Renata Guerra. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2019.
19. FONSECA, L. L.; TONINI, I. M. O LIVRO DIDÁTICO NO PNLD 2021: RACIONALIDADE NEOLIBERAL E RESISTÊNCIA. **ENANPEGE** : XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78620>>. Acesso em: 10/12/2022.
20. GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de Física.** 2. ed. Ver. Eampl. São Paulo: IFUSP, 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>>. Acesso em 02 jul. 2022.
21. HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física.** 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. vol. 1. ISBN 9788521616054.
22. HARTMANN, A. C.; MARONN, T. G.; SANTOS, E. G. A importância da aula expositiva dialogada no ensino de ciências e biologia. **II Enteci**, [s. l.], ed. 2, 2019.

23. HELERBROCK, R. **Mola sendo pressionada**. 2020. Gravura. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-de-hooke.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
24. HELERBROCK, R. **Bloco sob efeito da força peso e força normal**. 2021 Gravura. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/forca-normal.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
25. JAWA. **Handsome Boy Cartoon Playing Slingshoot With Smiling**. 04/06/2016. Gravura. Disponível em: <<https://www.canstockphoto.com/handsome-boy-cartoon-playing-slingshoot-50442872.html>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
26. JUNIOR, W. P. G.; BARROSO, M. F. **As questões de Física e o desempenho dos estudantes no ENEM**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Brasil, v. 36, ed. 1, mar. 2014. DOI <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000100017>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/XDXhffQ9P39xmYMNLCDqqZp/?lang=pt#>>. Acesso em: 12 out. 2022.
27. MARTINS, S. P. *et al.* **Aprendizagem Ativa: leituras de um mundo crítico e digital**. Diadema: V&V Editora, 2022.
28. MAZZA, L.; AMOROZO, M.; BUONO, R. Três em cada quatro estudantes de Física não completam o curso. **Revista Piauí**, Piauí, 09 de fev. de 2022. Disponível em: <<https://piaui.folha.uol.com.br/tres-em-cada-quatro-estudantes-de-fisica-nao-completam-o-curso/>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
29. MIRANDA, F. Estudo revela se a genética influencia a habilidade matemática de alguém. **Sociedade Científica**, Brasil, 2020. Disponível em: <<https://socientifica.com.br/estudo-revela-se-a-genetica-influencia-a-habilidade-matematica-de-alguem/>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
30. MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. 2009. 70 f. Porto Alegre, 2014. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em 03/09/2022.
31. MORRISON, J. **Homem observando carro com farol aceso**. 2018. Gravura. Disponível em: <<https://slideplayer.com/slide/12984197/>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
32. PACHANI, R. **Homem se pesando**. 27/04/2016. Gravura. Disponível em: <https://files.cursoenemgratuito.com.br/uploads/2018/12/WINWORD_2018-12-05_15-16-01.jpg>. Acesso em: 04 mai. 2023.
33. TYCJAX, Э. **Criança puxando sacola**. 23/02/2016. Gravura. Disponível em: <<https://www.facebook.com/photo?fbid=236921876641368&set=a.436506361779333>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
34. PAIVA, T. Física e Química são as maiores dificuldades do Enem. **Carta Capital**, Brasil, 24 out. 2016. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/educacao/fisica-e-quimica-sao-as-maiores-dificuldades-do-enem/>>. Acesso em: 12 out. 2022.

35. PELIZZARI, A. *et al.* **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. Revista PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001/jul. 2002.
36. POMPILIU, A. **Bolinhas descendo rampa**. 2022. Gravura. Disponível em: <<https://docplayer.ro/222728313-Modele-de-proiecte-ale-unit%C4%83%C8%9Bilor-de-%C3%AEEnv%C4%83%C8%9Bare-disciplina-fizic%C4%83-gimnaziu.html>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
37. PRANTS, W. **Atrito de um bloco**. 2020. Gravura. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/wp-content/uploads/2020/08/Semana-21-Fi%CC%81sica-100.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
38. RAMOS, M. **Carros em movimento**. 11/02/2018. Gravura. Disponível em: <<https://blogdoenem.com.br/fisica-enem-velocidade/>>. Acesso em: 04 mai. 2023.
39. RIMFELD, K. *et al.* **The stability of educational achievement across school years is largely explained by genetic factors**. NPJ science of learning, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41539-018-0030-0/>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
40. ROITMAN, R. **Aula expositiva**. Revista Brasileira de Educação Médica, [s. l.], v. 5, n. 1, Jan-Apr 1981. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbem/a/CXwT6FPtxV6G6PqQfZ6KJnJ/?lang=pt#>>. Acesso em: 10 set. 2022.
41. SADA, J. Física: a ciência que explica o universo não pode ser chata. **Centro de Referências em Educação Integral**, Brasil, p. 1-1, 9 set. 2014. Disponível em: <<https://educacaointegral.org.br/reportagens/fisica-na-escola-para-alem-das-formulas/>>. Acesso em: 12 out. 2022.
42. SANTANA, I. *et al.* **Abordagens Da Física No Cotidiano**. Poços de Caldas-MG-Brasil: 12ª JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSULDEMINAS, dez. 2020. Disponível em: <<https://memoriajornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jctpcs2020/jctpcs2020/paper/viewFile/6283/4936>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
43. SILVA, J. M. A. As dificuldades enfrentadas por estudantes do ensino médio na aprendizagem da Física. **VI Congresso Nacional de Educação – CONEDU**. Pernambuco, Brasil, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID724_07042019200240.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2022.
44. SILVA, M. B. S.; FRANCO, V. S. **Um estudo sobre a evasão no curso de Física da Universidade Estadual de Maringá: modalidade presencial versus modalidade a distância**. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, v. 13, 24 maio 2014.
45. SOFISICA. **A luz para o observador em movimento**. 2008 Gravura. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/fisicamoderna/Relatividade/dil_tempo.php>. Acesso em: 04 mai. 2023.

46. SOFISICA. **A luz para o observador em repouso**. 2008 Gravura. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/fisicamoderna/Relatividade/dil_tempo.php>. Acesso em: 04 mai. 2023.
47. SOUZA, C. F.; MATIAS, N. C. F. **Correlatos Cognitivos na Aprendizagem da Matemática**: uma revisão da literatura. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 34, p. 1324-1340, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/8c45McBBqSV9nbf6r7394fN/?lang=pt/>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
48. SOUZA, R. M. P.; THEODORÉ, C.; KIST, L. P. Descubra as estatísticas dos principais vestibulares brasileiros!. **Estat Júnior**, Brasil, 12 nov. 2021. Disponível em: <<https://estatjr.com.br/2021/11/12/descubra-as-estatisticas-dos-principais-vestibulares-brasileiros/>>. Acesso em: 12 out. 2022.
49. STILL, B. *et al.* **O Livro da Física**. Tradução: Maria da Anunciação Rodrigues. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Globo, 2021. 336 p. ISBN 978-6555670349.

ANEXO A - APOSTILA “A FÍSICA DO DIA A DIA E UM POUCO ALÉM”

A FÍSICA DO DIA A DIA E UM POUCO ALÉM

1ª Ano do Ensino Médio

Elberty A. Santos

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA: A FÍSICA DO MOVIMENTO

1.1.DESLOCAMENTO E VELOCIDADE

Deslocamento na Física se refere a distância percorrida por um corpo. Por exemplo, se você percorreu 3km (quilômetros) para chegar até a escola, o seu deslocamento foi de 3km.

Velocidade diz respeito ao tempo necessário para se fazer um determinado deslocamento, para ser mais exato, velocidade é a distância percorrida em um certo período de tempo. Digamos que para percorrer os 3km e chegar até a escola você demore 1h (uma hora), isso significa que sua velocidade média foi de 3km/h (quilômetros por hora) (dizemos velocidade média, pois a sua velocidade não será a mesma durante todo o percurso)

Para calcular a velocidade, o que fazemos é; pegar a distância percorrida e dividi-la pelo tempo necessário para percorrer essa distância, e por isso, se a distância for dada em quilômetros (km) e o tempo for dado em horas (h), o resultado será dado em km/h, que literalmente significa quilômetros dividido por hora; já se a distância percorrida for dada em metros (m) e o tempo levado for dado em segundos, a unidade de medida de velocidade será dada m/s.

Se você percorreu 6km e demorou 2 horas para chegar até a escola, significa que a sua velocidade foi de 6km/2h, mas não é comum utilizarmos velocidade dessa forma, então devemos dividir a distância (6km), pelo tempo levado (2 horas), para que o tempo seja dado em valor unitário (uma hora), ou seja, seria o mesmo que dizer que a sua velocidade média foi de 3km/h.



Figura 1 - Velocidade média da casa até a escola

Fonte: Adaptado de (Cunha, 2017)

Quando vemos que um carro está a 180km/h intuitivamente sabemos que está rápido, mas o que isso realmente significa? Dizer que um carro está a 180km/h significa a cada uma hora, esse carro percorrerá 180km. O mesmo vale para quando falamos da medida em m/s (metros por segundos), se eu digo que um carro está a 50m/s, significa que o carro está percorrendo 50 metros a cada segundo.



Figura 2 - Unidades de medidas de velocidade

Fonte: Adaptado de (Ramos, 2018)

Curiosidade:

Nada impede que a velocidade seja dada em outras unidades de medida, como por exemplo o m/h ou km/s, mas normalmente o km/h e o m/s são adotados pela praticidade e conveniência. Quando falamos em velocidades muito grandes, como a velocidade da luz por exemplo, é bastante comum de utilizar-se o km/s (300 000 km/s).

1.2.ACELERAÇÃO

A aceleração é comumente definida na Física como sendo a variação da velocidade no tempo, mas em termos mais simples, podemos dizer que a aceleração é a velocidade da velocidade; a aceleração é a velocidade em que a velocidade muda em um intervalo de tempo.

A aceleração normalmente é medida em m/s^2 , mas o que isso significa? Um objeto que está acelerando a 1m/s^2 , significa que a cada segundo a sua velocidade aumenta em 1m/s : se o corpo estava parado (em repouso), e foi acelerado em 1m/s^2 , após 1 segundo ele estará com velocidade de 1 m/s , após 2 segundos estará com 2m/s , após 3 segundos estará com 3m/s , após 10 segundos estará com 10m/s . É isso que acontece quando você acelera um carro ou uma moto, eles começam a aumentar a sua velocidade.



Figura 3 – Aceleração: Carro acelerando

Fonte: Adaptado de (Ramos, 2018)

Temos também a desaceleração, que é quando o corpo possui aceleração negativa, e por tanto, está perdendo velocidade. Um corpo com aceleração de -1m/s^2 , está perdendo 1m/s de velocidade a cada segundo: se inicialmente o corpo estava com 10m/s , após 1 segundo estará com 9m/s , após 5 segundos estará com 5m/s , após 6 segundos estará com 4m/s , após 10 segundos estará parado (com 0m/s). É isso que acontece quando você freia um carro ou uma moto, eles começam a diminuir a sua velocidade.



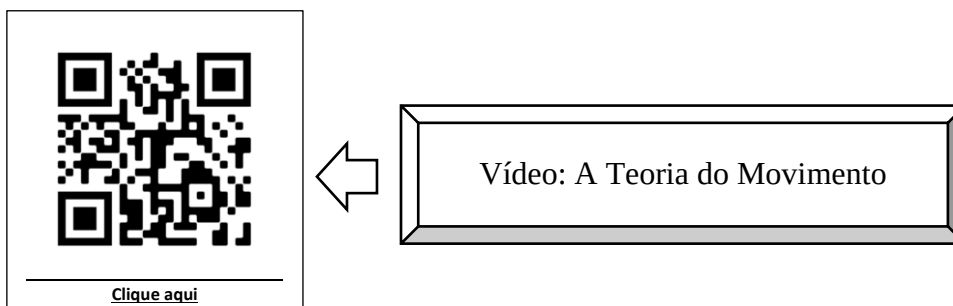
Figura 4 - Aceleração negativa: Carro desacelerando

Fonte: Adaptado de (Ramos, 2018)

Curiosidade:

Apesar de ser mais comum vermos a aceleração sendo dada em m/s^2 , nada impede de se usar aceleração em km/h^2 ou até mesmo km/s^2 , mas por questão de conveniência usamos quase sempre m/s^2 .

Conteúdo Complementar



2. AS TRÊS LEIS DE NEWTON

2.1.A LEI DA INÉRCIA

A primeira lei de Newton diz que todo corpo permanece em seu estado atual, seja ele de repouso ou de movimento, a menos que uma força externa atue sobre ele. Podemos dizer em termos mais simples, que um corpo que está parado, assim ficará até que de algo o faça se movimentar. Isso é bastante fácil de observar no nosso dia a dia, já que objetos não saem "andando" por aí sem que haja algo que o faça andar.

A “segunda parte” da primeira lei de Newton é um pouco mais difícil de se observar no nosso dia a dia, ela diz que um corpo que está em movimento continua em movimento, a menos que algo pare esse movimento. Mas porque então os corpos em movimento sempre param de se movimentar? Simples, por causa do atrito. O atrito é causado devido a irregularidades na superfície, e na Física, o atrito é uma força que age diminuindo a velocidade de corpos em movimento. Quando você observa um objeto caindo, você consegue observar que a queda só para quando algo interfere nessa queda. Talvez um pouco mais difícil de observar, temos os movimentos da Terra e dos outros planetas ao redor do Sol, os planetas continuam orbitando porquê não há nenhuma força que pare esse movimento deles.



Figura 5 - Lei da inércia

Fonte: Adaptado de (Pompiliu, 2022)

O carrinho e as bolinhas estão em movimento, juntos, com a mesma velocidade, quando o carrinho para seu movimento repentinamente, as bolinhas tentarão continuar o seu

movimento; inclusive, é esse mesmo efeito que acontece em uma freada brusca (que acontece muito rápida, ou de uma vez) em um carro, o corpo das pessoas dentro do carro tentarão continuar o seu movimento, e por isso são jogados para frente.

Se a Terra está girando, um helicóptero consegue dar a volta no mundo sem se mover?

A resposta é não, e é tudo culpa da Primeira Lei de Newton. A Terra está girando a mais de 1600km/h, mas tudo que está nela (todos os helicópteros, todos os carros, todos nós...) também estão com essa mesma velocidade girando junto com ela, por isso mesmo com a Terra se movendo, continuamos no mesmo lugar, pois estamos nos movendo junto com ela, na mesma velocidade.

Quando você estiver em um carro, ou em um ônibus em um trecho tranquilo, com velocidade constante (quando não estiver acelerando), experimente jogar algo para cima, você notará, que mesmo com o veículo em movimento, o objeto cairá de volta no mesmo lugar: isso acontece porque você, o carro e objeto estão todos com a mesma velocidade.

Conteúdo complementar



Vídeo: A Primeira Lei de Newton
(Lei da Inércia) Explicada

2.2.O PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

A segunda Lei de Newton é considerada a base do formalismo newtoniano na mecânica clássica. Partindo do enunciado da Primeira Lei de Newton, temos que apenas uma força é capaz de fazer um corpo se movimentar ou parar o seu movimento, por isso, a Segunda Lei de Newton é também chamada de “Princípio Fundamental da Dinâmica”.

A Segunda Lei de Newton é expressa na forma de uma equação simples:

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

Mas o que essa equação significa? Podemos enxergar essa equação de várias formas, a mais simples é dizendo que a força resultante é igual a massa do corpo multiplicada pela aceleração adquirida por ele. Podemos passar a massa dividindo:

$$\vec{F} \div m = a \quad \rightarrow \quad a = \vec{F} \div m$$

Assim podemos dizer que a aceleração é igual a força dividido pela massa do corpo, com isso temos, que quanto maior for a massa de um corpo, maior será a força necessária para fazê-lo adquirir a mesma aceleração que um corpo com menor massa; e podemos notar que quando temos a mesma massa, quanto maior a força, maior será a aceleração adquirida pelo corpo.

A Segunda Lei de Newton é muito fácil de ser observada no nosso dia a dia. Sempre que vamos levantar, empurrar ou puxar algo, notamos que quanto mais pesado, mais força precisamos usar; podemos notar também que quanto mais força colocamos em um objeto, maior será a aceleração que ele vai adquirir.



Figura 6 - Relação de massa e força

Fonte: Adaptado de (Almenara, 2012)

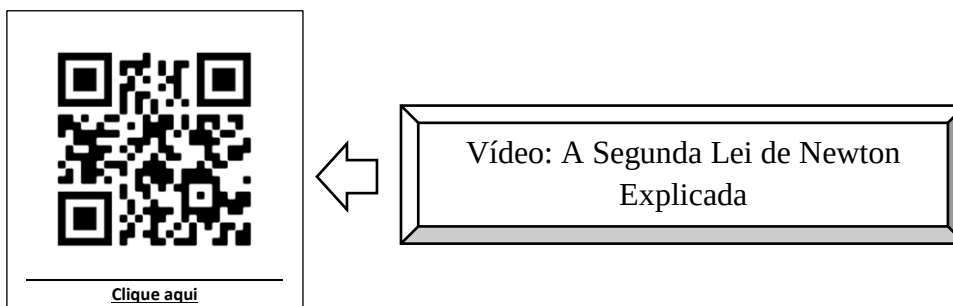
Uma pessoa (que possua força considerável) consegue empurrar um carro sozinha, mas para empurrar um caminhão (que é bem mais pesado do que um carro), é necessário que várias pessoas façam força ao mesmo tempo.

Mecânica clássica, dinâmica, e o formalismo newtoniano

A mecânica é a área da Física que estuda os movimentos, e a dinâmica por sua vez, é a área da mecânica que estuda a origem e a causa dos movimentos. Como dito, força é a causa de qualquer movimento, por isso a segunda lei de Newton é chamada também de o "princípio fundamental da dinâmica".

Isaac Newton talvez seja o nome mais importante da Física, pois a segunda lei de Newton trouxe consigo uma ferramenta extremamente poderosa, que poderia ser aplicada até então ao estudo de qualquer tipo de movimento para prevê-los. A aplicação da segunda lei de Newton na resolução de problemas é o que chamamos de "Formalismo newtoniano", que apesar de poderoso, trás consigo diversas complicações, pois gera equações com resoluções muitas vezes complexas e extensas; buscando meios de tornar a resolução de problemas mais fáceis, outros físicos introduziram seus próprio formalismos (a partir é claro do formalismo newtoniano), sendo os mais famosos, o formalismo lagrangiano e o formalismo hamiltoniano, que por sua vez serviu de base para a formulação da equação de Schrödinger, que é o formalismo básico da Mecânica Quântica.

Conteúdo complementar



2.3.AÇÃO E REAÇÃO

A terceira lei de Newton diz que para toda ação há sempre uma reação em igual intensidade em sentido oposto. Mas o que isso significa!? Isso significa que sempre que uma força for exercida sob um corpo, esse mesmo corpo exercerá uma força com a mesma intensidade, mas em sentido oposto.

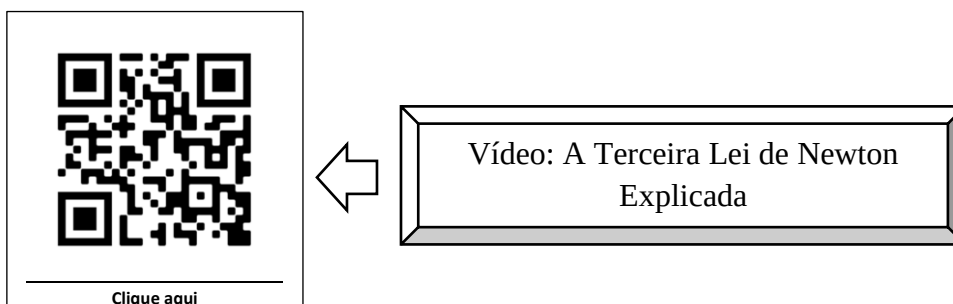
Apesar de a princípio parecer difícil essa visualização, na verdade é algo bastante presente no nosso dia a dia, basta que você sentado em uma cadeira empurre a parede, e notará que você e a cadeira serão empurrados no sentido oposto. Sempre que você fizer força para levantar um objeto, esse objeto fará força no sentido oposto. Ao se levantar a sacola de compras pesada da sua mãe, será possível sentir a sacola puxando para baixo.



Figura 7 - Força de reação

Fonte: (Página de Ээжийн туслах no Facebook, 2016)

Conteúdo complementar



Caminhando em meio a cacos de vidro

Talvez você já tenha visto apresentações (a maioria das vezes em forma de mágica) onde alguém caminha descalço em meio a cacos de vidro, ou até mesmo se deita em uma cama de pregos, como eles conseguem fazer isso sem se ferirem? Tudo não passa de um truque de Física: temos a impressão que por ter vários cacos de vidro ou vários pregos, isso machucará ainda mais a pessoa, mas na verdade o que acontece é o oposto: com mais pregos a força é melhor dividida entre eles, e por isso eles não machucam a pessoa. Experimente pegar uma faca e tentar furar uma maçã com o seu cabo, talvez você até consiga, mas terá certa dificuldade; ao fazer o mesmo com a ponta da faca, verá que é muito mais fácil; isso acontece porque ao tentar furar a maçã com o cabo da faca, a força será dividida por toda a área de contato do cabo, enquanto que ao tentar furar com a ponta

3. DIFERENTES TIPOS DE FORÇAS

Existem vários tipos de forças na natureza, e a grande maioria delas podem ser descritas pela Segunda Lei de Newton (exceto em alguns casos extremos, em que se é usado a mecânica quântica ou a mecânica relativística), vamos falar brevemente sobre algumas das mais importantes.

Sempre que um objeto está em movimento em qualquer superfície, a **força de atrito** atuará no sentido contrário a velocidade, diminuindo então a velocidade do corpo. A força de atrito acontece devido a imperfeições que impedem que um corpo em movimento continue seu movimento. Por mais lisa que uma superfície seja, no nível microscópico sempre haverá imperfeições, então sempre haverá algum nível de atrito. Até mesmo o ar gera atrito, e é por isso que satélites, foguetes ou mesmo asteroides se aquecem (podendo até chegar o ponto de entrarem em combustão) ao entrarem na atmosfera em alta velocidade.

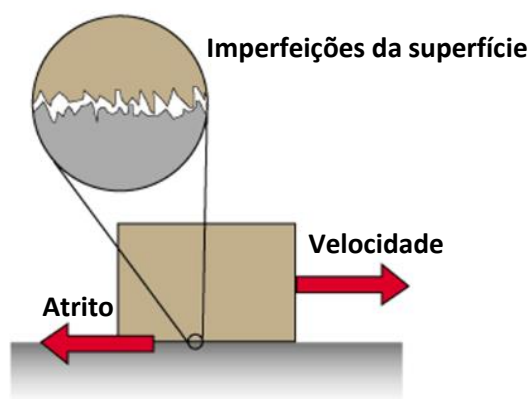


Figura 8 - Força de atrito
Fonte: Adaptado de (Prants, 2020)

Ao se puxar ou comprimir uma mola, ela fará uma força tentando voltar ao seu estado inicial, e essa força é chamada de **força elástica**. A força elástica depende das propriedades da mola (como número de espiras (voltinhas da mola), material, temperatura, entre outras) e da deformação gerada na mola, e por isso a fórmula para calcularmos a força elástica é:

$$\vec{F}_e = -k\mathbf{x}$$

Onde $\vec{F}_e$ é a força elástica, k é a constante elástica (diz respeito as propriedades da mola como citado anteriormente (número de espiras, material, temperatura, etc.)), e $\mathbf{x}$ é o deslocamento da mola (ou a deformação gerada na mola). Todo corpo com propriedades

elásticas são capazes de gerar força elástica, e o valor de k sempre dependerá das propriedades desse corpo. Um bom exemplo de aplicação da força elástica, são os estilingues.

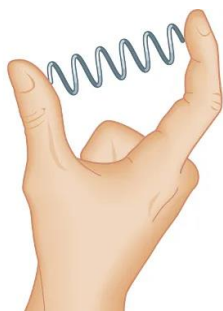


Figura 9 - Força elástica de uma mola
Fonte: (HELERBROCK, 2020)



Figura 10 – Força elástica de um elástico
Fonte: Adaptado de (Jawa, 2016)

A **força gravitacional** é a força de atração gerada pela massa de dois corpos. Essa é a força que nos mantém presos na Terra. A força gravitacional age à distância, mas diminui rapidamente à medida que a distância aumenta (proporcional ao quadrado da distância). A intensidade da força gravitacional é proporcional a massa dos corpos. É devido a força gravitacional que os planetas giram em torno do Sol, para chegar a essa conclusão, Isaac Newton imaginou um canhão em que a força do lançamento da bola pudesse aumentar o tanto que se desejar: ao se disparar o canhão, a bola percorrerá algumas centenas de metros e em seguida cairá; aumentando a potência do canhão, a bola passará a percorrer alguns quilômetros, e em seguida cairá; se você aumentar a potência o suficiente, a bola dará a volta no mundo e não cairá, isso é o que chamamos de colocar um objeto em órbita.

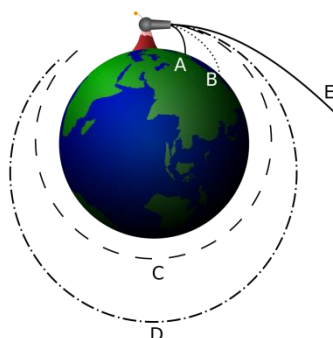


Figura 11 - Canhão de Newton
Fonte: (Brondel, 2010)

Para se calcular a força gravitacional basta multiplicar as massas dos corpos por uma constante G (constante gravitacional) que vale $6,67 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$ (não precisa se preocupar com a unidade de medida), e dividir esse resultado pela distância entre os corpos elevada ao quadrado:

$$F_g = \frac{m_1 m_2 G}{d^2}$$

Os corpos que estão sobre o efeito da força gravitacional adquirem aceleração, e portanto surge uma força que chamamos de **força peso**. Apesar de no nosso dia a dia nos referirmos ao peso em quilogramas, na verdade quando falamos em quilogramas estamos falando de massa; a força peso, assim como qualquer outra força, é medida em newtons (N). Para calcular a força peso basta multiplicar a massa do corpo pela aceleração da gravidade:

$$\vec{F}_p = m\vec{g}$$

É devido a força peso, que ao se colocar um objeto muito pesado em cima de uma mesa de vidro por exemplo, a mesa pode acabar se quebrando, por não resistir a força que está sendo aplicada sobre ela.



Uma pessoa com 70 kg de massa na Terra possui cerca de 700 N de peso.

Figura 12 - Força peso

Fonte: Adaptado de (Pachani, 2016)

Talvez você esteja se perguntando: "mas se um corpo está sob a ação da força peso, porque ele não se move?", e a resposta é simples, porque quando o objeto está em contato com uma superfície surge uma força em oposição a esse contato no sentido oposto a força peso, é o que chamamos de **força normal**. A força normal é o que impede você de afundar enquanto pisa no chão. A força normal não é uma força de reação da força peso (como descrito pela terceira lei de Newton), é na verdade a força que a superfície faz para não afundar, a força de reação acontece no próprio corpo (se você der um soco na parede, você estará aplicando a força com a sua mão, e portanto a força de reação acontecerá na sua mão (por isso você sentirá dor dependendo da força do soco), não na parede).

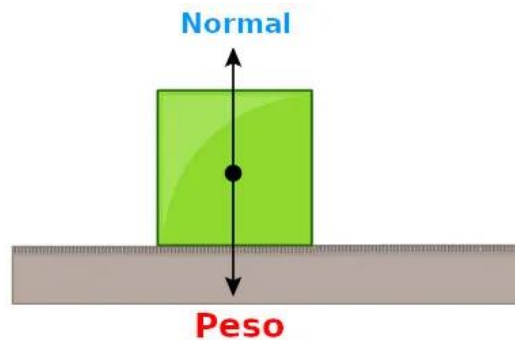


Figura 13 - Força normal

Fonte: (Helerbrock, 2021)

Forças fundamentais da natureza

Existem 4 forças, que até onde se sabe são as responsáveis por tudo no universo, e são elas: a força gravitacional, força eletromagnética, força nuclear forte e força nuclear fraca.

A força gravitacional é basicamente isso que conhecemos como gravidade; a força eletromagnética é a responsável por juntar átomos e moléculas, e também é a responsável pela eletricidade e o magnetismo que conhecemos; a força nuclear forte é a responsável por manter as partículas de um átomo juntas; a força nuclear fraca é a responsável pela fusão e fissão nuclear.

A importância do atrito nas rodas dos veículos

As rodas de carros e motos possuem ranhuras para aumentar o atrito das mesmas com a pista, garantindo segurança sem dificultar o movimento do veículo. Quando essas ranhuras se desgastam (pneu fica careca) ou em situações de chuva, o atrito entre o pneu e a pista diminui muito, o que pode fazer o veículo derrapar e ocasionar acidentes.

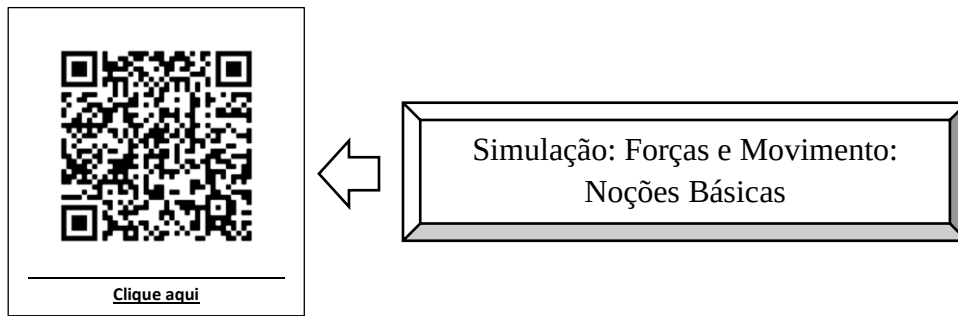
Seu corpo atrai a Terra com a mesma força que a Terra te atrai

Mas se isso acontece, por que quando você pula cai de volta ao invés de puxar a Terra? Isso acontece porque a força necessária pra deslocar o seu corpo é muito menor do que a força necessária para deslocar a Terra.

Conteúdo complementar



Vídeo: A História COMPLETA da
GRAVITAÇÃO UNIVERSAL



4. MOVIMENTO EM ALTA VELOCIDADE

4.1. INTRODUÇÃO A RELATIVIDADE RESTRITA

A Teoria da Relatividade Restrita proposta por Albert Einstein em 1905 se baseia em dois princípios: o primeiro princípio, é que as leis da Física são as mesmas para todos os referenciais inerciais (que não possuem aceleração); o segundo princípio é que a velocidade da luz no vácuo é sempre a mesma.

O fato da velocidade da luz ser sempre a mesma gera alguns fenômenos estranhos: se um carro está se movendo no vácuo com velocidade equivalente a metade da velocidade da luz com o farol aceso, e você mede a velocidade da luz do farol desse carro, ela não será igual a velocidade da luz somada com a velocidade do carro (como seria de se esperar), será apenas igual a velocidade da luz. Ao se medir a velocidade da luz de uma lanterna de alguém parado, dará o mesmo valor da luz do farol do carro em movimento. Isso é bastante estranho, pois se você está em um carro em movimento, e joga uma pedra para a frente, a velocidade da pedra será igual a velocidade do carro somada com a velocidade que você jogou a pedra.



Figura 14 - Velocidade da luz
Fonte: Adaptado de (Morrison, 2018)

Tanto quem está no carro em movimento, quanto quem está parado, medem o mesmo valor para velocidade da luz do farol do carro.

Para se calcular a velocidade de qualquer corpo, basta dividirmos a distância pelo tempo necessário para percorrê-la; no caso da velocidade da luz, o seu valor é sempre o mesmo, isso significa que os únicos valores que podem mudar é a distância e o tempo. Isso acaba gerando dois fenômenos em corpos que se movimentam em alta velocidade: a passagem do tempo aumenta, e o espaço para eles diminui.

Podemos dizer que estamos todos viajando na velocidade da luz pelo tempo, e esse é o limite de velocidade que podemos viajar no universo; quando um corpo começa a se movimentar pelo espaço, para que ele não ultrapasse a velocidade da luz, a velocidade com

que ele se move no tempo diminui, e por isso o tempo para ele passa mais devagar, para que a velocidade da luz continue se mantendo a mesma.

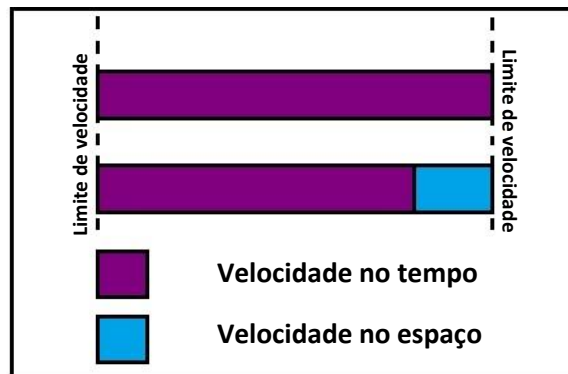


Figura 15 - Limite de velocidade do universo

Fonte: (Próprio Autor)

Mas porque o espaço se contrai em altas velocidades? Vamos imaginar uma pessoa em um vagão de trem com uma lanterna ligada de forma que a luz saia da lanterna e seja refletida pra baixo por um espelho no teto, enquanto o trem estiver parado, tanto quem está dentro do trem, quanto quem está fora, verão a luz percorrendo a mesma distância; mas quando o trem começar a se mover, quem está do lado de fora verá a luz percorrer um caminho maior, pois quando a luz for refletida pelo espelho e retornar para o chão, o trem não mais estará onde estava quando a luz foi emitida pela lanterna; dessa forma, o espaço pra quem está dentro do trem em movimento é menor do que para quem está do lado de fora parado.

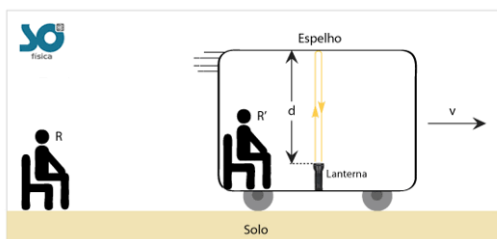


Figura 16 - Referencial em movimento

Fonte: (SOFISICA, 2008)

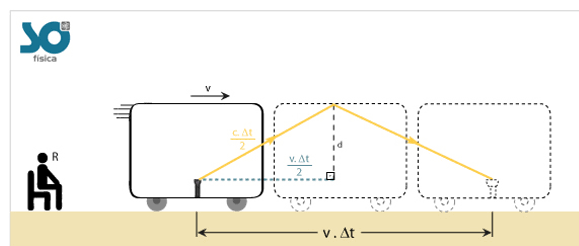


Figura 17 - Referencial em repouso

Fonte: (SOFISICA, 2008)

Satélites e a Teoria da Relatividade

Os satélites que estão girando em torno da Terra estão em altas velocidades, e presenciam os efeitos da Teoria da Relatividade Restrita; por isso, os relógios dos satélites precisam ser acertados constantemente, para não causar erros de imprecisão. Os satélites de GPS por exemplo, se não fizerem essa correção em seus relógios, poderiam acabar fornecendo informações erradas para os usuários.

O paradoxo dos gêmeos

Imagine dois gêmeos A e B. O gêmeo B sai em uma nave espacial rumo a outro sistema estelar (partindo da Terra) com velocidade relativística (próxima à velocidade da luz). Para o gêmeo A, ele está em repouso, enquanto o gêmeo B está se afastando dele na nave com velocidade relativística, e por isso o tempo passará mais devagar para B, então quando B retornar para a Terra será mais novo do que A; já para o gêmeo B, ele está em repouso, enquanto a Terra se afasta dele com velocidade relativística, e por isso o tempo passará mais devagar para A, então quando B retornar para a Terra será mais velho do que A.

Apesar de parecer realmente um paradoxo, na verdade não é. Um dos princípios da relatividade restrita diz que as leis da Física são as mesmas para qualquer referencial inercial, o gêmeo B (que está na nave) precisará acelerar até chegar em velocidades relativísticas, e então deixará de ser um referencial inercial, então o referencial que devemos usar é o do gêmeo A; o tempo passará mais devagar para o gêmeo B em relação ao A.

O tempo não passa para a luz

A luz é composta por pequenas partículas chamadas de fótons. Obviamente, a luz se move no vácuo na velocidade da luz, mas nessa velocidade o tempo é esticado ao infinito (ou seja, não há passagem do tempo), e o espaço é comprimido ao infinito (não há espaço); dessa forma, o tempo não passa para o fóton e não há espaço para ele, em outras palavras, a luz se move pelo espaço-tempo, sem se mover pelo espaço nem pelo tempo.

Porque buracos negros são negros?

Um buraco negro é uma região do espaço-tempo onde nada é capaz de escapar. Para se escapar de qualquer objeto com gravidade é preciso atingir uma certa velocidade. Para se escapar da Terra, por exemplo, é preciso atingir a velocidade de 11,2 km/s (40320 km/h); para se escapar da Lua é preciso atingir 2,36 km/s; já para escapar de um buraco negro, nem mesmo a velocidade da luz seria o bastante, toda a luz (e qualquer outro corpo) que cai diretamente em um buraco negro não consegue escapar, e por isso o nome “buraco negro”, é uma região do espaço onde nem mesmo a luz (que é a coisa mais rápida do universo) é capaz de escapar.

Conteúdo complementar



[Clique aqui](#)



Vídeo: Porque não se pode se mover mais rápido do que a luz?



[Clique aqui](#)



Vídeo: A Relatividade Geral Explicada

Para acessar as referências em que todos os textos acima foram baseados, e a lista das imagens originais das quais cada figura presente na apostila foi adaptada, basta escanear ou clicar no QR Code abaixo.



Bons estudos!