



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA

LINDONJONSON SOUZA FEITOSA

O LÚDICO NA FÍSICA: EXPLICANDO A FÍSICA POR MEIO DE SUPER-HERÓIS

FORTALEZA

2021

LINDONJONSON SOUZA FEITOZA

O LÚDICO NA FÍSICA: EXPLICANDO A FÍSICA POR MEIO DE SUPER-HERÓIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F3361 Feitosa, Lindonjonson Souza.
O lúdico na física: Explicando a física por meio de super-heróis / Lindonjonson Souza Feitosa. – 2021.
157 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Fernando Wellyson de Alencar Sobreira.

1. Ludicidade. 2. Física. 3. Personagens. 4. Gardner. 5. Ensino. I. Título.

CDD 530.07

LINDONJONSON SOUZA FEITOZA

O LÚDICO NA FÍSICA: EXPLICANDO A FÍSICA POR MEIO DE SUPER-HERÓIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Profissional.

Aprovada em: 23/03/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Gabriela Barreto Lemos
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

A Deus

A minha mãe, Maria, aos meus irmãos Júnior, Júlio, Jocelito, Elizabeth e Jardel (*in memorium*) e aos meus filhos Miguel e Thabata que são a essência da minha vida.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira, pela excelente orientação, dedicação e disposição sempre que era solicitado.

Aos professores participantes da banca examinadora, Antônio Marcos Araújo Silva e Gabriela Barreto Lemos, pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores do Instituto Federal do Ceará, pela excelente formação em minha graduação e por terem me ajudado a me tornar um profissional melhor.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

A todos os professores do mestrado no polo UFC, sobretudo aos diletíssimos doutores Carlos Alberto, com sátiras e relatos políticos sempre pertinentes, Nildo Loiola, sempre pontual, profissional e disposto a levar o conhecimento a quem o procurar, e Ramos com suas histórias impagáveis e uma pontualidade britânica.

Aos meus diversos alunos, que foram e que são o propósito de eu me qualificar e me tornar um professor melhor.

“O Lúdico é eminentemente educativo no sentido em que constitui a força impulsora de nossa curiosidade a respeito do mundo e da vida, o princípio de toda descoberta e toda criação.”

Santo Agostinho

RESUMO

Encontrar a metodologia adequada no processo de ensino, de modo a maximizar a aprendizagem, é um grande desafio para os professores atualmente e, em se tratando da disciplina de Física, esse desafio torna-se maior ainda, em face da enorme rejeição que a maioria dos alunos tem por essa disciplina, seja por envolver teoria associada a cálculos ou ainda por relacionar assuntos numa mesma questão. Esse trabalho tem como objetivo trazer uma proposta pedagógica com base na teoria das inteligências múltiplas de Gardner, por meio da ludicidade. Para tal, abordou-se um assunto que é do universo dos alunos e que os agrada bastante, o universo dos personagens das histórias em quadrinhos e do cinema. A ideia é usar tais personagens para que os alunos consigam relacionar os aspectos físicos inerentes a cada um, fazendo com que o conhecimento físico possa ser mais bem aproveitado e menos rejeitado pelo aluno diante de algo que lhe é agradável e prazeroso. A metodologia usada foi dividida em duas partes, na primeira os alunos fizeram apresentações, nas quais explanaram temas como cinemática, dinâmica, fluidos e eletricidade. Dentre os diversos temas escolhidos, alguns, propositalmente, ainda não haviam sido explorados pelo professor em sala de aula. A segunda parte tinha o intuito de contribuir com o produto desse projeto e ao mesmo tempo mensurar o que ficou das apresentações em relação ao conhecimento conceitual da física e os personagens. Para as apresentações, os alunos tiveram que elaborar questões em que a temática fosse os personagens aliados aos conceitos físicos, e essas questões fariam parte de um livro, produto educacional, somente com questões relacionadas ao tema deste projeto. No final do processo, percebeu-se que, por meio das apresentações e das questões feitas pelos alunos, os conhecimentos sobre a física foram mais bem aceitos e entendidos pela grande maioria da turma.

Palavras-Chave: Ludicidade; Gardner; Personagens; Física; Cinema.

ABSTRACT

Finding the appropriate methodology in the teaching and learning process is a great challenge for teachers today and when it comes to the subject of Physics, this challenge becomes even greater in the face of the huge rejection that most students have for this subject, either by involve theory associated with calculations or even for relating subjects in the same question. This work aims to bring a pedagogical proposal based on Gardner's theory of multiple intelligences, through playfulness. To this end, a subject that is part of the universe of the students and that pleases them, the universe of the characters of comics and cinema, was approached. The idea is to use such characters so that students can relate the physical aspects inherent to each one, making physical knowledge better used and less rejected by the student in the face of something that is pleasant and pleasurable. The methodology used was divided into two parts, in the first the students made presentations, where they explained topics such as kinematics, dynamics, fluids and electricity. Among the various themes chosen, some, on purpose, had not yet been explored by the teacher in the classroom. The second part aims to contribute to the product of this project and at the same time measure what remains of the presentations in relation to the conceptual knowledge of physics and the characters. For the presentations, the students had to elaborate questions in which the theme was the characters combined with the physical concepts and these questions will be part of a book, an educational product, only with questions related to the theme of this project. At the end of the process, it was realized that through the presentations and questions made by the students, knowledge about physics was better accepted and understood by the vast majority of the class.

Keywords: Playfulness; Gardner; Characters; Physics; Cinema.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uma força resultante provoca uma aceleração a no corpo	31
Figura 2 - Bloco recebendo uma força de módulo F sofrendo um deslocamento d	32
Figura 3 - O trabalho realizado sobre uma partícula pela componente da F_x para o deslocamento pequeno Dx é $F_x.Dx$ que é igual a área do retângulo sombreado	33
Figura 4 - Um objeto que sofre um deslocamento $\Delta r = \Delta x i$ e uma mudança na velocidade sob a ação de força resultante constante ΣF	35
Figura 6 - Princípio de Fermat para a reflexão	38
Figura 7 - Diagrama com dois pontos e um espelho, utilizado para demonstrar o princípio da reflexão da luz por meio do princípio de Fermat.....	38
Figura 8 – Reflexão num espelho	39
Figura 9 - Princípio de Fermat aplicado à refração	40
Figura 10 - Onda transversal numa corda.....	42
Figura 11 - Onda progressiva para a direita.....	43
Figura 12 - Hulk batendo palmas e gerando uma onda de choque.....	46
Figura 13 - Representação esquemática de onda circular.....	46
Figura 14 - As frentes de onda de uma onda circular ou esférica.....	47
Figura 15 - Fotografia de uma onda senoidal	48
Figura 16 - Uma onda senoidal se propaga ao longo do eixo x em uma corda esticada.....	49
Figura 17 - Representação da Lei Zero da termodinâmica.....	52
Figura 18 - Representação de um buraco de minhoca.....	56
Figura 19 - Bola de massa m_0 em repouso.....	61
Figura 20 - Bola em movimento com velocidade v	61
Figura 21 - Harry Potter Invisibilidade e tunelamento quântico	66
Figura 22 - Mulher Maravilha Força e leis de Newton	67
Figura 23 - Thor Força gravitacional e Viagem no Tempo.....	68
Figura 24 - Mulher Invisível Continuidade da luz e refração da luz.....	69

Figura 24.1 - Campo de força da mulher invisível.....	70
Figura 25 - Goku Teoria da relatividade, Energia relativística.....	71
Figura 26 - Sr. Fantástico Força elástica	72
Figura 27 - Homem de Ferro Energia e suas variáveis.....	73
Figura 28 - Hulk Força e Ondulatória	74
Figura 29 - Capitã Marvel Manipulação de energia e explosões fotônicas.....	76
Figura 30 - Tocha Humana Termometria, calorimetria e termodinâmica.....	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO COM BASE NA TEORIA DE GARDNER.....	17
2.1	Inteligência Espacial	18
2.2	Inteligência Corporal – Sinestésico.....	19
2.3	Inteligência Musical	19
2.4	Inteligência Intrapessoal.....	19
2.5	Inteligência Linguística.....	19
2.6	Inteligência Lógico-Matemática	20
2.7	Inteligência Interpessoal.....	20
2.8	Inteligência Naturalista	20
3	O CONCEITO DE LUDICIDADE E SEU USO NO ENSINO BÁSICO.....	23
3.1	Brincadeira ou ciência?	24
4	METODOLOGIA	26
4.1	Equipes e personagens	28
5	A FUNDAMENTAÇÃO FÍSICA	30
5.1	Mecânica	30
5.1.1	Energia	32
5.2	Óptica geométrica	36
5.3	Ondulatória.....	42
5.3.1	Ondas Unidimensionais	43
5.3.2	Ondas Bidimensionais e Tridimensionais	46
5.3.3	Energia e intensidade de uma onda	49
5.4	Termologia	51
5.5	Relatividade.....	55
5.6	Mecânica relativística.....	60

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	65
6.1	Análise das apresentações	65
6.2	Análise das questões	78
7	CONCLUSÕES FINAIS.....	88
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE	94

1 INTRODUÇÃO

Segundo os PCNs, no ambiente escolar, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem em relação aos alunos é a atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros (BRASIL, 1999, p. 46), por exemplo, ao perceber que sua percepção acerca de certa situação não está de acordo com o conceito científico. Essa forma de ensino auxilia na formação das estruturas de raciocínio, necessárias para uma aprendizagem efetiva, que permita ao aluno gerenciar os conhecimentos adquiridos. O ambiente escolar é um lugar bastante heterogêneo, visto que em uma sala de aula encontram-se alunos que gostam de estudar física, outros que literalmente “odeiam” a disciplina, cabendo ao professor agir como mediador no processo de ensino e aprendizagem, na busca de meios para levar o conhecimento a todos.

Reconhecer a prática ou a metodologia pedagógica adequadamente não se constitui tarefa simples, haja vista, por exemplo, a não homogeneidade dos estudantes em uma sala de aula (SMOLE, 1999). É bastante comum que uma estratégia pedagógica satisfaça alguns alunos e outros não. Por exemplo, é possível que uma metodologia ativa, como a sala invertida, consiga êxito com certo percentual de alunos que se identificam com essa estratégia, ou que, ao usar o *desing thinking*, os mesmo alunos confortáveis com a sala invertida não se adequem a essa metodologia. Mas algo é comum a qualquer base metodológica a se adotar, a ideia de que o aluno é o protagonista maior em todo o processo, cabendo ao professor ser o elo entre o conhecimento e o processo de produção ou criação do mesmo, por intermédio do aluno. Essa autonomia do aluno deve ser trazida desde as séries iniciais (FREIRE, 1996), o aluno deve ser capaz de pensar por si só, deve ser capaz de formular argumentos, ideias, comentários (FREIRE, 1996). A autonomia do aluno, segundo Paulo Freire, baseia-se em três aspectos a saber:

Intelectual: aquele no qual o aluno é um ser pensante, não apenas absorve o que o professor diz, mas comenta, pergunta, discorda, formula ideias, conceitos, até que ele próprio defina a linha de pensamento a seguir, que, embora possa estar equivocada, vai levá-lo a compreender os erros e a chegar ao resultado correto final.

Dimensão política: insere o aluno na atividade comunitária, ou seja, faz o aluno ter noção de cidadania não apenas no ambiente escolar, mas sobretudo fora dele.

Econômico: leva o aluno a buscar seu entendimento de que é necessária uma formação para a efetiva sustentação em relação ao material. De posse dessa autonomia, o professor deve então ministrar suas aulas, de modo a permitir que o aluno possa exercê-las.

A disciplina de física é sem dúvidas uma das que mais encontram obstáculos a sua execução devido aos mais diversos problemas, desde a pouca base de muitos alunos no âmbito matemático, o sistema educacional do país, que visa uma prova final ao término da educação básica, os materiais didáticos que são disponibilizados e a má formação e qualificação dos professores (MELLO, 2000). Somados, todos esses aspectos tornam o ensino de física uma tarefa diária árdua para os professores, que devem buscar mecanismos que amenizem essa situação, visando a obter êxito no processo de ensino e aprendizagem. A proposta deste trabalho é introduzir a noção do lúdico enquanto forma criativa de ensinar a disciplina, por meio de questões que envolvam algum super-herói e um conceito físico.

O lúdico pode ser erroneamente entendido simplesmente como jogos, brincadeiras e o é também, porém o lúdico remete a prazer, divertimento, o que significa usá-lo como uma forma agradável de aprender física (RAU, 2006). Para Piaget (1997), o uso de práticas lúdicas é válido, pois, além do lazer, o lúdico é um método de desenvolvimento intelectual.

Em relação ao lúdico em educação, Chateau (1987) diz que: “Os jogos e brincadeiras são fontes naturais de atração, pois existem neles desafios para cada idade, para cada nível de conhecimento cognitivo”. Jogo é o que o vocábulo científico denomina *atividade lúdica*. “É considerado como uma atividade que imita ou simula uma parte do real” (BROUGÈRE, 1998). É o caso dos jogos RPG, que simulam situações cotidianas. Esse entendimento é necessário para compreender a proposta desse projeto, em que se quer usar uma forma lúdica para facilitar o ensino da física ou minimizar as dificuldades citadas, ou seja, quer-se melhorar o processo de ensino e aprendizagem, por meio de uma alternativa que seja ao mesmo tempo prazerosa para os alunos e satisfatória para o professor, no que diz respeito ao resultado final.

Para isso foi utilizado o universo das historinhas em quadrinhos e dos personagens cinematográficos, ou de maneira mais simplificada, os heróis e os vilões,

como: Os Vingadores, Batman e uma gama gigantesca de personagens. O assunto, a princípio, pode causar estranheza, mas ao pensar que a indústria de filmes e quadrinhos leva milhões ao cinema ou às bancas de revistas, usar tais meios para aproximar a ciência dos jovens, fazendo com que a área de conhecimento seja mais divertida, pode-se ao mesmo tempo ter a devida atenção dos alunos, bem como alcançar uma melhora no processo de aprendizagem (GRESH; WEINBERG, 2005). E a literatura a respeito desse assunto não é pequena, seja por meio de artigos, dissertações, livros em geral. Serão citados alguns exemplos que serviram de base para este projeto, como os livros do professor Doutor James Kakalios, *The Physics of Superheroes* (Gotham Books 2005) e *The Physics of Superheroes: More Heroes! More Villains! More Science!* (HighBridge Audio 2019). Duas outras fontes importantes são as revistas, *Física na escola* e o Caderno de física da UEFS, as quais possuem vários artigos que abordam o assunto física e super-heróis e que ao longo do trabalho serão citados.

Assistir a um filme leva a múltiplas emoções: alegria, angústia, tristeza, euforia, entre outras. De acordo com o neurocientista Patrick Fagan, da Universidade Goldsmiths, na Inglaterra, os espectadores registraram um aumento de 23% da capacidade de processamento cognitivo após assistir a um trecho de uma animação. Segundo o neurocientista, se o filme for em três dimensões, o tempo de reação a um impulso é aumentado em cerca de onze por cento, o que corresponde a um aumento do cognitivo desse grupo.

As múltiplas emoções citadas dão a noção de que o cérebro trabalha para melhor compreender uma cena do filme, e é justamente na busca de explorar essa habilidade que foi desenvolvido este projeto, que se baseia na teoria das inteligências múltiplas de Gardner (SMOLE, 1999). A ideia central deste projeto é usar personagens associados à devida inteligência, por exemplo, a inteligência linguística será explorada na apresentação do projeto e na formulação das questões do produto educacional; a inteligência lógico-matemática será usada para explicar as relações entre os personagens e a física; a inteligência espacial será usada para a elaboração das apresentações, o que não impede que se usem as outras inteligências em paralelo, tudo para ajudar no processo de ensino-aprendizagem em relação à proposta geral deste trabalho, que é compreender a física por meio dos personagens. A seguir, serão mais bem compreendidas as inteligências múltiplas, o uso correto do lúdico na educação básica e como tudo isso pode ser usado para facilitar o ensino de física. Depois, serão vistos os

passos da metodologia para a execução do trabalho junto aos alunos. Em seguida, será tratado o capítulo que fala acerca da fundamentação física, no qual se verá como a física pode ser associada aos persoagens, inclusive no âmbito acadêmico. Depois, seguem as discussões sobre a execução do trabalho por intermédio dos alunos e, por fim, as conclusões.

2 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO COM BASE NA TEORIA DE GARDNER

Ao olhar uma turma em sala de aula, o professor observa aluno a fazer um desenho abstrato ou mesmo uma caricatura, outro aluno que consegue se expressar de uma forma mais fácil que outros, ainda alunos que têm aptidão para a música ou mesmo dança e, claro, alunos que adoram um cálculo.

Ao refletir sobre o exposto acima, percebe-se que em uma sala de aula a diversidade de habilidades e competências é imensa e isso torna a tarefa de ensinar ainda mais árdua do que se possa imaginar, pois o professor precisa ter essa sensibilidade de entender que cada aluno tem suas preferências, mas também tem suas limitações. Seria possível medir qual aluno em sala de aula apresenta uma inteligência maior do que outro aluno? É um erro pensar que sim, a partir apenas do resultado de uma avaliação. Por exemplo, um aluno tira nota 8,0 (oito vírgula zero), então ele é mais inteligente do que um aluno que tira cinco? Isso seria realmente suficiente para determinar que um é mais inteligente que outro? Nem como professor, muito menos como educador, pode-se pensar dessa forma, pois avaliar uma inteligência vai mais além de uma simples nota em uma prova. Então, a pergunta que fica é: como medir a inteligência de pessoas tão diferentes?

A resposta à pergunta acima pode vir acompanhada de uma outra pergunta: a inteligência é uma grandeza a qual possa ser medida? Durante muito tempo essa questão foi respondida de maneira afirmativa. Uma forma de medir a inteligência era por meio de testes, dos quais o mais conhecido foi idealizado pelo psicólogo francês Alfred Binet (1857-1911), o teste de QI, que identifica a capacidade intelectual, ou de outra forma, mede a inteligência do indivíduo. Esse teste avaliava crianças com atraso mental, por meio de habilidades como a compreensão, razão e julgamento. A ideia original de Binet não era fazer do teste um aferidor de inteligência, mas seu método acabou sendo usado para isso e serviu de base para outros métodos que vieram depois. Por muitos anos vendeu-se a ideia, e ainda se vende, de que um QI elevado é sinônimo de inteligência. Mesmo que alguns métodos sejam mais amplos que o de Binet, ainda assim é falho ter tais testes como classificadores de inteligência (SMOLE, 1999).

Ao romper com essa metodologia e pensamento, o psicólogo americano Howard Gardner (2000) oferece o conceito das inteligências múltiplas, teoria que se baseia principalmente na premissa de que as pessoas apresentam várias habilidades e que cada uma requer um tipo de inteligência, sendo possível duas pessoas terem habilidades próximas, mas não necessariamente a mesma inteligência. Por exemplo, na sala de aula, o professor pede um trabalho sobre certo assunto. É possível que um aluno consiga explicar o tema por meio da forma escrita, outro aluno consiga explicar o mesmo tema por meio de um teatro, ou outra forma diferente. Nesse caso, quem pode dizer qual é o mais inteligente?

A teoria das inteligências múltiplas fundamenta a noção de que a inteligência é responsável pelas habilidades para criar, resolver problemas e fazer projetos, em uma determinada cultura. Segundo Gardner (2000), cada indivíduo possui algum tipo diferente de capacidade, que caracteriza sua inteligência.

O que fica evidente com a teoria citada é que cada indivíduo, aqui representado pelo aluno, tem suas habilidades específicas que levam à noção de inteligência, então é fundamental o professor, como o agente de transmissão de conhecimento, reconhecer tais inteligências e criar meios de usá-las no processo de ensino e aprendizagem. Um indivíduo pode ter uma maior capacidade criativa do que a capacidade para resolver problemas, o que não o torna “menos” inteligente do que aquele indivíduo que tem maior capacidade de solucionar problemas.

Ainda, segundo Gardner (2000), para ser considerada uma inteligência múltipla, a capacidade questionada deverá ser universal na espécie humana, portanto vinculada ao estímulo cultural, e ter raízes biológicas. Com base nessa ideia, Gardner nomeou seu grupo de inteligências múltiplas, as quais serão descritas a seguir.

2.1 Inteligência espacial

É a habilidade de relacionar padrões, similaridades nas formas espaciais e correlacioná-las. Ter uma noção de espaço tridimensional e criar modelos que ajudem na orientação espacial. O mais interessante é que essa forma de inteligência não está associada à visão como muitos podem pensar; ao contrário, ele define que cegos podem e aprimoram essa inteligência na compensação de sua limitação. Como exemplos de

profissionais que usam dessa inteligência são os arquitetos, navegadores, pilotos, entre outros.

2.2 Inteligência corporal – Sinestésica

Muitos não enxergam ou não aceitam essa competência como inteligência. Ela diz respeito a como se percebe o corpo e como usá-lo. Desenvolve-se por meio dela habilidades físicas específicas, autocontrole corporal, força, equilíbrio, entre outras. Dançarinos, atletas, cirurgiões são alguns exemplos de pessoas que utilizam essa inteligência.

.3 Inteligência musical

É de todos os casos a que surge mais cedo. Imagine-se uma criança desde muito pequena a ouvir música, aí já começa o processo nessa modalidade. Pode-se entender tal inteligência como a capacidade de perceber, transformar, diferenciar as mais várias expressões musicais. Os músicos são os profissionais que dominam a essência dessa inteligência.

2.4 Inteligência intrapessoal

É a habilidade de compreender a si e encontrar o equilíbrio pessoal. A inteligência intrapessoal “inclui nossos pensamentos e sentimentos. Quanto mais pudermos trazê-la à consciência, melhor poderemos relacionar nosso mundo interior com o mundo exterior da experiência” (SMOLE, 1999). A ideia central dessa habilidade é que a pessoa seja capaz de reconhecer seus próprios limites, aspirações e medo, e utilizar esse conhecimento para ser efetivamente melhor naquilo que se proponha. Os terapeutas são os principais usuários dessa habilidade.

2.5 Inteligência linguística

É a habilidade de usar as palavras de forma criativa, em diferentes níveis de linguagem. Pensando mais profundamente, pode-se compreender que essa habilidade é formada antes do nascimento, haja vista fetos que ouvem histórias contadas pelos pais, por exemplo, podem desenvolver essa habilidade. Particularmente notável em poetas e escritores, também é desenvolvida por oradores, jornalistas, publicitários e vendedores, por exemplo.

2.6 Inteligência lógico-matemática

Essa inteligência envolve a capacidade de compreender padrões lógicos ou numéricos, a recair sempre numa ideia de raciocínio. Dentre todas as inteligências, essa é a que mais se relaciona com o referido projeto, pois é a que se liga ao pensamento científico, tanto que matemáticos, físicos, engenheiros são exemplos de profissionais que utilizam essa habilidade.

2.7 Inteligência interpessoal

Essa habilidade contempla a compreensão do outro, como trabalham, o que motiva cada um e como se relacionar de forma eficiente. Esse tipo de inteligência é a que sobressai nos que têm facilidade para o relacionamento com os outros, tais como terapeutas, professores, líderes políticos, atores e vendedores. São pessoas que usam a habilidade interpessoal para entender e reagir às manifestações emocionais das pessoas a sua volta. Para Gardner (2000, p. 57), a inteligência interpessoal é a capacidade “da criança pequena de discriminar entre os indivíduos ao seu redor e detectar seus vários humores. Numa forma avançada, o conhecimento pessoal permite que o adulto hábil leia as intenções e desejos”.

2.8 Inteligência naturalista

Em 1995, Gardner introduziu essa última inteligência à sua lista. Ela se refere a reconhecer objetos na natureza, distinguir plantas, rochas animais etc. É uma inteligência que vem dos primórdios da humanidade. Um fato importante é que não é necessário interagir com a natureza para ter essa inteligência. Profissionais como biólogos, fazendeiros, botânicos, entre outros, estão no rol dos que usam essa habilidade.

Para Gardner, a educação deve ser centrada no indivíduo, a considerar que cada um tenha suas habilidades próprias e que devem ser respeitadas. Na busca diária pela excelência no processo de ensino e aprendizagem, o professor deve estar atento aos alunos no que se refere às suas habilidades ou inteligências, e usar de estratégias adequadas que extraiam do aluno o melhor potencial dele. Nesse sentido, as inteligências múltiplas são uma ferramenta primordial nesse trabalho, pois a ideia aqui é

que o aluno seja capaz de compreender e explicar sobre os conceitos físicos, ao usar os aspectos dos personagens de filmes ou histórias em quadrinhos.

É necessário que o professor seja capaz de perceber quais inteligências devem ser levadas em conta e trabalhá-las adequadamente para que o efeito final seja o melhor possível. Evidentemente cada professor tem a sua visão em relação a que inteligência usar de acordo com suas turmas. Esse trabalho focou em quatro das inteligências citadas, a saber:

A inteligência linguística: Essa inteligência não pôde ficar de fora, pois a oralidade está ligada diretamente ao que o aluno deve apresentar tanto em sua apresentação como também na elaboração das questões exigidas no projeto. Aqui se busca, em diferentes níveis, o domínio da linguagem, seja numa fala, numa frase escrita ou mesmo numa imagem.

A inteligência lógico-matemática: Deve ser amplamente explorada, pois é a que contém o pensamento científico, fundamental na execução desse trabalho. As chamadas ciências da Terra ou, para muitos, ciências exatas, se enquadram perfeitamente nessa inteligência, então é parte fundamental na execução do projeto. O uso das equações deve ser explorado pelos estudantes na relação entre física e o personagem, tanto para justificar como negar certo poder, ou mesmo uma cena de um filme.

A inteligência intrapessoal: À primeira vista, pode ser estranho o uso dessa inteligência, mas é preciso que o aluno conheça a si e possa usar o que de melhor tem na apresentação de seu trabalho, reconhecendo a seus limites, mas também identificando seu potencial, ou seja, buscando o equilíbrio. O uso dessa inteligência leva o estudante a ter algumas características mais evidentes, como maior foco naquilo que está fazendo, disciplina, autoestima elevada e uma maior capacidade de realização. É importante citar que essa inteligência deve ser despertada no próprio indivíduo dentro de uma situação específica, como esse trabalho, por exemplo.

A inteligência sinestésica: Permite ao aluno ser capaz de ter autocontrole em relação ao seu corpo e ou objeto a ser usado na apresentação. Envolve tanto o autocontrole corporal quanto a destreza para manipular objetos. Os atores apresentam

essa inteligência bem desenvolvida, e neste trabalho o aluno, por algum momento, durante a apresnetação, será um ator.

Fica evidente que a escolha de uma linha pedagógica é dependente do universo em que o professor se encontra, haja vista que cada turma tem suas características, peculiaridades e ninguém melhor do que o professor para avaliar tal escolha. A escolha pela teoria de Gardner vem nessa linha, a segurança e a utilidade da teoria de uma maneira mais fácil e benéfica para os alunos e, conseqüentemente, para o professor também. O principal desafio da educação é, portanto, entender as diferenças no perfil intelectual dos alunos e formar uma ideia de como desenvolvê-lo, conforme afirma Smole (1999).

Devemos pensar nessas sete inteligências pelo menos como sete habilidades que caracterizam nossa espécie e que se desenvolveram ao longo do tempo. De maneira geral, todos nós temos parcelas expressivas de cada uma delas, mas o que nos diferencia é a maneira pela qual elas se configuram, ou o perfil de nossos pontos fortes e fracos. Além disso, uma inteligência nunca se manifesta isolada, no comportamento humano. Cada tarefa, ou cada função, envolve uma combinação de inteligências.

3 O CONCEITO DE LUDICIDADE E O SEU USO NO ENSINO BÁSICO

Nesta proposta, é fundamental conhecer o termo lúdico e, sobretudo, suprimir o preconceito que possa ter com ele, principalmente, em relação ao ensino médio. Para alguns, a ideia de lúdico é ligada a crianças das séries iniciais e que, portanto, não se aplica ao ensino médio, por exemplo, o que mostra claramente um equívoco de quem assim pensa.

Segundo Michaelis (1998), “lúdico” é relativo a jogos ou brincadeiras e ainda relativo a qualquer atividade que distrai e pode ser usado como instrumento educativo.

De forma geral, o ser humano necessita de ludicidade ao longo da vida, quer seja na infância quer seja na fase adulta, analisando-se não como diversão, mas como fator de evolução social, cultural e cognitiva. Luckesi (2005) afirma que a ludicidade traz algo novo ao ser humano, que é o fato de estar agindo por meio da ludicidade. Essa experiência é completa, não ocorrem hiatos no processo, o que no final trará resultados excelentes ao processo de ensino e aprendizagem. Ele considera a ludicidade um estado interno do sujeito que vivencia uma experiência de forma plena, é sinônimo de plenitude da experiência. Segundo ele, a ludicidade não está diretamente relacionada a jogos e brincadeiras, embora nessas atividades se demonstre mais claramente o lúdico. A ludicidade está, sim, relacionada à atitude interna do indivíduo que experimenta uma sensação de integração entre seu sentir, seu pensar e seu fazer.

De fato, ao se associar jogos, brincadeiras, a uma forma de ensino, vem a ideia, como outrora dito, do uso com crianças, mas percebe-se que o lúdico é, sobretudo, algo que dê prazer, algo de que a pessoa gosta, então usar o lúdico como proposta pedagógica é colocar o aluno diante de algo que ele gosta, algo em que sente prazer ao fazer. Em relação ao lúdico na educação, deve-se entender que a educação brasileira é tradicional, baseada na epistemologia racional e que se preocupa basicamente com a aprendizagem cognitiva conceitual (ANDRADE; SILVA, 2010), então a ideia do lúdico na educação rompe com o pensamento de que apenas o saber cognitivo é definidor de conhecimento e levanta novas formas de avaliar, de se passar a informação. Vygotsky (1984) afirmava que

[...] usar o lúdico como estratégia para o ensino tem muitas vantagens se comparado ao ensino tradicional porque além de atender a uma necessidade básica do ser humano quanto a sua formação e aquisição de conhecimento, proporciona o aprendizado de forma prazerosa e divertida.

De acordo com Chateau (1987): “Os jogos e brincadeiras são fontes naturais de atração, pois existem neles desafios para cada idade, para cada nível de conhecimento cognitivo”. Já Brougère (1998) considera uma atividade que imita ou simula uma parte do real. Por fim, Piaget (1997) dizia que práticas lúdicas são válidas, pois além do lazer, o lúdico é um método de desenvolvimento intelectual. Para ser lúdico, é preciso que tanto o professor quanto o aluno sintam prazer em desenvolver a atividade. Se essa simbiose ocorrer, certamente o resultado será o melhor possível.

Embora pareça fácil inserir o lúdico numa proposta pedagógica, é preciso um amplo planejamento acerca dos assuntos que podem ser abordados com essa temática e a forma correta de abordá-los, tendo em mente que o principal é enfatizar os objetivos e a finalidade da atividade, averiguando, ao final do processo, os avanços e as dificuldades dos alunos, considerando os aspectos cognitivos.

3.1 Brincadeira ou ciência?

De posse do conceito de ludicidade, busca-se o entendimento de como ela pode ser usada diretamente no ensino de Física. Aprender sobre ciência é entender o mundo que o cerca por meio das ciências naturais. Ao longo da história a explicação para muitas coisas que aconteciam era feita por meio do senso comum, o que tornava a situação muito superficial e limitada. Ao se estudar um fenômeno, a ciência modifica-o muitas vezes, tornando mais fácil a compreensão das pessoas em geral. A Física é, por essência, uma ciência empírica, ou seja, a experimentação é uma aliada no ensino da Física, de modo a facilitar o aprendizado.

Assim, para tornar o ensino de Física mais real, passou-se a desenvolver e a selecionar conteúdos específicos pautados em recursos pedagógicos e tecnológicos que enriquecem a prática de ensinar, a propor elementos práticos que valorizem o ensino da Física, como a abordagem problematizadora, a relação contextual, a relação interdisciplinar, a pesquisa, a leitura científica, a atividade de grupo, a observação, a atividade experimental, os recursos instrucionais e o lúdico, entre outros (PARANÁ, 2008). A nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC 2019) traz o conceito de que o

público do ensino médio não é formado por jovens homogêneos ou ainda que seja uma passagem simples de categoria de idade e que se deve reconhecer o aspecto social, cultural e histórico, e que isso gera múltiplas culturas juvenis. e nesse contexto o lúdico vai se inserir. Com base no contexto acima, pode-se então compreender o lúdico como forma de ensino, que pode ser associada a uma forma de experimentação de algo que se quer explicar. Assim como qualquer proposta pedagógica, usar o lúdico requer planejamento e pesquisa aprofundada para que o processo seja mais eficiente, pois cada educando tem suas particularidades e, nesse sentido, é necessário deixar claro que a finalidade é enfatizar os objetivos, sua utilização lúdica, cognitiva, sociocultural.

Para melhor exemplificar a situação, alguns exemplos mostram o uso do lúdico e o seu adequado uso. Um tabuleiro de jogo pode ser usado para mostrar a crianças, por exemplo, os riscos e a forma correta de se conhecer sobre a dengue. No uso da astronomia, jogos podem ser usados para se falar do sistema solar. Uma batalha naval pode ser usada para explicar as grandes epidemias no mundo. Pular corda e usar bambolês podem ser usados para explicar conceitos de ondulatória, por exemplo. Portanto, fica claro que usar o lúdico é importante e pode ser eficaz no ensino de Física e demais ciências.

4 METODOLOGIA

Esse trabalho foi aplicado em três escolas do estado do Ceará, nas turmas do 1º ano do ensino médio nas escolas Colégio Master, localizada em Fortaleza, e na escola Amadeu Cláudio Damasceno, na cidade de Quixadá, e nas turmas do 2º ano na escola Santo Tomás de Aquino, em Fortaleza, e na escola Amadeu Cláudio Damasceno, na cidade de Quixadá, todas do setor privado. A escolha das turmas de 1º e 2º ano se deu para que houvesse a maior quantidade de conteúdos possíveis, já que muitos assuntos, como ondas e eletricidade, por exemplo, só são vistos no 2º ano do ensino médio, e assim o trabalho consegue ter uma abrangência maior dos conteúdos de Física.

O uso deste trabalho pode ser introduzido gradativamente ao longo das aulas com o professor colocando o tema super-herói em evidência, seja para exemplificar um conceito físico, seja para problematizar com um exercício uma situação física que envolva um super-herói. O ideal é que essa introdução seja feita até o segundo bimestre e a finalização do trabalho seja feita no terceiro bimestre, pois, assim, a quantidade de conteúdos a serem abordados seria suficiente para um melhor desempenho dos alunos e também para que o professor possa introduzir o máximo de informações possíveis. Aqui é necessário que o professor possa mostrar aos alunos a possibilidade de se compreender física ao tomar como exemplos os personagens de filmes ou quadrinhos, de forma a despertar nos alunos o interesse pelo tema. Uma outra forma de apresentar a temática do trabalho, mas que fica como opcional, pois depende da disponibilidade da escola, do professor e da logística envolvida, seria uma aula no cinema, onde se exibiria um filme de super-heróis, como, por exemplo: *Vingadores Ultimato*¹. Antes ou após a exibição, o professor aborda alguns temas que aparecem no filme e levanta a discussão sobre a utilização correta ou não da física. Caso o professor consiga desenvolver essa atividade no cinema, ela seria contabilizada como extracurricular e, portanto, não seria considerada na carga horária semanal da disciplina, o que seria de grande valia, já que, em geral, a carga horária permite poucas inserções de atividades dessa natureza, porém essa sugestão é opcional, não sendo imprescindível para a execução do trabalho.

¹ O filme “Vingadores Ultimato” foi citado, pois era o filme que estava em cartaz quando o trabalho estava sendo escrito e seria aplicado em seguida. Portanto o professor fica livre para usar algum filme que esteja em cartaz, ou qualquer outro filme se for feito em sala de aula.

A inserção do tema do trabalho pode levar de quatro a cinco meses, prazo que pode variar de acordo com a grade curricular da escola. É preciso que se tenha em mente que o maior número de assuntos vistos pelos alunos em sala de aula facilitará a execução desse trabalho, haja vista que algum personagem pode ter um poder relacionado à Física com um conteúdo visto, por exemplo, próximo ao fim do ano, o que dificultaria não só a execução do trabalho, mas o próprio processo de ensino e aprendizagem. Como sugestão, durante as inserções, o professor pode tirar entre dez e quinze minutos de sua aula para fazer a relação entre o que está sendo ensinado e o universo dos personagens.

A inserção do professor deve ser de forma que introduza o tema do trabalho para os alunos, ao citar, por exemplo, um poder ou uma cena em que se possa explorar algum aspecto físico, enquanto está ministrando determinado conceito físico. Ao mesmo tempo, o professor pode colocar em suas listas de exercícios, ou mesmo em provas, uma questão com a temática do trabalho que pode ser encontrada no produto educacional gerado neste trabalho, deixando claro para os alunos que a relação entre personagens e a Física é maior do que se possa imaginar. Realizada essa inserção, é interessante que o professor leve ao conhecimento dos alunos, de forma sucinta, mas bem didática, o conceito de inteligências múltiplas, de forma a mostrar ao aluno que ele dispõe de alguma habilidade, ou de várias, não só para a execução do trabalho, mas para o seu dia a dia em sala de aula.

Concluídos esses passos iniciais, o trabalho então será apresentado aos alunos, conforme o cronograma proposto a seguir:

- Dentro de um mês, o professor que tem duas horas-aula, em média, utiliza uma hora por semana durante duas semanas seguidas para a apresentação do trabalho, sendo que, na primeira semana, o professor explica a importância do uso do lúdico e como o tema personagens de filmes e quadrinhos se enquadra no lúdico.

- Na semana seguinte, o professor explica como será o trabalho, que se divide em duas partes, as apresentações e a elaboração das questões:

- i. 1ª parte: as equipes devem fazer uma apresentação do tipo seminário, com o intuito de explorar os aspectos físicos de seus personagens, justificando a

situação por meio de conceitos físicos. Para isso, devem usar slides e um resumo escrito sobre o tema.

ii. 2ª parte: Dentro do resumo, cada equipe deve elaborar cinco questões que envolvam seus personagens e a Física. As questões devem conter o gabarito e a resolução. Algumas dessas questões serão inseridas no produto educacional final deste trabalho, dando assim o caráter colaborativo dos alunos.

Feita essa explicação, procede-se o sorteio dos personagens e determina-se o prazo para a apresentação. Para um resultado mais produtivo, deve-se dar um prazo considerável para que os alunos possam realizá-lo de forma mais satisfatória dentro do processo de ensino e aprendizagem. Sugere-se que, para esse trabalho, seja dado de um mês e meio a dois meses, mas claro que tudo depende das diretivas da coordenação.

Outro ponto importante é que esse trabalho pode entrar como atividade extra ou alguma nota, mais uma vez vai depender da conversa entre professor e coordenação. Para esse trabalho, todas as escolas participantes aceitaram que o trabalho valesse nota de zero a dez como nota de atividade.

4.1 Equipes e personagens

A formação das equipes depende do número de alunos por sala. Neste trabalho, a média foi de seis integrantes por equipe. Após a formação das equipes foi feito o sorteio dos personagens, sendo que cada equipe ficou com dois personagens. Os personagens foram sorteados dentro da lista mostrada na tabela 01.

Tabela 01- personagens a serem sorteados e as características físicas que devem ser exploradas pelos alunos.

PERSONAGEM	RELAÇÕES COM A FÍSICA
FLASH	Velocidade - relatividade - força
SUPER-HOMEM	Termologia, ondas, força, velocidade
HULK	Força e ondas
THOR	Eletricidade, força e leis de Newton
MULHER MARAVILHA	Força, leis de Newton, óptica

HOMEM DE FERRO	Energia, leis de Newton
CAPITÃO AMÉRICA	Termologia, força, propriedades da matéria
PANTERA NEGRA	Energia, cinemática
AQUAMAN	Hidrostática
THANOS	Energia, força e relatividade
CAPITÃ MARVEL	Energia e quântica
STAR WARS	Energia e força
GOKU	Energia, relatividade e ondas
CAVALEIROS DO ZODÍACO	Energia, força, hidrostática e ondas
X MEM	Velocidade, força, ondas, termologia
CAVERNA DO DRAGÃO	Energia, força e óptica
LANTERNA VERDE	Energia
VISÃO	Energia, densidade

Fonte: arquivo próprio

Convém observar que o universo de personagens é gigantesco, a escolha desses personagens se deu pelo fato de ter relação direta com a Física, ou seja, bem explícita, e por serem mais bem aceitos e conhecidos pelos alunos; queridos por eles, na verdade. É possível também que ocorra troca de personagens, caso alguma equipe deseje, desde que não se repitam os personagens, o que é interessante já que mostra o interesse dos alunos no tema. A ideia do trabalho é que os alunos possam explorar os conceitos físicos dos personagens, seja na apresentação, seja na colaboração do produto educacional, mas ao mesmo tempo sintam o prazer do lúdico no trabalho, então se a troca for possível, é agradável que seja realizada.

Terminado o prazo, os alunos realizarão as apresentações e entregarão as questões. A próxima sessão será para a discussão das partes desse trabalho e a conclusão acerca dele.

5 A FUNDAMENTAÇÃO FÍSICA

A proposta deste trabalho, como visto, é levar os conceitos de Física aos alunos, por meio do uso de personagens de filmes ou quadrinhos, mas pode-se ir além de conceitos e teorias e aprofundar um pouco mais. Um ponto importante a se observar neste trabalho é que dentre os vários tópicos abordados pelos alunos, não houve um tema específico, o que possibilita ter uma visão mais ampla da Física.

Deixa-se claro que o uso dos personagens é o mote para a entrada da Física como o agente mais importante, por isso cabe analisar alguns tópicos dentro das apresentações de uma forma mais avançada e numa linguagem mais acadêmica. A seguir será feita essa análise dividida em seis tópicos que englobam os assuntos mais abordados pelos alunos em suas apresentações.

5.1 Mecânica

A mecânica é a parte da Física na qual este trabalho tem a relação com personagens mais abundante. Correr, voar e levantar grandes coisas são inúmeros os exemplos em que conceitos de mecânica aparecem em vários personagens.

Mulher Maravilha, Thor e Homem de Ferro, por exemplo, têm o uso da força como um de seus poderes, embora saiba-se que os dois primeiros são deuses e o terceiro usa uma armadura que lhe dá tal força. Mas não é só isso que os três possuem em comum, todos eles conseguem voar e fazer manobras espetaculares no ar.

A teoria da mecânica que usamos hoje em dia teve origem em meados do século XVII, quando Isaac Newton formulou suas leis do movimento. Chamamos essa teoria de Mecânica Newtoniana e pode ser usada para explicar diversas situações no cotidiano, porém não se aplica para corpos que estejam com velocidades próximas a da luz sendo substituída por relatividade restrita de Einstein e nem pode ser usada no mundo das subpartículas, nesse caso a mecânica quântica entra em ação. (HALLIDAY, 2008)

A base da teoria newtoniana são as três leis que levam seu nome e a força gravitacional. O foco será no conceito de força. “A segunda lei de Newton fala sobre a força, massa e aceleração, mas ao contrário do que alguns possam pensar, Newton não derivou essa e nem as outras duas leis, ele as deduziu por meio de experiências diversas realizadas inclusive por outros cientistas”.(YOUNG, 2016).

A formulação dessa lei é uma das mais importantes leis da natureza, para o movimento. A segunda lei de Newton estabelece que: A aceleração de um objeto é

diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele; tem o mesmo sentido que essa força e é inversamente proporcional à massa do objeto.

Figura 1 - Uma força resultante provoca uma aceleração a no corpo

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$



Fonte: Young (2016, p 120).

Chama-se m de massa inercial, sendo esse m associado ao corpo que recebe a força. Mas a 2ª lei não serve apenas para definir a força que está aplicada num corpo. Ela recebe o nome em livros didáticos de Princípio Fundamental da Dinâmica, e de fato ela é importante quando se estuda o movimento de um corpo, pois permite determinar de maneira básica a evolução do movimento de um sistema dentro da mecânica clássica.

Em sua definição original da segunda lei, Newton começa falando sobre a quantidade de movimento, conforme transcrição abaixo:

‘Quantitas motus est mensura ejusdem orta ex velocitate et quantitate materie conjunctim’. Newton afirmou que a quantidade de movimento é medida do mesmo, que se origina conjuntamente da velocidade e da massa de um corpo ou sistema. O que nos indica que a quantidade de movimento de um corpo é o produto de sua massa pela velocidade:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (2)$$

Na equação 2, vai-se considerar que a massa não varia com o tempo e faz-se uso da derivada para ambos os lados:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (3)$$

Como dv/dt é a aceleração, então tem-se que:

(4)

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

A equação 4 define a segunda lei, a variação da quantidade de momento é proporcional à força imprimida, e tem a direção da força.

Observe-se que as equações 1 e 4 determinam a força, porém não são equações equivalentes no todo. A equação 4 tem vantagens em relação à equação 1, por exemplo, para explicar o movimento de foguetes que se assemelha aos propulsores usados pelo Homem de Ferro.

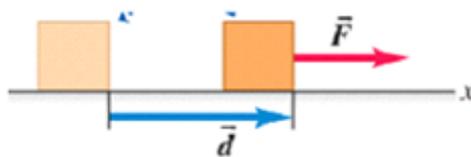
5.2 Energia

Ainda dentro do campo da mecânica, vai-se falar sobre o conceito de **energia**, que permeia quase todos os personagens em suas mais diversas formas.

Toma-se como exemplo a personagem Capitã Marvel, que tem na energia sua fonte de poder. Começa-se então falando sobre o trabalho de uma força, e como exemplo, em certa cena, Capitã Marvel aterrissa uma nave gigantesca que foi trazida por ela do espaço

Considerando a nave como um corpo que se desloca a uma distância d ao longo de uma linha reta, enquanto o corpo se move, uma força com módulo constante atua sobre ele na mesma direção e no mesmo sentido de seu deslocamento. A figura abaixo mostra uma ideia da situação, a considerar o bloco como a nave e que a força seja exercida pela heroína.

Figura 2 - Bloco recebendo uma força de módulo F sofrendo um deslocamento d



Fonte: Young (2016, p. 196).

Definiu-se o **trabalho** W realizado pela força **constante** nessas condições como o produto da força de módulo F e o deslocamento de módulo d :

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta \quad (5)$$

Em que θ é o ângulo entre os vetores força e deslocamento.

Convém lembrar que trabalho é uma grandeza escalar, embora seja definido por meio de dois vetores. Escreve-se esse produto escalar dos vetores da seguinte forma:

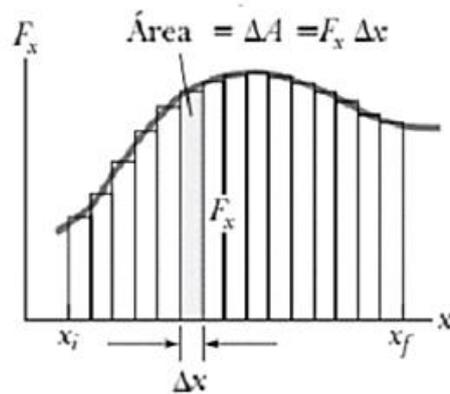
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A \cdot B \cdot \cos \theta \quad (6)$$

Pode-se então observar que a equação 5 representa um produto escalar.

Na situação, considerou-se que a heroína aplicou uma força constante e o trabalho foi definido de acordo com equação 5. Mas, e se a força não for constante, ou seja, se a força for variável, como proceder?

Considere-se uma partícula sendo deslocada ao longo do eixo x sob a ação de uma força que varia conforme a posição. A partícula é deslocada na direção do x crescente de $x = x_i$ para $x = x_f$. Nesse caso, a equação definida anteriormente não pode ser aplicada, porém, imagina-se que a partícula sofra um deslocamento muito pequeno, Δx , mostrado na Figura 3, a componente x , F_x da força é aproximadamente constante durante esse pequeno intervalo de tempo. Então, para esse pequeno deslocamento, pode-se aproximar o trabalho realizado pela força sobre a partícula como $W = F_x \cdot \Delta x$, que dá a área do retângulo.

Figura 3 - O trabalho realizado sobre uma partícula pela componente da F_x para o deslocamento pequeno Δx é $F_x \cdot \Delta x$, que é igual à área do retângulo sombreado



Fonte: Serway (2014, p. 170)

Agora, tome-se a curva de F_x por x dividida pelo grande número de tais intervalos. O trabalho total realizado para o deslocamento de x_i para x_f é aproximadamente igual à soma de um grande número de tais termos:

$$W = \sum_{x_i}^{x_f} F_x \cdot \Delta x \quad (7)$$

A se continuar diminuindo o tamanho do deslocamento, de modo a se aproximar de zero, o número de termos do lado direito da equação 7 aumenta sem limite. Daí, tem-se que

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} = \sum_{x_i}^{x_f} F_x \cdot \Delta x \quad (8)$$

Porém, o valor da soma se aproxima de um valor definido, que é igual à área delimitada pela curva F_x e o eixo x . Então, o limite ficará

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x \cdot \Delta x \quad (9)$$

Como observação, se F_x for constante, a integral acima se resume à equação

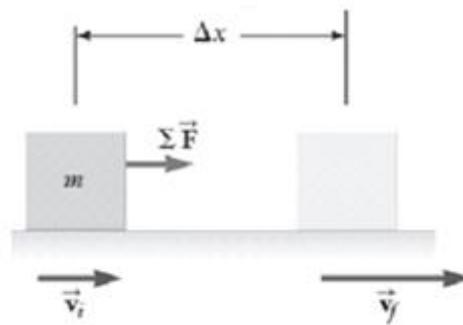
5.

Mas até agora falou-se apenas do conceito de trabalho, porém a heroína, como dito, tem na energia sua fonte de poder. Então, vai-se entender como a energia é transferida de um corpo a outro.

De início, considera-se novamente a situação da nave trazida do espaço até a Terra e faz-se uma simplificação com um bloco.

Considere-se, então, o bloco da figura 4 que possua uma massa m e que se desloca para a direita devido à força resultante indicada.

Figura 4 - Um objeto que sofre um deslocamento $\Delta r = \Delta x_i$ e uma mudança na velocidade sob a ação de força resultante constante $\Sigma \vec{F}$.



Fonte: Serway, (2014, p. 174)

Por analogia anterior, sabe-se que o trabalho sobre o bloco devido à força resultante é

$$W_{ext} = \int_{x_i}^{x_f} F dx \quad (10)$$

Como o bloco possui uma aceleração, então pode-se usar a Segunda Lei de Newton, substituindo a força resultante $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$, conforme a seguir:

$$W_{ext} = \int_{x_i}^{x_f} F dx = \int_{x_i}^{x_f} m \cdot \frac{dv}{dt} dx = \int_{x_i}^{x_f} m \cdot \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} dx = \int_{v_i}^{v_f} m \cdot v dv \quad (11)$$

Note-se que no desenvolvimento acima usou-se a regra da cadeia no

integrando, e ficou com:

$$W_{ext} = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_i^2 \quad (12)$$

Essa equação amplia o campo de atuação da grandeza trabalho. Agora, o trabalho passa a ser a variação de uma quantidade $\frac{1}{2} m v^2$, que recebeu o nome de **Energia Cinética**.

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \quad (13)$$

A energia cinética é aquela modalidade que está associada ao movimento e tem a mesma dimensão do trabalho. Pode-se, então, escrever a equação 11 de outra forma

$$W = K_f - K_i = \Delta K \quad (14)$$

A equação 12 vai definir que o trabalho é igual à variação da energia cinética, e é conhecida como o **Teorema do trabalho ou Teorema da energia cinética**.

Quando o trabalho é realizado sobre um sistema e a única mudança nele acontece em sua velocidade escalar, o trabalho resultante realizado sobre o sistema é igual à mudança da energia cinética do sistema.

De forma semelhante às situações acima, seria possível definir outras formas de energia, como as potências gravitacionais e elásticas. No entanto, o que até aqui foi feito serve como parâmetro para boa parte das aplicações feitas pelos alunos. Fica como sugestão ao professor desenvolver as outras energias em situações específicas para determinados personagens, como o Sr. Fantástico (elástica) e Hulk (potencial gravitacional).

5.3 Óptica geométrica

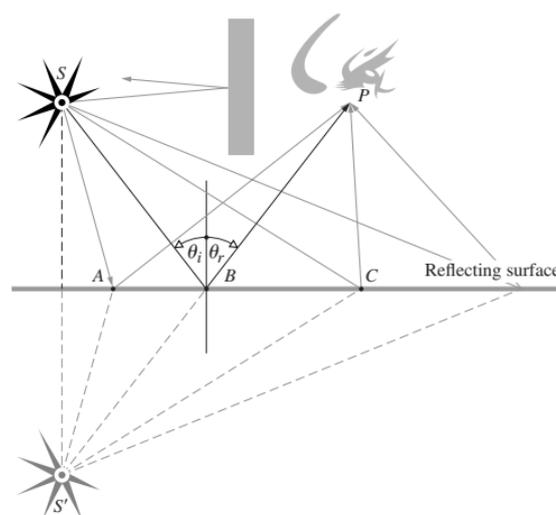
Harry Potter foi um fenômeno de audiência e de vendas de livro. Mas o que um bruxo pode ter a mostrar de Física? Durante as apresentações, dois pontos chamaram a atenção quando se fala de óptica geométrica. Num deles, a equipe falou sobre a capa de invisibilidade do Harry Potter e outra equipe falou sobre a integrante do Quarteto Fantástico, a Mulher Invisível.

Os dois aspectos apresentados pelas equipes têm na luz sua base conceitual. Quando se fala de luz, sem dúvida os fenômenos da reflexão e da refração, e é claro que de fato são fundamentais para a compreensão de várias situações diárias, porém, para melhor entender tais fenômenos, deve-se entender a contribuição de Pierre de Fermat.

Qual a menor distância entre dois pontos? Essa pergunta certamente foi feita por ocasião de quando o professor era aluno, e hoje o professor a faz aos seus alunos. Mas será que a resposta é mesmo a que sempre foi ensinada?

Heron de Alexandria, cujo período de vida não é sabido ao certo, foi o primeiro a propor o que desde então se tornou conhecido como princípio variacional. Em seu tratamento da reflexão, ele afirmou que o caminho percorrido pela luz ao ir de algum ponto S para um ponto P, através de uma superfície refletora, foi o mais curto possível, conforme a figura 5.

Figura 5 - Caminho mínimo da fonte S para o olho do observador em P.



Fonte: Bretscher (2016, p. 118).

Na figura acima, a luz sai do ponto S, sofre reflexão e vai para o ponto P. Se traçarmos agora raios saindo de S', nenhuma das distâncias anteriores sofrerá mudança,

porém o caminho S'BP será o mais curto. Essa ideia durou cerca de 1500 anos até que, em 1657, Pierre de Fermat encontrou um novo método para determinar a trajetória dos raios luminosos.

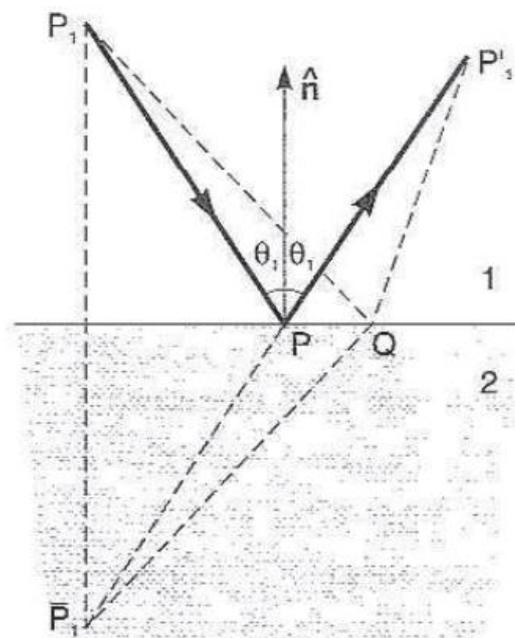
Fermat tinha a ideia de que a natureza sempre atua pelo caminho mais curto e, com base nessa ideia, formulou seu princípio:

De todos os caminhos possíveis para ir de um ponto a outro, a luz segue aquele que é percorrido no tempo mínimo.

Esse princípio é conhecido como princípio de Fermat do tempo mínimo. Esse princípio serve tanto para a reflexão como para a refração.

Ao se falar de reflexão, o princípio de Fermat leva à conclusão de que a luz se propaga em linha reta, pois como o meio é homogêneo e tem índice de refração constante, o caminho óptico corresponde à distância mínima.

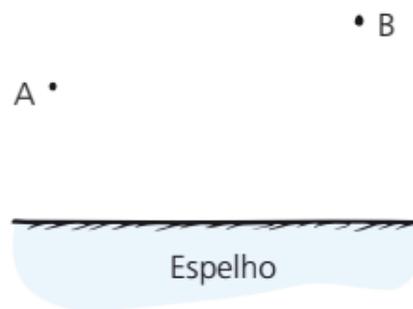
Figura 6 - Princípio de Fermat para a reflexão



Fonte: Nussenzveig (1998)

Mas cabe uma pergunta: em qual ponto da interface deve-se passar o ponto para ter o princípio válido? Considere-se a luz saindo do ponto A em direção ao ponto B

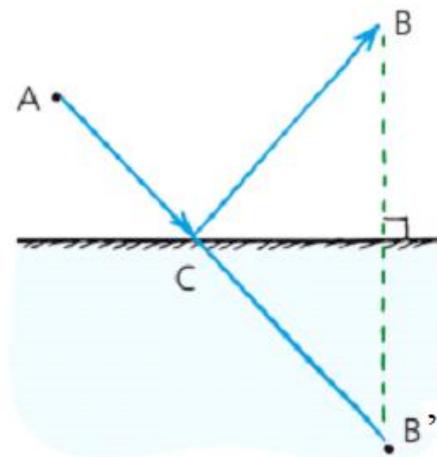
Figura 7 - Diagrama com dois pontos e um espelho, utilizado para demonstrar o princípio da reflexão da luz, por meio do princípio de Fermat.



Fonte: Hewitt (2015, p. 521)

Para encontrar o ponto no espelho que dará o caminho mais rápido, e assim o menor, marca-se um ponto B' simétrico a B, conforme a figura abaixo:

Figura 8 – Reflexão num espelho



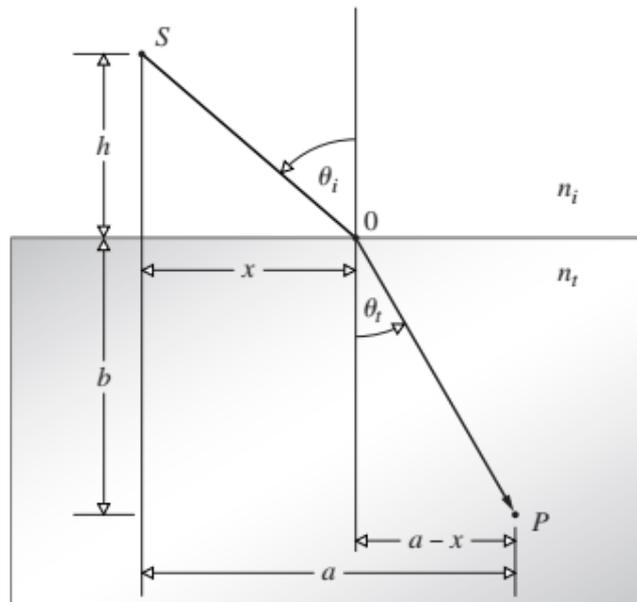
Fonte: Hewitt (2015, p. 521)

A distância mais curta entre A e este ponto artificial B' é muito simples de determinar: trata-se de uma linha reta. Agora esta linha reta intercepta o espelho no ponto C, o ponto preciso de reflexão para se ter o caminho mais curto e, daí, o caminho de mínimo tempo para transmissão luminosa de A para B. Fazendo uma análise simples, percebe-se que CB é igual a CB' , então o caminho de A até B, passando por C, é igual ao comprimento do caminho que vai de A até B' "ricocheteando" em C. Com base nessas informações, conclui-se que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão, o que representa a lei da reflexão.

Agora, observe-se uma aplicação do princípio de Fermat para a refração. A figura 9 mostra um raio de luz sofrendo refração entre dois meios.

O menor tempo possível para ir de S a P, passando por O, depende de x, pois a mudança de x muda a posição do ponto O e, por conseguinte, o tempo.

Figura 9 - Princípio de Fermat aplicado à refração



Fonte: Hecht (2017, p. 117)

Então, o tempo que se quer é o tempo para ir de S até P. Nesse caso, tem-se que

$$t = \frac{SO}{VI} + \frac{OP}{VF} \quad (15)$$

Como dito, x interfere nas posições e no tempo, então, escreve-se a distância em função de x

$$t = [(h^2 + x^2)^{1/2}] \cdot v_i^{-1} + [b^2 + (a - x)^2]^{1/2} \cdot v_f^{-1} \quad (16)$$

Para minimizar $t(x)$ em relação às variações em x, define-se $\frac{dt}{dx} = 0$, ou seja,

$$dt/dx = x/vi(h^2 + x^2)^{-1/2} + (- (a - x))/(vf[b^2 + ((a - x))^2]^{1/2}) = 0 \quad (17)$$

Ao tomar-se agora a figura 9 e ao se fazer as devidas substituições na equação 1, chega-se a

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{v_i} = \frac{\text{sen}\theta_t}{v_t} \quad (18)$$

A equação 18 representa a lei de Snell para a refração da luz.

Por analogia, imagine-se uma superfície composta por camadas de materiais diferentes, como uma lâmina de faces paralelas. Caso se queira o tempo mínimo t para o raio de luz sair de S e ir até P , deve-se somar os tempos em cada face, de modo que

$$t = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} + \dots + \frac{s_m}{v_m} \quad (19)$$

Transforma-se a equação 19 na forma

$$t = \sum_{i=1}^m \frac{s_i}{v_i} \quad (20)$$

onde s_i e v_i representam o comprimento e a velocidade associados à primeira contribuição, então, pode-se reescrever a equação 20 como

$$t = \frac{1}{c} \cdot \sum_{i=1}^m n_i \cdot s_i \quad (21)$$

A soma representada pela equação 19 é conhecida como o comprimento do caminho óptico. Porém, claramente para um meio cujo índice de refração varia continuamente, a soma vira uma integral do tipo

$$OPLS = \int_s^p n(s) ds \quad (22)$$

A equação 20 permite dizer que, na medida em que $t = (OPL)/c$, o Princípio de Fermat pode ser reafirmado, a dizer que a luz, ao ir do ponto S ao P, atravessa a rota, tendo o menor comprimento do caminho óptico.

5.4 Ondulatória

Num combate feroz entre Hulk e Wolverine, o monstro verde quase liquida o adversário com o seu golpe chamado palmada sônica, que consiste numa onda gerada após uma batida de palma que pode ser fatal ao seu oponente. Mas engana-se quem acha que uma arma sônica exista apenas na ficção. A China desenvolveu uma arma sônica que usa energia sonora de baixa frequência e que pode, dependendo da intensidade e da exposição, causar tonturas, dores de cabeça, vômitos, espasmos intestinais, defecação involuntária, danos nos órgãos e ataques cardíacos. Então, o monstro verde de fato é um cientista extraordinário.

Para entender melhor como esse golpe de fato pode ser fatal, analisa-se como uma onda se propaga e quais são os seus efeitos.

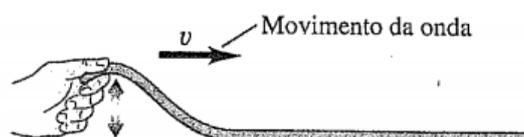
Numa propagação de onda, podem-se distinguir três tipos de ondas:

- Unidimensional
- Bidimensional
- Tridimensional

Aqui serão apresentadas as propriedades da propagação das ondas em diversas dimensões e, ao final, será possível determinar, por exemplo, qual seria a melhor abordagem para analisar as ondas geradas pelas palmadas sônicas do Hulk.

O caso mais simples são as ondas unidimensionais, ou seja, as que se propagam em uma só direção. É o caso das ondas transversais numa corda.

Figura 10 - Onda transversal numa corda



Fonte: Young (2008, p. 126).

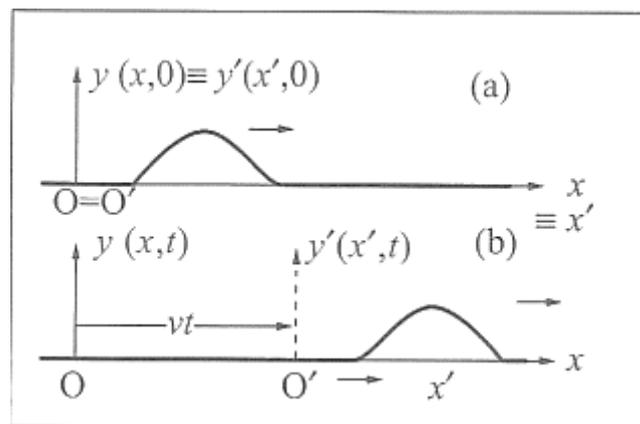
Ondas unidimensionais do tipo progressivas são aquelas que se deslocam como um todo para a direita ou para a esquerda, conforme a vibração, sem mudar de forma, com velocidade constante.

5.4.1 Ondas Unidimensionais

A seguir, será feita uma descrição matemática acerca das ondas unidimensionais.

Considerou-se uma onda progressiva e periódica tal qual a figura 11.

Figura 11 – Pulso de uma onda progressiva para a direita



Fonte: Nussenzveig (2002).

Para ondas periódicas é válida a relação $v = \lambda \cdot f$, onde v é a velocidade da onda, f é a frequência e λ é o comprimento de onda e se precisa analisar matematicamente o movimento dessa onda. Então, deve-se buscar uma função que relacione as devidas grandezas.

O perfil da onda na corda em certo instante é a forma da corda nesse instante, e é definido por uma função $y(x,t)$. O diagrama da figura 11 dá o perfil para o instante $t = 0$, já o diagrama b dá o perfil no instante t .

Tomando os dois diagramas, percebe-se que o perfil da onda não mudou em instantes diferentes e, mais ainda, ao se tomar outro referencial, esse perfil não vai mudar no tempo. Então, tem-se que $Y(x,t) = y(x,0) = f(x)$ no referencial Oxy e

$y'(x', t) = y'(x', 0) = f(x')$ no referencial $O'x'y'$. Como dito acima, o perfil não muda nos dois referenciais. Aqui é preciso usar a transformação de Galileu para os dois referenciais, o que dá

$$x' = x - v \cdot t, \quad y' = y \quad (23)$$

de modo que no referencial original tem-se

$$y(x, t) = f(x - v \cdot t) \quad (24)$$

que é a formatação para uma onda progressiva.

Note-se que o que se definiu até agora é a função para um perfil de onda, mas o que se quer é uma equação que relacione a propagação e o movimento da onda. Para isso, a equação 24 precisou ser encontrada.

Inicialmente, vai-se calcular a aceleração num dado ponto x . Para isso, em uma corda, por exemplo, a velocidade com a qual o ponto x se desloca verticalmente é

$$v = \frac{\partial y(x, t)}{\partial x} \quad (25)$$

e a aceleração é

$$a = \frac{\partial^2}{\partial t^2} y(x, t) \quad (26)$$

De acordo com a equação da onda dimensional y , só depende de t . Então, usa-se a regra da cadeia para derivar-se:

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{df}{dx'} \cdot \frac{dx'}{dt} = -v \cdot \frac{df}{dx'} \quad (27)$$

onde se usa

$$\frac{\partial x'}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}(x - vt) = -v \quad (28)$$

Analogamente,

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -v \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{df}{dx'} \right) = -v \frac{d}{dx} \left(\frac{df}{dx'} \right) \frac{dx'}{dt'} \quad (29)$$

Pode-se então reescrever a equação 29 da forma

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x'^2} \quad (30)$$

Pórem, como visto

$$\frac{\partial x'}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}(x - vt) = 1 \quad (31)$$

substituindo, então, tem-se

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{df}{dx'} \frac{\partial x'}{\partial x} = \frac{df}{dx'} \left\{ \frac{\partial^2 y}{\partial x'^2} = \frac{d^2 f}{dx'^2} \frac{\partial x'}{\partial x} = \frac{d^2 f}{dx'^2} \right. \quad (32)$$

Por fim, comparando as equações 31 e 32

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0 \quad (33)$$

que é a **equação para uma onda unidimensional**.

Mas essa definição para a unidimensional ajuda a compreender o golpe do Hulk? A figura 12 mostra como é esse golpe.

Figura 12 - Hulk batendo palmas e gerando uma onda de choque



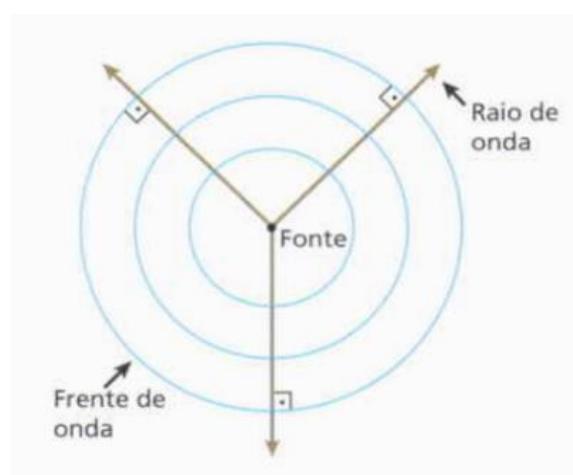
Fonte: Fandom. WikiaLiber Proeliis é uma comunidade FandomJogos.

5.4.2 Ondas bidimensionais e tridimensionais

Pode-se perceber que a onda emitida por ele se enquadra numa propagação em duas ou três dimensões, conforme análise a seguir.

No estudo das ondas bidimensionais e tridimensionais, são úteis os conceitos de frente de onda e de raio de onda. Frente de onda é a fronteira entre a região já atingida pela onda e a região ainda não atingida. Raio de onda é uma linha orientada que tem origem na fonte de ondas e é perpendicular às frentes de onda. Os raios de onda indicam a direção e o sentido de propagação das ondas num meio.

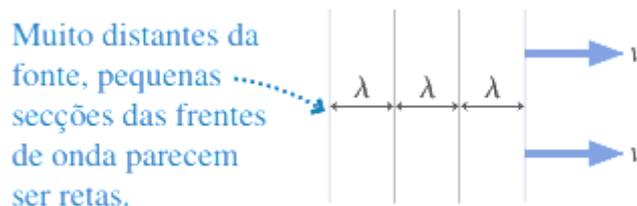
Figura 13 - Representação esquemática de onda circular



Fonte: Villas Bôas (2012).

Ao se observar a figura 13, percebe-se que o espaçamento entre duas frentes de onda representa o comprimento de onda, o que diz então que a linha onde está a frente de onda corresponde à crista da onda. Ondas circulares são ondas bidimensionais que se propagam em uma superfície. Embora as frentes de onda sejam círculos, dificilmente notar-se-ia a curvatura se observasse uma pequena secção da frente de onda a uma distância muito grande da fonte. As frentes de onda pareceriam ser linhas paralelas, espaçadas por um comprimento de onda, que se propagam com velocidade v . Um bom exemplo é o de uma onda oceânica quando atinge a praia. Essas ondas são geradas por tempestades e ventos em mar aberto, a centenas ou milhares de quilômetros da costa. Quando elas chegam à praia onde uma pessoa está se bronzeando, as cristas parecem ser linhas retas. Uma vista aérea do oceano mostraria um diagrama de onda como o da figura 14.

Figura 14 - As frentes de onda de uma onda circular ou esférica



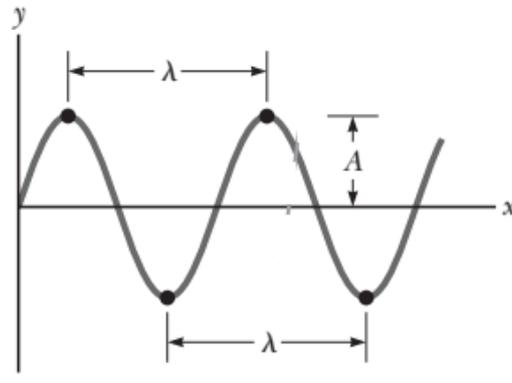
Fonte: Knight (2009, p. 195).

Observando a figura 12 e a figura 14, percebe-se que o golpe do Hulk se assemelha à onda esférica bidimensional, porém sendo o golpe chamado de palmada sônica, deve-se associar a uma onda de choque semelhante à de aviões supersônicos. Para se entender bem essa situação, precisa-se definir uma onda esférica.

Considere-se um ponto em que as mãos do Hulk estejam juntas no exato momento em que ele faz sua palmada. As ondas geradas se espalham como círculos concêntricos ou como esferas concêntricas, o primeiro em duas dimensões e o segundo em três dimensões.

Uma fonte de onda que oscila em movimento harmônico simples (MHS) gera uma onda senoidal. Por exemplo, o cone de um alto-falante que oscila em MHS emite uma onda sonora senoidal. A figura 15 mostra uma onda senoidal com comprimento de onda λ e amplitude A .

Figura 15 - Fotografia de uma onda senoidal



Fonte: arquivo pessoal

Como a onda é senoidal, espera-se que a função de onda nesse instante seja expressa como $y(x, 0) = A \cdot \text{sen}(ax)$, onde A é a amplitude e a a constante a ser determinada. Se $x = 0$, vê-se que $y(0, 0) = A \cdot \text{sen}[a(0)] = 0$, mas agora vai-se tomar $x = \frac{\lambda}{2}$, para se ter $y\left(\frac{\lambda}{2}, 0\right) = A \cdot \text{sen}\left[a\left(\frac{\lambda}{2}\right)\right] = 0$, para que essa expressão seja verdadeira $a\lambda/2 = \pi$ ou $a = 2\pi/\lambda$. Então a função que descreve as posições dos elementos que se movem numa onda senoidal é

$$y(x, 0) = A \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right) \quad (34)$$

A equação 34 pode ser usada agora com uma onda senoidal ficando definida por

$$y(x, t) = A \cdot \text{sen}\left[\frac{2\pi}{\lambda} \cdot (x - vt)\right] \quad (35)$$

Com base na equação 35, tem-se que a expressão para o número de onda é $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ e $\omega = \frac{2\pi}{T}$, pode-se reescrever a equação da seguinte forma

$$y(x, t) = A \cdot \text{sen}(\omega t - kx + \theta_0) \quad (36)$$

A equação 36 é universal, e é aplicável quase sempre que se tem uma dimensão. Porém, a onda citada no golpe é do tipo esférica, então é preciso definir a equação em duas ou três dimensões. Lembra-se que a circunferência de um círculo ou a superfície de uma esfera se encontram a uma mesma distância da origem e, portanto, o raio r tem o mesmo valor em qualquer ponto. Tomando então o valor constante de r em algum instante, pode-se escrever agora a equação 36 de um forma que aborde as condições da onda esférica

$$y(\vec{r}, t) = A(r) \cdot \text{sen}(kr - \omega t + \theta_0) \quad (37)$$

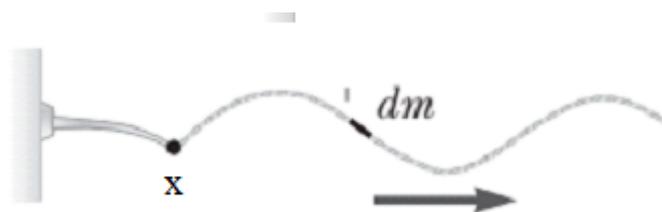
Aqui \vec{r} representa o vetor posição em duas ou três dimensões e r o módulo desse vetor. Uma maneira de observar que a equação 37 representa uma onda esférica é adotar um valor para r . Como dito, r é constante, então, em algum instante t , a fase também será constante e dada por $\theta = kr - \omega t + \theta_0$. Uma vez que todos os pontos de uma superfície ou círculo de uma esfera possuem a mesma fase, então todos esses pontos estão no mesmo modo de oscilação, o que caracteriza assim ondas esféricas.

5.4.3 Energia e intensidade de uma onda

Agora que se definiu que o golpe palmada sônica pode ser descrito por uma onda senoidal tridimensional e sua função é dada pela equação 37, determina-se que intensidade teria tal golpe.

Uma onda transporta energia e para gerar uma onda é necessária a realização de trabalho para, por exemplo, fazer oscilar a extremidade de uma corda em MHS.

Figura 16 - Uma onda senoidal se propaga ao longo do eixo x em uma corda esticada



Fonte: Jewett Jr. (2017).

A figura 16 acima mostra uma onda, onde atua uma força transversal no elemento da corda no ponto x em certo instante t . Essa força vai ser definida por onde T é tração exercida na corda.

$$F_y = -T \frac{\partial y}{\partial x}(x, t) \quad (38)$$

A potência instantânea é definida como sendo produto da força pela velocidade. Então, tem-se que

$$P(x, t) = F_y \frac{\partial y}{\partial t} = -T \frac{\partial y}{\partial x} \frac{\partial y}{\partial t} \quad (39)$$

Para uma onda senoidal progressiva, tem-se que

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -k \cdot A \cdot \text{sen}\varphi, \quad \frac{\partial y}{\partial t} = +\omega \cdot A \cdot \text{sen}\varphi \quad (40)$$

substituindo na equação 39, tem-se

$$P(x, t) = \omega \cdot k \cdot T \cdot A^2 \cdot \text{sen}^2(kx - \omega t + \delta) \quad (41)$$

A equação 41 dá valores instantâneos, o que, em certos casos, pode ser útil. Porém, a média acaba sendo mais importante em termos de reconhecimento de valores na prática, sendo assim introduziu-se o conceito de intensidade da onda, que será $I = \bar{P}$, onde \bar{P} é a potência média. Então, tem-se que

$$I = \bar{P} = \omega \quad (41)$$

$$I = \bar{P} = \omega \cdot k \cdot T \cdot A^2 \cdot \underbrace{\text{sen}^2(kx - \omega t + \delta)}_{1/2} \quad (42)$$

Conhece-se por meio da relação que dá a velocidade de um pulso numa corda em que se propaga uma onda senoidal, diz-se que $T = \rho v^2$ e ainda que $k \cdot v = \omega$ agora, substitui-se na equação 42

$$I = \bar{P} = \frac{1}{2} \mu \cdot v \cdot \omega^2 \cdot A^2 \quad (43)$$

Com a equação 43, definiu-se a grandeza intensidade da onda e se percebe que é proporcional ao quadrado da amplitude e ao quadrado da frequência e proporcional à velocidade da onda. Então, quando Hulk aplica seu golpe, e supondo que de fato ele tenha superforça, a onda criada por ele deve ter uma grande velocidade. Outro fato relevante é que seu tamanho, de aproximadamente 2m50cm, dá-lhe uma envergadura considerável, que o leva a ter uma amplitude de valor elevado e que ele possua uma resistência sobre-humana. Tudo nos leva a crer que a onda sônica criada pode ser devastadora.

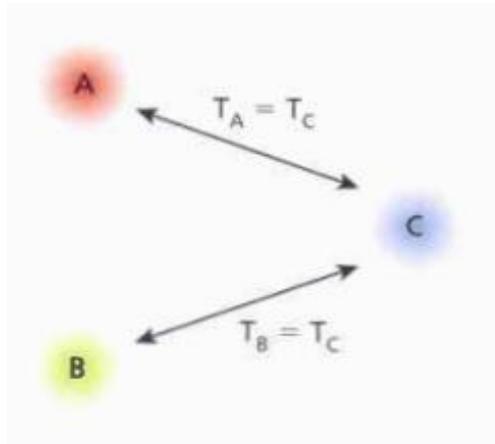
5.5 Termologia

Alguns personagens têm seus poderes baseados nos conceitos da termometria e calorimetria. Um dos mais conhecidos é o Tocha Humana, em que uma equipe, em sua apresentação, afirmou que, em certas situações, ele pode chegar a ter a temperatura de uma Super Nova.

Todos estão familiarizados com a ideia de temperatura. Essa noção geral de temperatura está associada à ideia qualitativa de “quente” e “frio” baseada no tato. Isso é vago, e os sentidos podem enganar ou não precisar o valor real da temperatura do corpo. Então, é necessário definir temperatura de uma forma mais precisa, que dê segurança e possibilite compreender os efeitos e as medições relativas à temperatura.

O conceito de temperatura está associado a uma propriedade comum de sistemas em equilíbrio térmico. A Lei Zero da termodinâmica afirma que se A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, C, então A e B estão em equilíbrio térmico um com o outro.

Figura 17 - Representação da Lei Zero da termodinâmica



Fonte: Villas Bôas (2012, p. 113).

Para entender a relação entre a Lei Zero da Termodinâmica com o conceito de temperatura, suponha-se que um indivíduo esteja em sala e toque na maçaneta da porta, que é feita de certo metal e, em seguida, toque a própria porta, que é de madeira. O indivíduo vai dizer que a maçaneta está mais fria do que a porta, o que é verdade, porém os dois estão à mesma temperatura. A explicação é que a condução térmica do metal é maior do que a condução térmica da madeira, por isso analisar o equilíbrio térmico se faz necessário para uma melhor compreensão da temperatura.

É graças à Lei Zero que se pode medir a temperatura de um corpo com um termômetro. Pode-se não saber as temperaturas do corpo A e do corpo C da figura 17, por exemplo, mas se ambos estão em equilíbrio térmico com B, então o corpo B funciona como o “termômetro”, e assim determinam-se as temperaturas de A e C.

No âmbito do ensino médio, é comum que encontrem definições de temperatura como sendo o grau de agitação das moléculas de um corpo ou sistema, o que leva a entender que temperatura e energia se relacionam. Sabe-se ainda que, do ponto de vista dimensional, energia e calor são iguais, porém, nesse caso, energia interna e calor não representam a mesma coisa. **Energia interna** é a energia associada aos componentes microscópicos de um sistema – átomos e moléculas –, quando vistos a partir de um referencial em repouso com relação ao sistema. A energia interna é simplesmente a energia cinética translacional total dos átomos; quanto mais elevada a temperatura do gás, maiores a energia cinética dos átomos e a energia interna do gás.

Calor é um mecanismo pelo qual energia é transferida entre um sistema e seu ambiente em função de uma diferença de temperatura entre eles. É também a quantidade de energia Q transferida por esse mecanismo. O objetivo aqui é traçar paralelos entre os personagens e a física. Sendo assim, o exemplo vai ater-se à noção de calor para que se possa relacionar com o personagem citado no início do tópico.

A definição acima de calor fala em transferência, ou seja, o calor é levado de um corpo a outro, por exemplo. Então, é possível retirar calor de um corpo e levar a outro. Essa transferência se dá por meio de três mecanismos: a condução, a convecção e a irradiação. Para situar em relação ao personagem, será abordado apenas o mecanismo que interessa para a relação física e o poder do personagem.

Ao se analisar o Tocha Humana e seus poderes, percebe-se que ele é capaz de atear fogo no corpo, poder voar, manipular chamas, absorver calor e ainda criar uma intensa emissão de mais de 500 mil °C, chamada por ele de *Supernova*.

Pode-se associar então a ele o processo de radiação ou irradiação térmica. Todos os objetos emitem energia na forma de radiação, formada por ondas eletromagnéticas geradas por cargas elétricas oscilantes nos átomos que constituem o objeto. Essas ondas transferem energia do objeto emissor da radiação para o objeto que a absorve. As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagarem. Isso significa que o calor pode ser levado de um ponto a outro sem a presença de um matéria, então o Tocha Humana pode estar no espaço sideral e mesmo assim mandar “bolas de fogo” para a Terra.

A taxa com a qual um corpo emite energia por radiação térmica a partir de sua superfície é proporcional à quarta potência de sua temperatura superficial absoluta. Esse princípio, conhecido como Lei de Stefan, é expresso na forma de equação como

$$P = \sigma \cdot A \cdot e \cdot T^4 \quad (44)$$

onde P é a potência irradiada pelo corpo em watts; σ , a constante Stefan–Boltzmann, igual a $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$; A , a área da superfície do corpo em metros quadrados; e , a constante chamada emissividade; e T a temperatura da superfície do corpo em kelvins.

O valor de e pode variar entre zero e um, dependendo das propriedades da superfície. A emissividade de uma superfície é igual a sua absorvidade, que é a fração de radiação absorvida pela superfície.

Mas ao mesmo tempo que um corpo emite radiação, ele também absorve radiação emitida por sua vizinhança. Suponha-se que um objeto a uma temperatura T esteja circundado por um ambiente a uma temperatura T_0 . A taxa *resultante* com a qual o objeto irradia energia térmica – ou seja, a radiação emitida menos a radiação absorvida – é dada por

$$P_{\text{Resultante}} = \sigma \cdot A \cdot e \cdot (T^4 - T_0^4) \quad (45)$$

Mas isso faz sentido? Totalmente. Um objeto não deve ter um *saldo* de radiação se ele estiver em equilíbrio térmico ($T = T_0$) com a vizinhança. Note-se que a constante e está presente tanto na absorção quanto na emissão, o que leva a entender que bons emissores são também bons absorvedores. Um absorvedor perfeito é aquele em que $e = 1$, absorvendo toda radiação emitida a ele não refletindo nada. Um corpo assim é chamado de corpo negro.

Informações trazidas pela equipe dão conta de que o personagem, ao se transformar em Tocha Humana, fica com a temperatura próxima a 500°C, mas que pode alcançar valores absurdos, como a temperatura do Sol, e até uma supernova. Para se ter uma ideia do poder absurdo que o Tocha possui, calcula-se a temperatura do Sol.

Para isso, deve-se conhecer algumas medidas do Sol. O raio do Sol é aproximadamente $6,96 \cdot 10^8$ m, a distância Terra-Sol é de $1,50 \cdot 10^{11}$ m, a intensidade da radiação solar (medida por satélites em órbita acima da atmosfera) é de 1370 W/m^2 e para facilitar, considere-se que o Sol seja um radiador ideal, ou seja, $e = 1$.

A potência total vai ser a potência por metro quadrado multiplicada pela área superficial, que no caso se considerou como uma superfície do centro até a Terra:

$$P_{\text{Total}} = \frac{1370 \text{ W}}{1 \text{ m}^2} \cdot 4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2$$

$$P_{\text{total}} = 3,87 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Ou seja, o Sol irradia energia a uma taxa de $\frac{Q}{t} = 3,87 \cdot 10^{26} \text{ W}$. Essa energia é irradiada pela superfície de uma esfera de raio igual ao do Sol, então, usando a equação 44, pode-se determinar a temperatura da superfície do Sol

$$P_{Sol} = \sigma \cdot A \cdot e \cdot T^4$$

$$3,87 \cdot 10^{26} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot \pi \cdot (6,96 \cdot 10^8)^2 \cdot 1 \cdot T^4$$

$$T \cong 5790K$$

Essa é temperatura da superfície da Terra, que é confirmada por medições do espectro solar. Se essa temperatura é muito elevada se comparada a situações cotidianas, o que dizer então da temperatura de uma supernova que, segundo as informações passadas pela equipe, o personagem pode chegar?

5.6 Relatividade

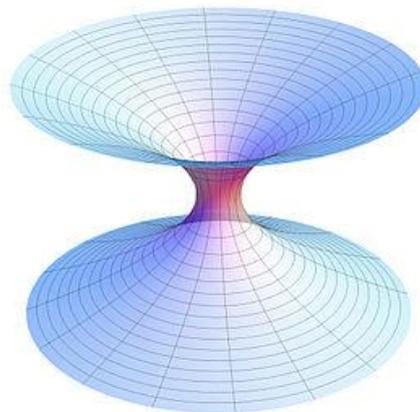
“Ele levanta seu martelo e o faz girar. De repente, o céu se abre e ele é engolido por um cilindro de luz, ou algo do tipo”. Foi assim que certa equipe descreveu como Thor viaja de seu mundo Asgard para a Terra ou qualquer lugar do universo através de uma espécie de ponte ligante entre mundos chamada de Bifrost, mas que se assemelha muito a uma ponte de Einstein-Rosen.

Einstein afirmou que o colapso de uma estrela poderia levar a formar um buraco negro. Os cientistas até então não acreditavam na existência de buracos negros, diziam ser apenas suposições matemáticas, inclusive o próprio Einstein assim pensava.

Quando formulou a relatividade geral, em 1915, ele tinha uma visão bem graciosa do universo como sendo esse tecido quadridimensional contínuo e suave, sem nenhum furo ou rasgo, mas no centro do buraco negro está a singularidade, um ponto no qual toda a matéria se comprime a um menor tamanho possível próximo a zero, o que faz com que a densidade seja infinita. Para ele, algo tão denso, com o tamanho igual a zero, não fazia sentido.

Por volta de 1935, Einstein e o físico Nathan Rosen publicam um artigo² na revista científica *Physical Review*, no qual desenvolviam o conceito de espaço-tempo dobrado em paralelo a camadas conectadas por uma ponte, usando apenas a relatividade geral e as equações de Maxwell. Isso sinalizava que, com algumas pequenas mudanças matemáticas, essa singularidade se converteria em uma ponte que leva do centro do buraco negro a outro lugar, talvez a outro buraco negro ou até mesmo a um buraco branco. Essa ponte é a de Einstein-Rosen ou, como são mais conhecidos, os buracos de minhoca.

Figura 18 - Representação de um buraco de minhoca



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Buraco_de_minhoca.

Antes das teorias de Einstein, o espaço usual era o euclidiano, isto é, aquele com três dimensões que, num sistema de coordenadas cartesianas (x, y, z) , tem a distância Δs entre dois pontos separados por $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ definida como

$$(\Delta s)^2 = (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2 \quad (46)$$

Com o advento da teoria da relatividade especial, o tempo é considerado e passa a ser uma coordenada. Então, escreve-se, a seguir, a equação 46 em função infinitesimal

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 \quad (47)$$

² Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? A. EINSTEIN, B. PODOLSKY AND N. ROSEN, Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey (Received March 25, 1935)

e agora acrescenta-se a quarta dimensão

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 \quad (48)$$

Na relatividade geral, não necessariamente se está a lidar com um espaço plano. Aqui, ds representa o intervalo entre dois eventos localizados tanto no espaço (x,y,z) como no tempo (t) e não mais a distância entre dois pontos como no espaço euclidiano. Pode-se ter os chamados espaços curvos, cuja diferença pode variar de acordo com os pontos da variedade.

Uma outra forma de compreender o espaço quadridimensional é por meio das transformadas de Lorentz, que estão aplicadas nas equações 47 e 48 de uma forma mais didática e compreensiva.

Para entender as transformações de Lorentz, deve-se partir das transformadas de Galileu para dois referenciais com movimento relativo de velocidade v (na direção x)

$$\begin{aligned} i) \quad x' &= x - v \cdot t \\ ii) \quad y' &= y \\ iii) \quad z' &= z \\ iv) \quad t' &= t \end{aligned} \quad (49)$$

Convém observar que iv não era importante, pois para todos os tempos não sofria mudança, por isso é comum escrever apenas as que são em função do espaço. Mas agora, com a dilatação do tempo e a contração do espaço, tanto iv como i devem sofrer mudanças, enquanto ii e iii não mudam, pois não pode haver mudanças nos comprimentos perpendiculares ao movimento.

As transformações de Lorentz são feitas com a introdução de um termo γ que muda as variáveis. Então, pode-se escrever

$$\begin{aligned}
i) \quad x' &= \gamma \cdot (x - v \cdot t) \\
ii) \quad y' &= y \\
iii) \quad z' &= z \\
iv) \quad t' &= \gamma \cdot \left(t - \frac{v \cdot x}{c^2} \right)
\end{aligned} \tag{50}$$

O termo que muda as equações definido por γ é uma função adimensional da velocidade que satisfaz a condição $\gamma \rightarrow 1$ quando $v \rightarrow 0$.

De posse das transformações de Lorentz, pode-se entender a estrutura tempo e espaço e definir o espaço quadridimensional. Na definição do buraco de minhoca foi dito que pequenas mudanças matemáticas poderiam resolver o problema da singularidade. Então, isso será feito em relação às transformada de Lorentz, a fazer com que assumam um aspecto mais simples a expressar em termos de quantidades.

$$x^0 = ct, \beta = \frac{v}{c} \tag{51}$$

Ao se usar x^0 em vez de t e β no lugar de v , troca-se a unidade de tempo usual, que é o segundo por metro. Ou seja, 1 metro de x^0 corresponde ao tempo que leva para a luz viajar 1 metro no vácuo. Se ao mesmo tempo forem numeradas as coordenadas x, y, z , tem-se

$$\begin{aligned}
x^1 &= x \\
x^2 &= y \\
x^3 &= z
\end{aligned} \tag{52}$$

e as transformações de Lorentz ficam então escritas,

$$\begin{aligned}
x^0 &= \gamma(x^0 - \beta x^1) \\
x^1 &= \gamma(x^1 - \beta x^0) \\
x^2 &= x^2 \\
x^3 &= x^3
\end{aligned} \tag{53}$$

ou na forma matricial

$$\begin{pmatrix} \bar{x}^0 \\ \bar{x}^1 \\ \bar{x}^2 \\ \bar{x}^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta & 0 & 0 \\ -\gamma\beta & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^0 \\ x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \quad (54)$$

Para se ter uma forma mais fácil de chegar a um quadrivetor, basta deixar que os índices gregos sejam de 0 a 3, o que vai dá a relação

$$\bar{x}^\mu = \sum_{\nu=0}^3 (\Lambda_\nu^\mu) \cdot x^\nu \quad (55)$$

em que Λ é a matriz de transformação de Lorentz, em que μ indica a linha e o subscrito ν indica a coluna.

Aqui, o que importa é a mudança de componentes quando se passa para um sistema em movimento. Um trivetor é um conjunto de três componentes que, sob rotações, se transformam da mesma forma que (x,y,z) . Pode-se então definir um quadrivetor como qualquer conjunto de quatro componentes que se transformam da mesma maneira que (x^0, x^1, x^2, x^3) sob as transformadas de Lorentz. Observe-se um caso específico ao longo do eixo x e tome-se como base a equação 53:

$$\begin{aligned} a^0 &= \gamma(a^0 - \beta a^1) \\ a^1 &= \gamma(a^1 - \beta a^0) \\ a^2 &= a^2 \\ a^3 &= a^3 \end{aligned} \quad (56)$$

Considera-se agora o produto escalar $A \cdot B = A_x \cdot B_x + A_y \cdot B_y + A_z \cdot B_z$. Para o espaço de quadrivetor, existe um análogo onde a soma indica que o índice zero tem sinal negativo:

$$-a^0 b^0 + a^1 b^1 + a^2 b^2 + a^3 b^3 \quad (57)$$

A equação 57 é chamada de produto escalar quadridimensional e é invariante sob rotações e sob as transformações de Lorentz. Essa noção de quadrivetores é importante, pois o produto escalar é invariante sob mudança de coordenadas. No espaço euclidiano, o produto escalar (entre vetores) representa o quadrado da distância entre dois pontos, e em relatividade o produto escalar (entre quadrivetores) representa o quadrado do intervalo entre dois eventos. Apesar do intervalo de tempo entre dois eventos não ser o mesmo em referenciais diferentes, há essa conservação que relaciona a "distância espacial" com a "distância temporal".

Na mitologia nórdica, o Bifrost é uma ponte que liga Asgard à Terra, como sendo um arcoíris. Nos filmes recentes, é dado um caráter mais científico a essa ponte, inclusive aparecendo em certa cena o nome Einstein-Rosen.

5.7 Mecânica relativística

Ele nasceu Kakarotto, porém é mais conhecido como Son Goku, na verdade, só Goku. De acordo com os alunos que fizeram a apresentação desse personagem, ele é uma espécie de físico ambulante no sentido de que todos os poderes atribuídos a ele têm relação direta com a física. Claro que alguns podem ser válidos e outros claramente negam conceitos físicos. Por exemplo, um de seus grandes golpes é o chamado Kamehameha, que é um golpe inteiramente energético. Mas de onde viria tanta energia? Vários sites especializados em anime afirmam que seu metabolismo é muito acelerado, por isso vive sempre com grande apetite, e essa energia metabólica é usada por ele em seus golpes. Mas isso é possível?

Inicialmente, lembra-se que espaço, tempo, velocidade e momentum são transformados pela relatividade, portanto parece inevitável que também se precise de uma nova concepção da energia.

A energia cinética na física clássica é definida por $K = \frac{1}{2} \cdot mu^2$ e o momentum é dado por $p = um$. Então, pode-se relacionar energia cinética e momentum, de forma que $K = \frac{p^2}{2m}$, **no âmbito relativístico, assim como na clássica a energia deve ser conservada.**

Antes de continuar, é importante lembrar que a massa aqui não é um conceito absoluto, isso significa que a massa terá valores diferentes de acordo com o referencial adotado.

Considere-se que a bola da figura 19 esteja em repouso e sua massa é m_0 , onde m_0 é chamada massa de repouso.

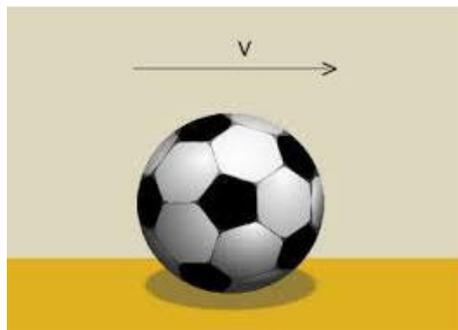
Figura 19 - Bola de massa m_0 em repouso



Fonte: Canva

Considere-se agora que essa bola seja colocada em movimento com velocidade v

Figura 20 - Bola em movimento com velocidade v



Fonte: Canva

Assim como o tempo, a massa sofre dilatação. Então, pode-se definir que $m = \gamma \cdot m_0$, onde γ é o fator de Lorentz. Então, pode-se escrever a equação para a massa relativística

$$m = \frac{m^0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \quad (58)$$

como $\gamma > 1$ decorre $m > m_0$, isto é, a massa do corpo é maior quando em movimento do que quando em repouso. O aumento de massa não significa que aumenta o número de partículas (átomos, moléculas etc.) do corpo, e sim a inércia deste. Se a bola atingisse a velocidade da luz, nenhuma força seria capaz de acelerá-la, pois teria sido atingida a velocidade limite. Nesse caso, a inércia do corpo seria infinita.

De posse dessa definição nova sobre a massa, pode-se buscar a energia no contexto relativístico.

Imagine uma partícula a mover-se em uma dimensão ao longo do eixo x . Agora uma força na direção x faz com que o momento da partícula mude segundo a noção relativística. O trabalho feito pela força F sobre a partícula é

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dp}{dt} dx \quad (59)$$

Para realizar esta integração e encontrar o trabalho feito sobre a partícula e a energia cinética relativa como uma função de u , primeiro avalia-se dp/dt :

$$\frac{dp}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{mu}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \frac{m}{\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}} \frac{du}{dt} \quad (60)$$

Substituindo esta expressão por dp/dt e $dx = u dt$ na Equação 59, tem-se

$$W = \int_0^t \frac{m}{\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}} \frac{du}{dt} (u dt) = m \int_0^u \frac{u}{\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}} du \quad (61)$$

onde se utilizam os limites 0 e u na integral, pois a integração composta foi modificada de t para u . Avaliando a integral tem-se

$$W = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} - mc^2 \quad (62)$$

O denominador, como visto, é o fator de Lorentz, então, pode-se escrever a equação 56 como sendo $\mathbf{K} = (\gamma - 1) mc^2$, onde essa equação é chamada de energia relativística e pode ser entendida como sendo $E_t = E_0 + K$, em que E_t é a energia total, E_0 é a energia de repouso e K é a energia cinética.

O termo constante mc^2 na equação 56, que é independente da velocidade da partícula, é chamado **energia de repouso**, E_0 , da partícula:

$$E_0 = mc^2 \quad (63)$$

A equação 63 representa a equivalência entre massa e energia, e é uma das equações mais famosas da física. Ela mostra que a massa é uma forma de energia, onde c^2 é simplesmente um fator de conversão constante. Esta expressão também mostra que uma massa pequena corresponde a uma enorme quantidade de energia, um conceito fundamental para as físicas nuclear e de partículas elementares e para tentar explicar como Goku pode ter seus poderes.

É importante salientar que E_0 é invariante, mas precisa-se ter cuidado ao analisar o termo invariante e o termo conservada. Invariante significa que o valor é o mesmo em todos os sistemas inerciais; já em conservada, o valor antes e depois é o mesmo. Por exemplo, a massa é invariante, mas não conservada, a energia é conservada, mas não é invariante, porém a carga elétrica é tanto conservada como invariante, já a velocidade nem é conservada nem é invariante.

De volta ao personagem, muitas vezes Goku, em suas lutas, aplica seus golpes em movimento o que leva a procurar uma relação entre energia e quantidade de movimento relativístico, pois nesse caso não se precisa conhecer a sua velocidade.

Já se definiu que $E = \gamma mc^2$ e quantidade de movimento relativístico é dado por $p = \gamma mu$.

Elevem-se ambos ao quadrado:

$$E^2 = (\gamma mc^2)^2 \text{ e } p^2 = (\gamma mu)^2,$$

note-se que se precisa eliminar u . Para isso, multiplica-se a segunda relação por c^2 , então

$$p^2 \cdot c^2 = \gamma^2 \cdot m^2 \cdot u^2 \cdot c^2$$

agora subtrai-se da seguinte forma

$$E^2 - p^2c^2 = \gamma^2 m^2 c^4 - \gamma^2 m^2 u^2 c^2 \quad (64)$$

colocando em evidencia os fatores comuns, tem-se $E^2 - p^2c^2 = \gamma^2 m^2 c^4 \cdot (1 - u^2 / c^2)$, como o fator de Lorentz está ao quadrado, vai cancelar os parênteses do lado esquerdo, então chega-se à equação

$$E^2 = p^2c^2 + (mc^2)^2 \quad (64)$$

que é a relação energia-quantidade de movimento relativístico.

Como curiosidade, se caso a partícula em questão tiver massa zero, a equação 65 se resume a $E = pc$, que representa a energia de um fóton em função de seu momento linear.

Parece agora que Goku, além de um superguerreiro, também seria um bom físico, pois ele, de alguma forma, consegue converter sua massa em energia e aplicar seus golpes, o que explica de fato o grande apetite do herói, pois suas lutas são épicas e exigem enormes quantidades de energia.

Conclui-se aqui o propósito do capítulo de mostrar que de fato o tema do trabalho e a Física podem se relacionar de forma a ser usado com ferramenta didática para o ensino, e assim contribuir para um melhor resultado no processo ensino-aprendizagem.

Um ponto importante é que o número de personagens é gigantesco, o que possibilita que outros assuntos sejam abordados, os quais aqui não foram contemplados. Como exemplo, o personagem Magneto pode ser usado para explicar as equações de Maxwell, ou ainda o personagem Aquaman e todas as relações da hidrostática e da hidrodinâmica. Portanto, este trabalho tem o intuito de despertar no professor o interesse em usar os personagens como o mote para o ensino de Física.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo será relatado como se deram as duas partes do trabalho para definir o quão a proposta foi válida e entendida pelos alunos. Para isso, será feita uma análise dos dois pontos dos propostos, ou seja, a apresentação dos alunos e as questões por eles elaboradas. Devido ao número de equipes ser elevado, pois passaram de 45 equipes, em razão de ter sido em três escolas diferentes, serão analisados os dois pontos com base em imagens de apresentações de dez equipes, da mesma que forma que na segunda análise serão usadas dez questões elaboradas pelos alunos, as quais estarão no livro gerado como produto educacional após esta avaliação. De posse dessas análises, é possível construir um embasamento sobre a performance dos alunos dentro da proposta sugerida.

Será dividido esse capítulo em três partes: na primeira será feita a análise em relação à apresentação das equipes, na segunda será feita análise sobre as questões do produto educacional e, por fim, será feita a conclusão acerca da proposta geral deste trabalho.

6.1 Análise das apresentações

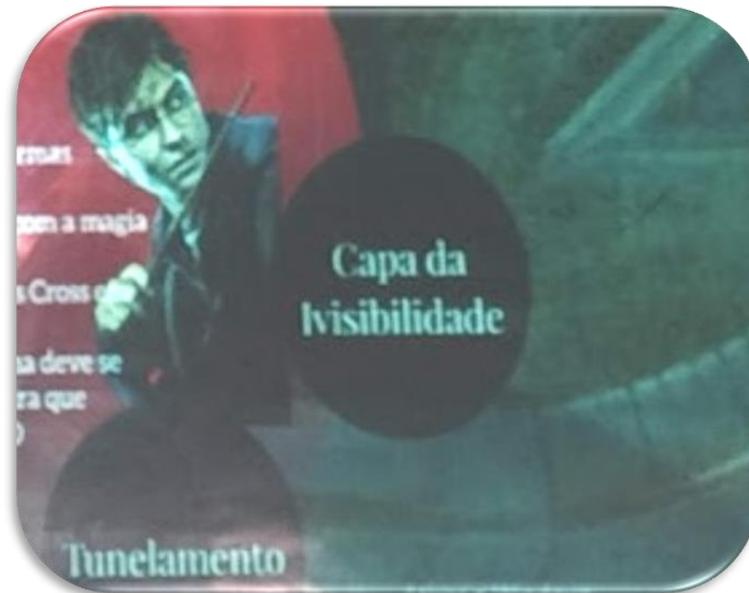
Nesta primeira parte, será discutida a apresentação com citação de imagens das apresentações e comentários sobre como a equipe abordou o tema. Como referido acima, foram escolhidas dez imagens associadas a dez equipes e, por meio delas, vai-se discorrer sobre como os alunos conseguiram enxergar a física em seus respectivos personagens. Convém observar que a quantidade de slides por equipe foi de grande amplitude e a escolha se deu por meio da possibilidade de a imagem já conter um tema físico, para o melhor entendimento do leitor. A avaliação dos trabalhos para eventual composição de nota se deu pelos critérios elencados a seguir:

1º critério: o trabalho sendo em grupo, foi observada a participação efetiva dos alunos, no entanto, devido a situações individuais (laudos), os alunos podiam não apresentar, porém sua participação no trabalho deveria ocorrer de outro modo.

2º critério: a organização, a criatividade e o respeito ao tempo estipulado.

3º critério: a observância ao tema central do trabalho, ou seja, a relação entre a física e os personagens.

Figura 21 - Harry Potter Invisibilidade e tunelamento quântico



Fonte: *Foto retirada no início da apresentação da equipe

Essa equipe ficou com o bruxo mais querido, como eles mesmos o chamaram, e para a surpresa de todos abordou temas que não fazem parte da grade escolar do primeiro ano do ensino médio nessa escola, como invisibilidade, assunto do tópico de óptica geométrica, vista pelos alunos apenas no segundo ano, e tunelamento quântico, que nem é estudado pelos alunos do ensino médio, haja vista que se trata de um assunto da física quântica. Ainda que não dominassem por completo o assunto, a explanação foi excelente e gerou algumas perguntas curiosas entre os alunos, tais como:

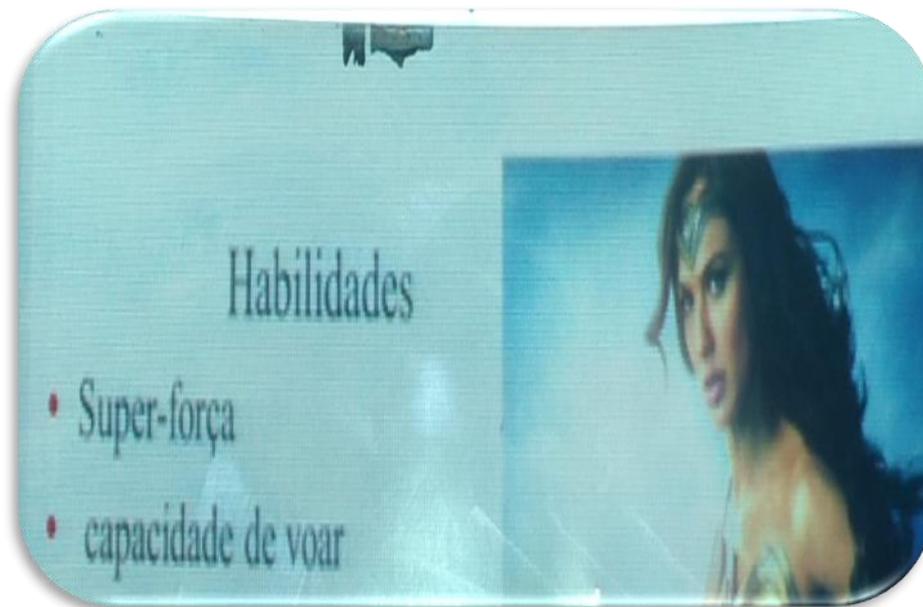
- É possível ter a capa do Harry?
- A escuridão é um exemplo de invisibilidade?

A equipe conseguiu o que parecia difícil, envolver os poderes de um bruxo com a física, ao relacionar cenas dos filmes, e conseguiram encaixar conceitos, leis e teorias físicas de modo mais que satisfatório. Usaram uma cena do filme em que ele voa em uma vassoura e relacionaram com as leis de Newton e queda livre. A equipe trouxe o assunto tunelamento quântico, o que para todos na sala, inclusive os próprios componentes da equipe, era algo inédito. Fizeram uma abordagem desse tema em relação a como humanos conseguem ir para a escola de Hogwarts atravessando uma

parede numa estação de trem em Londres. E concluíram dizendo que do ponto de vista quântico, esse teletransporte não é de todo impossível para partículas ou corpos de tamanho pequeno, mas em relação a um ser humano as chances são muito pequenas, porém não é zero.

A equipe conseguiu relacionar muitos aspectos físicos, tais como leis de Newton, refração e reflexão da luz, mas impressionou as relações sobre quântica quando usaram os termos corretos de energia, salto quântico, relacionando-os a situações e cenas do filme.

Figura 22 - Mulher Maravilha Força e leis de Newton



Fonte: *Foto retirada no início da apresentação da equipe

Os alunos, nessa apresentação, explicaram a superforça por meio das leis de Newton, relacionando situações do filme com os conceitos físicos. Por exemplo, eles citaram uma cena em que ela joga um tanque num adversário quando está em luta com ele, e disseram que isso é possível se a gravidade na ilha da qual ela veio for diferente da gravidade do planeta Terra. Também comentaram uma cena em que ela recebe um impacto e vai para trás, parando em seguida, e associaram à força de atrito em seus pés e ao terreno em que se encontrava.

A equipe ainda tentou explicar a capacidade de voar da personagem, bem como mostraram a impossibilidade diante da forma que é apresentada nos filmes, pois viola a lei da inércia. Por fim, falaram sobre o laço da verdade e o associaram a

fenômenos físicos químicos e inseriram aspectos biológicos, o que mostrou o caráter interdisciplinar que se pode ter no tema em questão.

A equipe usou alguns conceitos da mecânica na apresentação, como velocidade, força e energia. Um ponto importante foi a possibilidade da interdisciplinaridade com o tema dos heróis, ao encaixar química e biologia, o que mostrou-se perfeitamente possível, e pode ser uma ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 23 - Thor Força gravitacional e Viagem no Tempo



*Foto retirada no início da apresentação da equipe

Esse grupo abordou o personagem Thor e seus poderes. Pela própria figura, vê-se que a equipe usou a força gravitacional para definir a força que o martelo tem e como o instrumento age quando Thor o arremessa. A equipe também mostrou a relação entre o martelo e a viagem que o herói realizava entre dimensões, mostrando que o martelo fazia um buraco de minhoca, curvando o tempo e o espaço. Os membros da equipe mostraram que, no filme, isso foi dito por certo personagem, que usou o termo científico de pontes de Einstein-Rosen. Vale ressaltar que os alunos não estudam tal assunto no ensino médio, o que demonstra que fizeram uma pesquisa acerca do assunto relacionado ao seu personagem. Mostraram que o martelo é o responsável por permitir

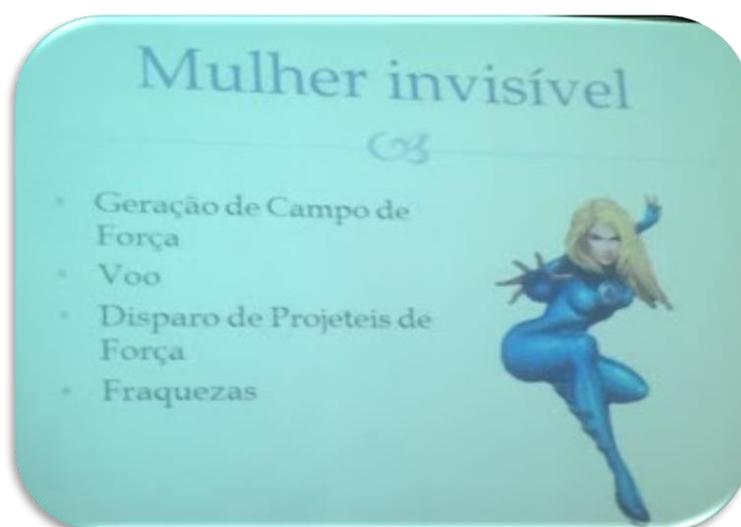
que Thor possa voar e que na verdade é o martelo que voa, o herói apenas o acompanha por estar segurando.

Gostaria de enfatizar a belíssima apresentação da aluna M. M. de O., aluna residente na cidade de Quixadá. A forma como desenvolveu a apresentação, sobretudo os assuntos que nem tinha visto ainda, mostra todo o potencial dela e engrandece o saber feminino para as ciências.

A equipe usou conceitos de gravitação universal para justificar algumas façanhas do personagem, como voar e sua força. Também usaram conceitos de eletricidade para justificar as descargas elétricas emitidas por ele, a explicação foi muito rasa, pois não definiram bem o que é um raio, uma corrente elétrica, porém, por serem alunos do primeiro ano, justifica-se o pouco entendimento, já que só estudarão o assunto no segundo ano.

Da mesma forma explicaram a viagem entre dimensões feita pelo herói com base em conceitos da física relativística e quântica, inclusive citaram os cientistas que criaram uma teoria, e ainda que seja um assunto extremamente complexo, e nunca visto pelos alunos do ensino médio, a pesquisa feita e apresentada foi muito satisfatória.

Figura 24 - Mulher Invisível Continuidade da luz e refração da luz



*Foto retirada no início da apresentação da equipe

Nessa equipe destaca-se o uso dos conceitos físicos para explicar a possibilidade da invisibilidade com a personagem Mulher Invisível do grupo Quarteto Fantástico. Ao usar os assuntos relacionados à óptica geométrica, tais como reflexão e

refração da luz, e ainda a continuidade da luz, a equipe explicou como a personagem se torna invisível. Por meio de um campo de força, que faz com que luz se desvie da personagem, de modo a não permitir que chegue nela, segundo os alunos, ela pode ficar invisível, pois não ocorre a reflexão da luz. Como forma ilustrativa, a figura 4.1 mostra como seria esse campo de força:

Figura 24.1 - Campo de força da mulher invisível

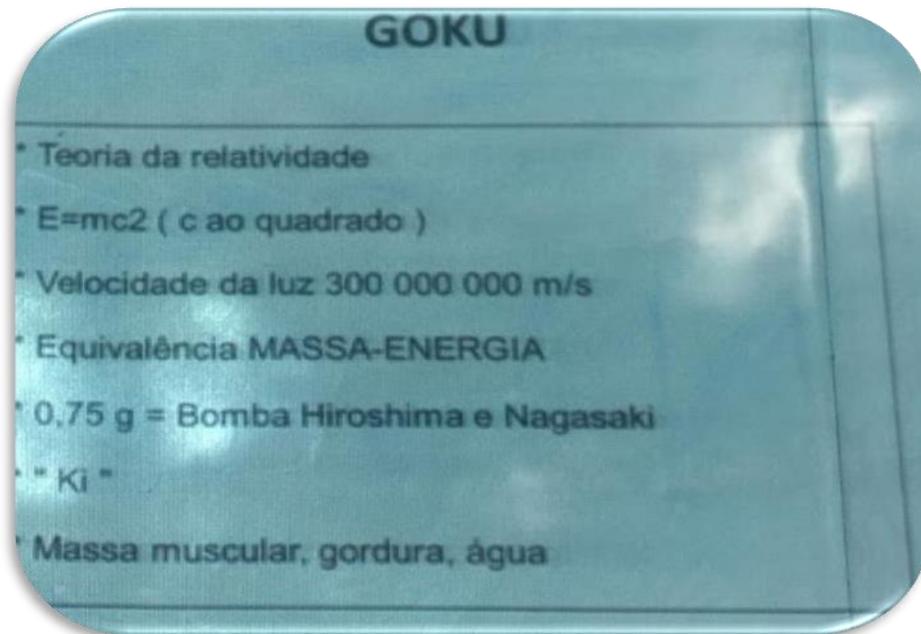


Fonte: *Foto retirada no início da apresentação da equipe

Eles ainda mostraram que a ficção pode ter um fundo de realidade no futuro com pesquisadores tentando criar em laboratório um campo semelhante ao da personagem para que assim possam buscar a invisibilidade.

Essa equipe usou muito bem os conceitos sobre a luz, fenômenos como reflexão, absorção e refração foram bem explorados. Uma pergunta que surgiu foi se existia alguma pesquisa para criar algo invisível. A equipe mostrou que uma montadora de carro pensa em fazer um carro cuja visão do motorista seja de 360° e, para isso, iriam fazer a lateral do carro de forma invisível. Não ficou bem claro como isso seria e a equipe não soube explicar bem.

Figura 25 - Goku Teoria da relatividade, Energia relativística



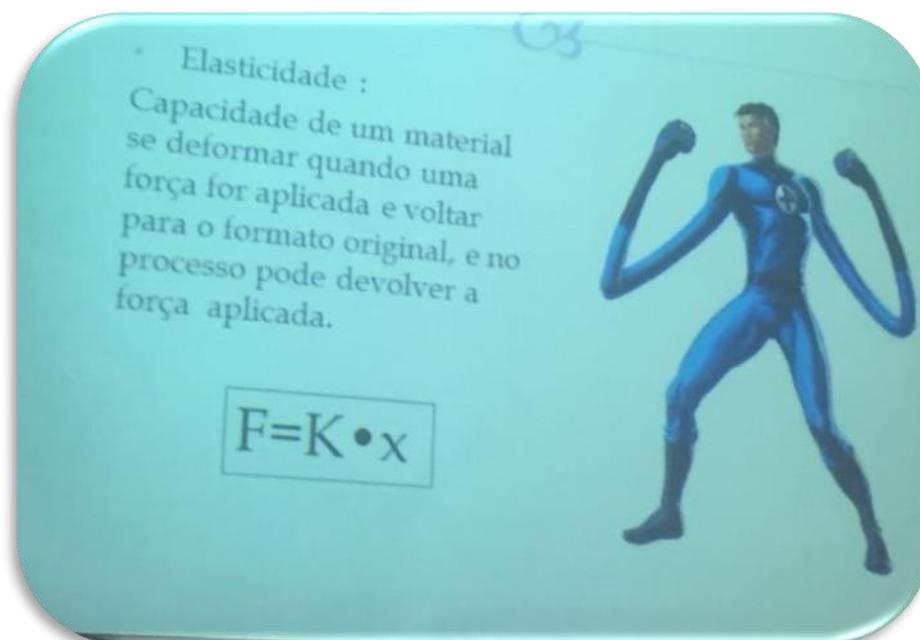
*Foto retirada no início da apresentação da equipe

A próxima equipe abordou o personagem Goku, do universo da série japonesa Dragon Ball. A equipe comentou os principais temas relacionados a Goku, como seu voo, a noção de Ki, sua força e seu apetite voraz. Os alunos usaram a teoria da relatividade geral e a restrita para explicar certos feitos do personagem, por exemplo, com base na equação da energia relativística, disseram que a energia que Goku utiliza em seus golpes viria da conversão de massa por meio da citada equação, por isso ele possui um apetite gigante, pois precisa de muita massa para a devida conversão, o que caracterizou a equivalência entre energia-massa. Exemplificaram que 0,75 gramas de massa corporal dele seria o mesmo que a energia liberada numa bomba atômica.

Ainda mostraram que, em alguns episódios, ele consegue correr ou mesmo voar acima da velocidade da luz, o que foi negado por eles com base no que foi dito por Einstein. Citaram ainda que o personagem consegue se comunicar a distância, algo como por telepatia, o que segundo os alunos seria por meio de ondas eletromagnéticas, além de comunicar-se no espaço ou em outros planetas.

Nessa apresentação, os tópicos de física foram muito bem encaixados e mesmo que no desenho muita coisa seja fictícia, os conceitos físicos foram por eles muito bem usados, provando teorias ou as negando dentro do desenho, inclusive com a citação de cenas de lutas dos personagens.

Figura 26 - Sr. Fantástico Força elástica

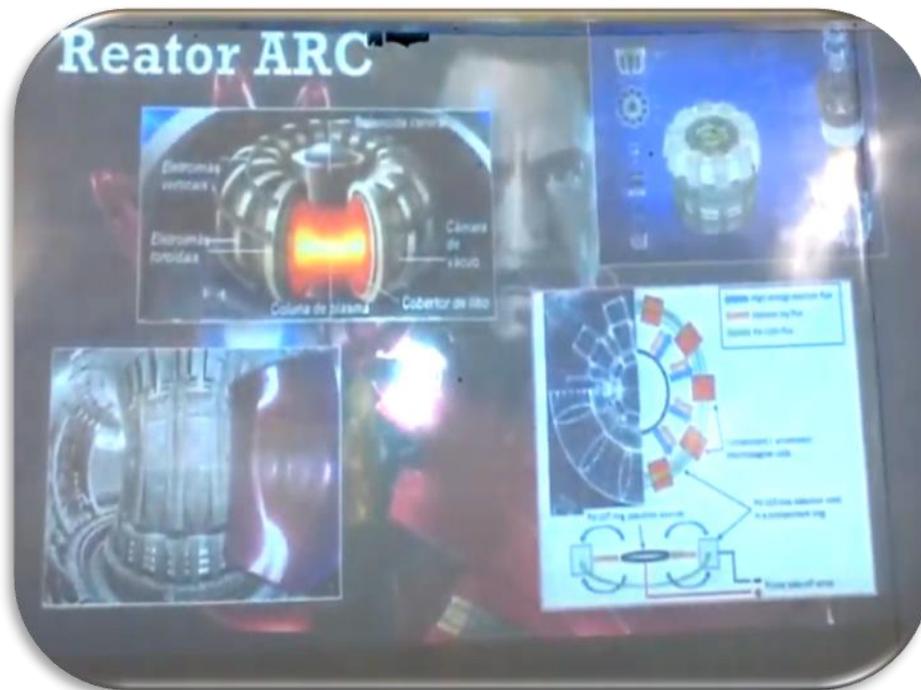


*Foto retirada no início da apresentação da equipe

A equipe seguinte abordou o personagem Sr. Fantástico, ou homem elástico, mais popularmente conhecido. A própria figura mostra que os alunos fizeram seu trabalho em cima dos conceitos da lei de Hooke. Mostraram que ao sofrer com uma explosão de raios cósmicos, seu corpo passou a ter uma elasticidade muito além de um ser humano normal, o que se assemelha a um elástico, daí a relação com a lei de Hooke, e fizeram a relação com a segunda lei de Newton, no caso de ela ser a resultante. Por fim, a equipe mostrou que sua elasticidade dependia da constante K, que no caso leva a ter um limite para esticar, caso contrário podia romper. Complementando, a equipe trouxe o conceito do módulo de Young, ao afirmar que ele dá o grau de elasticidade de um material. E como o Sr. Fantástico estica muito mais que um ser humano comum, então seu módulo de Young é pequeno.

A equipe trouxe o conceito do módulo de Young, que normalmente não é estudado em sala de aula, sobretudo em turmas regulares. Embora não tenha estudado, a equipe soube explicar bem o seu significado e conseguiu relacionar com o personagem.

Figura 27 - Homem de Ferro Energia e suas variáveis



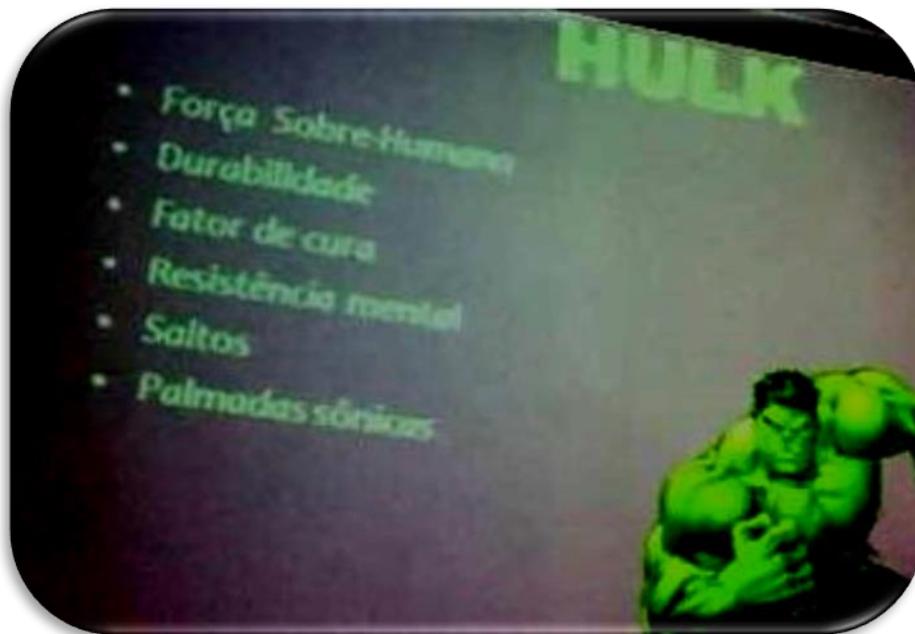
*Foto retirada no início da apresentação da equipe

Essa equipe ficou com o personagem Homem de Ferro, e basicamente abordou o possível voo dele ao reator ARC em seu peito. Sobre a possibilidade de voar, como ele possui jatos propulsores nas mãos e nos pés, seria possível, pois, de acordo com a equipe, existe, nesse caso, uma força externa atuando nele, e assim não viola a lei da inércia. Entretanto, a equipe disse que as manobras que ele executa, conforme visto nos filmes, são impossíveis com base na mesma lei da inércia. Em relação ao reator em seu peito, a equipe começou por falar da matriz energética no Brasil. Em seguida, a equipe abordou a energia nuclear, que é a base do reator ARC, explicou o funcionamento de um reator nuclear e como acontece a conversão da energia. Ainda, citou a fissão nuclear e suas etapas e uma possível relação da fusão a frio que é citada em um dos filmes do Homem de Ferro. Por fim, a equipe falou sobre as vantagens e desvantagens de se ter uma usina nuclear, seus custos e riscos para o meio ambiente e as pessoas em geral. Para tanto, o grupo citou os acidentes ocorridos em usinas nucleares pelo mundo.

Vale ressaltar que os alunos fizeram uma relação com a biologia no que concerne aos estilhaços que ficaram próximos ao coração e uma possível cirurgia. Também fizeram relação com a química, ao falar sobre fissão e fusão nuclear. Por fim,

trouxeram até o contexto histórico presente no filme, no tocante a vendas de armas dos EUA para o Afeganistão.

Figura 28 - Hulk Força e Ondulatória



*Foto retirada no início da apresentação da equipe

Aqui, a equipe ficou com o personagem Hulk, e claro que a apresentação focou quase inteiramente no conceito de força. Os alunos mostraram que a força relacionada a ele é incalculável, sendo praticamente o personagem com maior valor da força no universo dos quadrinhos, segundo a equipe. Associaram as leis de Newton com algumas cenas, ao mostrarem, por exemplo, que quando Hulk levanta, em uma cena, um tanque de guerra, ele precisa colocar uma força igual ao peso do tanque, que é a massa do tanque multiplicada pela gravidade. Também foi dito que essa força sobre-humana que ele possui seria a responsável por gerar um grande impulso, que é responsável pelos saltos enormes que o personagem efetua. Para mostrar o quanto esse personagem é forte, a equipe citou alguns feitos do Hulk, principalmente nas revistas em quadrinhos:

* Um de seus grandes feitos de força, considerado por muitos o maior, aconteceu quando uma esfera de Matéria e uma de Antimatéria estavam para se fundir, de modo a provocar séria ameaça de destruição da Terra. O Hulk, com sua força, as impede de se unirem. Segundo o próprio Homem Aranha, aquele era um feito fisicamente impossível. Observa-se que esse feito poderia ter sido mais abordado pela equipe, no entanto, apenas o relataram.

* Hulk lutava no Planeta Sakaar contra o Rei Vermelho. Na iminente derrota, o Rei Vermelho ativa um mecanismo que parte as Placas tectônicas do planeta, o que o levará ao colapso completo em um minuto. Hulk mergulha no centro incandescente do planeta e, sob altas pressões, puxa as placas tectônicas de volta para o lugar, impedindo o planeta de rachar.

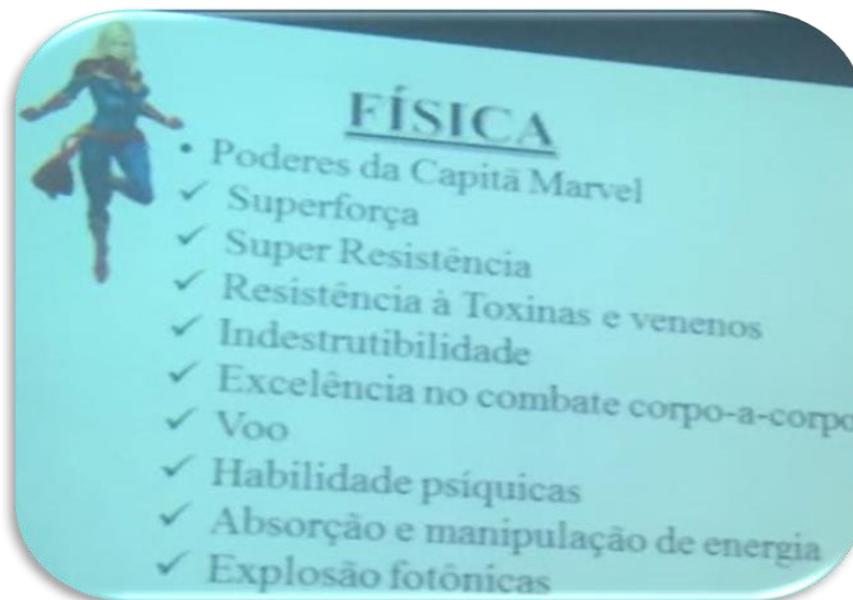
A equipe foi perguntada como ocorre um terremoto, porém apenas mencionou que envolvia energia, mas tinha pesquisado sobre o assunto.

* HULK, ao utilizar um *jet pack*, foi capaz de destruir um asteroide com 2 vezes o tamanho da Terra em rota de colisão...2 VEZES O TAMANHO DA TERRA! A equipe não fez comentários nem houve perguntas a respeito.

Ao concluir a apresentação, os alunos abordaram o golpe palmadas sônicas, e relacionaram a ondas sonoras, definindo o que é uma onda e como ocorre a propagação no golpe.

Esse personagem é sem dúvida um dos melhores do ponto de vista de uma abordagem física. A equipe conseguiu citar os conceitos de força e as leis de Newton, com exemplos e uma boa base de conhecimento. Os alunos citaram o conceito de impulso, porém não fizeram uma abordagem maior do assunto. Também foi abordada a parte de ondulatória, com uma definição básica de ondas, mas como são alunos do primeiro ano do ensino médio, e o assunto ondas só vai ser visto por eles no segundo ano, a explicação ficou a contento.

Figura 29 - Capitã Marvel Manipulação de energia e explosões fotônicas



*Foto retirada no início da apresentação da equipe

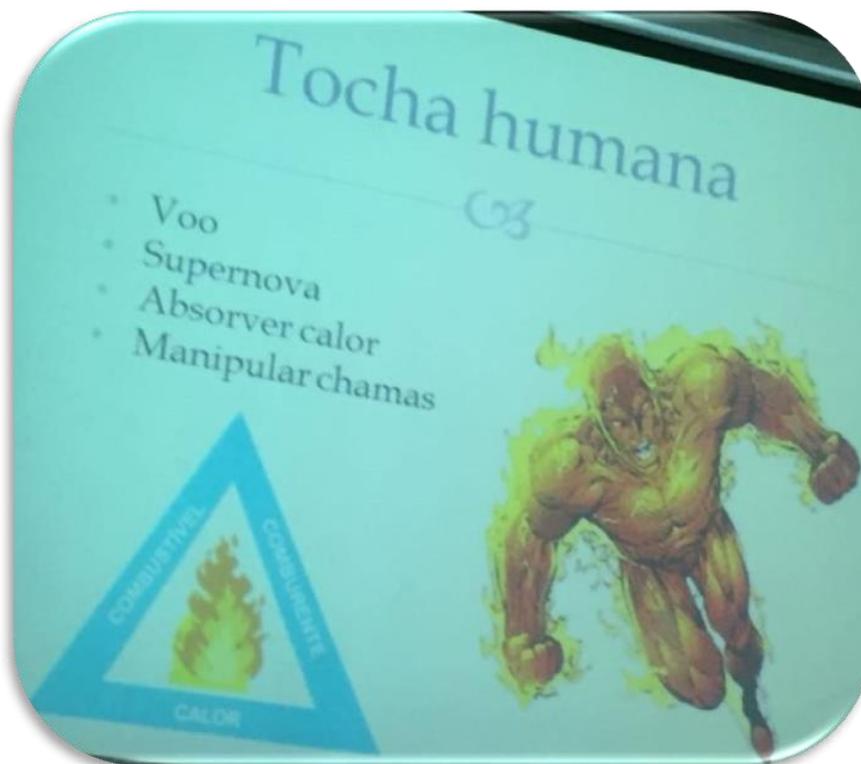
Capitã Marvel foi a personagem da equipe seguinte. Antes de comentar sobre os aspectos físicos, relata-se o aspecto do empoderamento feminino trazido pela equipe. De acordo com a equipe, a personagem feminina, por ser protagonista e ter um papel preponderante no universo dos Vingadores, mostra o valor da mulher e seu papel na sociedade de ser também protagonista e não subserviente.

Em relação à física, a personagem, segundo a equipe, apresenta muitos tópicos, mas que iriam se prender a dois: a manipulação da energia e o lançamento de raios fotônicos, por meio de suas mãos. Do ponto de vista da energia, a equipe afirmou que ela consegue converter uma forma de energia em outra, e assim usar para seus golpes, e que, por meio da manipulação da energia, ela pode voar. De acordo com os alunos, ela consegue manipular qualquer forma de energia e poderia se assemelhar a um dínamo ou a um gerador. Em relação ao outro poder que ela possui, o de lançar raios fotônicos pelas mãos, a equipe comparou a ondas luminosas e falou sobre fótons e seu significado. De acordo com a equipe, fóton é uma partícula que possui alta energia e foi descoberto por Einstein, por meio do efeito fotoelétrico.

Do ponto de vista da energia, a equipe foi muito bem, fazendo relações, mostrando cenas do filme e citando qual o tipo de energia estava presente. Cometeram algumas falhas quando citaram o dínamo e o gerador, mas fiz observações para esclarecer os pontos discordantes em relação à teoria física.

O conceito de fótons trazido por alunos foi claramente retirado de algum site da internet, muito raso, porém a equipe explicou bem o que era o efeito fotoelétrico, dando exemplos práticos do dia a dia.

Figura 30 - Tocha Humana Termometria, calorimetria e termodinâmica



Fonte: *Foto retirada no início da apresentação da equipe

Para finalizar a análise das imagens relativas às apresentações, tem-se a equipe com o personagem Tocha Humana integrante do Quarteto Fantástico. A equipe começou por dizer que uma explosão cósmica deu origem a seus poderes, e que de imediato ele não sabia controlar esse poder. O nome já entrega o que esse personagem tem na relação com a física, a chamada física térmica. A equipe disse que o personagem tem a característica da **pirocinese**, que é o controle sobre o calor ambiente, que lhe permite revestir seu corpo com um invólucro de chamas. Ele solta rajadas intensas de plasma de intensidade variável, até uma rajada Supernova, que geralmente é liberada em todas as direções e com temperatura muito próxima à do Sol, algo próximo de 5800K, e a equipe fez a conversão em sala de aula para a unidade Celsius.

O personagem consegue voar e a equipe explicou como isso se ocorre. Seu voo é do tipo supersônico e acontece devido à grande quantidade de oxigênio que ele libera, o que cria uma espécie de nuvem quente que possibilita uma flutuação, algo que,

segundo a equipe, assemelha-se a um avião. Analisando a geração de calor, a equipe fez um comparativo com uma máquina térmica e, segundo as histórias em quadrinhos, ele usa todo esse calor gerado, o que a equipe afirmou violar a segunda lei da termodinâmica.

Analisando a apresentação, entende-se que a equipe soube usar muito bem os conceitos físicos pertinentes ao personagem. Os alunos mostraram as escalas termométricas em relação às temperaturas alcançadas pelo personagem, explicaram a definição de calor e como ele se aplicava. Por fim, usaram conceitos da termodinâmica muito bem explicados.

Com base nas imagens e nos comentários acima, pode-se concluir que a ideia de relacionar personagens e a física se mostrou muito produtiva e engrandeceu o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. O caráter lúdico do trabalho foi muito bem aceito pelos alunos, tanto que, conforme citado, foram caracterizados com camisetas, algumas equipes fizeram *cosplays* e até simulação de luta houve. Percebeu-se que a afinidade dos alunos com o personagem os fez pesquisar mais amplamente para encontrarem as devidas relações com a física.

Ressalta-se que algumas vezes foi preciso interromper as apresentações para fazer correções acerca do que estava sendo dito, especialmente alguns erros conceituais, sobretudo com relação a assuntos que não foram vistos por eles.

Outro fato importante a citar é que as inteligências múltiplas, base pedagógica deste trabalho, foram muito bem exemplificadas durante as apresentações, como o caso da espacial, que se relaciona com os slides e a apresentação em si, e da linguística, que esteve presente na própria escrita do conteúdo dos slides e na oratória da apresentação. Também se mostrou muito presente a lógica matemática, inclusive com alunos indo ao quadro escrever e desenvolver equações que explicavam situações relativas aos seus personagens.

6.2 Análise das questões

Como o produto educacional é um livro de exercícios inteiramente feito com situações envolvendo personagens, a segunda etapa do trabalho foi a entrega de até cinco questões elaboradas pela equipe que envolvessem os personagens, com o

respectivo gabarito e resolução, e que do universo total de questões, algumas seriam selecionadas para compor o produto educacional. A seguir, serão apresentadas algumas dessas questões, com a sigla do nome, permitidas pelos alunos, conforme anexos, e logo depois uma análise sobre as questões e a ideia do projeto.

Questão 1

Cinemática escalar - velocidade média

P. H, D. P, R.B do colégio CACD.

Usando um método matemático para descobrir a real velocidade do Sonic nos videogames

Taí. Uma notícia que vai deixar todo mundo ouriçado! Mas agora podemos afirmar matematicamente qual é a velocidade máxima que o Sonic pode atingir nos games: 288 km/h. E isso no jogo no qual ele é mais rápido.

Nas primeiras versões, ele é bem mais lento.

Sobre a velocidade do personagem, podemos afirmar que:

- a) essa velocidade equivale a 100 m/s
- b) essa velocidade é certamente a velocidade média.
- c) como esse valor é a maior atingida, segundo o texto, então a velocidade média é menor que esse valor.
- d) convertendo esse valor para uma unidade no SI, temos 0,8cm/s.

A equipe usou o personagem de videogame, e que virou filme recente, cuja velocidade é sua principal característica, e associou com os conceitos da cinemática. A questão ficou bem clara, com o comando bem definido. Para a resolução, o aluno precisa lembrar dos conceitos de velocidade média e a conversão de unidades.

Questão 2

Cinemática e dinâmica - Lançamento e Força

B. V, K. C. B e M. R do colégio CACD.

Você deve conhecer Clint Barton, mas e o Gavião Arqueiro? Pois para seu espanto, trata-se da mesma pessoa. Devido ao sucesso da franquia Vingadores, ficou conhecido como Barton; já nos quadrinhos, o nome Gavião é bem mais conhecido. Seu arco é ultratecnológico, possui bombas, cordas, entre outras peripécias. Considere que ele atire uma flecha obliquamente e que a resistência do ar é desprezível:

I- No ponto mais alto da trajetória, a aceleração da flecha é nula.

II- Em qualquer ponto, a direção e o sentido da força resultante são sempre os mesmos.

III- A massa da flecha deve ser muito pequena para que se possa alcançar grandes distâncias.

a) Somente I e II são verdadeiras.

b) Somente a III é verdadeira

c) todas são verdadeiras

d) todas são falsas

e) Somente II e III são verdadeiras.

Essa questão baseou-se no movimento parabólico, e acredita-se que a equipe se baseou numa questão do ITA muito parecida. Os alunos tiveram o cuidado de desprezar o ar e as assertivas estão bem claras, sem dubiedades.

Para a resolução, é preciso que lembrar que, no movimento parabólico, a velocidade é decomposta em duas direções, sabendo quem é uniforme e quem é variado. É preciso também lembrar qual força atua na flecha após ser atirada e, por fim, lembrar que para o alcance horizontal, a massa não tem relevância devido à falta de resistência do ar. Questão muito bem elaborada.

Questão 3

Dinâmica - Força

G. C, S.A, L.F e M. V, alunos do colégio Master.

Conhecendo um pouco do planeta natal do Super-Homem e sabendo que Krypton possui uma aceleração da gravidade muito maior que a da Terra, então levantar um corpo de massa 70kg tem:

- a) o mesmo peso, pois em ambos os casos o peso é 70kg.
- b) massas diferentes, por causa da aceleração da gravidade.
- c) pesos diferentes, pois o peso é o produto da massa vezes a aceleração da gravidade.
- d) mesma massa, pois a força aplicada é a mesma.

Questão básica que envolve o conceito de peso. Embora a questão seja simples, foi bem amarrada no sentido do comando e da resposta. O aluno precisa apenas lembrar de como se determina o peso de um corpo. Por último, é interessante dizer que os itens possuem uma forma muito baseada nos distratores do ENEM. Por exemplo, o item b, que pode levar o aluno a pensar que planeta diferente ele tem massa diferente.

Questão 4

Dinâmica - Leis de Newton

I.F, J.T, M.F, I. G, M. A, do colégio Master.

Sabemos que a armadura do Homem de Ferro permite que ele “voe”. Em uma situação hipotética, se ele estivesse no espaço e o motor de seu equipamento fosse desligado, o que aconteceria com o herói?

- a) vai parar, devido à lei da ação e reação.
- b) vai continuar com a mesma velocidade devido à inércia.
- c) vai continuar com a mesma velocidade, pois a força resultante sobre ele é maior que zero.
- d) por estar no espaço, não existe gravidade, logo não haverá movimento.

e) vai ficar parado devido à força resultante se anular com a força de atrito.

Essa equipe usou as leis de Newton e elaborou uma questão muito interessante. O comando da questão é bem claro e objetivo e os itens contêm distratores bem definidos. O aluno precisa entender das leis de Newton e suas aplicações para responder corretamente a essa questão. Indica-se o item d como exemplo; é comum o aluno achar que no espaço não existe gravidade, por ser o vácuo uma clara confusão entre gravidade e a resistência do ar.

Questão 5

Dinâmica - Força

F.A, M.O e B.F do Colégio Santo Tomás de Aquino.

O Coisa possui força sobre-humana, podendo levantar até 100 toneladas. Seu corpo também é extremamente resistente, chegando a suportar temperaturas muito quentes e muito frias. Ele também resiste à pressão do fundo do oceano e ao vácuo do espaço. A tabela abaixo mostra o peso de alguns modelos de carros:

QUANTO PESA UM CARRO

- Toyota RAV4 – 1.540 kg
- Volkswagen Gol – 1.040 kg
- Mitsubishi Pajero Full – 2.240 kg
- Nissan Sentra – 1.327 kg
- Peugeot 3008 – 1.567 kg

<https://www.noticiasautomotivas.com.br/quanto-pesa-um-carro/>

De acordo com o texto e tomando com base na tabela, é correto dizer que O Coisa levantou:

- a) dez modelos Nissan
- b) quarenta modelos Toyota e vinte modelos Gol
- c) duzentos modelos Peugeot
- d) dez mil modelos Mitsubishi
- e) noventa e sete modelos Gol

Nessa questão, a equipe faz uso de uma informação contida numa tabela, o que é comum em provas de vestibulares, principalmente no ENEM. O aluno precisa lembrar o conceito físico citado e, usando as informações da tabela, fazer a relação correta para assim justificar a escolha do item correto.

Questão 6

Dinâmica- Energia

A.M, C. P, Í. P do Colégio Master.

Hal Jordan virou o Lanterna Verde da Terra, ao receber o anel do Abin Sur, que morreu ao lutar contra Parallax. Esse anel dá ao portador poderes sensacionais e a missão de proteger o universo do mal, mas os detentores do anel têm uma fraqueza, que é o anel amarelo, que inclusive é usado por Parallax. Sabendo que a energia é proporcional à frequência da cor emitida por um corpo, é correto que:

- a) o anel verde emite muito mais energia que um anel amarelo.
- b) o amarelo está fora do espectro de luz visível.
- c) quanto maior for o comprimento de onda da luz incidente, mais energia o anel vai liberar.
- d) tanto o anel verde como o amarelo emitem energia com a mesma velocidade, por se tratar a luz de uma onda eletromecânica.

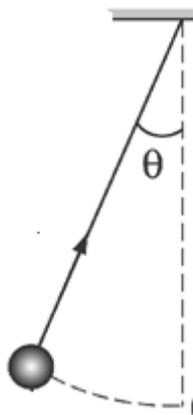
Questão muito bem elaborada pelos alunos. Cita-se que poderia ser usada tranquilamente em qualquer prova de vestibular. Nessa questão, o professor pode usar o espectro eletromagnético para demonstrar o poder do personagem e a sua fraqueza. É possível ainda explicar o efeito fotoelétrico e relacionar com o personagem.

Questão 7

Dinâmica - movimento pendular

É.B, E.C, A.N e M.S do Colégio CACD

Uma marca característica do Homem Aranha é o seu balançar de um prédio para outro por meio de suas teias. Esse movimento pode ser comparado a um pêndulo, conforme a figura abaixo:



Analisando o movimento pendular do Homem Aranha, é correto que:

- a) a força resultante é a tração na teia.
- b) existem três tipos de energia, certamente, potencial gravitacional, cinética e potencial elástica.
- c) se ele saltar de uma altura de 100 metros, em hipótese nenhuma, ao fim do pendular, ele alcançará uma altura maior que 100m.
- d) A conversão de energia só é possível, porque é de gravitacional para cinética.
- e) No movimento inteiro, a massa não importa, nem para o cálculo da energia nem da força resultante.

As alunas, ao elaborarem essa questão, usaram os conceitos de força centrípeta e energia. Para responder à questão, é preciso entender de conversão de energia e de forças curvilíneas. Na questão não fica claro o quanto o ar influencia, o que pode ser um pequeno erro na elaboração da questão, o que seria solucionado desprezando os efeitos do ar.

Questão 8

Dinâmica - Hidrostática

Contribuição dos alunos T. H, L.C H.B do colégio Santo Tomás de Aquino, em Fortaleza.

Visão é um dos Vingadores. Um misto de homem e máquina criado por Ultron para eliminar os Vingadores. É um ser poderoso com diversos poderes, entre eles um chama a atenção da física: Manipulação da densidade. Segundo o site Wikipedia, Visão é capaz de controlar a densidade do seu próprio corpo. Ao desviar uma porção não-crítica de moléculas de seu corpo para longe dele, ele pode se tornar intangível, ou ficar sem peso e invisível, incapaz de ser tocado por matéria sólida, ou pode se tornar tão denso quanto Adamantium, tornando-se quase indestrutível.

Analisando o que foi dito acima, podemos inferir que o Visão:

- a) precisa aumentar a sua densidade para que fique intangível, ou seja, invisível.
- b) precisa diminuir sua a massa para que fique intangível, não importando seu volume.
- c) precisa diminuir sua densidade ao máximo para que possa ficar intangível.
- d) na prática é um ser de volume muito pequeno, sendo assim então invisível.

Excelente questão, muito bem elaborada e com um tema que não é tão visto assim em sala de aula. A equipe usou os conceitos de densidade e volume para associar ao personagem o fato de ficar intangível. A questão tem começo, meio e fim bem definidos, o comando da questão é bem claro e a equipe soube relacionar bem os itens para que a atenção do aluno seja máxima para que possa assinalar a opção correta. É uma questão perfeitamente possível de ser usada em provas de vestibulares.

Questão 9

Dinâmica - Gravitação Universal

Contribuição dos alunos I.B e M. L do colégio CACD, na cidade de Quixadá.

No filme guardiões da galáxia, uma cena chama a atenção. Quando os personagens principais encontram-se num planeta que funciona como uma prisão, numa tentativa de fuga eles invadem uma espécie de nave. Para evitar que os guardas os persigam, um dos integrantes desliga a gravidade do ambiente e assim os guardas “flutuam” e não podem atrapalhar a fuga. Aos olhos da física, a situação é:

- A) possível, porque a gravidade só depende da corrente que passa no gerador.
- B) impossível, devido ao fato de a gravidade não poder ser zero nunca.
- C) impossível, porque todo planeta tem gravidade.
- D) impossível, porque mesmo que essa gravidade seja num ambiente fechado, como num simulador, esse botão liga e desliga só existe mesmo no cinema.

Uma situação bem comum em filmes é a “ausência” da gravidade, sobretudo em filmes espaciais. A equipe abordou uma cena em que ocorre tal fato. O corpo da questão está bem feito, explica a situação e como acontece o fato, porém as opções deixam a desejar no sentido mais físico. Algumas pequenas mudanças, como acrescentar alguns termos, tornariam a questão mais precisa e menos passível de uma contestação em relação ao gabarito.

Questão 10

Dinâmica - Força

D.Q, C.G, L.S e S.C, do colégio CACD.

A cidade de Nova York está sofrendo com um redemoinho, e só o Flash, com sua supervelocidade, é capaz de salvar a cidade, correndo no sentido contrário ao do redemoinho para assim dissipá-lo. Considerando que ele corra a 30 m/s, que sua massa seja igual a 60kg e o redemoinho tenha um diâmetro de 120 metros, a força resultante que atua no Flash tem intensidade aproximadamente igual a:

- a) 40N; b) 400N; c) 75N; d) 800N; e) 900N

Nessa questão, a equipe usa do conceito de força centrípeta. A questão é bem elaborada, seja no texto ou nos valores dos itens, com a ressalva de que não estão em ordem crescente ou decrescente. Fica evidente para o aluno que vai responder à

questão que se trata de força curvilínea e quando pede a resultante, o aluno precisa lembrar que no movimento curvilíneo a resultante é a própria centrípeta.

Ao se analisar as questões acima e as outras entregues pelos alunos, embora não sejam professores e nem tenham sido preparados para serem elaboradores de questões, a grande maioria das questões ficou dentro de um parâmetro aceitável de qualidade, seja pela pergunta, seja pela associação com a física, seja pelo fato de colocarem bem definidos os distratores. Percebeu-se que a elaboração das questões com o tema desse trabalho foi mais bem aceita pelos alunos e que o tema personagem tornou mais fácil a elaboração do que se o tema fosse algo mais tradicional.

7 CONCLUSÕES FINAIS

Um dos grandes desafios da educação, se não o maior de todos, é entender as diferenças no perfil intelectual dos alunos e formar uma ideia de como desenvolvê-lo. A se pensar que a realidade do número de alunos em sala de aula é bem inadequada, o desafio ora citado se torna ainda maior. Fazer uso das inteligências múltiplas faz-se necessário dentro dessa realidade de não homogeneidade de intelectos e que não existe a inteligência certa, elas podem interagir entre si e até despertar alguma inteligência no aluno. Dentro da educação, a teoria das inteligências múltiplas tem muita importância. Segundo Smole, essa importância vai desde a organização do trabalho do professor à reflexão acerca do planejamento curricular, ou ainda ao papel da comunidade na escola.

Além da busca pela linha pedagógica a ser seguida, o professor precisa encontrar meios, maneiras de se levar o conteúdo até o aluno de forma didática e que seja efetiva no processo de ensino e aprendizagem. Assim, este trabalho propõe o uso do lúdico como forma auxiliar de didática no ensino da física e mostrar ao aluno que aprender física pode ser prazeroso e divertido. Ao aliar-se o conceito de ludicidade com as inteligências múltiplas, é possível tornar o ensino de física mais agradável aos olhos dos alunos, e essa constatação ficou evidente neste trabalho.

Com base nessa união do lúdico e das inteligências múltiplas, esta pesquisa teve o intuito de mostrar que o universo dos heróis, seja nos quadrinhos ou na televisão, pode ser usado como ferramenta de ensino de física e deixar claro para os alunos que a física vai muito mais além do formalismo visto em sala de aula, que os conceitos físicos estão inseridos no cotidiano, muitas vezes em situações inusitadas, e que os alunos não enxergavam ser possível ali ter algum conceito físico. As duas etapas deste trabalho tiveram uma enorme adesão dos alunos e principalmente o entusiasmo, a vontade de fazer o trabalho, mediante o tema escolhido, o que já denota uma boa ação pedagógica proposta por esta pesquisa.

Durante as apresentações, foi possível observar que os alunos, em sua grande maioria, conseguiram encaixar os conceitos físicos aliados aos personagens, a demonstrar que o objetivo do trabalho foi alcançado. Citam-se duas características observadas na apresentação do trabalho. Primeiro, que todas as equipes conseguiram encaixar um assunto físico em seu personagem, e esse assunto está de acordo com a

realidade do personagem, o que mostra que houve um trabalho de pesquisa para determinar bem que assuntos físicos deveriam abordar. O segundo ponto é que muitas equipes citaram situações em que o assunto físico nem havia sido estudado por eles e alguns nem serão estudados, como é o caso da física moderna e quântica. Por isso, dá-se por satisfatória a execução dessa primeira parte do trabalho, respeitando-se as limitações dos alunos e também as características individuais, haja vista que os alunos usaram, muitas vezes sem perceber, alguma inteligência múltipla, de modo a exercer total autonomia no processo.

O produto educacional deste trabalho é um livro de questões, todas elas dentro da temática dos heróis. A participação dos alunos se deu por meio da elaboração de questões que foram inseridas no produto educacional. É preciso ficar claro que o aluno não domina todos os requisitos para elaborar uma questão, porém a ideia foi de que mostrassem mais uma vez que o tema do trabalho pode ser explorado de várias formas. Embora muitas questões elaboradas tenham sido triviais, houve, ao mesmo tempo, questões bem elaboradas, com itens dentro de um ótimo padrão, o que foi motivo de imensa satisfação.

O livro gerado é composto por um pouco mais de 100 questões, das quais um percentual de 20% são questões elaboradas pelos alunos, o que foi um incentivo a mais para que eles executassem a tarefa com satisfação e empenho. Cita-se que nessa etapa os alunos fizeram uso das inteligências múltiplas, seja na parte escrita, seja na parte artística da questão.

Com base no o relato acima, fica evidente que a proposta se mostrou muito eficaz no processo ensino-aprendizagem, isso porque o tema instigou os alunos e as discussões ocorreram antes, durante e depois da conclusão do trabalho. É claro que não é uma unanimidade, porém o alto índice de aceitação e participação dos alunos deixou clara a eficácia da pesquisa. Ensinar física vai muito mais além do que fazer o aluno entender uma equação relativa à matéria. A física, por essência, é uma ciência experimental, uma ciência que tenta explicar fenômenos naturais, e para os alunos ela deve ser uma parceira para que possam compreender situações em seu cotidiano. Por isso, faz-se necessário que professores encontrem meios adequados de levar aos alunos o conhecimento de forma agradável, quando possível, e prazerosa.

Conclui-se este trabalho com depoimentos de alunos acerca da experiência de unir física e personagens de cinema e histórias em quadrinho:

Aluna L. P colégio CSTA 2º ano do ensino médio

O trabalho dos heróis foi uma experiência edificante na minha vida estudantil, pois ele nos fazia pensar na física por meio do nosso cotidiano das series ou filmes que víamos e era muito legal conseguir compreender as ações dos heróis através da física, inclusive eu comecei a assistir Flash por isso. Eu não tive muita dificuldade para achar a física porque meus personagens eram bem conhecidos então encontrei logo as informações.

Aluno A.M colégio Master 1º do ensino médio

Quando o professor falou do trabalho eu pensei que bobagem é essa, o que tem haver física e heróis. Mas quando começamos a pesquisar vimos que fazia todo sentido e do meio pro fim eu já estava mandado na minha equipe, organizei as falas e o tema de cada, nosso personagem foi o Goku que eu sabia, mas fiquei surpreso com tanta física que ele tinha. Resumindo eu e minha equipe adoramos e tiramos dez né, kkkkkk.

Aluna A.B colégio CACD 1º ano do ensino médio

Nossa sala virou um inferno quando o professor falou do trabalho. A briga começou pelos heróis kkkkk, todo mundo queria os melhores. Eu só posso dizer que amei o trabalho inclusive me fez gostar mais de física, só um pouquinho. Acho que foi uma das melhores experiencias em sala de aula do ponto de vista de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, V. M. P. *Inteligências múltiplas, um estímulo para a sala de aula*. Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, como parte das exigências para conclusão do curso de Pedagogia – Formação de Professores para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental – Projeto Professor Nota 10. Brasília, 2006.
- AVILA, D.S. *Explorando o lúdico no ensino da física*. Rio Grande: FURG/IMEF, 2016.
- BLUHN, J.; KROLOW, T.; GÓIS, D.; BECKER, M.; CAVAGNOLI R.; CRISTINO, C.S. *O uso da ludicidade no ensino de física*. Trabalho apresentado no XXIV Congresso de Iniciação Científica da universidade de Pelotas, 2015.
- BRETSCHER, Otto. *Optics, Global Edition (Updated Edition)* by Eugene Hecht (Contributions). England Pearson Education Limited Paperback, 704 Pages, Published, 2016.
- CHATEAU, Jean. *O jogo e a criança*. São Paulo: Summus, 1987.
- DOHME, Vânia D. *Atividades lúdicas na educação: o caminho de tijolos amarelos na educação*. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.
- FANDOM. *WikiaLiber Proeliis é uma comunidade Fandom Jogos*.
- FERREIRA, A. B. de H. *Novo Aurélio século XXI: o dicionário de língua portuguesa*. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- FILGUEIRA S.S; SOARES, B.F.H.M. O lúdico no ensino de física: elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com temas de física moderna. *In: SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XIII – Vitória- ES. Anais [...]*, 2008
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção leitura).
- GOING, L.; BOMTEMPO, Edda. *Felizes e brincalhões - Uma reflexão sobre o lúdico na educação*. Rio de Janeiro: WakDEMO, 2012.
- GONZAGA, L.A; MACETI, H.; LAUTENSCHEGUER, I.J.; LEVADA, C.L. A física dos super-heróis de quadrinhos (HQ). *Caderno de Física, UEFS*, n. 12, 2014
- GRESH, L.; WEINBERG, R. *The science of superheroes*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.
- HOLZNER, S. *Physics for Dummies*. Indiana: Wiley Publishing, 2009. 2 v.
- IMAGEM da palmada sônica do Hulk. Disponível em: <https://liberproeliis.fandom.com/pt-br/wiki/Hulk>. Acesso em: 01 dez. 2020.

JEWETT JR., John W. *Física para cientistas e engenheiros: oscilações, ondas e termodinâmica*. Tradução: Solange Aparecida Visconte; revisão técnica: Carlos Roberto Grandini. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2017.

KNIGHT, Radall. *Física 2* [recurso eletrônico]: uma abordagem estratégica. Tradução Iuri Duquia Abreu. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KYIA, M.C.; DIONIZO, P.A. O uso de jogos e de atividades lúdicas como recurso pedagógico facilitador da aprendizagem. Paraná: PDE 2014.

LUCKESI, Cipriano. Educação, ludicidade e prevenção das neuroses futuras: uma proposta pedagógica a partir da biossíntese. *Ludopedagogia*, Salvador, BA: UFBA/FACED/PPGE, 2005. v. 1.

MARTINS, J.B.; SILVA, B. *A construção da autonomia no processo educativo: o que pensam os participantes de um curso de especialização em coordenação pedagógica*. *Revista e-Curriculum*, São Paulo v.02, n.12, maio/out. 2014.

MICHAELIS moderno dicionário da língua portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, 2019.

MOREIRA, M.A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. *Revista do professor de física*, Brasília, v.1, n. 1, 2017.

NUSSENZVEIG, Herch Moysé. *Curso de física básica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

OLIVEIRA, L.M.; FERREIRA K.A. A Física e os super-heróis: uma forma divertida de falar de ciência. *Revista Ciências e ideias*, v. 9, n.03, set./dez. 2018. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/802>. Acesso em: 12 fev. 2021.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Educação. *Diretrizes Curriculares para o Ensino de Ciências*. Curitiba: SEED, 2008.

PONCIANO, S. A. T. *Astronomia: o lúdico como forma de desvendar os segredos do sistema solar e do universo no ensino de ciências*. Foz de Iguaçu: Cadernos PDE, 2013.

KNIGHT, Randall. *Dados eletrônicos*. Tradução Iuri Duquia Abreu. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

RAU, M. C. T. D. *A ludicidade na educação: uma atitude pedagógica*. 2. ed. rev. atual. e ampl. Curitiba: IbpeX, 2011. (Série Dimensões da Educação).

RIOS, M.P.P. A. o lúdico como base para o ensino-aprendizagem. *Eletrônica - Revista Científica da FASETE*, Paulo Afonso, BA, ano 7, n. 7, dez. 2013.

RODRIGUES, M.H.; PINON, J.C.; LOPES, S.S.; ALMEIDA, A.C. Ludicidade e ensino de física: desenvolvendo uma atividade lúdica sobre o movimento circular uniforme. *Caderno de física da UEFS*, n. 12, 07 mar. 2014. Física na escola v.2.

- ROSA, S. V. R. *Ludicidade no ensino de ciências*. Orientador: Rogério Carlos Vianna Coutinho. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores, 2015. 38f.
- SANTOS, Santa Marli Pires dos. *O lúdico em diferentes contextos*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- SANTOS, T.K.S. *Uso de elementos lúdicos no ensino de física: o personagem o incrível Hulk e as leis de Newton*. Monografia, Campina Grande, 2014.
- SAVIANI, D. *Escola e democracia*. 43. ed. Campinas: Autores Associados, 2018.
- SILVA, Dulciene Anjos de Andrade e. Educação e ludicidade: um diálogo com a Pedagogia. *Educar em Revista*, Curitiba, Editora UFPR, n. 56, p. 101-113, abr./jun. 2015.
- SMOLE, Kátia Cristina Stocco. *Múltiplas inteligências na prática escolar*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 1999. 80 p.; 16 cm. [Cadernos da TV Escola. Inteligências Múltiplas, ISSN 1517-2341 n.1).
- VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola. *Tópicos de física*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. v.1-2.
- VYGOTSKY, L.S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- YOUNG, Hugh D. *Física II: Termodinâmica e ondas*. Tradução Cláudia Santana Martins. Revisão técnica Adir Moyses Luiz. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.
- YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. *Física I*, Sears e Zemansky: mecânica; colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moyses Luiz. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA



POR LINDONJONSON SOUZA FEITOSA

O USO DO LÚDICO NA FÍSICA: EXPLICANDO A FÍSICA POR MEIO DOS SUPER HERÓIS

ORIENTADOR PROF.DR FERNANDO
WELLYSON DE ALENCAR SOBREIRA

"TUDO O QUE A VALE A PENA
ENSINAR, PODE SER APRESENTADO DE
MUITAS MANEIRAS DIFERENTES" GARDNER



Ensinar física sempre foi uma missão árdua e complexa para os professores. O processo de ensino e aprendizagem requer dos professores diariamente posturas, intervenções pedagógicas que tornem esse processo mais satisfatório. Não existe uma metodologia certa, pois cada turma, e mesmo cada professor tem características próprias e diferentes um dos outros, então se faz necessário que o professor esteja em constante atenção para ter a sensibilidade e usar a metodologia que o auxilie no momento de passar o conteúdo aos alunos.

Diante disso se colocar no lugar do aluno e ter essa empatia pode se mostrar uma boa alternativa dentro da perspectiva de levar o conteúdo de física. Se colocar no lugar do aluno significa vivenciar o mundo do aluno, tentar trazer esse mundo para a sala de aula, entendendo claro que cada aluno tem seu mundo próprio, porém o universo de adolescente tem aspectos comuns e se o professor conseguir encaixar esses aspectos isso se mostra uma boa saída. Mostrar que a física está presente no mundo dele mesmo em situações em que ele jamais pensaria ter física.

Essa é a ideia desse, inserir os conceitos de física aliado a algo do universo do aluno, do seu cotidiano, algo que seja sobretudo prazeroso. Unir a física com personagens do cinema e dos quadrinhos é uma forma interessante de levar a física misturando os poderes e ações dos heróis com os devidos conceitos físicos.

Abordar uma cena e nela discutir os aspectos físicos, pode se mostrar uma boa solução para despertar o interesse dos alunos mesmo que isso seja num momento específico, o importante é que nesse momento ele discuta e consiga absorver aquilo que foi passado pelo professor.

Como dito antes não é fácil encontrar um processo, uma metodologia a ser usado porém é fundamental que o professor esteja aberto a enxergar e praticar intervenções que possam levar ao melhor resultado no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, que o aluno consiga compreender os conceitos físicos e assimila-los inclusive no seu cotidiano.

Todo ser humano tem uma combinação única de inteligência. Este é o desafio educacional fundamental: estimular cada aluno de maneira personalizada

Howard Gardner

COMO USAR ESSE PRODUTO?

Esse produto é composto de mais de 100 questões de cinco temas diferentes, onde a temática é o uso de personagens de cinema e dos quadrinhos para exemplificar conceitos, leis, teorias no âmbito do ensino de física, por meio de questões. Dentro do universo dessas questões, algumas delas foram elaboradas pelos alunos, de forma que essa iniciativa ajuda no processo de ensino e aprendizagem. Essa iniciativa torna o aluno mais protagonista, pois a interpretação sobre o conceito físico é demonstrada na elaboração da questão e por meio dela o professor pode também compreender o nível de aprendizagem desse aluno. Na imagem abaixo você verá o quantitativo e os temas contidos nesse produto.

MNPEF PRODUTO EDUCACIONAL
EXPLICANDO A FÍSICA POR MEIO DOS SUPER HERÓIS

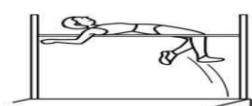


TEMA: CINEMÁTICA

São 24 questões envolvendo, MRU, MRUV, movimentos circulares e lançamentos

TEMA: FORÇA

São 25 questões que abordam, peso, atrito, centrípeta, elástica etc.

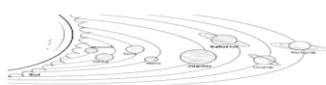


TEMA: ENERGIA

São 23 questões, sobre conservação de energia, e as diversas modalidades de energia.

TEMA: HIDROSTÁTICA

São 17 questões envolvendo pressão, densidade, empuxo e os conceitos relativos aos fluidos.



TEMA: MECÂNICA CELESTE

São 16 questões sobre o tema contendo leis de Kepler, campo gravitacional e força gravitacional.

Colocar nome da imagem: lessa

A ideia do produto educacional é que o professor o utilize como dito anteriormente como uma ferramenta auxiliar para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Mas como qualquer ferramenta ou metodologia de ensino seu uso é pessoal, cabendo ao professor que for utilizar aplicá-lo da forma mais adequada.

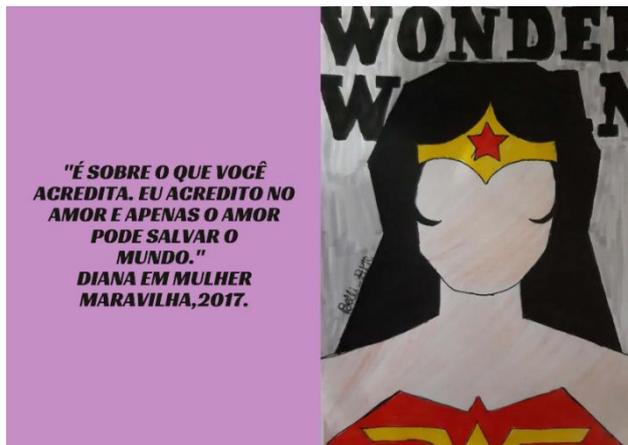
No entanto algumas sugestões podem ser dadas de modo que o professor tenha mais alternativas para a utilização do produto. Por ser um livro de questões, seu uso pode ser por exemplo como utilização de algumas questões dentro de uma prova, ou alguma atividade avaliativa, despertando assim no aluno a curiosidade em saber o que a física e um herói por exemplo tem em comum.



CAPÍTULO 1: HERÓIS EM MOVIMENTO

**DIARIAMENTE ESTAMOS FAZENDO OU SOFREND
ALGUM TIPO DE MOVIMENTO. SEJA NUMA
BRINCADEIRA, SEJA NUM DESLOCAMENTO PARA O
TRABALHO, ESCOLA, O MOVIMENTO ESTÁ IN
EM NOSSO COTIDIANO. MUITOS HERÓIS
TÊM NA CINEMÁTICA SUA PRINCIPAL APLIC
CASO DO FLASH OU DE MERCÚRIO QUE
POSSUEM CAPACIDADE DE ALCANÇAR ATÉ
ACREDITEM, A VELOCIDADE DA LUZ OU MESMO
ESPANTO DE GERAL, ULTRAPASSAR. VAMOS
ANALISAR COMO OS CONCEITOS DA
CINEMÁTICA SE ENCAIXAM NO UNIVERSO
HERÓIS.**

MULHER MARAVILHA



**"É SOBRE O QUE VOCÊ
ACREDITA. EU ACREDITO NO
AMOR E APENAS O AMOR
PODE SALVAR O
MUNDO."
DIANA EM MULHER
MARAVILHA, 2017.**

Nascida Diana princesa de Themyscira, uma guerreira amazona de uma remota ilha na Grécia. Quando passa a conviver com os humanos, vira a Mulher Maravilha combatendo o mal e virando um ícone feminista. Cofundadora da liga da justiça é uma das personagens mais queridas e com os recentes filmes sua popularidade aumentou. Mas o que essa heroína tem de especial? E o que isso tem a ver com a física? Primeiramente ela pode

voar, possui super força, super velocidade. No desenho animado dos anos 80, ela possuía um jato invisível que milagrosamente só ela podia ver. Seu laço, conhecido como laço da verdade faz com que a pessoa presa por ele tenha que dizer a verdade. Possui alto fator de cura e uma durabilidade quando está em luta. Ela possui uns braceletes que disparam umas descargas elétricas, outra coisa não tão vistas nos filmes, mas nos quadrinhos muito usada é uma tiara que funciona como um bumerangue batendo nos bandidos. E pasmem, até um brinco que a ajuda a respirar em situações difíceis. Além desses ela possui outros poderes menos relevantes do ponto de vista físico como sentimentos aguçados, sabedoria divina e uma beleza incomparável. Podemos então observar que os poderes de nossa musa e heroína podem ser explicados ou negados sobretudo pela cinemática e dinâmica. Por exemplo como você explica se é ou não possível que ela consiga voar? Como as leis de Newton pode ajudar ou não nesse sentido? E sua super força, seria uma força resultante, ou força qualquer? Aprofundando mais um pouco temos conceitos de ondulatória para explicar o jato invisível ou eletrodinâmica para entender as possíveis descargas elétricas dos braceletes. Essa personagem ainda pode ser usada em projetos interdisciplinares envolvendo as disciplinas de história, biologia, química e sociologia.

01) Certamente a Mulher Maravilha é no universo dos quadrinhos a heroína mais conhecida e admirada. Sua história é rica em mitologia além de servir como ícone feminino. No seu primeiro filme solo, sucesso de bilheteria e crítica, Gal Gadot brilha com sua voz rouca e sua beleza judia, sendo perfeita para o papel. Em certa cena nossa heroína encontra-se no alto de um penhasco quando ver um avião caindo no mar, se você viu o filme já sabe que ela se joga ao mar pulando do alto do penhasco em que se encontra. Considere que ao se jogar nossa heroína tenha feito com uma velocidade inicial de 15 m/s e que os efeitos do ar são tão pequenos que podem ser desconsiderados, marque a alternativa que indica a altura do penhasco na qual ela saltou sabendo que levou exatos 2 segundos para atingir a água. use $g=10 \text{ m/s}^2$.
a) 100m b) 80m c) 50m d) 20m e) 10m

02) O vilão Thanos, obcecado pelas joias do infinito, foi capaz de sacrificar sua filha adotiva Gamora, que segundo ele, era a única pessoa que ele amava no mundo inteiro. Quando chegam no planeta Vormir, o Caveira Vermelha guardião da joia da alma diz o que é preciso para consegui-la, bom o resultado todos nós sabemos. Considerando que

o penhasco em que se encontravam tenha uma altura de 800 metros e que ao soltar Gamora ela caia em queda livre, assinale a opção correta que indica o valor da aceleração gravitacional do planeta Vormir, sabendo que ela leva infelizes 10 segundos para cair.

- a) 10 m/s^2 b) 20 m/s^2 c) 18 m/s^2 d) 16 m/s^2 e) 6 m/s^2

03) ENEM 2009 O Super-homem e as leis do movimento

Uma das razões para pensar sobre a física dos super-heróis é, acima de tudo, uma forma divertida de explorar muitos fenômenos físicos interessantes, desde fenômenos corriqueiros até eventos considerados fantásticos. A figura seguinte mostra o Super-homem lançando-se no espaço para chegar ao topo de um prédio de altura H . Seria possível admitir que com seus superpoderes ele estaria voando com propulsão própria, mas considere que ele tenha dado um forte salto.



Neste caso, sua velocidade final no ponto mais alto do salto deve ser zero, caso contrário, ele continuaria subindo. Sendo g a aceleração da gravidade, a relação entre a velocidade inicial do Super-homem e a altura atingida é dada por: $v^2 = 2gh$. A altura que o Super-homem alcança em seu salto depende do quadrado de sua velocidade inicial porque:

- a) a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar ao quadrado.
b) o tempo que ele permanece no ar é diretamente proporcional à aceleração da gravidade e essa é diretamente proporcional à velocidade.

c) o tempo que ele permanece no ar é inversamente proporcional à aceleração da gravidade e essa é inversamente proporcional à velocidade média.

d) a aceleração do movimento deve ser elevada ao quadrado, pois existem duas acelerações envolvidas: a aceleração da gravidade e a aceleração do salto.

e) a altura do pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar, e esse tempo também depende da sua velocidade inicial.

04) A imagem ao lado lembra uma das cenas mais marcantes do filme O Espetacular Homem Aranha 2 (Sony Pictures 2014), na qual a bela Gwen Stacy morre. Confesso que esse professor ficou triste, embora fã de quadrinhos já sabia que isso ia acontecer. Na cena ela cai de uma certa altura e nosso herói ao mesmo tempo que luta com o Duende Verde tenta salvá-la. Todo esforço foi em vão, a física não perdoa e a tentativa de salvamento violou as leis da física infelizmente. Suponha que nossa linda personagem tivesse caído de uma altura de 80 metros partindo do repouso acima do chão e que a resistência do ar fosse totalmente desprezível, assinale a opção que indica o tempo de queda e a velocidade final dela: Use $g=10 \text{ m/s}^2$



Fonte: Fesak 2008

- a) 4s e 40 m/s b) 2s e 30 m/s c) 10s e 100 m/s d) 5s e 50 m/s e) 1s e 10 m/s

05) Nascido em Wundagore, a base do vilão Alto Evolucionário, Pietro Maximoff foi criado com sua irmã gêmea, Wanda, que viria a se tornar a Feiticeira Escarlata. Ainda enquanto era um bebê, Pietro foi sequestrado, bem como sua irmã Wanda, pelo Alto Evolucionário e levados secretamente para a base do vilão. Lá, ele fez experimentos com os dois meninos, lhes dando poderes especiais. Porém, ele estava extremamente decepcionado com os resultados e, por conta disso, devolveu-os. O Mercúrio, em sua melhor capacidade, desliza no espaço em uma velocidade de mach 5, ou seja, cinco vezes a velocidade do som. Considere que no filme *X-Men: Dias de um Futuro Esquecido* (20th Century Fox 2014) Mercúrio vai entrar na mansão X e salvar os moradores de uma terrível explosão, supondo que ele mantenha a velocidade citada no texto de forma constante e que uma pessoa que será salva se encontra a 800 metros dele estando ele fora da casa, marque a alternativa que indica a alternativa correta para o tempo que nosso herói leva para retirar a pessoa da casa: Considere que $1\text{ mach} = 340,0\text{ m/s}$

- a) 2,35 milésimos de segundos b) $235\mu\text{s}$ c) 0,47s d) 0,94s e) 0,235 s

06) O Capitão América tem em seu escudo uma arma poderosa. Feito de vibranium ele é resistente a quase tudo, protegendo-o de ataques de tanques, bombas entre outros. Quando está em uma luta é comum vermos o Capitão jogando seu escudo contra os adversários e as vezes o escudo sai batendo em vários bandidos como se fosse um pebolim. Observe as imagens abaixo:



Fonte: Knigth 2011

A figura mostra uma cena em que nosso herói luta com dois vilões da Hidra, e a imagem ao lado faz uma suposição em relação as distâncias entre ele e os vilões. Tomando a imagem como referência assinale a opção que indica o valor do vetor deslocamento do escudo ao sair da mão do Capitão, bater no vilão 1, bater no vilão 2 e em seguida retornar a sua mão:

- a) 50m b) 10m c) zero d) 70m e) impossível calcular sem conhecer a distância entre eles

HOMEM DE FERRO



Gênio, bilionário, playboy, filantropo essa frase durante muito tempo exemplificou Tony Stark, mas depois de *The End* certamente entrou para a história, não como arrogante, mas como aquele que salvou a humanidade de Thanos. Tony não herdou apenas a fortuna de seu pai, mas também a sua inteligência sobretudo na área de tecnologia.

Fabricante de armas as vendas para quem pudesse pagar, num incidente em uma de suas vendas é salvo por meio de um mini reator em seu peito, daí em diante sua vida muda radicalmente. Membro fundador dos Vingadores, seus feitos são extraordinários e tem uma legião de fãs, tanto que em Guerra Civil ficou claro a divisão dos fãs pelo seu vingador preferido. Como é um gênio podemos dizer que ele tenta usar a ciência a seu favor, tentando não violar os conceitos. Mas claro que podemos analisar se realmente isso acontece, por exemplo o reator em seu peito seria possível? E quando ele voa, usando seus jatos que saem das mãos e pés tornam possível seu voo?

Nosso herói trouxe o que hoje começa a ser torna comum que é a inteligência artificial, com seu programa Jarvis e a realidade ampliada. Suas armaduras são cada vez mais tecnológicas e cheias de surpresas, construí um sistema espacial de defesa que ele deixa para o Homem Aranha após sua morte. Do ponto de vista físico o Homem de Ferro pode ser analisado por meio da mecânica, passando pela física quântica e nuclear. Ainda pode ser analisado pelos aspectos da biologia, química.

“Essa é a razão. Isso que faz um herói, não? Parte da jornada é o fim.”
– Vingadores: Ultimato, 2019.

- 07) (CEFET-RJ 2018) Um dos membros mais famosos dos *Vingadores* é Tony Stark, o *Homem de Ferro*. Apesar de superinteligente, Tony Stark é uma pessoa comum e torna-se um super-herói apenas por conta de uma poderosa armadura e de um fictício *reator ARC* preso ao peito. Nas pernas e mãos da armadura do Homem de Ferro existem alguns jatos propulsores que, utilizando energia gerada pelo reator ARC, podem acelerá-lo do repouso até a velocidade de 450 km/h em 5 segundos. Sabendo que uma pessoa comum desmaia quando submetida a acelerações acima de 5g (cinco vezes a aceleração da gravidade da Terra) e que $g = 10 \text{ m/s}^2$, Tony Stark
- desmaiaria com tal aceleração que é de exatos 90 m/s^2 .
 - desmaiaria com tal aceleração que é de exatos 50 m/s^2 .
 - suportaria tal aceleração que é de exatos 25 m/s^2 .
 - suportaria tal aceleração que é de exatos 10 m/s^2 .
 - desmaiaria com tal aceleração que é de exatos 2 m/s^2 .

08) Thor é um Deus da mitologia nórdica que usa seu martelo para voar entre outras coisas. Vasculhando a internet e o mundo dos fãs, encontramos as medidas para o martelo, conforme a figura abaixo:



Fonte: Vilela 2020

Suponha que para voar, Thor necessite de girar seu martelo 80 vezes em 1 minuto segurando pela extremidade e que o movimento se dê com velocidade uniforme, assinale o item que contém o valor da velocidade angular e da velocidade escalar de voo do Thor: use $\pi=3$.

a) 8 rad/s e 1,6 m/s b) 6 rad/s e 12 m/s c) 10 rad/s e 6 m/s d) 8 rad/s e 48 m/s

THE FLASH

Ao longo de sua existencia, quatro personagens foram Flash, sendo que Barry Allen ficou sendo o mais famoso. Nessa versão que também virou uma série de tv com muito sucesso, ele adquire seus poderes após um raio cair em seu laboratório gerando explosões de produtos químicos sendo ele atingido e o resto você já sabe.

Seu grande poder é a sua super velocidade, entenda que é super mesmo porque muitas vezes consegue superar a velocidade da luz, que segundo os postulados de Einstein a velocidade da luz é a maior velocidade para qualquer corpo e portanto não pode ter nada mais rápido do que a luz.



Fonte: Justin M 2013

Então de cara você percebe que nosso amigo viola as leis físicas. Mas não é só nesse caso, um de seus grandes golpes é o soco de massa infinita, eu para existir ele teria que ter uma massa em movimento infinita o que só é possível se ele tivesse ou ultrapassasse a velocidade da luz, como dito acima isso é impossível. Portanto Flash pode ser analisado pela cinemática e dinâmica e pela física moderna. Um bom exemplo é o conceito de atrito, até que ponto o atrito é importante para ele? Ou ainda ele é capaz de correr sobre a superfície da água, como isso poderia

ser possível?

E por fim em episódios do seriado e também dos quadrinhos é comum ele viajar no tempo, ir a outras dimensões com sua super velocidade. O que diz a ciência sobre viagem no tempo? E você acredita que é possível viajar para o futuro ou passado?

Não interessa se você é o garoto mais lento da turma, ou o homem mais rápido do mundo, todos nós estamos correndo. Correndo de algo, correndo para algo ou para

alguém. E não interessa o quão rápido você é, existem coisas de que nunca vai conseguir fugir. Algumas coisas sempre vão pegar você.

Barry Allen- Série The Flash

09) Flash adquiriu seus poderes em um acidente num laboratório. Seu poder é a super velocidade e muitas vezes superando a velocidade da luz. Sabemos também que ele quebra muitas vezes as leis físicas. Sobre esse personagem e as leis da física, assinale o correto:

- a) Por conseguir valores elevados para a velocidade, não existe referencial no qual esteja em repouso.
- b) Viola os conceitos baseados em Newton, que dizia não haver limite para a velocidade de um corpo.
- c) Com base na equação de Torricelli, quanto maior for velocidade do Flash, menor será o tempo e a desaceleração.
- d) Com base nos postulados de Einstein, Flash não poderia fazer algumas de suas façanhas, pois não existe corpo que supera a velocidade da luz.

10) Lançado em 27 de abril de 2012 produzido pelos estúdios Marvel e Disney, embora não seja o primeiro filme do universo Marvel, é sem dúvida o divisor de águas em relação ao universo Marvel e o público em geral. Com quase 2 bilhões de dólares de arrecadação, inicia uma trilogia de sucesso que protagonizaram cenas marcantes e inesquecíveis. Em uma dessas cenas o homem de ferro leva uma bomba voando pelos céus em direção a nave dos Chitauris para impedir uma invasão maior ainda em Nova York e claro no resto do mundo. Conseguiu esse feito, porém ao lançar a bomba em direção a nave inimiga ele desmaia e cai aproximadamente de uma altura igual a 38km sendo salvo por Hulk antes de tocar o chão. Mas isso não é só ficção em 2014 um cientista da computação, e não esportista profissional Alan Eustace quebrou o recorde mundial de queda livre ao saltar de um balão a cerca de 41 quilômetros de altura, na estratosfera terrestre. Considerando que as duas quedas tenham sido livres da resistência do ar e que $g=10\text{m/s}^2$, assinale a opção que indica aproximadamente o tempo de queda para o Homem de Ferro e para Alan. Considere que o tempo em que o Hulk salva o homem de ferro é muito pequeno e, portanto, desprezível e ainda que as duas quedas tenham sido totalmente em queda livre (na prática não é).

- a) 20s e 40s b) 1 min e 15 min c) 10s e 600s d) 91s e 87s e) 10 min e 40 min

11) Em Vingadores Guerra Infinita (Marvel Studios 2018) Thor precisa de uma nova arma pois seu martelo foi destruído em Ragnarok. Ele viaja até o planeta Nidavellir e encontra o anão Eitri que diz que só não faria a arma pois a estrela que liga a fornalha está apagada. Thor desesperado e cheio de raiva de Thanos, decide ele mesmo girar a estrela para reacender a fornalha e assim ter uma nova arma. Considere que a estrela seja um aro circular de raio igual a 20 metros e que Thor execute três voltas em um minuto a opção que indica a velocidade angular, o período e a velocidade linear da estrela em unidades do SI é:

- a) $w= 0,2\text{rad/s}$, $T= 20\text{s}$ e $v= 6\pi \text{ m/s}$
- b) $w= 0,3\text{rad/s}$, $T= 30\text{s}$ e $v= 3 \text{ m/s}$
- c) $w= 0,1\pi\text{rad/s}$, $T= 20\text{s}$ e $v= 2\pi\text{m/s}$
- d) $w= 0,4 \text{ rad/s}$, $T= 60\text{s}$ e $v= 6 \text{ m/s}$
- e) $w= 0,3\pi\text{rad/s}$, $T= 60\text{s}$ e $v= 6\pi \text{ m/s}$

SON GOKU

O que falar desse cara? Simplesmente sensacional. Esse cara é um extraterrestre da raça dos Sayajins e que foi capaz de feitos inimagináveis. Quem não lembra da saga contra Freeza e da lendária luta contra Cell?

Goku é sem dúvida no mundo do anime e mangás um sucesso estrondoso tanto que seu último filme exibido arrecadou mais de 12 vezes o orçamento inicial.

Se deixar morrer para salvar seu filho, depois volta para vencer e salvar a todos é digno de aplausos.

Seus golpes são famosos sendo o Kamehameha e a Genki Dama os mais conhecidos.



Fonte: Pereira 2019

Mas não é só isso né, nosso ídolo pode voar, se teletransportar e se comunicar a distância.

Podemos resumir Goku numa palavra: Energia. Seus golpes e quase tudo o que faz tenha a energia no meio, tanto eu seu apetite voraz é exatamente para ter energia suficiente para executar seus golpes.

Tentando explicar Goku baseando-se na física, temos que a conversão de energia é possível, porém lançar as descargas que ele lança já é demais. Seu voo também viola as leis físicas, bem como seu teletransporte.

A física quântica pode entrar em ação e explicar

alguns feitos deles e de seus amigos, como por exemplo suas transformações de nível Sayajin.

O universo de Dragon Ball pode ser trabalho também pelas disciplinas de história, biologia, química.

As pessoas fortes não derrubam as outras, elas ajudam-nas a se erguerem. Goku em Saga Majin Boo....

12) Caminho da Serpente é uma estrada estreita de um milhão de quilômetros, localizada no Outro Mundo, em cima do Inferno, que leva do Palácio de Enma Daioh até o Planeta do Senhor Kaioh, e é o único método de chegar lá (além de Teletransporte). Por causa de seu comprimento, **Goku levou 177 dias** para chegar ao fim (pois o Senhor Kaioh disse que os Sayajins chegariam em 158 dias, e os levou onze meses no total). Se alguém cair do Caminho da Serpente, eles passam por uma fina camada de nuvens (é revelado que as nuvens são comestíveis) e então caem no Inferno. Também é o lar da Princesa Serpente, uma personagem que se apaixona por Goku e tenta não deixá-lo sair de seu palácio. Considerando que Goku possuía uma velocidade constante, determine o valor dessa velocidade em km/h:

a) 1200 b) 800 c) 400 d) 235 e) 150

13) Contribuição dos alunos:

Pedro Viana, Enzo Moura, Paulo Cesar, Samya Castro, Gabriele Nogueira e Súrya Sena do Colégio Master

Durante uma briga Hulk é largado de uma aeronave e cai em queda livre, em direção ao chão, durante 40 segundos. Considerando a gravidade igual a 10 m/s^2 , defina o valor da velocidade com que nosso herói verde toca o chão. m/s

a) 400 m/s b) 300 m/s c) 200 m/s d) 100 m/s

14) Contribuição dos alunos:

Anna Beatriz, Karynne Honorato e Micaele Rebeca do (Colégio CACD).

A Mulher Maravilha é uma heroína, conhecida por sua grande força e velocidade. Para acertar um velho que roubava doces de uma criança, ela joga sua tiara, que desempenha um movimento circular em torno dela própria até colidir com o malfeitor. A tiara realiza três rotações por segundos. Qual a sua velocidade linear aproximadamente, sabendo que raio da tiara mede 6 cm? Use $\pi=3$.

a) 4 km/h b) 10km/h c) 4 m/s d) 10 m/s e) 3 m/s

SUPER HOMEM

Nascido Kal-El no planeta Krypton virou Clark Kent na cidade de Metrópoles, mas ele é mais conhecido como o homem de aço, o Super Homem.

Seria mais fácil falarmos em alguma fraqueza desse herói que são poucas por sinal, porque de poderes podemos dizer que é quase imbatível nesse quesito.

A lista é grande, força, voar, visão de raio-x, sopro gelado, visão térmica, imune a balas, bombas atômicas, enfim o cara é demais. Mas porque ele é assim?

Bom a física ajuda a entender o que pode ou não ser verdade.

Por exemplo segundo a própria DC a gravidade no planeta natal dele é maior do que a gravidade na Terra, então a mudança de planeta

pode afetar sua força, ou ainda o sol amarelo nosso

mexer com ele de forma a aumentar seus poderes,

então a frequência do amarelo gera uma energia

que para ele faz bem. Mas nem tudo são flores, seu

voo conforme vemos nos filmes é impossível,

lançar raios de seus olhos mais ainda. E para não

dizer que não medo de nada, um objeto verde de

seu planeta natal é capaz de matá-lo a kryptonita.

Mais uma vez as ciências da natureza podem ser

usadas para explicar esse herói. Do ponto de vista

da física, a mecânica, termodinâmica, ondulatória, e a física quântica se relacionam a algum poder do Super Homem.



Fonte: Santos 2020

Há um super-herói em todos nós, só precisamos da coragem para colocar a capa.

Clark Kent- Super Homem

15) Contribuição dos alunos:

Kamille Gomes, Maria Bantim, Letycia Vale, Rafaela Linhares, Lutécio Maia e Paulo Sérgio, do Colégio Master.

Aplicando conceitos físicos universais, é possível descobrir que o poder de super audição do Super Homem não seria possível na vida real. Considere a seguinte situação hipotética: Uma pessoa distraída cai de um prédio de uma altura igual a 80 metros supondo em queda livre na cidade de Barcelona, nosso herói se encontra na cidade de Metrópoles distante 8780 km de Barcelona. Considerando que a velocidade do som no

ar seja de 1224 km/h, é possível que ele salve a pessoa antes de tocar no solo ouvindo seu grito de socorro? Justifique por meio de cálculos.

16) Contribuição dos alunos:

Brenno Rocha, Gabriel Levi, Julia Ramos, Ana Beatriz Leite e Antônio Fernandes, do Colégio Master

Em um episódio de Dragon Ball, Kuririn querendo testar os reflexos de Goku, resolve arremessar uma pedra na direção dele enquanto Goku tirava um cochilo. Considerando que a pedra faz um arco de parábola de ângulo θ na sua trajetória, que o nível do lançamento coincide com o da cabeça de Goku e que a pedra saiu com uma velocidade de 36 km/h, calcule a distância que a pedra percorreu até a cabeça de Goku.

Dados: $g=10 \text{ m/s}^2$, $\text{sen } \theta=0,8$ e $\text{cos } \theta=0,6$

a) 3,2m b) 1,6m c) 9,6m d) 7,6m e) 4,5m

17) Contribuição dos alunos:

Ana Beatriz Andrade, Mariana, Angélica, Eduarda Ferreira, Fernanda, Caio Erik e Arthur do Colégio Master

Na casa de Peixes ocorreu uma luta entre Aiolos de Sagitário e o cavaleiro negro até então desconhecido de todos. Depois de dois dias intensos de luta, eles estão exaustos então Aiolos decide usar sua flecha da justiça e acabar com a luta. Sabendo que o ângulo de lançamento da flecha é de 30° e que ela sai do arco a 20 m/s, calcule o tempo total que a flecha percorre até acertar o inimigo. Considere que o nível do lançamento e a parte em que toca o inimigo seja o mesmo. Use $g=10 \text{ m/s}^2$.

18) <http://pedroterra.rio/onewebmedia/Questões%20star%20wars.pdf>

Millennium Falcon, famosa nave do caçador de recompensas Han Solo, ergue-se do solo de Tatooine com aceleração vertical de $2,0 \text{ m/s}^2$. Sabe-se que a aceleração da gravidade em Tatooine é de 10 m/s^2 . Em outra ocasião, a mesma nave parte da lua de Endor, onde a gravidade é de $8,5 \text{ m/s}^2$, de tal forma que a força exercida pelo efeito de propulsão dos motores sobre a nave é a mesma. Determine a aceleração vertical com que se ergue a nave neste caso. Despreze qualquer efeito resistivo.

a) $0,5 \text{ m/s}^2$ b) $1,7 \text{ m/s}^2$ c) $2,0 \text{ m/s}^2$ d) $2,5 \text{ m/s}^2$ e) $3,5 \text{ m/s}^2$

19) Contribuição dos alunos:

Maria Fernanda, Alicia, Letícia, Rayra, Levi e Gabriel do Colégio Master

Em uma disputa para ver quem arremessa uma pedra mais longe, Goten e Trunks lançam suas pedras com a mesma velocidade sendo que Goten o faz com um ângulo de 45° e Trunks com um ângulo de 40° . Considerando os efeitos do ar desprezíveis, justifique qual dos dois amigos lançou a pedra mais longe. Na vida real, o resultado seria o mesmo?

20) (CEFET- RJ 2018) O Incrível Hulk é um dos heróis mais poderosos do universo tendo força, agilidade, velocidade e resistências sobre-humanas! O personagem criado nos anos 60 faz uma alusão ao conto clássico: *O médico e o Monstro*. O Dr. Bruce Banner, após passar por experiências com radiação gama, adquire a faculdade de se transformar num enorme monstro verde todas as vezes que se enfurece. Uma das habilidades do Hulk é poder lançar-se verticalmente, a partir do solo, e atingir grande altura. Imaginemos que o Hulk dê um desses saltos numa região na qual a resistência aerodinâmica possa ser desprezada e que a gravidade tenha o valor de 10 m/s^2 . Neste salto, ele atinge a altura máxima de 2,0 km. Podemos afirmar que a velocidade com que

Hulk saiu do solo foi de incríveis.

a) 20 km/h. b) 20 m/s. c) 200 km/h. d) 200 m/s.

21) Contribuição dos alunos:

Beatriz Viana, Karynne Castelo Branco e Micaelli Rebeca do colégio CACD.

Você deve conhecer Clint Barton, mas e o Gavião Arqueiro? Pois para seu espanto trata-se da mesma pessoa. Devido ao sucesso da franquia Vingadores, ficou conhecido como Barton, já nos quadrinhos o nome Gavião é bem mais conhecido. Seu arco é ultra tecnológico, tendo bombas, cordas entre outras peripécias. Considere que ele atire uma flecha obliquamente e que a resistência do ar é desprezível:

I- No ponto mais alto da trajetória a aceleração da flecha é nula.

II- Em qualquer ponto a direção e o sentido da força resultante são sempre os mesmos.

III- A massa da flecha deve ser muito pequena para que se possa alcançar grandes distâncias.

- a) Somente I e II são verdadeiras.
- b) Somente a III é verdadeira
- c) todas são verdadeiras
- d) todas são falsas
- e) Somente II e III são verdadeiras.

22) Você sabe que The Flash é mais rápido que imediatamente. Ele consegue estando parado totalmente, acelerar tão absurdamente que fica impossível vê-lo em movimento. Sobre o tipo de movimento que The Flash faz na situação citada é correto que:

- a) esse movimento uniforme.
- b) o gráfico da velocidade pelo tempo determine o deslocamento feito pelo Flash.
- c) quanto maior for a aceleração do Flash menor será a distância percorrida.
- d) esse movimento é retilíneo uniformemente variado retrogrado.
- e) não vê-lo significa que sua velocidade é tão pequena que nos olhos não conseguem captar sua imagem.

23) Analise a imagem abaixo com cuidado:



Fonte: Dragonarte 2018

Considerando que tanto Flash como o Papa Léguas estejam se movendo com velocidade constante, é correto que:

- a) Tanto Flash como o Coyote estão em movimento um para o outro.
- b) Para conseguir escapar, Papa Léguas deve obrigatoriamente ter velocidade maior que o Flash.
- c) Não existe nenhum referencial no qual Flash esteja em repouso.
- d) O Coyote está em movimento em relação ao Papa Léguas, mas em repouso em relação ao Flash.
- e) Para conseguir pegar o Papa Léguas, Flash deve aumentar sua posição em relação ao tempo da mesma forma que o Papa Léguas.

24) Contribuição dos alunos:

Pedro Holanda, Daiana Pacheco, Rachel Barbosa do colégio CACD.

Usando um método matemático para descobrir a real velocidade do Sonic nos videogames

Táí uma notícia que vai deixar todo mundo ouriçado! Háááá... Ok, desculpem.

Mas agora podemos afirmar matematicamente qual é a velocidade máxima que o Sonic pode atingir nos games: 288 km/h. E isso no jogo no qual ele é mais rápido.

Nas primeiras versões ele é bem mais lento.

Sobre a velocidade do personagem, podemos afirmar que:

- a) essa velocidade equivale a 100 m/s
- b) essa velocidade é certamente a velocidade média.
- c) como esse valor é a maior atingida segundo o texto, então a velocidade média é menor que esse valor.
- d) convertendo esse valor para uma unidade no SI temos 0,8cm/s.

Sócrates: *A natureza do movimento parece ser a questão com a qual iniciamos.*

Platão, 375 a.C.



CAPÍTULO 2 EU TENHO A FORÇA

HERÓI DOS ANOS 80, HE MAN ERA MUITO FORTE, PORÉM PARECIA DESCONHECER AS LEIS DA FÍSICA, SOBRETUDO QUANDO DIZIA AS PALAVRAS MÁGICAS. O CONCEITO DE FORÇA É SEM DÚVIDA UM DOS MAIS PRESENTES NO UNIVERSO DOS HERÓIS, SEJA NOS QUADRINHOS OU NO CINEMA. LEVANTAR CARROS, SOCOS PODEROSOS, ATÉ USAR A FORÇA PARA MUDAR A ROTAÇÃO DA TERRA, ACREDITE!

EMBORA NA IMENSA MAIORIA AS LEIS FÍSICAS SEJAM VIOLADAS POR NOSSOS HERÓIS, PODEMOS USAR TAIS SITUAÇÕES PARA QUE O ALUNO CONHEÇA OS CONCEITOS E APLICAÇÕES DA FORÇA COM BASE NAS LEIS DE NEWTON E DEMAIS CONCEITOS. ENTENDER ONDE ESTÁ O ERRO TAMBÉM É UMA FORMA DE ENTENDER O CERTO, ENTÃO VAMOS TRABALHAR E QUE A MASSA VEZES A ACELERAÇÃO ESTEJA COM VOCÊ.

HULK



Fonte: Martins 2020

Nos anos 80 uma série de tv foi muito famosa, o incrível Hulk. Contava a história do cientista Bruce Banner que ao sofrer um acidente ficou exposto a altas doses de radiação gama e então se transformou num monstro. Nas histórias originais basta que Bruce fique com raiva então ele vira o Hulk, mas recentemente vimos que não é bem assim.

Nosso herói é sinônimo de força. Seus feitos tanto nos quadrinhos quanto nos filmes são espetaculares por exemplo em certo quadrinho ele consegue suportar uma explosão de uma supernova, ou ainda destrói um planeta

ou melhor parte ao meio. Hulk é um parto cheio para se estudar física, seu principal poder a força é uma das grandezas mais fundamentais não só da física, mas como das ciências como um todo. Ele também apresenta um golpe chamado palmada sônica e consegue efetuar pulos impossíveis para o ser humano comum. Além disso Hulk possui um dos maiores fatores de cura do universo dos quadrinhos, tanto que uma vez o Wolverine é engolido pelo Hulk e com suas garras rasga a barriga dele e consegue sair, no entanto instantes depois Hulk está novinho em folha.

Ainda é possível analisar a radiação gama como uma onda eletromagnética e todas as suas relações.

HULK PRONTO PARA LUTAR...VAMOS LÁ ESMAGAR!"

01) Falando de força não tem como não falar no personagem Hulk que tem essa grandeza física como o seu maior poder. Em um acidente em seu laboratório ele foi bombardeado por radiação gama e quando se irrita vira um monstro verde de grande força. Nos quadrinhos ele tem feitos extraordinários, que até violam as leis físicas. Num desses feitos durante as Guerras Secretas, o Homem Molecular, arremessa uma montanha (isso mesmo, uma montanha) de 150 bilhões de toneladas sobre os heróis o que seria o seu fim. Por sorte o Hulk se coloca no caminho e segura a montanha, salvando a vida e impressionando a todos os heróis.

De acordo com o texto acima, a força que o Hulk coloca para segurar a montanha em N é da ordem de:

a) 10^{11} b) 10^{12} c) 10^{10} d) 10^9 e) 10^8

02) Uma das teorias mais comentadas do universo dos heróis é sobre o martelo de Thor. Quanto pesa? Quem pode levá-lo? Segundo a mitologia nórdica, um feitiço feito por seu pai Odin, diz que só quem é digno pode levantar e possuir o martelo e seus poderes. Em Vingadores Era de Ultron (Marvel Studios 2015) uma cena foi muito comentada pelos fãs. Thor coloca seu martelo sobre uma mesa e desafia quem pode levá-lo. O resultado todos sabemos né? A figura abaixo mostra o martelo de Thor sobre uma mesa:



Fonte: Maes 2014

Com bases nas leis de Newton e suas aplicações e analisando a imagem, assinale a opção correta:

- No martelo atuam duas forças, uma com sentido vertical para baixo, chamada de peso e outra com sentido vertical para cima, chamada tração.
- A normal da mesa no martelo e o peso formam um par de ação e reação.
- Se ninguém conseguir levantar o martelo significa que nele não atuam nenhuma força.
- A normal no martelo é uma força de superfície, perpendicular a mesma.
- a lei de inércia não é aplicada ao martelo, pois o martelo tem um peso infinito.

HOMEM ARANHA

Sem dúvida nenhuma é um dos personagens mais carismáticos seja nos quadrinhos seja no cinema. Picado por uma aranha modificada geneticamente acaba adquirindo poderes. Mas ao mesmo tempo que esses poderes são fascinantes Peter Parker tem que lida com vida de acadêmico, a morte trágica do tio e seu amor não correspondido por Mary Jane. Sucesso no cinema com quase dez filmes, entrou de vez no hall dos grandes personagens ao se unir aos Vingadores no MCU.

Uma característica marcante dele é que é dotado de grande inteligência o que faz com que por exemplo em algumas versões ele construa suas próprias teias, ou use de sua capacidade cognitiva para derrotar os vilões, que não são poucos.

A física está presente em quase tudo nesse nosso querido herói, quando ele escala um prédio ele precisa do atrito entre seus pés e mãos e a superfície, ou então quando ele se balança de um prédio a outro por meio das teias ele o faz semelhante a pêndulo podendo inclusive ser um movimento periódico.

Também possui uma força aumentada se comparada a antes da picada, tem o famoso sentido aranha, que pode ser entendido ou explicado por meio de vibrações ondulatórias. Homem Aranha é um dos personagens mais bacanas para se explorar não só a física como a biologia e a química, episódios nos quadrinhos ou filmes no cinema são recheados de situações. Ele foi capaz de conversar com o doutor Octopus sobre fusão a frio, usou conceitos de eletricidade para vencer o Elektra. Em Vingadores falou para o Capitão América que seu escudo violava as leis da física.



Fonte: Germano 2016

"Temos que ser maiores do que aquilo que nos faz sofrer"

03) Uma cena marcante do filme Homem Aranha 2 (Columbia Pictures 2004) é quando nosso aracnídeo precisa parar um trem e usa suas teias como ajuda, conforme a situação abaixo:



Fonte: Miranda 2019

A aranha da espécie *Caerostris Darwini*, mais conhecida como aranha de Darwin possui a teia mais forte do mundo conseguindo ser 10 vezes mais resistente que o kevlar, o que poderia justificar o nosso herói conseguir parar o trem.

Analisando a imagem acima, com base nos conceitos de força assinale a opção correta?

- Ao parar o trem conforme mostrado na figura a força resultante deve ser maior que zero.
- Ao parar o trem conforme mostrado na figura a força resultante deve ser menor que zero.
- Ao parar o trem conforme mostrado na figura a força resultante deve ser igual a zero.
- a teia funciona como uma corda, então a força tensora sobre ela depende da massa da corda e de seu volume.
- a força muscular exigida para o herói deve superar a força das cordas, assim o trem será parado.

04) Para melhorar seu nível de luta Goku vai até o planeta do Sr. Kaioh para treinar. Esse planeta tem uma peculiaridade curiosa: sua gravidade é dez vezes maior do que a da Terra, o que o torna um lugar ideal para lutadores aumentarem suas habilidades e força. Considere a seguinte situação: Em certo treinamento Goku levanta uma pedra de massa 40kg, se fosse aqui na Terra, essa pedra equivaleria ao peso de: Adote $g=10\text{m/s}^2$

- uma pedra de 100kg.
- a um homem de 80kg
- uma motocicleta de 400kg
- a um planeta de 2000kg
- a um sol semelhante ao nosso.

05) Um dos super heróis mais famosos do cinema e história em quadrinhos é o Super Homem, foi criado em 1938 por Jerry Siegel e Joe Shuster e como o próprio nome sugere esse herói possui poderes quase ilimitados. . Entre o primeiro e o último Superman passaram-se quase 40 anos e o cinema mudou muito sobretudo no quesito efeitos especiais. Um dos poderes mais espetaculares é sem dúvida o de voar, mas infelizmente para ele a física é implacável e prova que voar para o super-homem é impossível. Justifique por meio de uma das leis de Newton a impossibilidade de voar de nosso grande herói.

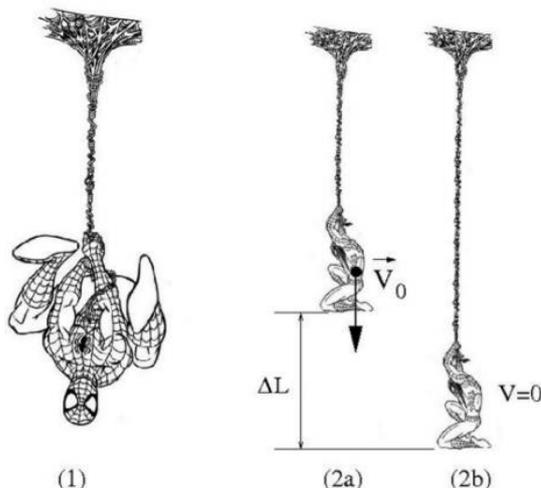
06) Líder da equipe denominada Quarteto Fantástico (Marvel Comics 1961) o Dr. Reed Richards ao ser exposto a uma explosão cósmica adquiriu um poder de elasticidade em seu corpo, podendo esticar ou contrair da forma que quiser. O Sr. Fantástico como é conhecido, além de se assemelhar a um elástico também é dotado de superinteligência que aumenta também durante a explosão, tanto que em certo momento ele cria uma

equação para prever eventos. Supondo ser possível aplicar a ele todas as leis físicas e considerando-o como uma mola, julgue os itens abaixo, e marque o mais correto:

- por ser uma força restituidora, ela atua no sentido do movimento do corpo.
- a constante elástica da mola depende exclusivamente do material de que a mola é feita.
- a força é proporcional ao quadrado da deformação sofrida pela mola.
- com o uso de uma mola pode-se determinar o peso de um corpo.
- a força elástica não pode ser a força resultante.

07) (UNICAMP-SP) Nas cenas dos filmes e nas ilustrações gráficas do Homem-aranha, a espessura do cabo de teia de aranha que seria necessário para sustentá-lo é normalmente exagerada. De fato, os fios de seda da teia de aranha são materiais extremamente resistentes e elásticos. Para deformações ΔL relativamente pequenas, um cabo feito de teia de aranha pode ser aproximado por uma mola de constante elástica k dada pela fórmula

$$k = \left(10^{10} \frac{A}{L} \right) \text{N/m},$$
 onde L é o comprimento inicial e A a área da seção transversal do cabo. Para os cálculos abaixo, considere a massa do Homem-aranha $M = 70 \text{ kg}$.



- Calcule a área A da seção transversal do cabo de teia de aranha que suportaria o peso do Homem-aranha com uma deformação de 1,0 % do comprimento inicial do cabo.
- Suponha que o Homem-aranha, em queda livre, lance verticalmente um cabo de fios de teia de aranha para interromper a sua queda. Como ilustra a figura (2a), no momento em que o cabo se prende, a velocidade de queda do Homem-aranha tem módulo V_0 . No ponto de altura mínima mostrado em (2b), o cabo de teia atinge uma deformação máxima de $\Delta L = 2,0 \text{ m}$ e o Homem-aranha tem, nesse instante, velocidade $V = 0$. Sendo a constante elástica do cabo de teia de aranha, neste caso, $k = 7700 \text{ N/m}$, calcule V_0 .

08) (IFCE 2016) Em um dos filmes do Homem Aranha ele consegue parar uma composição de metrô em aproximadamente 60 s. Considerando que a massa total dos vagões seja de 30000 kg e que sua velocidade inicial fosse de 72 km/h, o módulo da força resultante que o herói em questão deveria exercer em seus braços seria de
a) 10000 N b) 15000 N c) 20000 N d) 25000 N e) 30000 N

09) (UFSC 2017 – ADAPTADA) As histórias em quadrinhos (HQ) de super-heróis vêm povoando o imaginário dos jovens de várias gerações desde a década de 1930. As histórias com personagens dotadas de superpoderes constituem-se numa forma de entretenimento, mas também possibilitam a divulgação científica. Podemos encontrar nas HQ situações em que princípios físicos são explorados. Hoje, o universo das HQ passou para o formato cinematográfico e grandes estúdios de cinema têm apostado no gênero. Na tabela abaixo, estão descritas algumas características de cinco super-heróis e alguns princípios físicos que podem ser associados a elas.

Super-herói	Algumas Características	Alguns Princípios Físicos Associados
Hulk	Criatura com força ilimitada e poderoso fator de cura. Não voa, porém consegue saltar a grandes distâncias e alturas.	Saltos como lançamentos oblíquos.
Homem-Aranha	Possui força super-humana, sentido de aranha e habilidade de aderir a superfícies sólidas. Para se balançar sobre os prédios, criou lançadores de telas.	Movimento oscilante como um pêndulo.
Senhor Fantástico	Seu corpo apresenta grande elasticidade, o que dá a ele muita resistência a ataques físicos.	A elasticidade de seu corpo obedece à Lei de Hooke.
Aquaman	Possui telepatia capaz de controlar os seres marinhos e influenciar as pessoas. Dono de força super-humana, possui grande resistência ao impacto físico e grande velocidade para nadar, além de visão capaz de enxergar com pouca luz.	Dentro d'água, obedece às leis da hidrostática.
Flash	O homem mais rápido do mundo no universo DC possui alto fator de cura, velocidade super-humana e reflexos apuradíssimos.	Seus movimentos podem ser descritos pela cinemática e pela dinâmica.

Com base na tabela acima, julgue os itens abaixo:

- I- Por ser muito forte, o Hulk consegue, com um soco, quebrar uma rocha sem machucar sua mão, pois a força que ele exerce sobre a rocha é maior do que a força que a rocha exerce sobre a mão dele.
- II- Com base na lei de Hooke, o Senhor Fantástico pode esticar infinitamente, pois seu limite tende ao infinito.
- III- quando o Homem Aranha escala um prédio para cima, a força de atrito existente aponta para baixo.
- IV- Aquaman dentro d'água, sofre uma força de intensidade igual ao seu peso e apontando para baixo, desse que esteja em equilíbrio.

THUNDERCATS



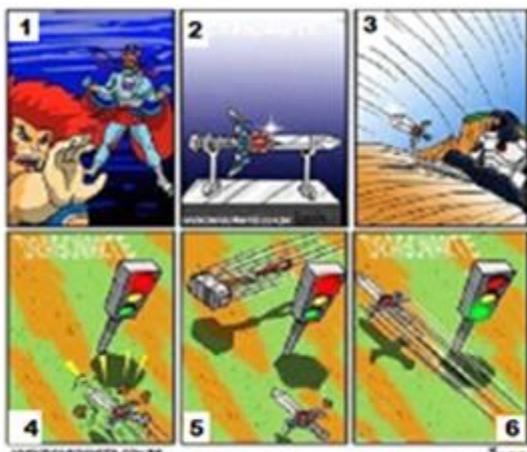
Fonte: Moura 2014

Você talvez não lembre desse desenho animado de meados dos anos oitenta, mas eu lhe conto um pouco. Oriundos do planeta Thundera esses felinos fogem de seu planeta que está sendo destruído e vão parar no terceiro mundo, seguidos por seus inimigos os mutantes. A partir daí a história se passa entre os Thundercats conseguirem se adaptar ao novo planeta e os mutantes tentando pegar a espada mágica que contém o olho de Tandra, uma joia mística que dá os poderes aos felinos. Os mutantes acaba encontrando uma múmia chamada Munn Ra

que vive a mais de mil anos no terceiro mundo e que usa de poderes das trevas para se transformar numa forma mais jovial e passa também a perseguir os Thundercats para pegar o olho de Tandra e assim ficar em sua forma jovial para sempre. Podemos encontrar relações com a física seja nas lutas entre os personagens, seja na transformação de Munn Ra, ou mesmo no olho de Tandra.

ESPADA JUSTICEIRA, DÊ-ME A VISÃO ALÉM DO ALCANCE.

10) Na matriz de referência do Enem a habilidade dezessete propõe que você seja capaz de relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. O uso de tirinhas é um exemplo do que essa habilidade exige, saber o que esse tipo de linguagem quer dizer seja no campo da ciência ou no cotidiano. Analise a imagem abaixo:



Fonte: Dragonarte 2018

Quando a espada para no sinal vermelho no quadrinho de número 4, pode-se inferir uma lei física associada ao movimento dos corpos. Essa lei é exemplificada também por qual item abaixo:

- quando você chuta uma bola com uma força F , a bola exerce no seu pé uma força contrária igual a F .
- Quanto menor for a massa, maior será a aceleração do corpo.
- A força entre dois corpos decresce ao quadrado com o aumento da distância.
- quando você está num ônibus e ele freia e repentinamente você é jogado para frente.
- quanto maior a área de contato menor será a força exercida no corpo.

11) Peter Parker virou um dos heróis mais famosos e preferidos pelo público em geral e ao ser picado por uma aranha. Ele com isso acaba fazendo muitas façanhas, como lançar teias, escalar prédios, visão privilegiada, força aumentada entre outras peripécias. É claro que quando ele faz isso usa de toda a sua inteligência e tenta não violar nenhuma lei científica. Analisando nosso personagem com os olhos de um cientista e tomando a imagem abaixo como base, analise as proposições a seguir e em seguida marque a alternativa correta:



Fonte: colorir.org 2019

- I- Na subida de um prédio, o atrito atuando em nosso herói tem sentido para cima.
- II- A normal atuando nele é nula.
- III- Se ele fosse mais pesado, isso não afetaria em nada a sua escalada pois a força de atrito nesse caso, não depende da massa do corpo.
- IV- Aranhas, escorpiões e cobras pertencem ao mesmo filo.
 - a) somente a proposição I é verdadeira
 - b) todas as proposições são verdadeiras.
 - c) somente a II e III são verdadeiras.
 - d) somente a III é verdadeira
 - e) apenas II e IV são falsas.

12) Flash é um dos personagens mais poderosos do universo DC. E um dos poderes mais sensacionais dele é o soco de **massa infinita**, que é capaz de se equivaler a milhares de bombas atômicas.

<https://somenteciencia.wordpress.com/2016/01/02/a-ciencia-por-tras-do-flash/>

Analisando esse soco com base na física, assinale a opção correta:

- a) o soco seria fisicamente possível pois, segundo Einstein a velocidade de um corpo não tem limite.
- b) esse soco só seria possível se a velocidade do corpo fosse próxima a da luz, pois assim a massa do corpo tende ao infinito, o que daria uma força sem precedentes.
- c) Hulk consegue ter uma força maior mesmo que não tenha tanta velocidade assim.
- d) Super Homem quando em voo consegue alcançar 60% da velocidade da luz segundo os quadrinhos, logo ele também é capaz de exercer um soco de massa infinita.

13) Você que é mais novo não faz ideia de quem ele é, mas seu professor com certeza sabe quem é Chefe Apache. Integrante da liga da justiça no desenho animado dos anos 80 (Hanna Barbera), esse índio ganhou seu poder do xamã de sua tribo por salvar várias pessoas de um acidente. Seu poder é se transformar num gigante com 50 pés de altura – o equivalente a 16 metros, no Sistema Internacional, o que equivale a dez vezes seu tamanho normal. Com base na Lei do Cubo-Quadrado de Galileu, esse poder não é possível e nem legal porque:

- a) de acordo com essa lei, como o tamanho foi aumentado em dez vezes, a área corpórea também é aumentada dez vezes, o que significa uma força 100 vezes maior.
- b) de acordo com essa lei, como o tamanho foi aumentado em dez vezes, a área corpórea é aumentada cem vezes, ou seja, o quadrado o que significa uma força 1000 vezes maior, ou seja, o cubo.

c) de acordo com essa lei, como o tamanho foi aumentado em dez vezes, a área corpórea é aumentada cem vezes, e o volume aumenta 1000 vezes, o que na prática diminuiria sua força.

d) de acordo com essa lei, como o tamanho foi aumentado em dez vezes, a área corpórea também é aumentada dez vezes, e o volume aumenta 1000 vezes o que faz a massa dele aumentar 1000 vezes também, o que significa uma redução da força dele em 1000 vezes.

14) Dá-se o nome de crossover ao evento fictício em que dois ou mais personagens, cenários ou acontecimentos sem qualquer relação anterior em produtos de mídia que passam a interagir num mesmo produto. Muito comum nos quadrinhos esse tipo de situação deixaria os fãs alucinados se acontecessem também nos cinemas, mas por motivos diversos seria impossível. A figura mostra um desses crossover entre Hulk e Super Homem.



Fonte: Urânio 1500 2012

Analisando a figura com muita atenção e tomando como base os conceitos de atrito, assinale a opção correta:

- a) a força de atrito atuando no Hulk é no sentido da força aplicada pelo Super Homem.
- b) a força de atrito atuante no Hulk, depende da massa dele, da massa do Super Homem e da espessura dos seus pés.
- c) numa disputa de cabo de guerra vence quem aplicar mais força no chão, então como Hulk aplica mais força no chão ele pode não se deslocar para trás devido ao soco recebido.
- d) para determinar a força de atrito que atua no Hulk só precisamos saber a natureza do material que constitui o solo.

15) Contribuição dos alunos:

Guilherme Cordeiro, Samira Alencar, Luiz Felipe e Maria Vitória, alunos do colégio Master.

Conhecendo um pouco do planeta natal do Super Homem e sabendo que Krypton possui uma aceleração da gravidade muito maior que a da Terra. Então levantar um corpo de massa 70kg tem:

- a) o mesmo peso, pois em ambos os casos o peso é 70kg.
- b) massas diferentes, por causa da aceleração da gravidade.
- c) pesos diferentes, pois o peso é o produto da massa vezes a aceleração da gravidade.
- d) mesma massa pois a força aplicada é a mesma.

16) <http://pedroterra.rio/onewebmedia/Quest%C3%B5es%20star%20wars.pdf>

O mestre jedi Yoda, usando os seus poderes da Força, ergue com velocidade constante a X-Wing de Luke Skywalker, que tinha ficado presa nos pântanos de Dagobah. Yoda permanece em repouso sobre o solo. Suponha que a massa de Yoda é de 17,00kg, a

massa da X-Wing é de 5.000kg e que a aceleração da gravidade em Dagobah é de 9,00 m/s². (Fontes: <http://starwars.wikia.com>, <http://whatif.xkcd.com/3/>). Calcule, em Newtons, o módulo da força normal que o solo plano e horizontal exerce sobre Yoda. Despreze quaisquer atritos. (Obs.: suponha que, há muito, muito tempo atrás, numa galáxia muito, muito distante, as três leis de Newton eram válidas.)

17) Contribuição dos alunos:

Dágila, Carol, Lívia e Stephanie do colégio CACD.

A cidade de Nova York está sofrendo com um redemoinho, e só o Flash com sua super velocidade é capaz de salvar a cidade, correndo no sentido contrário ao do redemoinho para assim dissipá-lo. Considerando que ele corra a 30 m/s que sua massa seja igual a 60kg e o redemoinho tenha um diâmetro de 120 metros, a força resultante que atua no Flash tem intensidade aproximadamente igual a:

a) 40N b) 400N c) 75N d) 800N e) 900N

18) Contribuição dos alunos:

Ingrid Frota, Jair Teixeira, Mateus Frota, Ivna Góes, Maria Eduarda Araújo, do colégio Master.

Sabemos que a armadura do Homem de Ferro permite que “voe”. Em uma situação hipotética, se ele estivesse no espaço e o motor de seu equipamento fosse desligado, o que aconteceria com o herói?

- a) vai parar, devido a lei da ação e reação.
- b) vai continuar com a mesma velocidade devido a inércia.
- c) vai continuar com a mesma velocidade pois a força resultante sobre ele é maior que zero.
- d) por estar no espaço, não existe gravidade logo não haverá movimento.
- e) vai ficar parado devido a força resultante se anular com a força de atrito.

BATMAN

Um dos personagens mais emblemáticos do universo dos quadrinhos. Bruce Wayne tinha tudo para ser uma criança problemática pois teve um trauma gigante que foi ver seus pais assassinados. De certa forma ele ficou com algum trauma, pois virou um justiceiro noturno na cidade de Gotham City. Possui uma legião de fãs que o idolatram sobretudo porque ele diferentemente da grande maioria dos heróis não possui um único superpoder, como ele mesmo disse no filme da Liga da Justiça seu poder é ser rico. Usando de seu poderio financeiro ele constrói um mundo de artefatos, como carros, bombas, lançadores, sua capa sensacional entre tantas outras coisas. Um dos feitos mais espetaculares desse morcegão foi derrotar simplesmente o Super Homem. Para entendermos como Batman pode se relacionar com a física, precisamos



Fonte: Vianna 2019

buscar situações específicas, como por exemplo quando ele usa sua capa para saltar de grandes alturas, ou quando escala um prédio numa cena que ficou marcada pela série de tv dos anos 70. Outra característica marcante de toda a trilogia do Batman são os inimigos como Coringa, Charada e o Pinguim sendo os principais.

“Qualquer um pode ser herói. Até uma pessoa que põe um casaco nos ombros de um menino para mostrar que o mundo não acabou.”

Batman no Cavaleiro das Trevas.

19) Contribuição dos alunos:

Mel Moreira, Yngrid Almeida e Tamires Pontes do colégio Master.

Batman estava em uma missão escalando uma parede com uma corda. Para conseguir andar subindo na vertical, ele usava uma corda e o atrito entre a parede e seus pés. Suponhamos que o Batman, escale essa parede em linha reta com velocidade constante e que nosso amigo mascarado tenha 90kg, e ainda que a tração na corda seja igual a 750N. Qual o módulo da força de atrito entre seus pés e a parede? Considere que a aceleração da gravidade seja igual a 10m/s^2

a) 150N b) 200N c) 300N d) 500N e) 1650N

20) É possível notar que, quando o guerreiro ascende ao nível de super Saiyajins, primeiro ele deve passar por uma emoção extremamente forte, como a raiva, a indignação ou o rancor. Agora pense, o que essas emoções têm em comum? Se você respondeu adrenalina, você acertou. A liberação do hormônio ocorre em uma quantidade tão absurda que a energia presente no corpo do Saiyajins é suficiente para criar um **campo de força** tão poderoso que supera a **força de atração** da gravidade terrestre.

<https://www.einerd.com.br/a-ciencia-por-tras-dos-saiyajins/>

Sobre as palavras destacadas no texto, analise o que se diz em cada item e marque o correto:

- a) as chamadas forças de campos são aquelas em que existe o contato direto entre quem aplica e quem sofre a força.
- b) um exemplo de força de atração, é a força entre duas cargas elétricas quaisquer.
- c) a força gravitacional e a força elétrica apresentam natureza exclusivamente atrativa.
- d) um exemplo de uma força de campo é o campo magnético que inclusive Goku em suas transformações pode gerar.
- e) Toda força de campo é de natureza atrativa.

21) (Fundamentos da física- Halliday e Resnick) Um bandido aponta uma metralhadora para o peito do Super-Homem e dispara 100 balas/min. Suponha que a massa de cada bala é 3 g, a velocidade das balas é 500 m/s e as balas ricocheteiam no peito do super-herói sem perder velocidade. Qual é o módulo da força média que as balas exercem sobre o peito do Super-Homem?

22) O personagem Cebolinha, na tirinha abaixo, vale-se de uma Lei da Física para executar tal proeza que acaba causando um acidente.

A lei considerada pelo personagem é:



Copyright©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados

- a) 1ª Lei de Newton: Inércia.
- b) 2ª Lei de Newton: $F = m \cdot a$.
- c) 3ª Lei de Newton: Ação e Reação.
- d) Lei da Conservação da Energia.

23) Contribuição dos alunos

Fátima Almeida, Marcelo Oliveira e Bárbara da França do Colégio Santo Tomás de Aquino.

O Coisa possui força sobre-humana, podendo levantar até 100 toneladas. Seu corpo também é extremamente resistente, chegando a suportar temperaturas muito quentes e muito frias. Ele também resiste à pressão do fundo do oceano e ao vácuo do espaço. A tabela abaixo mostra o peso de alguns modelos de carros:

QUANTO PESA UM CARRO

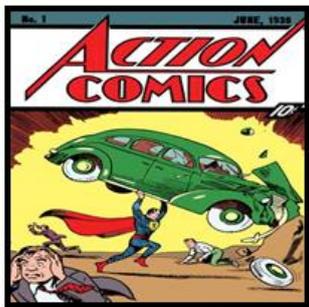
- Toyota RAV4 – 1.540 kg
- Volkswagen Gol – 1.040 kg
- Mitsubishi Pajero Full – 2.240 kg
- Nissan Sentra – 1.327 kg
- Peugeot 3008 – 1.567 kg

<https://www.noticiasautomotivas.com.br/quanto-pesa-um-carro/>

De acordo com o texto e tomando com base na tabela é correto dizer que O Coisa levantou:

- a) dez modelos Nissan
- b) quarenta modelos Toyota e vinte modelos Gol.
- c) duzentos modelos Peugeot.
- d) dez mil modelos Mitsubishi
- e) noventa e sete modelos Gol.

24) No mundo dos quadrinhos um ponto é fundamental, a capa. Ao longo da história capas ficaram famosas e tornavam a revista mais importante ainda.



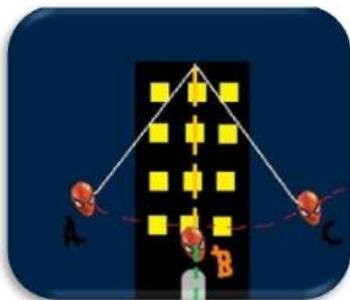
Fonte: Da AP 2010.

Uma das capas mais homenageadas de todos os tempos foi leiloadada acredite por incríveis um milhão de dólares. Foi a primeira aparição do Homem de Aço nos quadrinhos e imediatamente virou um ícone dos quadrinhos e a HQ é tão importante que até hoje uma edição original lidera a lista de os quadrinhos mais valiosos de todos os tempos. Observe o Super Homem e o carro que parece um fusquinha né, indique todas as forças existentes na relação entre os dois.

25) (Halliday & Resnick- adaptado) Vários personagens, sejam heróis ou vilões usam a força como seu maior poder. Mas se engana quem acha que super força é só coisa de herói, muitos homens ou mulheres fazem feitos dignos de super-heróis. Em 4 de abril de 1974 John Massis, conseguiu puxar dois vagões de passageiros mordendo um freio preso por uma corda aos vagões e se inclinando para trás com as pernas apoiadas nos

dormentes da ferrovia (é ou não é um feito de herói?). Os vagões pesavam 700 kN, suponha que ele tenha puxado com uma força constante de módulo 2,5 vezes maior que o seu peso e ângulo de 30° com a horizontal. Sua massa era de 80kg, e ele fez os vagões se deslocarem de 1m. Desprezando as forças de atrito, determine a velocidade dos vagões quando Massis parou de puxar.

26) Quando o Homem Aranha se balança de um prédio para outro conforme mostra a imagem abaixo, supondo que o movimento seja feito com velocidade constante:



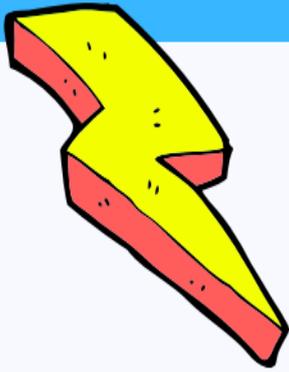
Fonte: Portela 2009

- a) não existe nenhuma força resultante atuando no aracnídeo.
- b) embora a velocidade seja constante no módulo, a direção não é o que significa que existe uma força resultante.
- c) no ponto mais baixo da trajetória, o peso é igual a zero para que possa subir.
- d) a tração na teia é a força resultante que atua no Homem Aranha.

A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito.

Isaac Newton

CAPÍTULO 3: ENERGIA



ESTA É UMA PALAVRA QUE VOCÊ ESCUTA O TEMPO TODO. USAMOS A ENERGIA QUÍMICA PARA AQUECER NOSSAS CASAS E NOSSOS CORPOS, A ENERGIA ELÉTRICA PARA FAZER FUNCIONAR NOSSAS LÂMPADAS E NOSSOS COMPUTADORES E A ENERGIA SOLAR PARA DESENVOLVER NOSSAS COLHEITAS E FLORESTAS. TODAVIA, O QUE É A ENERGIA? O CONCEITO DE ENERGIA DESENVOLVEU-SE E SOFREU ALTERAÇÕES COM O TEMPO E NÃO É FÁCIL DEFINIR DE UMA MANEIRA GERAL O QUE SEJA A ENERGIA.

RANDAL KNIGHT


$$E=MC^2$$


ELÉTRICA, MECÂNICA, NUCLEAR.....



TRILOGIA STAR WARS

Uma das trilogias mais bem-sucedida do cinema Star Wars possui uma legião de fãs que vão de adolescentes até vovôs. O primeiro capítulo dessa saga foi no ano de 1977 com a tradução de Guerra nas Estrelas revolucionou a indústria do cinema devido aos efeitos especiais e a trilha sonora inconfundível.

Outro fator marcante é a voz do vilão Darth Vader. São nove filmes que contam a luta do império contra os rebeldes inicialmente liderados por Luke Skywalker, depois passa pela história do seu pai que você sabe bem quem é, e por fim mostra a nova geração de Jedis salvando o universo. O universo de Star Wars é basicamente sensacional para se estudar ciências em geral. No âmbito da história ou sociologia temos o senado e a luta de classes claramente indicados. No campo da biologia é o imenso o que pode abordar assim como a química. Mas o que nos interessa é a física e nesse sentido a saga não deixa a desejar. Podemos falar sobre o poder principal dos Jedis, a força, que força é essa? Outro ponto importante são os sabres de luz, pense como a ondulatória ou mesmo a quântica poderiam explicar o funcionamento ou não dos mesmos.

Naves que alcança a velocidade da luz, armas de laser, planetas com as mais variadas gravidades. Enfim levar Star Wars para a sala é certeza de uma boa aula.

E se a democracia que pensávamos estar servindo já não existe, e a República tornou-se o mal que temos lutado para destruir?



Fonte: Wikipédia 2020

Star Wars o Império contra ataca

01) Certamente uma das trilogias mais famosas do cinema é a saga Stars Wars (Lucas Film). Pode-se dizer que revolucionou o cinema da época, efeitos especiais, uma trilha sonora marcante e claro um vilão fenomenal. Mas o mais marcante na série é sem dúvida os sabres de luz arma dos Jedis e também de Darth Vader. Analisando um sabre de luz com base nos conceitos físicos, explique se sua existência conforme visto no filme é possível e se uma luta entre dois sabres de luz teria vencedor.

02) Todos sabem que o homem de Ferro tem uma espécie de reator nuclear no seu peito e isso salvou sua vida e é a fonte de sua energia. Sobre energia nuclear, assinale o item correto:

- a) trata-se de uma energia renovável e 100% limpa e sem danos ao meio ambiente.
- b) funciona por meio da fissão dos núcleos de átomos menos estáveis para se chegar a maior estabilidade.
- c) funciona por meio da fusão a fria, tal como o Dr. Octopus mostrou ao Homem Aranha.
- d) é uma energia barata, por isso o Brasil investe nas usinas nucleares e sua instalação é fácil, pois pode ser em qualquer lugar.
- e) Chernobyl, Fukushima e Goiânia foram cidades que sofreram com acidentes de usinas nucleares.

03) **Caixa Materna** é um conceito da Dc Comics. Trata-se de um computador vivo, criado pela tecnologia dos Novos Deuses. A Caixa Materna está vinculada ao usuário e se comunica psiquicamente com ele. As Caixas podem executar uma gama enorme de funções, e provavelmente o número de suas aplicações é maior do que o já revelado. Podem criar campos de força, executar cálculos matemáticos, absorver ou produzir descargas de choque, projetar **energia magnética**.

<https://www.dinamicambiental.com.br/blog/sustentabilidade/descubra-energia-magnetica/>

Sobre o termo destacado, se uma caixa materna de fato existisse ela

- poderia violar a segunda lei da termodinâmica, mas a primeira jamais.
- teria que transformar obrigatoriamente a energia cinética em magnética.
- teria que converter qualquer forma de energia em energia magnética, e essa transformação teria uma perda necessariamente.
- sendo uma caixa, a quantidade de energia nela guardada é muito pequena.

04) As joias do infinito são artefatos do universo Marvel e objeto de desejo de Thanos. Surgidas após o Big Bang, cada uma tem um poder e juntas torna o detentor delas o ser mais poderoso do universo e vimos no que dá né! Vamos lembrar cada uma delas:

Espaço (azul), **Mente** (amarela), **Alma** (laranja), **Realidade** (vermelha), **Tempo** (verde) e **Poder** (roxa)

Possivelmente a mais poderosa e a mais difícil de se controlar é a joia da realidade. Ela permite ao portador realizar qualquer desejo e vontade - mesmo que entre em contradição com as leis da física por exemplo. Imagine que você tem em suas mãos essa joia e vai realizar um grande feito, dos itens abaixo aquele em que você estaria violando uma lei ou conceito físico seria:

- aumentar a gravidade de um planeta.
- polarizar a luz
- converter integralmente calor em trabalho.
- provar que a Terra não é plana.
- criar corrente elétrica sem a presença do campo elétrico.

SHAZAM

Já pensou receber uma descarga elétrica e se transformar em um super-herói? Pois é, isso aconteceu com o jovem Billy Batson que ao dizer a palavra Shazam se transforma num cara grandão e cheio de poderes.

Primeiramente podemos analisar esse aspecto da descarga elétrica, cuidado o relâmpago



Fonte: Xavier 2019

é o brilho emitido na descarga elétrica e o raio é própria descarga. Com os poderes adquiridos, ele apresenta super força, poder de voar, soltar raios. É um dos personagens mais carismáticos do universo DC. Seus poderes advenha de seis personagens sendo eles, Salomão (sabedoria), Hércules (força), Atlas (vigor), Zeus(poder), Aquiles (coragem) e Mercúrio (velocidade).

Apenas o mais puro dos corações pode resistir às tentações.”

05) Ao dizer as palavras mágicas o adolescente Billy se transforma no herói Shazam (DC Comics), quando uma descarga elétrica (raio) o atinge. Você deve conhecer ou ler

a respeito de alguém que tenha sido atingido por um raio e sobreviveu, e é verdade porem nenhuma delas infelizmente virou um super-herói, até hoje pelo menos.

Um raio possui energia, porem contrário ao que você pensa essa energia não é gigantesca, por exemplo em alguns casos essa energia é da ordem de 300 a 500 kwh, isso mesmo quase a mesma coisa que você consome em sua casa num mês. Uma explicação para esse pequeno valor da energia de um raio seria:

- a) a pequena quantidade de cargas existentes na atmosfera.
- b) uma quantidade grande de energia eletrostática foi dissipada, transformada principalmente em energia térmica, aquecimento do ar dentro do canal ionizado.
- c) a atmosfera não gera uma ddp suficiente para que um raio possa cair e gerar uma energia.
- d) a falta de gravidade em grandes altitudes faz com que a energia potencial que será transformada em elétrica seja muito pequena.
- e) na verdade o raio não possui energia nenhuma o que ele possui é uma corrente elétrica de baixa intensidade.

06) Integrante do Quarteto Fantástico (Marvel Comics), o Tocha Humana é fogo literalmente. Esse cara é capaz de chegar a temperaturas inimagináveis como por exemplo de uma supernova, por isso qualquer temperatura menor que essa não queima sua pele. A energia liberada por uma supernova é incalculável, mas se o Sol libera uma energia equivalente a 5 trilhões de bombas de hidrogênio imagine então quanto seria nessa explosão. Sobre o conceito de calor é verdade que:

- a) é preciso que dois pontos estejam com a mesma temperatura para que a noção de calor seja definida.
- b) é impossível de forma espontânea retirar calor de um corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.
- c) a dimensão do calor é ML^2T^{-2} , o que significa que calor e energia são dimensionalmente iguais.
- d) o calor latente modifica a temperatura e o estado físico do corpo.
- e) calor e temperatura são conceitos físicos semelhantes.

07) O maior de todos sem dúvida Son Goku, esse **Sayajin hard**, já morreu e voltou. Lutou contra Frezza, Madinbu, já foi macaco, entre outras peripécias. Nosso grande herói é capaz de voar, teletransporta-se, levantar uma montanha e muito mais. Um de seus golpes mais letais, é o famoso **Kamehameha**, golpe baseado inteiramente no conceito de energia. Abaixo temos uma imagem de nosso herói e seu famoso golpe:



Fonte: Russo 2013

Tomando como base os conceitos de energia e analisando o golpe de nosso herói, assinale a opção correta:

- a) Quando lança seu golpe, Goku usa do conceito de energia potencial gravitacional e da energia elástica.
- b) Sendo o golpe feito totalmente de energia, então pressupõe que nosso herói criou essa energia dentro de si.

- c) é comum ver nosso herói com um apetite gigantesco. Isso por ser entendido como a fonte de sua energia, ou seja, a conversão da energia vinda dos alimentos, na energia usada no golpe.
- d) nos filmes é comum ver o Goku lançar seu golpe e recuar um pouco, o que fisicamente é impossível pois viola a lei de Gauss.
- e) Certamente na transformação de Super Sayajin cinco, o golpe perde um pouco de sua energia porque nosso herói fica fraco.

CAVERNA DO DRAGÃO

Um dos desenhos de maior sucesso dos anos oitenta foi Caverna do Dragão. Um grupo de amigos está num parque de diversão e de repente abre-se um portal que os leva para um outro mundo chamado de Reino, onde lá eles vão encontrar muitos desafios para retorna para casa. Lá um mago chamado Mestre dos Magos passa a ser o mentor dele e para cada um dá uma arma, um arco de energia, um tacape, uma vara, um escudo, uma capa de invisibilidade e um chapéu mágico.



Fonte: Wikipédia 2020

Do ponto de vista física, podemos ver que essas armas podem ser relacionadas a física, com os conceitos da mecânica, ondulatória e óptica. O vilão principal é o Vingador que tenta de todas as formas pegar as armas

deles para aumentar seu poder e assim conquistar não só o Reino, mas o universo inteiro. Se eles conseguiram voltar para casa não sei nem ninguém, pois o último episódio nunca saiu.

“Algumas vezes o melhor jeito de convencer alguém que está errado é deixá-lo seguir seu caminho”. Mestre dos Magos

08) Sucesso dos anos 80 com o título original de Dungeons & Dragons (BVS Entertainment Hasbro Studios) conhecido por nós aqui como Caverna do Dragão, até hoje tira o sono dos fãs em relação a último episódio que nunca foi lançado e por isso não sabemos se os amigos voltam ou não para casa. Abaixo temos alguns personagens dessa série sensacional:



BOB

Fonte: Leme 2011



DIANA

Fonte: Rogério 2020



HANK

Fonte: Fandom 2020

Sobre os personagens acima, a seguir são feitas algumas afirmações, julgue cada uma em verdadeiro ou falso:

- I- Quando Bob, usa seu tacape ele pode provocar abalos sísmicos.
- II- O arqueiro Hank, jamais poderia usar seu arco, pois sendo feito de energia não poderia jamais segurar uma flecha como mostrada na imagem.

III- Diana é uma acrobata nata, na imagem acima vemos ela correndo e se preparando para saltar, podemos observar que a energia cinética será convertida em energia potencial gravitacional ao final do processo.

IV- Num embate entre o arco de Hank e um sabre de luz, não teríamos um vencedor pois os dois violam leis físicas.

- a) somente I e III são verdadeiras
- b) todas são falsas
- c) todas são verdadeiras
- d) somente I, II e IV são verdadeiras
- e) apenas I e II são falsas.

09) Os Thundercats (Warner Bros) era um grupo de felinos que vieram parar aqui no terceiro mundo, por acaso e aqui passaram a ser perseguidos por Munn-Ra, um ser místico de mais de mil anos, que é uma múmia decrepita mas que com ajuda dos espíritos do mal se transforma numa forma jovial e muito poderosa. Para isso ele dizia a famosa frase:

Antigos espíritos do mal, transformem essa forma decadente em Mumm Rá, que tem vida eterna."

Analisando a frase e a situação envolvendo esse vilão podíamos substituir a frase dele por uma aos olhos da física, conforme o item:

- a) Antigos espíritos do mal, transformem essa forma decadente em Mumm Rá, que viola a 1ª lei da termodinâmica.
- b) Antigos espíritos do mal, transformem essa forma decadente em Mumm Rá, que viola a 2ª lei da termodinâmica.
- c) Antigos espíritos do mal, transformem essa forma decadente em Mumm Rá, que satisfaz a 2ª lei da termodinâmica.
- d) Antigos espíritos do mal, transformem essa forma decadente em Mumm Rá, que viola a lei da inércia.
- e) Antigos espíritos do mal, transformem essa forma decadente em Mumm Rá, que satisfaz as leis Kirchoff.

PANTERA NEGRA

Um personagem até então pouco conhecido, mas após sua aparição no universo Vingadores tornou-se um ícone de um povo e sua representatividade. T'Chala é o príncipe herdeiro do reino de Wakanda que ao perder seu pai mostra ao mundo o poder da Pantera Negra.

A civilização Wakanda é conhecida por ser a fonte do vibranium um metal que apresenta uma propriedade quase indestrutível, tanto que foi usado para construir o escudo do Capitão América. Outra curiosidade é que a guarda principal do rei é formado inteiramente por mulheres chamadas de Dora Milaje. No filme sucesso de crítica, o traje do Pantera é feito totalmente de vibranium, e sua principal característica é que ele absorve toda a energia que nele incide, com por exemplo, balas, som e qualquer coisa que cause vibrações.



Fonte: Gomes 2019

Esse personagem é um parto cheio para ser abordado pelas ciências como um todo. Do ponto de vista físico como citado anteriormente o conceito de energia é amplamente abordado, podendo também se trabalhar força, lançamentos. Na biologia e na química pode-se fazer relações variadas e no contexto histórico ou sociólogo pode-se abordar a situação da África e dos negros em geral, incluindo a representatividade dos mesmos.

“Devemos encontrar uma maneira de cuidar uns dos outros, como se fossemos uma só tribo.”

10) Sucesso de público e crítica o filme Pantera Negra dos estúdios Marvel, trouxe além da consciência sobre raças diferentes conviverem, também nos presenteou com vários conceitos físicos nas cenas de lutas. Por exemplo podemos falar sobre a civilização Wakanda que tem um avanço tecnológico acima do resto do planeta, graças sobretudo ao vibranium. A imagem ao lado representa o traje do Pantera Negra, mesmo que o Vibranium não atenda exatamente a física, esse traje consegue pegar a energia que vem de balas, ou mesmo socos em seu traje e graças à alta tecnologia de Wakanda, isso tudo é armazenado para uso posterior. Com base no exposto acima, assinale a alternativa correta em relação ao conceito de energia:

- a) a energia não pode ser armazenada, logo o traje viola uma lei física.
- b) uma forma de energia que certamente sofre conversão é a cinética.
- c) a luz purpura representa que o comprimento de onda é da ordem de 10^1
- d) a conversão de energia só é possível se existir um potenciômetro na roupa dele.
- e) esse traje não viola por exemplo a segunda lei da termodinâmica, pois na prática é possível a conversão de 100% da energia em outra forma em qualquer situação.

CAPITÃ MARVEL



Fonte: Tiago DS 2018

Carol Danvers é uma americana que na verdade acha que é uma Kree uma raça alienígena avançada. Adquiriu seus poderes quando estava numa luta e o tesseract explodiu e recebeu uma chuva de radiação que deveria ter lhe matado, mas que teve efeito contrário e acabou fornecendo a ela poderes quase ilimitados.

Ela pode voar, tem uma força sobre humana, viaja no espaço sem muitas dificuldades.

Um de seus grandes poderes são os raios que libera

de suas mãos e de maneira básica podemos resumir seus poderes na palavra Energia. O filme também trouxe um viés de empoderamento feminino, a personagem foi associada ao poder da mulher, a independência e a autoafirmação diante de uma sociedade que não valoriza a mulher. Para entender alguns de seus poderes como por exemplo as explosões fotônicas que libera de suas mãos, devemos conhecer um pouco de física quântica.

“A tornamos uma de nós. Para que pudesse viver mais tempo, ser mais forte. Superior.”

11) Um dos filmes mais comentados em 2019 foi Capitã Marvel (Marvel Studios) tanto pelo caráter da trilogia dos Vingadores, como o caráter de empoderamento que a ele foi dado. Essa heroína possui habilidades infinitas, mas três chamam atenção:

- **Manipulação de Energia:** Assim como seu antecessor homônimo, o Capitão Marvel pode controlar, absorver e manipular vários tipos de energia para ser descarregada do jeito que achar melhor.
- **Absorção de Energia:** Seu corpo é capaz de absorver vários tipos de energia com o propósito de melhorar temporariamente seus próprios atributos físicos. Ela pode aumentar sua força e projeção de energia até a força de uma arma nuclear explosiva.
- **Explosões Fotônicas:** Carol pode disparar poderosas explosões de concussão de fótons e energia luminosa estelar de suas mãos e dedos.

Analisando as habilidades citadas acima e tomando como base o conceito de energia é verdade que:

- a) a energia é uma grandeza vetorial, possuindo, portanto, direção, sentido e intensidade.
- b) quando ela manipula energia, podendo controlá-la ou mesmo convertê-la em outra forma de energia, podemos dizer que ela funciona como um dínamo nesse caso.
- c) os fótons são partículas de cargas nulas e por isso explosões fotônicas são impossíveis.
- d) a absorção de energia representa que ela funciona como um receptor, transformando qualquer forma de energia em energia elétrica.
- e) as explosões fotônicas devem ocorrer de reações nucleares em suas células, o que faz com haploides liberem fótons.

12) Contribuição dos alunos:

Carlos Eduardo, André Luiz, Gabriela Torres, Nalanda Carla e Lucas Barbosa do colégio CACD da cidade de Quixadá.

Sabe-se que uma das justificativas físicas para que Goku consiga liberar quantidades extremas de energia é através da desintegração de massa, por meio de princípio semelhante ao da bomba de hidrogênio. Sabendo disso, suponha que nosso esteja prestes a ganhar sua luta contra um de seus maiores rivais: Freeza. Para conseguir tal feito, Goku começa a carregar seu Kamehameha, quando o vilão profere a seguinte frase: “É impossível você me derrotar, seriam necessários incríveis 70000kJ para desintegrar meu corpo”. Sabendo dessa informação, Goku que é doutor em física astral utiliza toda a sua massa convertível em energia que lhe restou, convertendo exatamente 10^{-8} kg. A partir da efetuação dos cálculos, pode-se concluir que:

Use: $E=m \cdot c^2$ e $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

- a) Goku não derrotou Freeza, pois conseguir produzir apenas 60000kJ de energia.
- b) Goku derrotou Freeza, pois conseguir produzir apenas 100000kJ de energia.
- c) Goku não derrotou Freeza, pois precisaria de pelo menos 1 kg de massa para conseguir desintegrar o maldito.
- d) Goku derrotou Freeza, e ainda tinha de sobra 20000kJ.
- e) Goku não derrotou Freeza, pois lhe faltavam exatos 1000kJ de energia.

Ele é verde, mas não é o Hulk. Hal Jordan é um piloto de caça dos EUA, que tem problemas psicológicos. Em certo dia ele viu uma nave espacial caída e um ser verde agonizando e aí lhe dá o anel e uma espécie de lanterna que ao usá-los se transforma no Lanterna Verde da Terra.

A tropa do Lanterna Verde existe em todos os cantos do universo sendo um Lanterna Verde por mundo. Hal Jordan é o nosso representante mais famoso e de posse do anel vai defender a Terra de todo o mal que surgir.

Cofundador da Liga da Justiça, esse herói pode quase tudo já que seu anel transforma seu

pensamento em algo concreto. Sua cor verde pode ser explicada pelo espectro eletromagnético que determina a frequência e o comprimento de onda de cada radiação e associada a equação de energia de um fóton pode-se

entender por que a cor verde dos Lanternas Verde ou ainda entender por que a cor amarela os enfraquece. Portanto do ponto de vista físico, o Lanterna Verde pode ser estudado baseando-se na energia, ondulatória, mecânica quântica e relativística. No filme de 2011 o inimigo maior dele é uma entidade chamada Parallax, você sabia que esse nome tem a ver com a física? Pesquise esse nome na astronomia e verá.



Fonte: Tomé 2019

"No dia mais claro, na noite mais escura, nenhum mal escapará a minha visão! Que aqueles que adoram o poder do mal, tenham o meu poder ...

13) Contribuição dos alunos

Adagnê Maia, Caroline Pontes, Ítalo Pontes do Colégio Master.

Hal Jordan virou o Lanterna Verde da Terra ao receber o anel do Abin Sur que morreu ao lutar contra Parallax. Esse anel dá ao portador poderes sensacionais e a missão de proteger o universo do mal, mas os detentores do anel têm uma fraqueza que é o anel amarelo que inclusive é usado por Parallax. Sabendo que a energia é proporcional a frequência da cor emitida por um corpo é correto que:

- o anel verde emite muito mais energia que um anel amarelo.
- o amarelo está fora do espectro de luz visível.
- quanto maior for o comprimento de onda da luz incidente, mais energia o anel vai liberar.
- tanto o anel verde como o amarelo emitem energia com a mesma velocidade, por se tratar a luz uma onda eletromecânica.

14) *Por meio de uma concentração de toda a sua vontade e canalizando-a em suas mãos, pode-se criar uma onda de energia ou "HA-DOU-KEN". Esta bola de energia luminosa assume a direção de qualquer oponente, provocando um grande impacto.*

Manual de [Street Fighter II](#)

Você que tem menos de vinte anos, nunca vai saber a sensação de perder cinco minutos por deixar o controle cair.....

O Hadouken é pura energia, e era um êxtase quando atingia o adversário. Com base no texto acima, é correto que:

- o Hadouken não vai depender de forma nenhuma da massa da pessoa, haja vista que a energia não depende da massa.

- b) o termo energia luminosa é errado, pois a luz sendo uma onda não se pode falar em energia.
- c) esse golpe se dá por meio de uma conversão de energia e se a situação for ideal a energia é conservada.
- d) Estima-se que um bom Hadouken seja perto de 35000 J, o que da ordem de grandeza de 10^4 .
- e) o termo onda de energia não se aplica pois onda e energia são conceitos físicos diferentes e não relacionam de maneira alguma.

15) Um ser que consegue levar um soco do Superman com toda a sua força, só pode ser um ser extraordinário. Darkside tem também um elevado conhecimento do cosmos dado sua busca pela Equação Anti-Vida.

Seus **poderes** incluem:

- Supervelocidade
- Projeção Astral
- Superforça
- Invulnerabilidade
- Manipulação e dispersão das moléculas de um organismo, sendo possível criar a vida ou apagar alguém da história ou até mesmo regredir a evolução de um ser (Efeito Ômega)
- Escudo Energético
- Sanções Ômega – captura de organismos para realidades alternativas
- Fator de regeneração
- Rajadas energéticas capazes de causarem a desintegração total (Efeito Ômega)
- Campos de força
- Manipulação de tamanho
- Super durabilidade
- Visão do calor

Analisando os poderes citados acima, aqueles em que você pode associar a um tipo de energia baseada na física são em número de:

- a) 4 b) 8 c) 6 d) 1 e) 3

16) Muitos personagens têm a super velocidade como uma arma letal, alguns você certamente conhece, eis alguns exemplos:

- Goku é bastante rápido. Quando atinge a forma de Super Sayajin 4, ele consegue atingir uma velocidade superior a 51,024,800 km por segundo, algo que corresponde **170** vezes à velocidade da luz!

- Surfista Prateado. Além de ser um dos personagens mais poderosos de todos os tempos, o Surfista Prateado é super-rápido: sua velocidade máxima é **340** vezes superior à velocidade da luz.

Comparando esses dois personagens podemos afirmar que:

- a) Tendo os dois a mesma massa e estando ambos na Terra o Surfista Prateado tem o dobro da energia cinética relativa a Goku.
- b) Tendo os dois a mesma massa e estando em qualquer planeta o Surfista Prateado tem o dobro da energia cinética relativa a Goku.
- c) Estando ambos na Terra suas energias cinéticas são iguais.

- d) Tendo os dois a mesma massa Goku tem um quarto da energia cinética do Surfista prateado.
 e) Como Goku é um super Sayajin sua energia cinética sempre será maior.

17) Contribuição dos alunos Beatriz Viana, Karynne Honorato, Iara Bernardo e Eduarda Carneiro, do colégio CACD em Quixadá.

Gambit (Remy Etienne LeBeau) é um personagem fictício da Marvel Comics. É super-herói integrante dos X-Men. Um mutante de nível beta sendo muito poderoso, Gambit possui a habilidade de manipular energia cinética. Ele também é habilidoso em arremesso de cartas, luta corporal, e no uso de seu cajado. E também um exímio jogador de pôquer. Uma de suas marcas registradas é o arremesso de cartas de baralho em seus oponentes, sendo a Dama de Copas sua carta favorita, carregando cada carta com energia e as transformando em armas letais.

Considere que a massa de uma carta de baralho seja igual aproximadamente igual a 3g e que ao lançar uma em direção a um bandido a mesma atinja com uma velocidade de 144km/h, e supondo ainda que uma pessoa suporte uma energia oriunda de um soco de até 60J, quantas cartas Gambit deverá lançar para machucar o bandido?

- a) exatamente 10 cartas.
 b) exatamente 25 cartas
 c) entre 10 e 20 cartas
 d) acima de 80 cartas
 e) acima de 25 cartas.

18) (Uniube-MG) Cuidado com o que você assiste em filmes de super-heróis! Um caminhão está sem freio e deslocando-se perigosamente na direção de um grupo de crianças, que brincam distraidamente. Nesse momento, aparece voando o Super-Homem, colide frontalmente com o caminhão e ambos ficam parados, evitando-se assim um acidente com as crianças. Antes do choque, o caminhão tem massa de 6 000 kg e velocidade de 40 km/h, e o Super-Homem voava a 200 km/h. Qual é a massa do Super-Homem?

- a) 24 kg b) 120 kg c) 1200 kg d) 12000 kg e) 240000 kg

THOR

Deus do trovão, rei de Asgard. Thor é um ser oriundo da mitologia nórdica, que aliás recomendo a leitura. Seus feitos são extraordinários e não podia ser diferente né, é um Deus filho de Odin e tem uma das armas mais letal do universo dos heróis, o martelo e depois ainda teve um machado. No cinema além da participação em Vingadores,



Fonte: Vitor 2013

protagonizou três filmes solos, sendo sucesso de bilheteria e de crítica também. Super força, consegue voar, solta raios de seu martelo entre outros grandes feitos.

Seu poder vem sobretudo do martelo mágico e que do feitiço que seu pai coloca nele. Thor é um deus que percorre os céus com sua biga puxada por dois bodes.

Apesar de viver em Asgard, está sempre ocupado em disputas com os gigantes, inimigos dos deuses, das quais sai vitorioso. Também tem um apetite imenso e dizem que é capaz de comer um boi inteiro durante uma refeição.

Devido a sua bravura, os vikings costumavam fazer

pingentes em forma de martelo a fim de serem protegidos por Thor. Esse personagem é

espetacular para uma aula de interdisciplinaridade envolvendo disciplinas como história, física, química, filosofia, literatura o que pode ser uma forma agradável no processo de ensino e aprendizagem.

Poder é sempre perigoso. Atrai o pior e corrompe o melhor.

19) <https://www.misteriosdouniverso.net/2015/02/martelo-thor-neil-degrasse.html> acesso 14:45 em 10/08/2019

Segundo Neil deGrasse Tyson, o martelo de Thor teria a massa de 300 bilhões de elefantes

Na mitologia nórdica, **Thor** é o deus associado ao trovão e o relâmpago, filho de Ódin, que empunha uma das armas mais poderosas do mundo mitológico: o martelo Mjöltnir (em português: aquele que esmaga). Svartálfar Sindri e Brokk (irmãos da raça dos anões) produziram o Mjöltnir por ordem de Loki. O martelo foi construído no interior de uma [estrela de nêutrons](#).

O famoso Astrofísico Neil deGrasse Tyson, apresentador da nova versão de Cosmos e conhecido por ter rebaixado Plutão da categoria de planetas, resolveu medir a massa do martelo mitológico, usando os dados apresentado nas escrituras nórdicas. Segundo o cientista, o Mjöltnir pesa nada mais nada menos que 300 bilhões de elefantes (cerca de 1.5 trilhões de toneladas!).

Uma cena muito comum nos filmes é o ser mitológico arremessar seu martelo e pegá-lo depois quase como um bumerangue.

Tomando como base os conceitos da conservação da quantidade de movimento e da energia, suponha a seguinte situação:

Thor está em combate e de repente o martelo é lançado saindo de sua mão com 72km/h, o martelo bate nos bandidos então retorna a sua mão com metade da velocidade inicial.

Com base no exposto acima, marque a alternativa correta:

- ao receber o martelo Thor permanece onde está, o que vai de acordo com o conceito físico.
- a energia cinética inicial é o dobro da energia cinética final.
- pela conservação da quantidade de movimento, ao receber o martelo Thor precisaria ter uma massa muito maior do que o martelo.
- pela conservação da quantidade de movimento, ao receber o martelo Thor precisaria ter uma massa igual à do o martelo.
- a perda de velocidade representa que existiu atrito na situação, o que é impossível pois o atrito necessita de uma superfície plana para ocorrer.

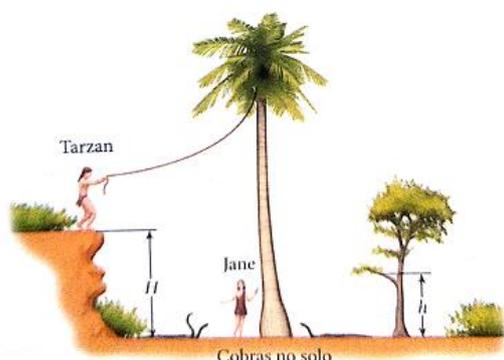
20) Contribuição dos alunos

Marilia Marques, Eduarda Barros e Laura Cazumba do Colégio Santo Tomás de Aquino

No filme The Avengers (Marvel Studios 2012), durante uma luta com Loki, Thor é preso numa esfera inquebrável. Seu irmão então aperta o botão e ele cai de uma altura de nove mil metros, mas como é um Deus consegue no último minuto quebrar o vidro e se salvar. Considere que Thor tenha uma massa de 90kg, que uma lâmpada de sua casa seja de 60 W e fique acesa durante 4 horas por dia e que a gravidade seja igual a 10 m/s^2 , a energia despendida por Thor na queda seria suficiente para fazer funcionar a lâmpada de sua casa por quanto tempo aproximadamente? Use $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

- 9 anos
- 9 meses
- 9 dias
- 10 horas
- 9 horas

21) (Bauer, Westfall, Dias – adaptado) Tarzan é um herói que talvez não atraia muitos fãs já que não apresenta poderes como outros personagens. Sua história é trágica, seus pais morrem durante uma viagem à África e acaba sendo criado por macacos. Para não dizer que ele não tem poder nenhum, ele possuía habilidades atléticas superiores a um ser humano comum e também consegue se comunicar com os animais, quem não lembra de seu grito? E de sua amada Jane ou de seu chimpanzé Chita. Considere que Tarzan se balança de um cipó a outro através de um penhasco para resgatar Jane, que está no solo cercada de cobras. Seu plano é saltar do penhasco, agarrar Jane no ponto mais baixo do balanço e carregá-la com segurança até uma árvore próxima (veja a figura). A massa do Tarzan é de 80kg, a de Jane é de 40kg, a altura do galho mais inferior da árvore alvo é de 10m, e Tarzan está inicialmente parado em um penhasco de 20m de altura. O comprimento do cipó é e de 30m. Com que velocidade Tarzan deve saltar do penhasco para que ele e Jane consigam chegar ao galho da árvore?



Fonte: Extraído de Física para Universitários página241, Bauer, Wolfgang. Ed AMGH 2012

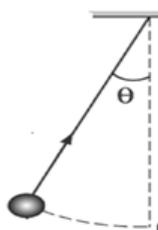
a) 7m/s b) 10m/s c) 12m/s d) 20m/s e) 15m/s

22) O homem-aranha, cuja massa é 80,0 kg, balança na extremidade livre de uma corda longa de 12,0 m, cuja outra extremidade é fixa em um galho de árvore acima. Dobrando repetidamente a cintura, ele é capaz de pegar a corda em movimento, finalmente conseguindo fazê-la balançar o suficiente para alcançar a borda quando a corda faz um ângulo de $60,0^\circ$ com a vertical. Quanto trabalho foi realizado pela força gravitacional sobre o homem-aranha em sua manobra?

23) Contribuição dos alunos

Érika Borges, Eduarda Lopes, Aline do Nascimento e Mikaeli Silva do Colégio CACD

Uma marca característica do Homem Aranha é o seu balançar de um prédio para outro por meio de suas teias. Esse movimento é similar a um pêndulo conforme a figura abaixo:



Fonte: Pereira 2015

Analisando o movimento pendular do Homem Aranha e supondo que qualquer tipo de atrito é nulo, é correto que:

- a) a força resultante é a tração na teia.
- b) existem três tipos de energia certamente, potencial gravitacional, cinética e a potencial elástica.
- c) se ele saltar de uma altura de 100 metros em hipótese nenhuma ao fim do pendular ele alcançara uma altura maior que 100m.
- d) A conversão de energia só é possível porque é de gravitacional para cinética, nunca o inverso.
- e) No movimento inteiro a massa não importa nem para o cálculo da energia nem da força resultante.

“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade.”

Albert Einstein

CAPÍTULO 4: HIDRO E MUITO MAIS

PARA QUE SERVE A ÁGUA? VOCÊ PODE DAR MIL RESPOSTAS PARA ESSA PERGUNTA, MAS TODAS ELAS SÃO SIMPLIFICADAS POR UMA PALAVRA: TUDO. NO MUNDO DOS QUADRINHOS E CINEMA A ÁGUA TEM FUNDAMENTAL IMPORTÂNCIA PARA MUITOS HERÓIS E VILOES TAMBÉM. O MAIS CONHECIDO CLARO É AQUAMAN, MAS TEM TAMBÉM O HARRY POTTER, CAVALEIROS DO ZODÍACO ENTRES OUTROS. MAS ENGANA-SE QUEM ACHA QUE A HIDROSTÁTICA SO TRATA DA ÁGUA, QUALQUER FLUIDO É APLICADO SEUS CONCEITOS. MAS CALMA A FÍSICA EXPLICA TUDO ONÃO ACREDITA?

"Águas do oceano, levem os incrédulos daqui!"

BY POSEIDON

AQUAMAN

Ele nasceu Arthur, mas já era Aquaman. O deus dos mares é um dos personagens mais emblemáticos do universo dos quadrinhos. Criado em 1941 inicialmente era um secundário, depois sua importância foi reconhecida e assim tornou-se um ícone da DC.

Em suas primeiras aparições na Era de Ouro, Aquaman podia respirar debaixo d'água com brânquias, tinha força sobre-humana que lhe permitiam nadar em altas velocidades e podia se comunicar com vida do mar e mandá-los fazer o que quisesse. Inicialmente, ele foi descrito com a capacidade de falar com as criaturas do mar "na sua própria língua" ao invés de telepatia, e só quando estavam perto o bastante para ouvi-lo. Embora ele fosse muitas vezes descrito como o "soberano do mar", com as águas do mundo inteiro em seu "domínio" e quase todas as criaturas do mar com seus "súditos leais", o título nunca foi oficial. As aventuras de Aquaman aconteceram em todo o mundo, e sua base era "um antigo templo na Atlântida perdida, mantido dentro d'água", onde ele mantinha um trono solitário.

Aquaman é uma verdadeira aula de hidrostática e hidrodinâmica, seus poderes sobretudo enfatizam essas disciplinas sendo, portanto, uma ótima forma de se fazer conhecer os conceitos.



Fonte: Uster 2018.

Eu queria ensiná-lo como o mundo funciona. Como viver uma boa vida e se tornar um bom homem. Mas então, eu fui tirada dele.”

01) Sucesso do cinema em 2019 Aquaman (Warner Bros Pictures) é um super-herói em que seus domínios são nos oceanos e sua cidade é a lendária Atlântis ou Atlândida. Porém esse Deus dos mares não é dos melhores alunos em física, pois seus poderes violam algumas leis fundamentais da hidrostática. Analise cada item abaixo e assinale o mais correto a respeito desse herói:

- a) De acordo com a lei de Stevin, quanto mais profundo ele mergulhar maior será a densidade da água.
- b) Quanto mais profundo ele mergulhar maior será a pressão sofrida em seu corpo o que poderia matá-lo, segundo o princípio de Pascal.
- c) Quando ele mergulha fica sujeito a uma força aplicada para cima chamada de empuxo definida por Arquimedes, que depende da altura que ele mergulha
- d) a água do mar é mais salgada, portanto apresenta maior densidade que a água doce, o que segundo Arquimedes dificulta com que o Aquaman flutue no mar.
- e) No filme uma cena chama atenção, nosso herói fica dentro de uma bolha d'água se caso ele com um dedo pressione a bolha num ponto segundo Pascal todos os pontos do líquido sofrerão a mesma pressão.

HOMEM FORMIGA

Henry Pym foi o primeiro Homem Formiga, criador das partículas Pym que ao serem ingeridas faz a pessoa diminuir de tamanho do tamanho de uma formiga. Engana-se quem acha que ter o tamanho de uma formiga é um problema, pois embora ele diminua de tamanho ele acaba aumentando sua força, ele consegue voar e se comunicar com insetos.



Fonte: Gusmão 2014

Mas ele ficou mais conhecido quando Scott Lang usou as partículas para salvar sua filha. Mais recentemente ganhou dois filmes solo e também participou da saga dos Vingadores. Podemos analisar esse herói por meio de densidade, o volume, dinâmica e claro a mecânica quântica.

Segundas chances não costumam parecer sempre. Eu sugiro que você dê uma boa olhada nessa. É a sua chance de se tronar herói que sua filha já pensa que você é.

Dr. Hank Pym

02) O Homem Formiga tem o poder de se encolher e mais recentemente ganhou também o poder de aumentar o seu tamanho. No filme a justificativa dada é que os átomos têm a distância diminuída e isso possibilita diminuir o tamanho de seu corpo. Sabemos que a densidade de um corpo é a razão entre a massa e o volume desse corpo e que no filme seu tamanho diminua 70 vezes em relação ao original, com base nisso é verdade que:

- nesse caso a sua densidade aumentaria, pois, a redução de tamanho lhe dá um menor volume e isso aumenta a densidade.
- sua força seria diminuída em algo perto de 70N
- nesse caso a sua densidade diminuiria, pois, a redução de tamanho lhe dá um menor volume e isso aumenta a densidade.
- a situação é possível porque os átomos são compostos por quarks e esses são compostos de partículas menores ainda o que no geral facilita a aproximação das moléculas.

03) Casa do mestre Kami Sama a plataforma celeste é uma torre gigantesca localizada acima da torre de Karin e foi usada por nosso ídolo Goku para aprimorar suas habilidades de lutas, a imagem abaixo mostra como ela é na série de tv.



Fonte: Fandom 2020

Para chegar lá Goku ganhou um bastão que quando colocado na posição e local correto cresce até chegar na plataforma celeste. Considere que a altura da plataforma seja igual a 25000 metros e que a gravidade local seja igual à da Terra. Analisando o contexto da subida de Goku até a plataforma é correto que:

- Se Torricelli fizesse seu experimento na plataforma celeste teria encontrado um valor maior para a altura da coluna de líquido usado.
- Nessa altitude a pressão será menor que ao nível do mar.
- Nessa altitude a pressão será maior que ao nível do mar.
- quando Goku estiver na plataforma ele sofrerá uma força proporcional à altura, o que significa que terá menor reação em relação a ação.

e) Se a cada 10 metros de altitude a pressão diminui 1atm então quando chegar na plataforma a pressão será equivalente a um decimo da pressão ao nível do mar.

04) Uma das façanhas mais invocadas do Flash é quando em certo episódio ele de forma sensacional corre sobre as águas de um rio ou mar. Mas será que isso é realmente possível? Pelo menos na natureza parece que sim, o lagarto da espécie Basiliscus consegue a proeza de caminhar sobre as águas de forma “bailairisticamente” ... conforme se ver na imagem abaixo



Fonte: Baldassin 2018

Sobre a possibilidade de se caminhar ou correr sobre a superfície d'água, é correto que:

- A tensão superficial aumenta com o aumento da temperatura pois que a agitação térmica das moléculas diminui as forças de atração.
- A tensão superficial é definida como a quantidade de trabalho que deve ser realizado para aumentar a superfície por área de unidade.
- A massa do Flash não importa, ou seja, ser leve ou pesado não afeta o deslocamento sobre a água.
- Para o Flash a façanha se torna mais fácil, pois segundo Einstein quando se está na velocidade da luz a tensão superficial é máxima.

05) Aquaman é considerado o deus dos mares, capaz de façanhas que deixariam Stevin ou Arquimedes loucos. Por exemplo ele conseguem mergulhar e descer a grandes profundidades coisa que nos reles mortais jamais conseguiríamos. Um ser humano normal consegue ir até uma profundidade de 40 metros sem sofrer danos nenhum, já nosso herói em certa história mergulha até 2500 metros de profundidade. Determine quantas vezes maior é a pressão sofrida por Aquaman em relação a sofrida por uma pessoa normal.

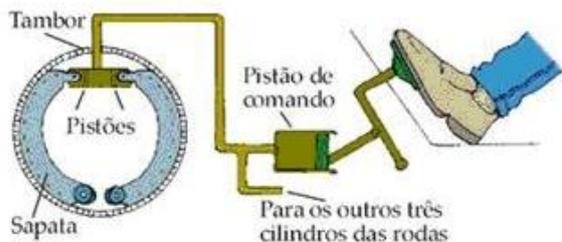
06) Contribuição dos alunos: Felipe Érlei, Pedro Holanda e Natan do colégio CACD na cidade de Quixadá.

Que ele é o rei das sete mares, todos nós sabemos, porém mesmo sendo um rei não está livre das implicações das leis físicas e das ciências em geral. Em certa cena Aquaman está a uma certa profundidade e então subitamente sobe para a superfície. Para nós, simples mortais isso seria impossível, pois certamente morreríamos. Análise os itens abaixo e marque a opção que indica corretamente o motivo físico de não podemos subir de uma vez a superfície como o Aquaman e um problema biológico que sofreríamos:

- a diferença de pressão seria enorme o que ocasionaria um aumento da dissolução de nitrogênio no sangue, causando “embriaguez por nitrogênio”.
- o empuxo aumentaria consideravelmente, causando um inchaço no coração.
- a diferença de pressão seria enorme o que ocasionaria uma diminuição da dissolução de nitrogênio no sangue, causando “embriaguez por nitrogênio”.

- d) o empuxo aumentaria consideravelmente, o que pode causar uma obstrução da comunicação das cavidades internas ao corpo, causando uma ruptura dessas estruturas.
 e) o empuxo diminuiria consideravelmente, o que pode causar uma obstrução da comunicação das cavidades internas ao corpo, causando uma ruptura dessas estruturas.

07) Na trilogia Velozes e Furiosos, várias são as cenas em que os personagens deram freadas bruscas, fazendo suas manobras e fugas espetaculares. O funcionamento do sistema de freios de um carro é algo complexo e um item de segurança ao motorista e transeuntes, abaixo temos uma imagem simplificada desse sistema:



Fonte: Gutierrez 2020

O sistema de freio funciona por meio de um fluido e um conceito físico que tem por base o princípio de:

- A) Stevin B) Arquimedes C) Newton D) Bernoulli E) Pascal

08) Você sabe que a densidade de um corpo ou substância é definido como sendo a razão entre a massa desse corpo e seu volume e o que volume pode ser determinado pelo produto da área da base pela altura do corpo. Uma expressão utilizada na determinação da área superficial do corpo de um ser humano adulto em metros quadrados é dada por:

$A = 0,11 \cdot \sqrt[3]{m^2}$, onde m é massa do indivíduo em kg. Considere que Bruce Banner tenha uma massa igual a 80kg e possua uma altura igual a 1,75m e que ao se transformar no poderoso Hulk sua massa seja aproximadamente 500kg com 2,5 m de altura, a razão entre a densidade do Hulk e a densidade do Bruce é? Considere que a área corporal seja a própria área da base.

09) No filme Aquaman (Warner Bros 2018) uma das cenas iniciais é ele lutando dentro de um submarino. Após o confronto ele emergiu o submarino para que os malfeitores possam ser presos ou resgatados. Sobre o feito do Aquaman é correto que:

- a) Para conseguir levar o submarino para a superfície ele necessita colocar mais força, pois dentro d'água o submarino pesa mais.
 b) o peso do submarino dentro d'água é menor que fora e esse peso é chamado de aparente e determinado pela diferença entre o empuxo e o peso real do corpo.
 c) o peso do submarino dentro d'água é menor que fora e esse peso é chamado de aparente e determinado pela diferença entre o peso real do corpo e o empuxo sofrido por ele.
 d) a pressão interna no submarino auxilia no feito de nosso herói, sendo que ela deve ser maior que a pressão externa.
 e) o feito se tornou mais fácil porque a grandes profundidades a pressão é menor e o peso é maior.

10) Mera é pouca conhecida, você talvez nem saiba quem ela é. Pois bem ela é a rainha de Atlantis, ou seja, esposa de Aquaman. Para muitos ela é mais poderosa que seu marido, sobretudo no universo dos quadrinhos onde fez feitos extraordinários. Mera

possui a capacidade única de manipular água do jeito que quiser, transformando em objetos, criaturas ou qualquer forma que destrua seus inimigos. Seu poder se estende a vastas quantidades de água, seja de que tipo for. Essa rainha teria muitos problemas se a água não fosse considerada um fluido ideal, o que na prática significa que:

- a) a água é compressível e isso facilita sua manipulação.
- b) a água é um líquido viscoso e isso diminui o atrito entre o corpo e a água.
- c) o fluxo é turbulento, ou seja, em cada ponto do líquido a velocidade é diferente.
- d) a água é não viscosa, ou seja, não existe atrito, ainda que seja uma previsão não cabível a todos os líquidos.
- e) O fluido é incompressível. Esta é uma boa suposição para o caso dos líquidos e os gases.

VISÃO

O robô Ultron é o criador do Visão, um tipo de androide que ele chama de "synthezoid", para uso contra o próprio criador de Ultron, Dr. Hank Pym (Homem-Formiga/Gigante / Golias /Jaqueta Amarela) e a esposa de Pym, Janet van Dyne (a Vespa) da equipe



Fonte: Fan 2015

de super-heróis Os Vingadores. Ultron envia seu novo servo para levar os Vingadores em uma armadilha. A Vespa é o primeiro a encontrar o synthezoid, e descreve-o como uma "visão" ao tentar escapar. Adotando o nome, Visão é convencida pelos Vingadores a se voltar contra Ultron.

Depois de aprender como Ultron o criou, usando os padrões cerebrais do então falecido Simon Williams (Magnum). A Vespa é o primeiro a encontrar o synthezoid, e descreve-o como uma "visão" ao tentar escapar. Adotando o nome, Visão é convencida pelos

Vingadores a se voltar contra Ultron. Depois de aprender como Ultron o criou, usando os padrões cerebrais do então falecido Simon Williams (Magnum), Visão se torna um membro da equipe. Inicialmente, a equipe acredita que o corpo do Visão foi criado a partir do androide Tocha Humana. Logo em seguida, os Vingadores descobrem que o senhor do tempo Immortus usou o poder do Cristal da Eternidade para dividir o androide Tocha Humana em duas entidades - um corpo permaneceu como o Tocha Humana, enquanto Ultron reconstruiu o outro como o Visão. Isso fazia parte de seu plano de criar um relacionamento para a Feiticeira Escarlata que a impediria de ter filhos, já que seu nível de poder significava que qualquer filho que ela pudesse ter poderia ameaçar os seres cósmicos do Universo Marvel. Esse ser praticamente pode ser estudado por todos os conteúdos da física, desde a mecânica até a física quântica.

A única ameaça ao planeta seria seus próprios habitantes.

11) Contribuição dos alunos Thabata Havenna, Laura Cazumba, Hanna Barbosa do colégio Santo Tomás de Aquino em Fortaleza.

Visão é um dos Vingadores. Um misto de homem, máquina criado por Ultron para eliminar os Vingadores. É um ser poderoso com diversos poderes, entre eles um chama atenção da física: Manipulação da densidade. Segundo o site Wikipedia Visão é capaz de controlar a densidade do seu próprio corpo. Ao desviar uma porção não-crítica de moléculas de seu corpo para longe dele, ele pode se tornar intangível, ou ficar sem peso

e invisível, incapaz de ser tocado por matéria sólida ou pode se tornar tão denso quanto Adamantium se tornando quase indestrutível.

Analisando o que foi dito acima, podemos inferir que o Visão:

- precisa aumentar a sua densidade para que fique intangível, ou seja, invisível.
- precisa diminuir sua massa para que fique intangível, não importando seu volume.
- precisa diminuir sua densidade ao máximo para que possa ficar intangível.
- na prática é um ser de volume muito pequeno, sendo assim então invisível.

12) The Impossibles (no Brasil, Os Impossíveis) foi uma série de desenho animado produzida pelos estúdios Hanna-Barbera em 1966, que narrava as aventuras de uma banda de rock, formada por três rapazes que estavam sempre fazendo shows pelo mundo, e que combatia o crime nas horas vagas. Impossíveis era tanto o nome da banda quanto o nome do grupo de heróis.

Um dos personagens era Homem-Fluido (Fluid Man) – que podia transformar-se em líquido. Usava uma máscara de mergulho completamente inútil, pois eram seus companheiros que precisariam de máscaras. Tinha como bordão o grito: "Vamos nós - Oho!". Observe a tabela abaixo que indica alguns líquidos e suas respectivas densidades:

Líquidos	Densidade [g/cm ³]
Álcool	0,79
Benzeno	0,90
Água	1,00
Mercúrio	13,60
Hexano	0,66
Nitroglicerina	1,60

Joab Silas da Silva Júnior

Analisando a situação do ponto vista física e a utilidade do poder, a escolha melhor para o Homem-Fluido se transformar e o motivo disso é: Considere que a densidade do ar seja 0,001 g/cm³

- o melhor seria o álcool por ser o mais denso.
- o mercúrio por ser o menos denso.
- o hexano pois sendo o menos denso facilita com que ele possa se mover no ar.
- o mercúrio pois sendo mais denso da tabela, ele irar flutuar no ar, facilitando seu deslocamento.
- depende de como ele vai aplicar o uso, por exemplo se for no chão o melhor é o mercúrio pois sendo muito mais denso ficaria no chão com facilidade.

13) Em alguns filmes de ficção científica, é comum a presença de alienígenas com corpos diferentes, esguios e com pescoços muito longos. Nesses casos, o coração de um alienígena deve ser capaz de bombear o seu sangue até o cérebro de forma a não o sobrecarregar. A pressão arterial do ser humano, durante o batimento cardíaco, varia de 120 mmHg acima da pressão atmosférica, no auge da contração, a 80 mmHg, no relaxamento do coração, o que conhecemos por pressão “12 por 8”.

Considerando as densidades do mercúrio e do sangue 13,8 g/cm³ e 1,0 g/cm³, respectivamente, e supondo que o coração de um alienígena tenha a mesma capacidade do coração humano, a máxima distância na vertical que o coração do alienígena poderá ter de seu cérebro será, em cm, aproximadamente:

- a. 12 b. 80 c. 110 d. 160 e. 200**

CAVALEIROS DO ZODÍACO

Sucesso dos anos 80 e 90, essa série ficou famosa entre os jovens e adolescentes da época. Misturando mitologia greco-romana, com a cultura japonesa de artes marciais, Os Cavaleiros do Zodíaco embalavam as tardes na antiga Tv Manchete. Tudo gira em torno de torneios e a obtenção de armaduras que deixam o detentor delas ainda mais poderoso. O enredo se concentra em um órfão chamado Seiya, forçado a ir ao Santuário na Grécia para obter a Armadura de Bronze de Pégaso, uma veste usada pelos 88 guerreiros da deusa grega Athena, conhecidos como Cavaleiros. Após despertar o poder dos Cavaleiros, que é uma essência espiritual chamada de Cosmo (que se originou com o Big Bang), Seiya rapidamente se torna o Cavaleiro de Pégaso e retorna ao Japão para encontrar sua irmã mais velha, pois esta havia desaparecido no mesmo dia em



Fonte: Guimarães 2019

que ele foi ao Santuário. Saori Kido - a neta do homem responsável por enviar os órfãos para o treinamento - fez um trato com Seiya, pedindo para que participe de um torneio chamado de Guerra Galática, onde o vencedor dentre os cavaleiros de bronze receberia a Armadura de Ouro de Sagitário. O trato era que se Seiya vencesse o torneio, Saori ajudaria na busca por sua irmã. Vários momentos ficaram marcados nessa série, qual o seu? Bom, e o que os cavaleiros tem em comum com a física? Cada cavaleiro tem golpes, de acordo com sua casa ou constelação e esses golpes podem ou não ser explicado pela física, como exemplos a cólera do dragão, meteoro de Pégaso ou o pó de diamante, todos esses e outros tantos têm um que de ciência por trás, basta analisar.

“ Apenas os perdedores acham que os sonhos são impossíveis. “

Hyoga

14) Ryuhou é o Cavaleiro de Bronze da Constelação de Dragão no Século XXI (Omega). Filho de seu antecessor Shiryu e de Shunrei, tem um manejo extraordinário do seu elemento do cosmo, apesar de seu corpo e saúde frágeis. Sendo um Cavaleiro de Atena, Ryuhou utiliza o cosmo como sua fonte de energia. O cosmo de Ryuhou é do elemento Água, e o jovem é conhecido pelo domínio avançado deste. Ryuhou pode controlar livremente a água ao seu redor, o que pode ser intensificado se o Cavaleiro de Dragão estiver próximo de grandes fontes de água, como rios e lagos. Um de seus golpes secretos é chamado Kyouka Suigetsu onde ele controla seu elemento e o dispara contra o adversário um poderoso jato d'água, que pode tomar a forma de uma espiral na direção do inimigo. Sobre esse golpe é verdade que:

- a) Para que a espiral funcione o princípio de Pascal deve ser válido.
- b) Para que a espiral funcione o teorema de Arquimedes deve ser válido.
- c) A forma espiral se baseia exclusivamente na força de Coriolis
- d) a densidade da água deve ser muito pequena para que a espiral se forme.

15) Lançado em 2009 pelos estúdios Disney em parceria com a Pixar, o filme Up Altas Aventuras foi vencedor de dois Oscars, além de ser a segunda animação a concorrer na categoria melhor filme. A história é cativante, trazendo em vários momentos lições e mensagens para crianças e adultos. O personagem central é Carl que após a perda da

esposa e um incidente decide amarrar balões em sua casa e assim pensando ele conseguir levantar voo e ir em busca do paraíso por ele idealizado.

Sobre a situação em relação a casa levantar voo, justifique se é ou não possível explicitando que conceito físico você utilizou para negar ou não a situação.

16)



Fonte: Fiaux 2016

Na imagem acima vemos o SH puxando um navio gigantesco sobre uma superfície congelada. Não é surpresa para ninguém que ele consiga puxar algo tão pesado, alias isso é fichinha diante dos feitos que ele já realizou. O professor Richard Newton levou então a seguinte pergunta para seus alunos: Por que mesmo sendo tão pesado o navio não rompe o gelo e afunda? Dois alunos de pronto deram suas respostas:

-Kepler Stevin disse que o fato de o navio ter uma grande área de contato com o gelo, faz com que a pressão no gelo seja pequena.

- Curie Planck afirmou que a ação é igual a reação e nesse caso a resultante é nula e assim o gelo não é quebrado.

Analisando as respostas dos diletos alunos:

- a) os dois estão errados
- b) os dois estão certos
- c) somente Kepler Stevin está certo
- d) somente a Curie está certa.

17) O Trono de Ferro é o trono no qual o Rei dos Sete Reinos senta, localizado em uma sala na Fortaleza Vermelha, na cidade do Porto Real. Além do próprio rei, apenas a Mão do Rei pode sentar no mesmo.



Fonte: Magallanes 2019

O termo também é usado para se referir metonimicamente à monarquia que governa Westeros das Terras da Coroa, da autoridade do Rei (por exemplo, "A rebelião contra o Trono de Ferro") e raramente, à corte de Porto Real como um todo.

O Trono de Ferro foi construído por Aegon I Targaryen, o primeiro rei dos Sete Reinos. Aegon, o Conquistador, ordenou a construção de um Trono com as espadas fundidas dos inimigos que venceu; supostamente, mil lâminas foram utilizadas, aquecidas pelo fogo soprado pelo dragão Balerion ; a forja levou cinquenta e nove dias.

https://gameofthrones.fandom.com/pt-br/wiki/Trono_de_Ferro

Esse mítico trono foi feito conforme o texto acima com espadas fundidas, e o melhor material para isso é o aço fundido cuja densidade é $7,50 \text{ g/cm}^3$. Em 2019 réplicas do trono foram colocadas em vários lugares do mundo como uma ação de marketing, essa réplica tinha 2,5m de altura e uma massa de 160kg. Considerando que o material desse trono seja o aço fundido, calcule o volume de material usado.

O conhecimento científico é independente dos conhecimentos da fé que são imutáveis, a fé nos faz dizer creio, e a ciência, sei.

Blaise Pascal



CAPÍTULO 5: O CÉU NÃO É O LIMITE

PRO ALTO E AVANTE!! LUA DOS NAMORADOS, ESTRELA CADENTE. O HOMEM SEMPRE TEVE CURIOSIDADE DE ENTENDER O UNIVERSO E SEUS MISTÉRIOS. NO CINEMA O QUE TEM DE GENTE QUERENDO CONQUISTAR O UNIVERSO É UMA GRANDEZA, MAS FELIZMENTE TEMOS TAMBÉM VÁRIOS HERÓIS QUE UTILIZAM DE SEUS PODERES E TAMBÉM DA FÍSICA PARA SALVAR O UNIVERSO DE VILÕES COMO THANOS, DARKSIDE OU DARTH VADER. MAS PARA NOSSA SORTE MUITAS VEZES OS VILÕES NÃO PODERIAM FAZER O QUE FAZEM, POIS, SENDO VILÕES NÃO PASSARAM DE ANO E POR ISSO DESCONHECEM AS LEIS FÍSICAS....

NÃO TENHA TENTATIVA. FAÇA OU NÃO FAÇA. NÃO EXISTE TENTATIVA.

MESTRE YODA

THANOS

Esse cara é um vilão, mas para muitos ele é uma pessoa que tem uma causa, que tenta resolver um problema grave da humanidade, ou melhor do universo inteiro, porem a forma como ele resolve esse problema é questionável.



Fonte: Sazon 2014

Sua ideia todos sabem.... Poderoso com um titã da mitologia, Thanos possui: Força, Resistência, Reflexos e Agilidade em escala quase divina, resistência a virtualmente qualquer tipo de ferimento, rajadas psiônicas, projeção de energia cósmica e muito mais quando de posse das joias do infinito. Quando criança, ele foi posto de lado devido à sua aparência grotesca, diferente da dos demais. Passou muitos anos sozinho vagando pela galáxia. No cinema fez parte da trilogia

vencedora dos Vingadores, aparecendo em praticamente todos os filmes até o confronto final.

Thanos pode ser relacionado a várias disciplinas por exemplo, sua ideia é muito parecida com o contexto Malthusiano podendo ser usado na história ou sociologia ou ainda filosofia. As chamadas ciências da Terra também podem explicar varias situações que envolvem esse personagem.

Eu sei como é perder.
Ter a certeza de que está certo e falhar mesmo assim.
É aterrorizante.
Deixa as pernas trêmulas.
Mas eu pergunto, por quê?
Tema! Tente fugir.
Todos tem o seu destino.
O de vocês está aqui, porque vocês têm a mim.

01) Thanos o vilão mais querido dos últimos tempos, mora na lua de Titã, satélite de Saturno é a segunda maior lua do sistema solar e possui características que poderiam permitir ser habitada. Considere que o raio de Titã seja igual a 2500km e que o raio da Terra seja aproximado para 6500km. Marque a alternativa que indica aproximadamente o período em dias terrestres de Titã aproximadamente:

a) 12 b) 14 c) 17 d) 20 e) 85

02) A mitologia nórdica é recheada de Deuses, misticismo e muitas outras coisas, leia se possível. Ela ficou mais conhecida por nós devido a filmes como Thor, a séries como Vikings e jogos como God f War. Abaixo temos a árvore da vida chamada Yggdrasil, que segundo essa mitologia segura todos os nove reinos do universo:

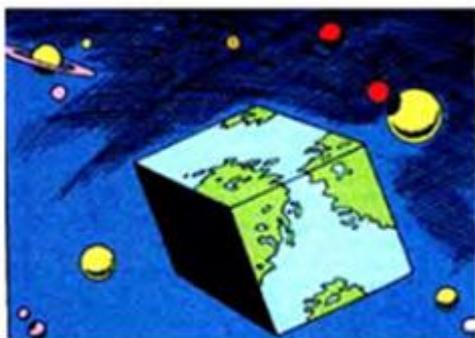


Fonte: Nico 2018

Considere que a situação indicada é um sistema solar e que a Terra que é chamada de **Midgard** seja o centro. Com base nas leis de Kepler e que sejam válidas nesse suposto sistema solar, assinale a opção correta:

- Jotunheim o reino dos gigantes de gelo e lar do nascimento de Lok, terá maior velocidade quando se encontrar no afélio.
- Asgard reino do Deus Thor, por estar acima de Midgard não é afetado pelas leis de Kepler.
- Alfheim, o mundo dos elfos claros, é o único que possui velocidade orbital constante em qualquer lugar da trajetória.
- qualquer reino desse sistema deve fazer orbitas hiperbólicas, podendo as vezes serem elípticas.
- Vanaheim, o mundo dos Vanir tem muito mais massa e mesmo assim pode possuir o mesmo período orbital que Nidavellir a terra dos anões que fabricam as armas dos deuses.

03) A figura abaixo mostra o Mundo Bizarro (DC Comics, 1986) lar da liga da justiça ao contrário, de lá que vem Bizarro o Super Homem as vezes. Esse planeta como visto abaixo é quadrado não tendo raio maior que 500km (KAKALIOS, 2009).



Fonte: Bricken 2009

Com base nas leis da mecânica celeste uma explicação para um planeta não existir como o Bizarro é:

- ausência de massa
- não deve possuir um sol como a Terra.
- por ser cúbico, o volume deve ser muito grande e a densidade pequena.
- ausência de gravidade o que lhe confere um formato não esférico.
- viola a lei da gravitação, que afirma que só corpos esféricos podem existir.

04) No filme Superman o retorno uma cena foi marcante, após sua amada falecer ele numa tentativa desesperada de salva lá, decide voar ao redor da Terra e fazer Terra girar

no sentido contrário, assim ele estaria voltando o tempo e salvaria seu grande amor e assim ele conseguiu salva lá. Supondo que a situação pudesse ocorrer um efeito que essa ação causaria seria:

- A) mudança do valor da gravidade terrestre, o que faria você ficar mais pesado.
- B) o sentido das correntes marítimas mudaria o que traria catástrofes gigantescas.
- C) mudança só conceito de dia e noite.
- D) o oriente seria o ocidente e o ocidente seria o oriente e o dia seria mais longo.

05) No filme Homem Aranha longe de casa, quando nosso herói está numa luta e em desvantagem ele usa um sistema de segurança chamado EDITH, idealizado e dado por Tony Stark (in memorium). Esse sistema é um satélite geoestacionário que além de servi de comunicação também libera armas, bombas, entre outras coisas para ajudá-lo a proteger a Terra. Sobre esse tipo de satélite são feitas as seguintes observações:

- I- Seu período de translação é igual ao de rotação da Terra.
- II- Devem estar aproximadamente 36000 km da superfície da Terra.
- III- Ter aproximadamente a mesma massa da Terra.
- IV- Manter-se num plano que contenha o círculo do equador terrestre.
- V- Seu sentido de rotação é contrário ao da Terra.

São verdadeiras:

- a) I e III b) II, III e V c) I, II, III d) II, IV e) I, III, IV e V

06) É muito comum nos filmes de heróis ou nos quadrinhos vemos planetas que apresentam mais de um sol ou mesmo luas, por exemplo na saga Star Wars o planeta Tatooine é o lar da família Skywalker e a imagem abaixo mostra Luke e ao fundo os dois sóis do planeta.



Fonte: Surya 2018

Mas não se iluda, esse fenômeno não é exclusividade do cinema. Em outros sistemas solares é muito mais comum duas estrelas no centro. Por exemplo em 2016 a Nasa descobriu o planeta Kepler-1647b o maior a orbitar dois sóis até hoje. Se a Terra possuísse dois sóis conforme o planeta de nascimento de Luke, isso acarretaria:

- A) Violação das leis de Kepler.
- B) Mudança na órbita, que não seria mais uma circunferência perfeita.
- C) uma possível mudança da orbita da Terra em relação ao Sol atual, o que faria com que tivéssemos temperaturas extremamente baixas.
- d) Pouca coisa mudaria, haja vista que o segundo Sol seria muito menor que o primeiro.

07) Contribuição dos alunos Iara Bernardino e Maria Eduarda Lopes do colégio CACD na cidade de Quixadá.

No filme guardiões da galáxia uma cena chama atenção. Quando os personagens principais encontram se num planeta que funciona como uma prisão, numa tentativa de fuga eles invadem uma espécie de nave e para evitar que os guardas os persigam um dos

integrantes desliga a gravidade do ambiente e assim os guardas “flutuam” e não podem atrapalhar a fuga. Aos olhos da física a situação é:

- A) possível porque a gravidade só depende da corrente que passa no gerador.
- B) impossível devido ao fato a gravidade não poder zero nunca.
- C) impossível porque todo planeta tem gravidade.
- D) impossível, mesmo que essa gravidade seja num ambiente fechado como num simulador, esse botão liga e desliga só existe mesmo no cinema.

08) Vários personagens do universo das HQs vieram de outros planetas, luas. Quando aqui estão, de forma espetacular parecem não sofrer com a mudança de planeta o que na prática não é bem assim. Assinale a opção que indica um causa física e biológica que alguém ao trocar de planeta sofreria:

- A) mudança de sua massa e um AVC instantâneo.
- B) alteração do peso e aumento do coração.
- c) alteração do peso e uma oxigenação maior no cérebro.
- d) mudança da massa e do peso e se a gravidade for muito pequena os ossos ficarão fracos, inclusive um simples abraço pode causar fraturas.
- e) alteração do peso e caso a gravidade seja menor pode gerar músculos fracos.

09) O prof. Dr. James Kakalios, afirma em seu livro *The Physics of Superheroes* que se Krypton obedecesse às leis da física e segundo a literatura da DC o planeta apresenta uma gravidade aproximadamente 15 vezes maior que a da Terra e sua superfície é aproximadamente semelhante à nossa, não poderia existir pois:

- a) Krypton seria 15 vezes mais denso que a Terra, ou se tiver a mesma densidade seria 15 vezes maior, o que o faria ser um planeta gasoso.
- b) com essa gravidade sua massa deveria ser muito pequena, não comportando vida.
- c) como o número de átomos determina tanto a massa como o volume, no caso de Krypton esse valor seria um milhão de vezes o da Terra.
- d) O ser humano comum não suporta essa gravidade, logo não poderia ter vida em Krypton.

10) Em *Vingadores Guerra Infinita* (Marvel Studios 2018), uma das cenas mais marcantes é quando um grupo de heróis está em Titã, lar de Thanos e ocorre uma batalha memorável, triste no final é verdade, mas memorável. Titã é uma lua de Saturno sendo a segunda maior do sistema solar e foi descoberta evidências de que corpos líquidos na superfície. A tabela abaixo mostra, algumas informações comparativas sobre nossa Lua e Titã:

TABELA 1

Lua	Titã
Diâmetro: 3.478 km	Diâmetro: 5.150 km
Massa: $7,3 \cdot 10^{22}$ kg	Massa : $1,3 \cdot 10^{23}$ kg
Gravidade: $0,16g_t$	Gravidade: $0,13g_t$
Período orbital: 27,28 dias	Período orbital: 15,88 dias

Analisando as informações contidas na tabela, marque a opção verdadeira:

- a) A Lua obedece às leis de Kepler, já Titã não.
- b) Quando os heróis estão em Titã, eles pesam menos do que pesam aqui na Terra, cerca de 15% a menos.
- c) A densidade de Titã é aproximadamente o dobro da densidade da Lua.

- d) O homem de Ferro levantando voo em Titã tem mais facilidade do que se fosse na Terra.
 e) Titã leva menos dias para dar uma volta completa no Sol do que a Terra.

11) Quem nunca quis saber se os amigos voltaram para casa? Essa é a história central do desenho animado Caverna do Dragão (Dungeons & Dragons - Marvel Productions D&D Entertainment Toei Animation), um grupo de amigos que fica preso em outro mundo e passa a enfrentar diversos desafios em busca de encontrar o caminho de volta para casa. Em um desses episódios eles até conseguem, mas acabam desistindo em prol de um dos amigos. Nesse episódio o retorno deles para casa é de uma forma curiosa através de um rio que corre ao contrário, na imagem abaixo você vai entender que ao invés da água cair ela sobe, daí o rio que corre ao contrário.



Fonte: Saga Anime Desenho e Cia 2020

Mas se você pensa que isso é ficção, está enganado. Dois exemplos podem ser dados um na cidade de Heyfield na Inglaterra onde pessoas gravaram vídeos em que a água de uma cachoeira sobe no lugar de descer e a represa Hoover nos EUA, onde chegando ao topo e derramando água de uma garrafa a água sobe e não cai como o esperado. Uma possível explicação para esses fatos ocorrerem seria:

- a) a total ausência de gravidade em cada situação.
- b) no caso do desenho animado, a força empurrando a água para cima é muito grande vencendo a gravitacional que é a maior força das quatro conhecidas na natureza.
- c) rajadas de ventos muito fortes podem digamos “superar” a força gravitacional e levar a água no sentido contrário, mas isso não impede a ação gravitacional.
- d) feito de Shiryu de Dragão que precisou fazer isso para pegar sua armadura.

12) Thor vai e vem de seu mundo para o nosso com uma facilidade tremenda. Vamos supor que seu planeta natal Asgard tenha o dobro da massa do Terra e um raio quatro vezes maior, considerando que ele tenha uma massa igual a 90kg, determine a relação entre o peso dele na Terra e em Asgard. Considere que a gravidade na Terra seja 10 m/s^2 .

13) (UFMG) O Pequeno Príncipe, do livro de mesmo nome, de Antoine de Saint-Exupéry, vive em um asteroide pouco maior que esse personagem, que tem a altura de uma criança terrestre. Em certo ponto desse asteroide, existe uma rosa, como ilustrado nesta figura:



Após observar essa figura, Júlia formula as seguintes hipóteses:

I. O Pequeno Príncipe não pode ficar de pé ao lado da rosa, porque o módulo da força gravitacional é menor que o módulo do peso do personagem.

II. Se a massa desse asteroide for igual à da Terra, uma pedra solta pelo Pequeno Príncipe chegará ao solo antes de uma que é solta na Terra, da mesma altura.

Analisando-se essas hipóteses, pode-se concluir que:

A) apenas a I está correta. B) apenas a II está correta.

C) as duas estão corretas. D) nenhuma das duas está correta.

14) (UFF-RJ) Antoine de Saint-Exupéry gostaria de ter começado a história do Pequeno Príncipe dizendo:

“Era uma vez um pequeno príncipe que habitava um planeta pouco maior que ele, e que tinha necessidade de um amigo ...”

Considerando que o raio médio da Terra é um milhão de vezes o raio médio do planeta do Pequeno Príncipe, assinale a opção que indica a razão entre a densidade do planeta do Pequeno Príncipe, ρ_P , e a densidade da Terra, ρ_T , de modo que as acelerações da gravidade nas superfícies dos dois planetas sejam iguais.

a) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^{12}$ b) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^6$ c) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^{18}$ d) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^3$ e) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^2$

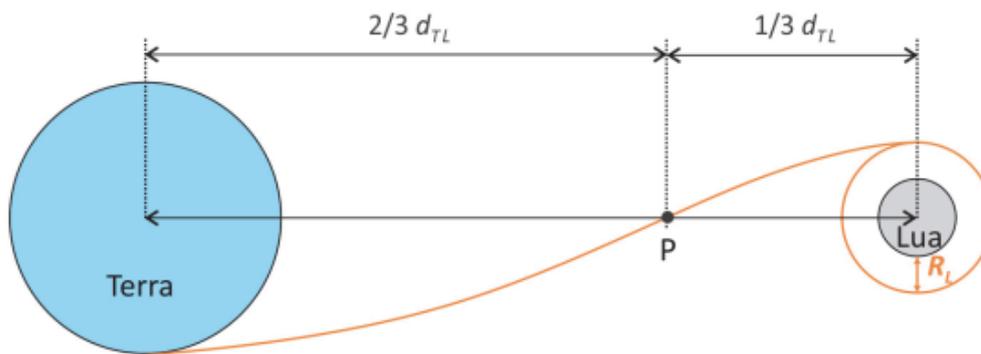
15) Estrela da Morte é uma estação espacial bélica criada pelo Império Galáctico na série cinematográfica de ficção científica Star Wars. É uma gigantesca estação espacial esférica, com 120 km de diâmetro. Carrega milhares de soldados (stormtroopers), caças TIE e caças TIE avançados como o de Darth Vader, mas sua arma maior é o superlaser que possui um formato de uma gigantesca cratera, que causa a destruição total de planetas, como o planeta natal de Princesa Leia (irmã de Luke Skywalker), Alderaan.

Supondo que ela tenha 10% da massa da Terra, calcule a velocidade de escape de um caça TIE ao sair da Estrela da Morte. Use a massa da Terra como sendo $6 \cdot 10^{24}$ kg

16) (FUVEST 2020- ADAPTADA)

Transformers: O Lado Oculto da Lua foi um filme de 2011 do estúdio Paramount e tem seu enredo na corrida espacial nos anos 60, em que os autobots vão ao lado escuro da Lua para encontrar uma nave que caiu e foi escondida pelo governo americano. Você já deve ter ouvido que a vida imita a arte né? Então...

Em janeiro de 2019, a sonda chinesa *Chang'e 4* fez o primeiro pouso suave de um objeto terrestre no lado oculto da Lua, reavivando a discussão internacional sobre programas de exploração lunar. Considere que a trajetória de uma sonda com destino à Lua passa por um ponto P , localizado a $2/3 d_{TL}$ do centro da Terra e a $1/3 d_{TL}$ do centro da Lua, sendo d_{TL} a distância entre os centros da Terra e da Lua.



Considerando que a massa da Terra é cerca de 82 vezes maior que a massa da Lua, determine aproximadamente a razão F_T/F_L entre os módulos da força gravitacional que a Terra e a Lua, respectivamente, exercem sobre a sonda no ponto P.

- a) 20,5 b) 90 c) 1 d) 100 e) 10

Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para eu dividir um planeta e uma época com você.”

Carl Sagan

GABARITO

CAPÍTULO 1

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
C	D	C	A	D	C	C	A	D	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	D	A	A	*	C	2s	E	**	D
21	22	23	24						
A	B	D	C						

*NÃO, POIS O TEMPO DE QUEDA É DE APENAS 4s E O TEMPO QUE NOSSO HERÓI LEVA É APROXIMADAMENTE 25000s ENTRE O PONTO QUE ESTÁ E O PONTO PARA PEGAR A PESSOA.

**GOTEN CONSEGUE UM ALCANCE MAIOR, POIS DESPREZANDO O AR O ALCANCE É MÁXIMO NO ÂNGULO DE 45°. JÁ NUMA SITUAÇÃO REAL, OU SEJA, NA PRESENÇA DO AR O ÂNGULO PARA O ALCANCE MÁXIMO É ENTRE 37° E 40°, ENTÃO NESSE CASO TRUNKS LANÇARIA MAIS LONGE.

CAPÍTULO 2

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
B	D	C	C	*	D	A) 7.10 ⁻⁶ B) 20	A	F,F,F,V	D

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	B	C	C	C	**	E	B	A	D
21	22	23	24	25	26				
5N	A	E	***	0,22	B				

*NÃO, POIS ELE CONTRARIA O PRINCÍPIO DA INÉRCIA. PARA CONSEGUIR VOAR E OUTRAS FEITOS NO AR CONFORME SE VÊ NOS FILMES ELE NECESSITARIA DE UMA FORÇA RESULTANTE EXTERNA.

**CONSIDERANDO APENA SO MESTRE A NORMAL SERIA IGUAL A SEU PESO $N = 170N$, MAS SE LEVARMOS EM CONTA QUE ELE COLOCA UMA FORÇA PARA LEVANTAR A NAVE, AINDA QU ENÃO ESTEJA EM CONTATO COM ELA A NORMAL OU UMA FORÇA SIMILAR SERIA IGUAL A $N=50170N$.

***PESO, NORMAL, FORÇA DELE NO SENTIDO VERTICAL PARA CIMA.

CAPÍTULO 3

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
*	B	C	C	B	C	C	C	B	B
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	D	A	C	A	D	E	C	D	C
21	22	23							
A	4704J	C							

* PROFESSOR, ANALISE A POSSIBILIDADE DE CONCENTRAR ENERGIA COMO NO SABRE, SE FOR PLASMA CERTAMENTE DERRETE, SE FOR RAIOS GAMA A QUANTIDADE DE FOTONS SERIA ABSURDA E HOJE NÃO É POSSÍVEL, ENTÃO EM UMA LUTA DDEVE DA EMPATE JÁ QUE O SABRE NÃO PODE EXISTIR CONFORME MOSTRADO.

CAPÍTULO 4

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
A	A	B	B	50 VEZES MAIOR	C	E	14/615	C	D
11	12	13	14	15	16	17			
C	E	D	A	*	C	0,02			

*Com base no conceito de empuxo e pressão é possível sim, é obvio que vários fatores influenciariam a situação tais como, o peso do objeto no caso a casa, se os balões estavam calibrados corretamente, temperatura, vento. Se tudo se encaixar o empuxo poderá fazer a casa subir, lembre o empuxo é feito pelo ar sobre os balões.

CAPÍTULO 5

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
E	E	D	B	C	C	D	E	A	D

11	12	13	14	15	16				
C	OITO VEZES	B	B	V=116 KM/S	20				

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kakalios, James; The Physics of Superheroes. The Gotham Books Publishing Group. New York 2005.

Martinez, Cristiano- Thanos, um vilão clássico dos quadrinhos, 2018 Disponível em <https://www.correiodocidadeo.com.br/noticia/thanos-um-vilao-classico-dos-quadrinhos-da-marvel/> acesso em 14/04/2019

A morte de Gwen Stacy

<https://comicvine.gamespot.com/the-death-of-gwen-stacy/4045-43220/images/?tag=All+Images>

<https://imagensemoldes.com.br/liga-da-justica-mulher-maravilha-vetor-e-png/>

<https://www.cinemablend.com/games/Review-Captain-America-Super-Soldier-33615.html>

https://toppng.com/desenho-homem-de-ferro-png-iron-man-clipart-PNG-free-PNG-Images_244649?search-result=homem-de-ferro

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-911948246-martelo-thor-mjolnir-mitologia-nordica-replica-martelo-thor- JM>

<http://www.unleashthefanboy.com/news/5-reasons-why-the-flash-needs-his-own-cartoon/63433>

<https://pt.quizur.com/trivia/voce-conhece-o-goku-8lQr>

<https://www.pinterest.ca/nelcitolds/super-her%C3%B3i/>

<https://dragonarte.com.br/index.php?pag=principal>

<https://hypescience.com/fisica-explica-porque-ninguem-mais-consegue-levantar-o-martelo-thor/>

<https://www.pinterest.fr/aurliamartins/>

<https://super.abril.com.br/cultura/quais-sao-as-inspiracoes-para-o-uniforme-do-homem-aranha-em-capitao-america-guerra-civil/>

<https://www.blogs.unicamp.br/ciencianerd/2019/07/19/a-ciencia-do-homem-aranha/>

<https://alfredmoura.wordpress.com/2014/02/23/o-olho-de-tandera/>

<https://colorir.org/homem-aranha/homem-aranha-escalando-parede/>

<http://uranio1500.blogspot.com/2012/03/fan-filme-mostra-incrivel-crossover.html>

<http://www.adorocinema.com/noticias/filmes/noticia-151705/>

<http://g1.globo.com/Noticias/PopArte/0,,MUL1500644-7084,00-EXEMPLAR+DE+REVISTA+DE+ESTREIA+DO+SUPERMAN+E+VENDIDO+POR+US+MILHAO.html>

<https://wordsofphysic.wordpress.com/2009/12/20/o-homem-aranha/>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Star_Wars

<https://www.ofuxico.com.br/noticias-sobre-famosos/shazam-ganha-novo-trailer-cheio-de-acao-e-bom-humor/2019/03/06-344255.html>

<http://www.adorocinema.com/materias-especiais/filmes/arquivo-100339/?page=5&tab=0>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Dungeons_%26_Dragons_\(s%C3%A9rie_animada\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Dungeons_%26_Dragons_(s%C3%A9rie_animada))

<http://diedragonsdie.blogspot.com/2011/12/equipamentos-magicos-cdd-tacape-do.html>

<https://caverna-do-dragao.fandom.com/pt-br/wiki/Hank>

<https://www.cadernodematerias.com/marvel-libera-hqs-digitais-gratuitas-de-pantera-negra/>

<https://centralvingadores.com.br/ator-pode-ter-confirmado-que-a-capita-marvel-usara-o-capacete-das-hqs-no-filme/>

<https://observatoriodocinema.uol.com.br/quadrinhos/2019/08/nova-hq-do-lanterna-verde-reescreve-historia-da-dc>

<https://www.desenhoswiki.com/super-herois/desenhos-de-thor>

Extraído de Física para Universitários página241, Bauer, Wolfgan. Ed AMGH 2012

<http://engrenagensdouniverso.blogspot.com/2019/01/hamiltoniano-de-um-pendulo-simples.html>

<https://www.sideshow.com/geek/aquaman-super-power-play-by-play/>

<https://exame.abril.com.br/estilo-de-vida/filme-do-homem-formiga-finalmente-comeca-a-ser-produzido/>

https://dragonball.fandom.com/it/wiki/Torre_di_Karin

<https://www.iguiecologia.com/animais-que-andam-sobre-as-aguas/>

<https://sites.google.com/site/felipeogutierrez/Home/diaadia/fisica---teorema-de-pascal>

<https://www.planocritico.com/entenda-melhor-vingadores-2-quem-e-visao/>

<https://olhardigital.com.br/cinema-e-streaming/noticia/cavaleiros-do-zodiaco-chega-em-breve-a-netflix/91150>

<https://www.legiaodosherois.com.br/2016/batman-vs-superman-superman-mostra-toda-sua-forca-em-nova-imagem-oficial.html>

<https://www.chispa.tv/show/Quien-se-queda-con-el-Trono-de-Hierro-al-final-de-Game-of-Thrones--20190520-0005.html>

https://aminoapps.com/c/mitologicpt/page/blog/os-nove-mundos-da-mitologia-nordica/n48Y_8kiLuMqN7E7lvqxJ6rZb0zxM30g5

https://www.toplessrobot.com/2009/03/the_10_worst_comic_book_vacation_destinations.php

https://gartic.com.br/_sazon_/desenho-livre/thanos

<https://www.aumanack.etc.br/2018/08/16/disney-havia-planejado-derivado-em-tatooine-lar-de-luke-skywalker/>

https://www.youtube.com/watch?v=7YTH_Svqx2Y