



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CAMPUS PLANALTINA**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

**O**  
**LIVRO DIDÁTICO**  
**DOS**  
**PODERES SOBRE-HUMANOS**

**Autor: Thalles Victor Vasconcelos Orlando**  
**Orientador: Prof. Dr. Danilo Arruda Furtado**

**Planaltina - DF**  
**2023**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CAMPUS PLANALTINA**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

**O**  
**LIVRO DIDÁTICO**  
**DOS**  
**PODERES SOBRE-HUMANOS**

**Autor: Thalles Victor Vasconcelos Orlando**  
**Orientador: Prof. Dr. Danilo Arruda Furtado**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à banca examinadora  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Licenciado/a em Ciências Naturais  
da Faculdade UnB Planaltina

**Planaltina - DF**

**2023**

## AGRADECIMENTOS

À minha família, principalmente à minha mãe e à minha madrinha, que são minhas guardiãs desde que me entendo por gente. Mesmo que nós não consigamos chegar em pleno acordo sobre a própria vida, a minha vida só chegou até aqui por causa de vocês. E ao meu irmão Renato, que me proporcionou tanta ajuda de forma inesperada durante tanto tempo. Eu só queria ter tido a sabedoria e o poder para também ter ajudado você.

Por mais clichê que possa soar, cada experiência, positiva, negativa e até mesmo neutra, vivida no Campus Planaltina da Universidade de Brasília fez o autor deste trabalho, uma pessoa involuntariamente acostumada com solidão e marasmo, se sentir incrivelmente vivo. Por isso, a cada pessoa que teve um papel nesta jornada, eu sou verdadeiramente grato. Porém, há aqueles que merecem destaque.

Maria Clara, Mateus e Pablo. Os três primeiros. Pelo acaso, chegamos naquela sala juntos e amizade e companhia de vocês sempre estará marcada na minha mente. A bondade e o ânimo que vocês me ofertaram foram ímpares e importantíssimos para alguém que acabara de chegar completamente desorientado no primeiro semestre de faculdade.

Larissa, obrigado não apenas ter sido a primeira pessoa que, no Restaurante Comunitário da FUP, ouviu os rascunhos sobre este trabalho quando eu nem mesmo pensava em transformá-lo em um trabalho de conclusão de curso, mas também por ser uma das pessoas mais memoráveis que eu já conheci. Valorizei cada momento que pude desfrutar pessoalmente da sua maravilhosa companhia e amizade. E queria poder desfrutar de mais momentos de proximidade, mas nenhum lamento a respeito da distância entre nós é forte o suficiente para vencer a felicidade dessas lembranças e do fato de que ainda estamos em contato.

Erick, em um aniversário meu, você me presenteou com um exemplar do livro de Gravity Falls que foi uma das inspirações para este trabalho. E também me presentou com a sua companhia especial durante tantos outros momentos incríveis. Você me marcou para sempre e eu sou muito grato por cada momento que ainda podemos nos encontrar.

Dani, é como se eu fosse capaz de lembrar de todas as nossas interações. Você me fazia me sentir tão compreendido e confortável em cada uma das nossas longas conversas e me inspirou de maneiras que você nem deve saber, incluindo a respeito deste trabalho. Simplesmente dizer que tenho saudades da sua presença é menos do que insuficiente.

O antigo grupo no WhatsApp cujo nome nunca permanecia o mesmo por muito tempo. Ana Clara, Moisés, Mayra, Jeane e meu parceiro de cinefilia, Tião. Cada dose de adrenalina que eu tive na montanha-russa emocional que foi ter a amizade de vocês é inesquecível.

Manu, minha irmã de orientação. Você não faz ideia de como a sua doçura e suas palavras de apoio e empatia me ajudaram na reta final desta jornada. Em certos momentos, acho que você até acreditou em mim mais do que eu mesmo. Nós conseguimos.

Os professores e as professoras que são algumas das pessoas mais inspiradoras e bondosas de quem eu tive o privilégio de aprender: Paulo Britto, nosso capitão da nave Escola nas Estrelas, Rogério, Tânia, Juliana, Ismael, Jeane e Franco. Muitíssimo obrigado por terem sido guias tão marcantes durante inesquecíveis semestres.

Mas eu nunca esperaria ter alguém tão compreensivo, tão paciente e tão inspirador como orientador deste trabalho. Professor Danilo, foi uma honra ter assistido suas aulas e um

privilégio sem tamanho te chamar de amigo hoje. É graças a você que agora eu sou capaz de sentir um pouco de orgulho de mim mesmo, por mínimo que ele seja. E espero mesmo que nosso caminho que levou a este trabalho se estenda para além dele. Muito obrigado.

## **RESUMO**

Este trabalho teve como principal objetivo a elaboração de um recurso didático literário-visual que visa utilizar o conceito de “superpoderes” ou “habilidades sobre-humanas”, um aspecto extremamente comum e representado em mídias de entretenimento dos gêneros de fantasia e ficção científica. Devido ao grande apelo destas obras entre jovens que estão na idade escolar, o material aqui proposto tem a forma de um livro didático no qual aborda variadas habilidades sobre-humanas para, na medida do apropriado, explicar seus mecanismos de funcionamento sob uma ótica científica. Isto é: tentar entender como estes poderes fantásticos funcionariam caso eles respeitassem as entidades e os conhecimentos científicos que são estudados, conforme estabelecido na Base Nacional Comum Curricular, nas salas de aula de Ciências Naturais nos anos finais do Ensino Fundamental e nos do Ensino Médio, com ênfase no ensino de Física. Tendo em vista que estes poderes, nas obras fictícias que são retratados, se tratam de influências que, com o mero esforço de um pensamento, humanos conseguem realizar sobre várias entidades da Natureza (incluindo eles próprios), o livro didático apresentado faz uma aproximação entre estes conceitos e as ciências que estudam os aspectos mais básicos da Natureza. Essa aproximação lúdica e investigativa visa auxiliar estudantes na transmissão de conhecimentos de Ciências Naturais em sala de aula, uma vez que a intenção é que este material esteja disponível para professores para usarem, principalmente, para estabelecer conceitos científicos, seja de uma forma mais superficial, seja de uma maneira mais aprofundada.

**Palavras-chave:** Ciências Naturais. Fantasia. Ficção científica. Poderes. Habilidades. Sobre-humano.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino das Ciências Naturais, principalmente nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, continua muito focado numa abordagem quase que exclusivamente expositiva, fruto de, como afirma Parrat-Dayan (2017), um ensino mecanicista que conduz a uma aprendizagem insuficiente e limitativa ao desinteresse e ao conseqüente insucesso dos alunos. Este “aprendizado” por parte dos alunos praticamente só consiste em memorização de corolários e fórmulas para responder corretamente a avaliações para a obtenção notas que consideram ser o suficiente para a aprovação.

Entre os principais fatores, um que se destaca e exige um olhar crítico sobre os próprios cursos de formação de magistério é o pouco interesse de professores em criarem abordagens diferenciadas que resultariam em diferentes reações dos alunos. Afinal, “cabe a nós, educadores, e não aos alunos, a responsabilidade e o trabalho de adaptar o que queremos ensinar às condições locais em que vivem e se movem os nossos alunos” (CANDOTTI, 2002).

Não obstante, também é necessário levar em conta uma realidade de boa parte dos ambientes escolares: a escassez de ambientes e recursos didáticos apropriados para o ensino de Ciências Naturais que abranjam mais do que o quadro de sala de aula. Sasseron (2015) ressalta que a sala de aula de Ciências Naturais em muito pouco ou quase nada se difere de uma sala de aula de outra disciplina qualquer e que isto está ligado não apenas a questões de ordem espacial e física, mas também a questões pedagógicas e administrativas das escolas, assim como escolhas curriculares traçadas no plano administrativo.

Incentivada justamente por essas preocupações, a elaboração de propostas de recursos didáticos recursos didáticos alternativos e de relativo facilitado acesso por parte de professores e estudantes tem se tornado cada vez presente nos ambientes acadêmicos. Devido ao seu imenso alcance, popularidade, apreço e identificação, há uma particular ênfase em propostas que utilizem mídias da chamada “cultura pop” e suas diversas ramificações ferramentas de estímulo ao interesse ao fazerem aproximações didáticas e pedagógicas.

O presente trabalho oferece uma proposta de recurso didático literário-visual que faz uma aproximação entre variados conhecimentos ensinados e apresentados em aulas de Ciências Naturais com um conceito específico presente em diversas mídias de entretenimento da cultura pop, particularmente em obras dos gêneros fantasia e ficção científica: os poderes sobre-humanos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

É inegável o poder de formação de ideias da Indústria Cultural principalmente nas mentes mais jovens, tipicamente em idade escolar. Fontanella (2004) nos lembra que essa indústria “interfere na produção dos sentidos e na construção do ser/sujeito-infanto-juvenil/indivíduo e no como este produz sentido, significados e os ressignifica a partir desta mediação”. Essa influência cada vez mais sendo instrumentalizada com propósitos pedagógicos e educativos, tendo em vista o nível de popularidade, apreço e interesse demonstrado por crianças e adolescentes pelos produtos desta indústria.

Exemplos vindos do próprio curso de Licenciatura em Ciências Naturais da Universidade de Brasília, ministrado no Campus Planaltina, abrangem trabalhos que versam sobre o potencial pedagógico das mais diversas mídias de entretenimento que envolvem a cultura pop, como o trabalho de Lima (2019) que aborda jogos eletrônicos; o de Cunha, Ferro e Rotta (2021) que fala sobre “mangás” japoneses; o de David (2019) lida com os “animês” japoneses; Costa (2018) utiliza da literatura de fantasia; e a pesquisa de Rosa (2021) versa sobre cinema.

Outro aspecto muito comum da cultura pop, abordado nas mais variadas obras de fantasia e ficção científica, é o conceito de “superpoderes”: habilidades ficcionais sobre-humanas fantásticas demonstradas por uma gama de personagens fictícias, sendo os exemplos mais conhecidos os chamados “super-heróis” e “super-vilões”, que desfrutam de imensa popularidade e são retratados até hoje, principalmente, em histórias em quadrinhos. De fato, embora a perspectiva acadêmica em relação ao seu uso principalmente nas aulas de Física possa ser considerada ingênua, histórias em quadrinhos podem ser vistas como um recurso importante para ser trabalhado em sala de aula (NASCIMENTO JÚNIOR, 2013)

Mesmo entre as histórias em quadrinhos, as habilidades sobre-humanas possuem as mais diferentes concepções, quiçá em outras mídias, sejam elas físicas, analógicas ou digitais. Isso permite uma grande liberdade aos autores e autoras dessas obras de entretenimento. Mas elas sempre quase sempre possuem pontos em comum, principalmente quando se diz a respeito do que essas habilidades são capazes de fazer. A telecinese, por exemplo, é uma habilidade sobre-humana com a qual um indivíduo consegue movimentar outros corpos a distância, sem a necessidade de contato físico. Seus mecanismos exatos de funcionamento variam de uma obra para outra e até mesmo sua designação, mas a capacidade de mover objetos sem contato físico é uma constante.

Com essa relativa liberdade de concepção sobre as habilidades sobre-humanas, este trabalho se aproveita desta liberdade para utilizar os conceitos de algumas habilidades sobre-humanas específicas para fazer uma associação a determinados assuntos estudados nas salas de aula de Ciências Naturais, com um deliberado foco nos conhecimentos estudados em Física. Conceptualizando conceitos próprios a respeito dos “superpoderes” para que estes se adaptem apropriadamente à utilização pedagógica que aqui propomos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3. 1. Objetivo geral**

Apresentar uma proposta de recurso didático literário-visual que, através de uma abordagem lúdica e investigativa, incentive o interesse em variados conceitos estudados em aulas de Ciências Naturais nos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio e em aulas de Física em todo o Ensino Médio e auxilie tanto transmissão de conhecimentos por parte do professor quanto na aprendizagem por parte dos estudantes.

#### **3. 2. Objetivos específicos**

Na forma de um relativamente curto “livro didático” escrito por um fictício autor que se trata de um pesquisador de habilidades sobre-humanas, o recurso didático propõe a abordagem de diferentes habilidades sobre-humanas, explicando como seriam os seus mecanismos de funcionamento destes fantasiosos dons sob uma ótica científica. Cada capítulo explica de que forma um indivíduo dotado com designado poder seria capaz de, fazendo apenas o esforço de um pensamento, interferir, de forma sobrenatural, em aspectos físicos e químicos da Natureza e quais seriam as consequências dessas influências se o aspecto fantasioso da interferência se restringisse ao mínimo necessário para a execução da habilidade sobre-humana, justamente para que tal aspecto não se sobreponha sobre os aspectos científicos que pretendemos abordar. Para tal, antes serão contextualizados previamente, de forma apropriada para estudantes dos anos finais de Ensino Fundamental e do Ensino Médio, conceitos e entidades físicas e químicas comumente estudados nas aulas de Ciências Naturais para depois, explicar quais aspectos da Natureza um indivíduo dotado com tal habilidade seria capaz de sobrenaturalmente alterar e manipular.

Com tal abordagem, o material proposto convida estudantes com diferentes níveis de interesse em histórias de fantasia e ficção científica a conhecerem concepções relativamente novas de habilidades sobre-humanas para analisar seus mecanismos de funcionamento e, principalmente, entender como assuntos comumente estudados nas aulas de Ciências Naturais podem se envolver nesses mecanismos, além de serem apresentados às consequências destes envolvimento devido à fidelidade científica aos conceitos apresentados.

Intenciona-se que exemplares do material estejam à disposição de alunos e professores, para que os primeiros, ao fazerem uma leitura superficial dos textos, deixem evidentes seus níveis de interesse em um uso mais profundo do livro, orientado pelos segundos, que decidirão quais assuntos serão estudados de acordo com o ano letivo e período apropriados.



#### **4. METODOLOGIA**

Antes da elaboração do recurso didático em si, foi feita uma seleção de assuntos estudados nas aulas de Ciências Naturais e de Física no Ensino Médio. No material literário-visual proposto, é evidente que não foi possível a abordagem de todos os conceitos científicos estudados nas aulas de Ciências Naturais. Não apenas devido à grande quantidade de temas estabelecidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), mas também devido a viabilidade de associação dos conceitos científicos aos conceitos das fictícias habilidades sobre-humanas.

Após a seleção dos assuntos a serem abordados, foram necessários uma revisão e um aprofundamento conceitual nestes assuntos para garantir maior acuidade e precisão na transmissão dos conceitos científicos apresentados no material.

Por fim, os conceitos selecionados e revisados foram associados a determinadas habilidades sobre-humanas e não exclusivamente a apenas uma, uma vez que foi possível a abordagem, em diferentes níveis de aprofundamento, de um conceito científico em mais de um capítulo, devido à própria construção dos conhecimentos físicos e químicos, nos quais são necessários a compreensão de conceitos já estudados para a imersão em novos conceitos.

Para fornecer um auxílio visual ao texto, foram incluídas ilustrações em alguns capítulos, complementando a leitura e a compreensão dos complexos conceitos científicos e do funcionamento dos poderes sobre-humanos. As ilustrações são originais e feitas à mão, uma vez que uma concepção original do material didático consistia em um texto também manuscrito, com o objetivo de transmitir a ideia de que o material seria um livro escrito por um pesquisador com poucos recursos, além de uma aparência “mística” do material, já que o recurso lida com o conceito fantasioso e sobrenatural de poderes sobre-humanos.

Todas as figuras são originais e de autoria do mesmo autor do trabalho.

## 5. RESULTADOS

### 5. 1. A seleção das habilidades sobre-humanas

Apesar de desfrutarem de muita popularidade entre os consumidores da cultura pop, existem habilidades sobre-humanas que são bem mais conhecidas do que outras. E devido à já mencionada liberdade criativa e conceitual vista nas diversas obras ficcionais, também acabam sendo criadas habilidades sobre-humanas mais variadas.

Com isso em mente, a escolha de quais habilidades sobre-humanas seriam abordadas levou em conta a sua popularidade e sua presença em filmes, jogos, seriados de TV, animações, livros e histórias em quadrinhos as abordem.

Depois desta seleção, algumas habilidades que, de fato, são muito comuns na fantasia e na ficção científica foram descartadas porque suas explicações exigiriam conceitos mais avançados e aprofundados do que aqueles vistos nos Ensinos Fundamental e Médio. Quando conhecimentos que exigem esse nível de estudo e compreensão apareceram inevitavelmente nas habilidades que foram contempladas, eles foram resumidos e simplificados ao máximo, aparecendo nos capítulos do material apenas de forma superficial.

### 5. 2. A seleção das entidades e conceitos científicos estudados em sala de aula

Os assuntos de Ciências Naturais que foram possíveis associar a habilidades sobre-humanas estão presentes na Base Nacional Comum Curricular e foram escolhidos aqueles que mais se associavam com as habilidades selecionadas anteriormente.

No entanto, com o intuito de fomentar o interesse dos estudantes para além da sala de aula, são apresentados, principalmente nos capítulos finais do livro, alguns conceitos que não são comumente estudados nos Ensinos Fundamental e Médio, como partículas subatômicas, assunto que está no domínio da Física Quântica. No material didático, estes temas são apresentados de forma introdutória e sempre relacionada aos temas que abrangem a grade curricular do aluno.

**Tabela 1 - Relação dos capítulos com temas estudados nas aulas de Ciências Naturais**

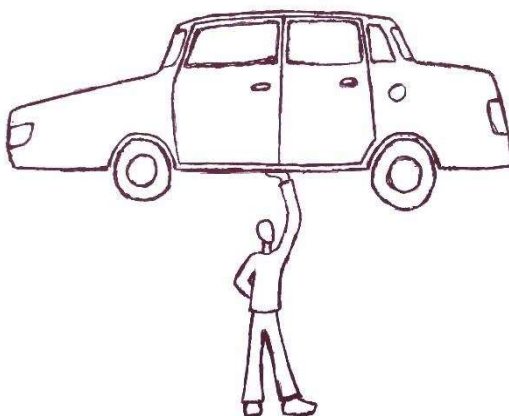
<i>Capítulo e habilidade sobre-humana</i>	<i>Temas abordados</i>
Capítulo I - Massalaxe	Grandezas vetoriais e escalares   Inércia   Força   Massa   Volume   Densidade   Peso   Velocidade e rapidez   Aceleração   Leis de Newton   Energia cinética   Trabalho   Momentum   Colisões
Capítulo II - Telecinese	Forças de campo   Campo vetorial   Gravidade
Capítulo III - Supertelecinese	Gravidade   Campo gravitacional da Terra   Peso   Terceira lei de Newton
Capítulo IV - Eletrocinese	Carga elétrica   Corrente elétrica   Campo elétrico   Prótons, nêutrons e elétrons   Íons

	Lei de Coulomb   Potencial elétrico e voltagem   Gaiola de Faraday
Capítulo V - Magnetocinese	Campo magnético e suas fontes   Campo magnético da Terra, cinturões de Van Allen e auroras polares   Linhas de indução   Ímãs e polos magnéticos   Força magnética   Ferromagnetismo, paramagnetismo e diamagnetismo   Temperaturas de Curie
Capítulo VI - Fotogênese	Eletromagnetismo   Fótons e a velocidade da luz   Ondas eletromagnéticas   Espectro eletromagnético   Laser
Capítulo VII – Intangibilidade fotônica	Fótons   Luz visível   Ótica   Olho humano   Opacidade   Reflexão e refração   Miragens
Capítulo VIII – Intangibilidade fermiônica	Férmions: quarks e léptons   Subpartículas atômicas   Princípio da exclusão de Pauli   Volume   Pressão atmosférica

### 5. 3. O Livro Didático dos Poderes Sobre-Humanos – Volume I

#### CAPÍTULO I – MASSALAXE

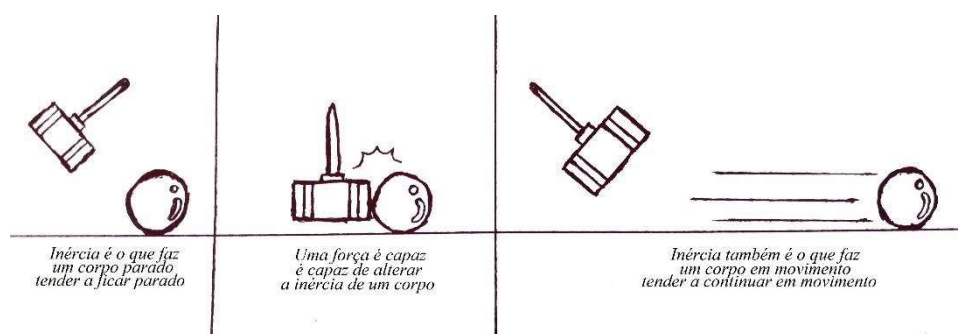
Se você já conhece o termo que está no título deste primeiro capítulo, você provavelmente sabe que ele remete ao fenômeno básico responsável pelos feitos incríveis que aqueles que possuem esta habilidade sobre-humana são capazes de fazer. Se não conhece, é mais provável que você conheça esta habilidade pelo seu nome bem mais popular: “**superforça**”, que às vezes é chamada por outros nomes que costumam diferir apenas nos prefixos, todos os quais, assim como “super”, remetem a “superioridade”: hiperforça, supraforça, überforça...



Sim, vamos começar falando da habilidade que faz com que aqueles que o possuem, chamados de “massaláticos/as”, sejam capazes de fisicamente movimentar, deformar e até romper objetos extremamente pesados e materiais muito resistentes.

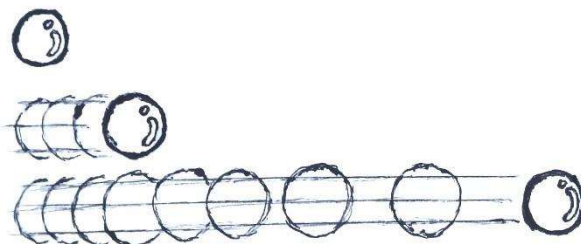
No entanto, a designação “superforça” pode ser enganosamente simplista porque esse é apenas um dos poderes relacionados à massalaxe. Sim, massaláticos são capazes de mais do que apenas ficarem fisicamente mais fortes. Mas já que a superforça é poder mais conhecido da massalaxe, vamos começar entendendo o que realmente significa se tornar “superforte” nos lembrando o que já é conhecido sobre “força”.

A palavra “superforça” (muito mais do que o estranho termo “massalaxe”) faz total sentido quando lembramos de um conceito intuitivo de “força”. Imagens de pessoas realizando feitos físicos notáveis, como carregar objetos muito grandes e massivos são exemplos de força que vêm à mente. Isso porque “força” é uma influência que um corpo causa em outro, uma influência que é capaz de vencer a **inércia** deste segundo corpo.



E inércia é a propriedade dos corpos que faz com que eles *resistam* a serem acelerados ou desacelerados. Quanto mais inércia um corpo tem, mais difícil é alterar sua velocidade (mesmo que a velocidade seja zero), uma vez que a **aceleração** é a **taxa temporal de variação** ou a **derivada** da velocidade. Isso quer dizer que a aceleração diz *de que maneira* a **velocidade** muda ao longo do tempo. E se a velocidade não muda (se ela é constante), não há aceleração.

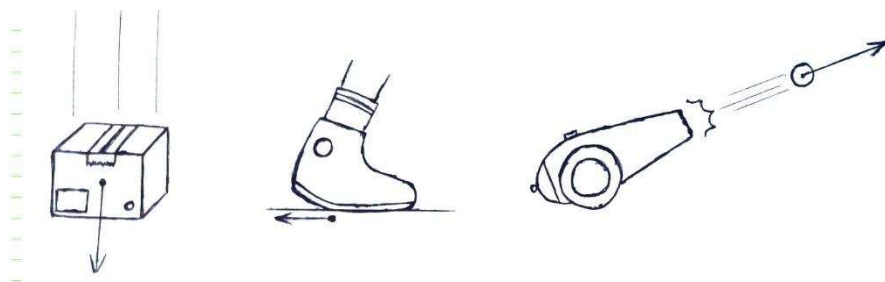
Também é importante lembrar que a própria velocidade é uma derivada em si, só que é a derivada da *posição* de um corpo. A velocidade descreve de que forma um corpo muda de posição, de que forma que um corpo se *desloca* no decorrer do tempo.



É por isso que quando medimos velocidade, costumamos usar uma unidade de medida que relacione distância e tempo. “**Quilômetros por hora**” (simbolizado por “km/h”) é um exemplo e provavelmente a unidade de medida de velocidade mais familiar para nós. Se um corpo está a 10 km/h, significa que, mantendo essa velocidade, ele seria capaz de se deslocar por 10 quilômetros em uma hora. No entanto, “**metros por segundo**” (cujo símbolo é “m/s”) é a unidade padrão adotada pelo **Sistema Internacional de Unidades** (comumente chamado apenas de “SI”). Tecnicamente, uma não deixa de ser uma variação da outra, já que um

quilômetro equivale a 1000 metros (o prefixo “quilo” significa “mil”) e uma hora são 3600 segundos.

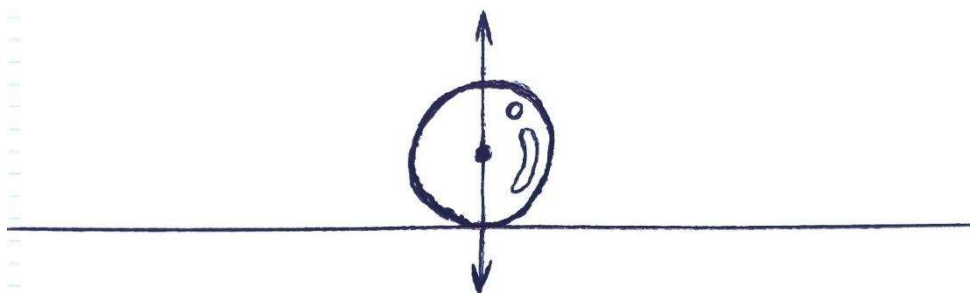
Como a aceleração diz de que maneira a velocidade muda ao longo do tempo, sua unidade de medida, seguindo o padrão do SI, seria “**metros por segundo** (a unidade da velocidade) *por segundo*” (“m/s<sup>2</sup>”, que também pode ser lido como “**metros por segundo ao quadrado**”). Exemplificando: se um corpo tem uma aceleração constante de 5 m/s<sup>2</sup>, isso significa que a cada segundo, a velocidade do corpo aumentará ou diminuirá (e isso dependerá se a aceleração será positiva ou negativa) em 5 m/s.



E assim como a velocidade e a aceleração, a força é uma **grandeza vetorial**. Ou simplesmente, um “**vetor**”. Isso significa que além de um valor que diz sua intensidade (que, no caso das forças, é um valor medido em “**newtons**”), toda força também tem uma **direção** e um **sentido**, estes dois sendo comumente representados por setas.

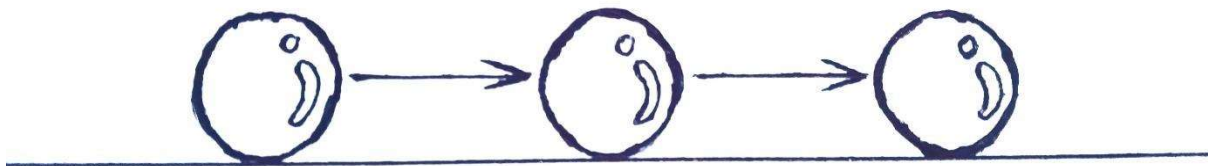
E se uma força é capaz de vencer a inércia de um corpo, uma força tende a acelerar ou desacelerar um objeto. Eu disse “tende” porque não significa *necessariamente* que uma força agindo sobre um corpo irá sempre acelerá-lo.

Por exemplo, um objeto qualquer no chão está, presumivelmente, parado. Ele não está acelerado. No entanto, existem, pelo menos, duas forças agindo sobre esse objeto: a força gravitacional da Terra e a famosa **força normal**, que é a força que qualquer corpo exerce em outro quando eles estão se tocando, uma força que sempre é perpendicular ao ponto do corpo que a exerce. Nesse caso, é a força exercida pelo chão no objeto. E por que o objeto continua parado? Porque a intensidade da força normal é a mesma da força gravitacional, só que uma no sentido exatamente oposto ao da outra: a gravidade puxa o objeto para baixo e a força normal o empurra para cima. Sendo as forças grandezas vetoriais, isso faz com que elas “se anulem” e o objeto não se mexa. Em outras palavras: há forças agindo sobre este corpo parado, mas a **força resultante**, a soma das forças atuando no corpo, é zero. E por isso, essa situação, onde um objeto está parado, mesmo que esteja sob a influência de forças externas, é chamada de “**equilíbrio estático**”.



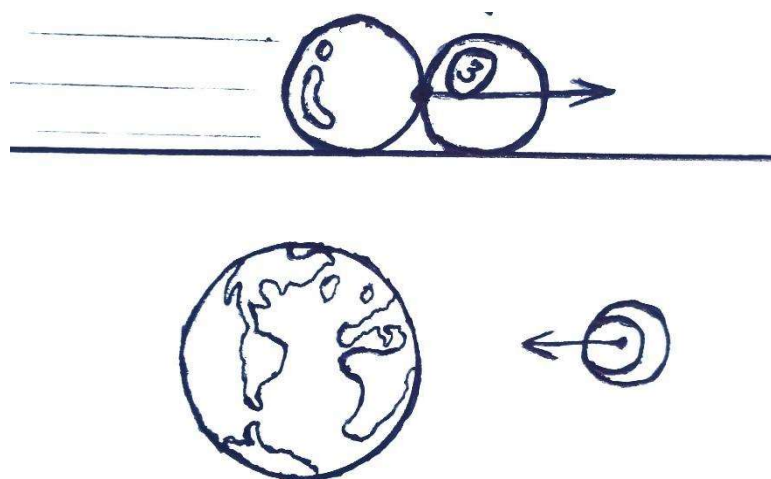
Há uma outra situação na qual pode haver forças agindo sobre um corpo sem que ele sofra qualquer tipo de aceleração. Onde pode-se dizer que não há força resultante: quando um

corpo está se movimentando *em linha reta e sempre na mesma velocidade*, que se trata do infame “**movimento retilíneo uniforme**”. Neste caso, temos o chamado “**equilíbrio dinâmico**”.



Essas duas situações de equilíbrio (o estático e o dinâmico), nas quais não há nenhuma força resultante agindo sobre um corpo, onde a inércia dos corpos permanece inalterada, são descritas pela primeira das três clássicas leis do movimento elaboradas pelo histórico cientista inglês Isaac Newton (sim: a unidade de medida de força “newton” é uma homenagem ao cientista). De fato, essa primeira lei de Newton também é chamada de “**lei da inércia**”: quando um corpo está em equilíbrio estático (parado) ou dinâmico (em movimento retilíneo uniforme), não há nenhuma força resultante agindo sobre esse dito corpo.

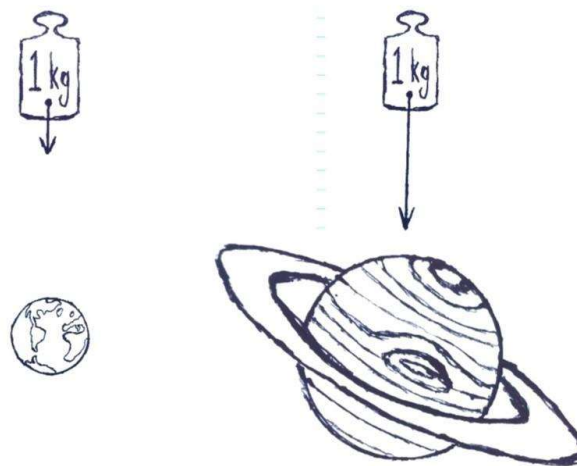
Digno de nota: a força gravitacional é uma **força de campo**, o que significa que ela age à distância, através de um campo de forças, sem a necessidade de ter contato físico direto com os corpos. A Lua e a Terra, para usar um exemplo familiar, estão a uma distância considerável uma da outra e mesmo assim, elas se orbitam porque estão sofrendo e causando influências através de suas forças gravitacionais, que são forças de campo. Ao contrário das chamadas **forças de contato**, forças que precisam que os corpos literalmente encostem uns nos outros, precisam de um contato físico direto de um corpo com outro para existirem, como é o caso da força normal. Lembre-se das forças de campo pois falaremos muito delas nos capítulos seguintes.



Agora que já reforçamos vários conceitos relacionados à força, voltemos à massalaxe em si para compreendermos exatamente como massaláxicos adquirem “superforça”. E, para isso, vamos dividir o termo “massalaxe” em suas componentes etimológicas: “massa” e “alaxe”.

“Massa” é algo comumente confundido com o peso. E já que neste capítulo inicial (e nos próximos também) vamos falar muito de força, deixemos as diferenças bem claras: o peso é justamente uma *força*. A massa é uma *propriedade* física intrínseca dos corpos materiais, determinando justamente a presença de matéria neles. E diferentemente dos vetores, que ainda precisam de uma direção e de um sentido para serem definidos, a massa se trata de uma **grandeza escalar**. Isto é, ela só precisa de um valor quantitativo para ser descrito. Um valor que pode ser medido em “gramas” (cujo símbolo é “g”), embora existam outras unidades de medida para massa, tal qual o “quilograma” (“kg”), que é popularmente abreviado como “quilo”, fazendo com que esse termo que originalmente significa apenas “mil” (seja de qualquer coisa, como “quilômetro” significando “mil metros”) signifique também a unidade de medida de massa que equivale a “mil gramas”. Tanto que a unidade padrão de massa do SI é o quilograma.

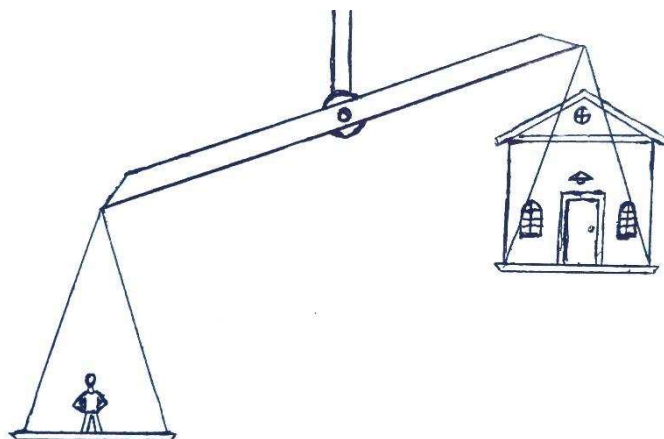
E tudo o que possui massa acaba também tendo um peso quando está num campo gravitacional. Isso porque “peso” é a força que a gravidade exerce sobre um corpo que tem massa. Lembre-se da Terra. Ela tem um campo gravitacional bem significativo. Corpos com massa que se aproximam o bastante da superfície do planeta (nós humanos, por exemplo) adquirem peso: uma força que faz com que o dito corpo tenda a ser atraído para o centro da Terra. Do nosso ponto de vista, esse corpo “cai” na Terra, a menos, claro, que haja impedimentos, como a crosta terrestre.



Caso esses mesmos corpos estivessem vagando a esmo pelo espaço sideral, sem nunca se aproximarem de nenhum planeta, satélite, estrela ou qualquer outro astro com um campo gravitacional forte, os tais corpos teriam pesos iguais a zero, mas suas massas permaneceriam inalteradas.

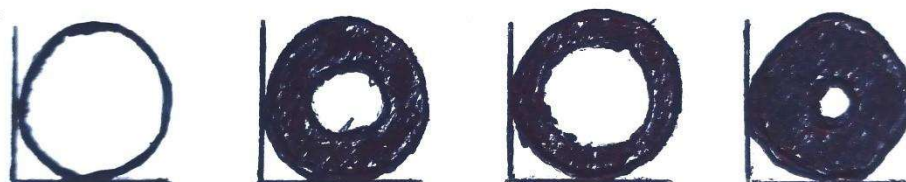
Mais uma vez: é importante lembrar do parágrafo anterior porque será necessário um aprofundamento nos conceitos envolvendo gravidade no capítulo seguinte.

Enquanto é fácil identificar a palavra “massa”, o termo “alaxe” é uma palavra de origem grega que remete a “mudança” ou “alteração”. E ao juntarmos os termos, “massa” e “alaxe”, imagino que seja fácil supor onde quero chegar, não é?



“Massalaxe” é a habilidade que permite um humano alterar o valor de sua própria massa, seja aumentando-o ou diminuindo-o. Em cada átomo que compõe o corpo de um massaláxico, todo próton e todo nêutron é capaz de aumentar ou diminuir sua massa. Sim, isso ocorre no nível atômico. E, por conseguinte, a massa como um todo de uma pessoa também se altera. Ela é capaz de ficar menos ou mais massiva e, por conseguinte, menos ou mais “pesada”.

A hipótese mais aceita sobre como exatamente isso acontece é chamada de “hipótese da casca interna”. Imagine cada partícula componente de um átomo como minúsculas esferas ocas em seus estados naturais, com cascas dotadas de espessuras específicas, porém extremamente rígidas. A massalaxe teria o poder de “engrossar” ou de “afinar” essa casca, aumentando ou diminuindo a massa da partícula sem alterar seu tamanho externo.



Mesmo que ela careça de confirmações vindas de estudos mais profundos sobre partículas atômicas, essa hipótese ajuda a entender os efeitos práticos da massalaxe.

### Superforça

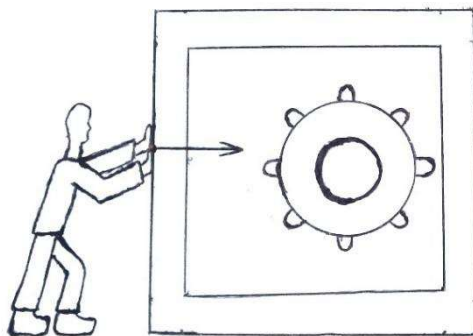
Tendo em mente essa ideia de que uma pessoa consegue mudar o valor da própria massa, imagino que você já tenha suposto a resposta mais simples sobre como um massaláxico se torna “superforte”: basta o massaláxico aumentar significativamente sua massa. Assim, mais massivo, ele se tornará mais forte. Aumentando sua massa a níveis absurdos, será uma pessoa “superforte”.

Esse nosso conhecimento instintivo de que quanto mais massivo um corpo, mais força ele será capaz de exercer, tem base no fato de que a massa de um corpo tem um papel vital em uma coisinha chama **energia cinética**, a energia necessária para que um corpo se movimente.



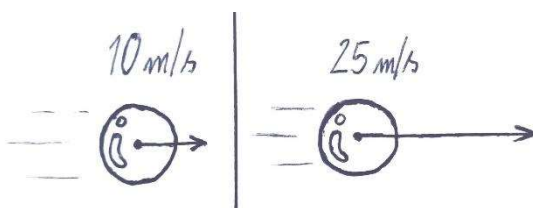
Se um corpo está se mexendo, é porque ele tem energia cinética e está gastando-a para se mover. E a energia cinética de um corpo é diretamente proporcional à sua massa, o que significa que quanto maior a sua massa, maior será a sua energia cinética.

Quando movemos um objeto, nossos corpos se movimentam (e como se movimentam, estão dotados de energia cinética) e infligem uma força que faz um **trabalho**, uma *transferência* de uma parte da nossa energia cinética para o objeto, fazendo com que este se desloque.



A força é como se fosse o “intermediário” que permite a transferência de energia cinética, que é absorvida pelo objeto. E como ele se desloca, a energia permanece sendo energia cinética. Mencionei isso porque, durante a aplicação de uma força, a energia cinética que é transferida de um corpo para outro *nem sempre* “se mantém” cinética. Dependendo da situação, a energia cinética pode ser “transformada” em outros tipos de energia, como num caso no qual o corpo poderia não se deslocar (o que significa que não haveria trabalho) e a energia cinética, ao ser absorvida pelo corpo sem conseguir movê-lo, se transformaria em **energia térmica**, um tipo de energia que faria o corpo aumentar sua temperatura. É por isso que quando recebemos um doloroso golpe nos nossos corpos, a área atingida, muitas das vezes, também fica levemente mais quente.

Mas quando um corpo é de fato deslocado, é comum a velocidade do corpo mudar, principalmente se o corpo estava parado. E lembrando que a velocidade é um vetor, lembramos que para ser descrita, a velocidade precisa de um sentido, uma direção e uma magnitude. Essa magnitude da velocidade é o que chamamos de “**rapidez**”.



E se *qualquer um* dos aspectos da velocidade muda (se a rapidez do corpo aumenta ou diminui, se o corpo se desvia da trajetória reta, se começa a ir para o sentido oposto), significa que a velocidade *como um todo* do corpo também muda. Ou seja: houve uma aceleração (que também é um vetor) durante o período da mudança. E se houve uma aceleração, o corpo sofreu a ação de uma força resultante, mesmo que só por um instante.

Por quê? Porque as situações que vimos na primeira lei de Newton são rompidas. Lembra? Quando um corpo está parado (equilíbrio estático) ou em movimento retilíneo uniforme (equilíbrio dinâmico), não há força resultante agindo sobre ele. Romper essas situações significa que agora haverá força resultante agindo sobre o corpo. A velocidade, que

era constante em ambas as situações, muda (seja de que forma for) quando estas são rompidas. E se a velocidade muda, há uma aceleração. Ou seja: quando um corpo sofre uma aceleração ou uma desaceleração (seja ela qual for), isso significa que o corpo sofreu a ação de uma força resultante.

É por isso que uma forma de determinar o valor de uma força aplicada em um corpo é sabendo a massa do corpo e a *aceleração* que o corpo sofre. Essa relação entre a massa de um corpo, sua aceleração e a força resultante sob a qual ele está submetido também foi descrita por Newton, se tornando sua segunda lei clássica sobre movimentos. E sua importância é tamanha que ela é conhecida por **princípio fundamental da Dinâmica**, sendo “Dinâmica” a área da Física que estuda as causas dos movimentos.

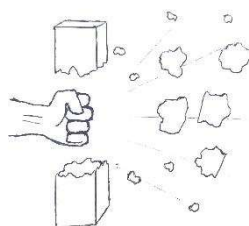
$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

É por isso que quanto mais massivo o corpo, não apenas mais força ele é capaz de exercer, mas também mais força é necessária para *causar* uma aceleração nele.

Mas é claro que mover objetos não é a única coisa que é capaz de se fazer através da força física. Quando se aplica uma força num corpo sem que a energia cinética se transforme em outro tipo de energia e o corpo não se desloca como um todo, a força exerce sobre o corpo uma outra grandeza que também é diretamente proporcional a ela: a **tensão**, que tende a, dependendo da maleabilidade do material, alongar, comprimir... Enfim, causar qualquer tipo de deformação no corpo. E, de certa forma, deformações podem ser entendidas como deslocamentos de apenas *partes* do corpo.

Há corpos, ditos **elásticos**, que podem retornar à sua forma original depois de sofrerem uma deformação momentânea. Isso, claro, até um certo limite, chamado de **limite elástico**, que varia de corpo para corpo. Caso uma força consiga ultrapassar o limite elástico de um corpo, este fica permanentemente deformado, incapaz de retornar ao seu estado original. E caso a força continue atuar sobre este corpo deformado, ela pode atingir e ultrapassar o **ponto de ruptura** do corpo, que se quebra para permitir que a parte que está sob a influência da força atuante se mova.

E do mesmo jeito que a maioria das pessoas são capazes de mover, deformar e quebrar objetos comuns do dia a dia, os massaláxicos, capazes de aumentar o valor de suas massas a níveis imensos, têm a possibilidade de fazer todas essas coisas com outros corpos extremamente massivos, pesados e rígidos, porque serão capazes de ter uma energia cinética muito maior do que a maioria das pessoas. E para transferir (através de um trabalho) essa grande quantidade de energia cinética, é necessário aplicação de uma grande força. Por isso: “superforça”.



E é notável que, ainda que sejam capazes de aumentar e diminuir o valor da própria massa, massaláxicos não aumentam nem diminuem de tamanho. Isso porque mesmo com os valores de suas massas mudando, o tamanho das partículas atômicas de um massaláxico não se

altera. Pelo menos, não as medidas de largura e comprimento das partículas, como vimos na hipótese da casca interna. Isso significa que o **volume** do corpo humano também não se altera, apenas a sua **densidade**, pois esta é a razão entre massa e volume.

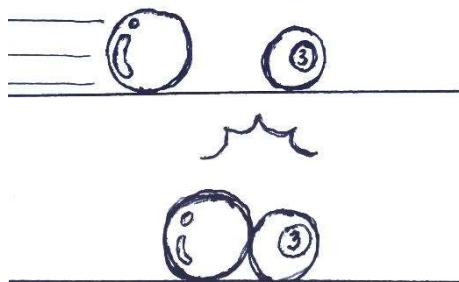
Se um corpo fica menos ou mais massivo sem que seu tamanho, seu volume se altere, ele fica menos ou mais denso. É por isso que é perfeitamente comum um massaláxico que não tem uma aparência corporal muito imponente demonstrar forças descomunais. Porque estão muito mais massivos, muito mais densos.

Ou seja, um grandíssimo valor de massa fica concentrado num espaço (relativamente) pequeno e contido. O que também significa que os corpos dos massaláxicos, nessa situação, adquirem também um grande **momentum**.

Sim: **momentum**. Não confundir com “momento”. Momentum é uma grandeza física que também tem outros nomes como “quantidade de movimento” e que está intrinsecamente associada à força. Lembra-se da segunda lei de Newton? Em como ela nos diz que uma das formas de interpretarmos uma força é baseado no produto da massa de um corpo por sua aceleração? O momentum é similar, na forma que ele pode ser interpretado como um produto da massa do tal corpo pela sua *velocidade*.

É por isso que também se pode entender a força como uma derivada do momentum, do mesmo jeito que, como falado, a aceleração é a derivada da velocidade. Sendo capaz de aumentar sua massa, imagine o momentum absurdo que um massaláxico é capaz de ter.

O momentum também é determinante quando ocorrem **colisões**, quando dois ou mais corpos que se aproximam e se tocam de maneira intensa, com pelo menos um dos corpos tendo grande velocidade antes do impacto. E numa colisão, as forças de interação entre os corpos costumam ser muito mais intensas do quaisquer outras forças atuantes ali, e estas acabam se tornando praticamente desprezíveis. Por causa disso, podemos tratar os corpos envolvidos numa colisão como um único **sistema isolado**.



Ser um sistema isolado significa que o momentum total desse sistema tem o mesmo valor no momento da colisão e nos instantes imediatamente após a colisão. Imagine um corpo parado (velocidade em 0 m/s) que é impactado por outro corpo a 10 m/s. Supondo que as massas dos corpos permaneçam inalteradas, o corpo que estava parado começará a se mover com uma velocidade que terá um valor igual ao valor “perdido” pela velocidade do outro corpo que já estava se movendo. Digamos que agora, um corpo se move a 6 m/s e outro se move a 4 m/s. E como houve mudanças nas velocidades de ambos os corpos, houve acelerações. E como houve acelerações, houve forças resultantes envolvidas.

Perceba que o sistema *como um todo* não perdeu massa nem velocidade (o valor de 10 m/s foi distribuído entre os corpos), o que significa que toda a energia cinética transferida não se perdeu; não foi transformada em outro tipo de energia (como a térmica) nem foi dissipada

por forças de atrito (como as exercidas pelo ar). Isso configuraria uma **colisão elástica**, uma colisão na qual a energia cinética é totalmente conservada, e é um tipo de colisão praticamente impossível de acontecer no mundo macroscópico. É difícil até mesmo para os poderosos massaláxicos executá-la.

No nosso dia a dia, a maioria das colisões se trata de **colisões inelásticas**, nas quais a energia cinética transferida é “perdida” de algum modo, transformando, por exemplo, uma parte em energia térmica ou, devido ao impacto com moléculas de ar, em energia sonora.

Graças à força infligida pelo primeiro corpo no segundo corpo (que estava parado), aconteceu um trabalho. Ou seja: uma transferência de energia cinética de um corpo para outro. Afinal, se o segundo corpo começou a se mexer, é porque ele ganhou energia cinética. No entanto, *o quanto* o segundo corpo se move depende tanto da intensidade da força infligida sobre ele quanto do tempo durante o qual ele sofreu a influência da dita força. E a grandeza que relaciona esses dois aspectos é o **impulso**, que é diretamente proporcional a ambos.

Quando os dois corpos colidem e, durante algum intervalo de tempo, permanecem grudados enquanto se movem (o que, aliás, configura uma **colisão perfeitamente inelástica**, já que ambos os corpos estão com a mesma velocidade depois da colisão), cada um amplia o impulso de sua força aplicada no outro corpo. E quando se separam, isso é refletido no momentum individual de cada corpo. Até porque o impulso também pode ser entendido como a variação de momentum. Isto é: a diferença entre o momentum final e o momentum inicial de um corpo durante uma colisão é igual ao seu impulso resultante.

É por isso que situações nas quais se diz ser necessário “pegar impulso” envolvem ou prolongar o tempo de contato entre corpos ou aumentar a distância entre eles. Em estilingues e catapultas, por exemplo: esses instrumentos, mesmo que por alguns segundos, exercem uma força contínua em seus projéteis. Assim, quando os projéteis finalmente são “lançados” (deixam de ter contato com a ferramenta), eles têm um momentum muito grande, graças ao impulso. Quanto maior o tempo de contato entre os corpos, maior será o impulso.



Já quando se aumenta a distância entre corpos que vão se colidir, significa que pelo menos um dos corpos terá mais tempo para, através de um movimento acelerado, aumentar cada vez mais o valor de seu momentum até a colisão ocorrer. Maior a diferença do momentum final para o inicial, maior é o impulso. Essa é a lógica de quando queremos desferir um golpe, como um soco ou um chute: caso o alvo esteja à frente, levamos o punho ou o pé para trás o máximo possível.

Nem preciso dizer que no caso dos massaláxicos, arremessos e golpes dos mais variados tipos geralmente se demonstram muito eficientes não apenas por causa do impulso, mas também pelo aumento do valor da massa.

Mas, como eu disse anteriormente, a “superforça” é apenas um dos poderes possíveis para aqueles capazes de alterar o valor da sua própria massa. Há uma habilidade colateral que ocorre quando massaláxicos aumentam suas massas.

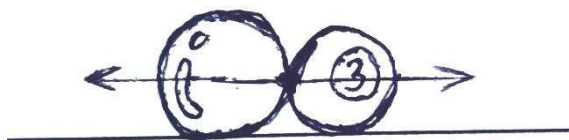
### Alta invulnerabilidade

O momentum também tem um papel vital em outro poder dos massaláxicos. Ao aumentarem a própria massa, eles também são capazes de suportar impactos muito intensos sem sofrerem danos muito significativos. Você já deve ter escutado sobre ocorrências de massaláxicos tão poderosos que conseguem sair praticamente ilesos depois de receberem até mesmo disparos de armas de fogo; as balas simplesmente ricocheteiam ao colidirem com o corpo do massaláxico.

Isso está relacionado com uma outra forma de vermos o conceito de massa: ela também pode ser entendida como uma medida da inércia de um corpo. Quanto mais massa, mais inércia. E lembre-se: a inércia é a resistência do corpo a ser acelerado. Ou deformado, já que, tecnicamente, podemos entender a deformação de uma parte de um corpo como o deslocamento de apenas aquela parte do corpo.

Imagine um carro de pequeno porte e um caminhão de grandes cargas andando na mesma pista, na mesmíssima velocidade, *mas* em sentidos opostos. Incapazes de frear, ocorre uma trágica colisão frontal entre os veículos, causando grandes estragos em suas estruturas.

A terceira de lei de Newton nos diz que toda vez que uma força é exercida por um corpo em outro, esse segundo corpo, ao mesmo tempo, exerce uma força de igual intensidade no primeiro corpo na mesma direção, mas no *sentido contrário*.



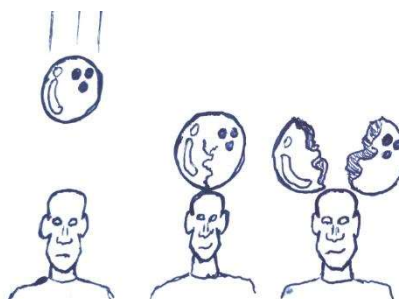
Sim, essa é a famosa lei da ação e reação. Para toda força (ação) em um corpo há uma força correspondente (reação) de mesma intensidade, porém em sentido contrário em outro corpo. Aliás, isso é importante: as forças de ação e reação correspondentes não agem no mesmo corpo. E aqui, “corpo” precisa ser entendido como um objeto que possa ser considerado diferente de outro mesmo que, na verdade, pertençam à mesma entidade. As duas mãos de alguém, por exemplo. Quando essa pessoa bate palmas, a pessoa sente impactos em ambas as mãos, porque cada uma exerceu uma força na outra, ambas as forças tendo a mesma intensidade. Mesmo fazendo parte do mesmo corpo *humano*, as mãos podem ser consideradas como corpos separados para um estudo físico, devido à distância entre ambas e às posições que os braços são capazes de fazer.

Voltando ao acidente automobilístico, como você instintivamente deve ter imaginado, aquele que saiu com muito mais danos foi carro de pequeno porte. O que é intrigante quando lembramos da lei que acabamos de revisar: na colisão, a força que atingiu o carro teve exatamente a mesma intensidade da força que atingiu o caminhão; apenas seus sentidos eram opostos. Além disso, ambos estavam na mesma velocidade.

Porém, o carro tinha uma massa muito menor. Significando: o carro tinha uma inércia, ou seja, uma resistência a ser acelerado e/ou deformado, muito menor do que o caminhão. E o

momentum, sendo um produto da massa pela velocidade, é o que “dita” *o quanto* cada corpo será acelerado e/ou deformado. O carro saiu bem prejudicado, mas o fato de sua massa não ser nada desprezível e de ele estar na mesma velocidade do caminhão (o que faz com que ele tenha um momentum considerável), ele não sai tão danificado. Além de, claro, também causar dano ao caminhão.

Corpos muito massivos, principalmente aqueles muito densos, têm uma inércia igualmente grande. Ou seja, eles têm uma grande resistência a serem acelerados e/ou deformados. É assim que os nossos queridos massaláxicos também possuem o dom da alta invulnerabilidade. São capazes de ficarem tão massivos que quando sofrem impactos muito intensos, suas inércias os mantêm sem sofrer acelerações e deformações muito significativas, sendo o momentum a grandeza determinando *o quanto* eles são capazes de resistir. E é por isso que chamamos apenas de *alta* invulnerabilidade; não é uma invulnerabilidade absoluta. Afinal, o massaláxico pode não ser tão poderoso a ponto de resistir a certas colisões.

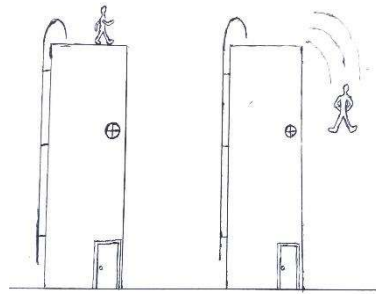


Aliás, também não é incomum o projétil que atinge o massaláxico com um grandessíssimo momentum não apenas ser ricochetado como também sofrer deformações e, às vezes, até se partir em pedaços. Lembremos da terceira lei de Newton: o projétil será infligido com uma força da mesma intensidade que o projétil inflige no massaláxico. Como o massaláxico altamente invulnerável quase não sofre uma aceleração nem deformação, estas serão vistas no projétil, uma vez que momentum combinado de ambos os corpos, o “momentum total do sistema”, se quisermos ser mais técnicos, não é dissipado em momento algum da colisão. E a energia cinética, que depende do momentum, não é quase nada transferida para o corpo do massaláxico. Resultado: o projétil recebe quase toda a influência da energia cinética, fazendo-o ser ricocheteado violentamente.

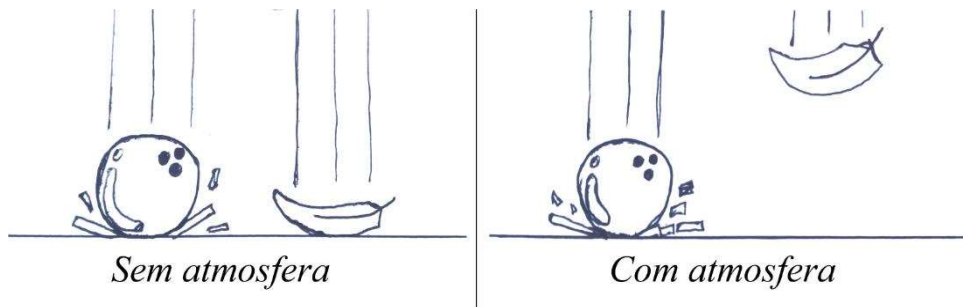
Mas até agora, só vimos o que os massaláxicos são capazes de fazer quando se tornam muito mais massivos do que já são. Há uma habilidade particularmente interessante quando eles *diminuem* o valor de sua massa.

### **Queda suave**

Quando precisam descer de grandes alturas, é muito comum os massaláxicos dispensarem, quando possível, o uso de escadas, rampas ou elevadores: eles simplesmente se atiram do ponto onde se encontram e diminuem o valor de sua massa até ficarem tão leves ao ponto de fazer com que a resistência do ar seja capaz de reduzir a velocidade da queda, resultando em uma aterrissagem tranquila.



Na verdade, até mesmo num cenário sem a atmosfera da Terra, um massaláxico poderia fazer isso que, apesar do fato de que a queda seria muito mais rápida, ele também não sofreria danos significativos. A queda seria bem mais rápida porque, como é sabido, sem a resistência do ar para dissipar as forças presentes nos corpos, quaisquer objetos soltos de uma mesma altura ao mesmo tempo, independente de suas massas e pesos, chegariam ao solo também no mesmíssimo tempo. Então corpos muito leves, como uma pena ou uma folha de papel, cairiam na mesma velocidade de uma pedra ou uma bola de boliche.



Mas o que realmente faz com que o massaláxico chegue ao solo sem sofrer um impacto muito prejudicial (até mesmo na hipótese onde consideramos não ter uma atmosfera) é, mais uma vez, o momentum.

Lembre-se: quanto menor a massa e a velocidade de um corpo, menor é o seu momentum. É exatamente o que acontece quando algo leve cai no chão. Ou quando algo consideravelmente pesado cai vagorosamente até atingir o solo. Ou quando um massaláxico diminui sua massa quando salta de uma grande altura. O valor do momentum do corpo do massaláxico se torna muito baixo e a colisão contra o solo não é tão intensa.

Vê como na massalaxe há mais do que apenas “superforça”? Mas, como mencionado antes, a massalaxe tem muito a ver com as forças de contato, as forças que agem através do toque físico. No capítulo seguinte (e em alguns posteriores também) veremos habilidades que funcionam através das forças de campo, que agem à distância.

## CAPÍTULO II - TELECINESE

Praticamente tão famosa quanto à massalaxe, a habilidade sobre a qual falaremos neste capítulo também é pouco conhecida (popularmente, pelo menos) por seu nome “oficial”. É comum descrever a telecinese, também chamada de “**psicocinese**”, como “o poder de mover coisas com a mente”. Para sermos justos: essa descrição não está exatamente incorreta. Apenas um tanto imprecisa.



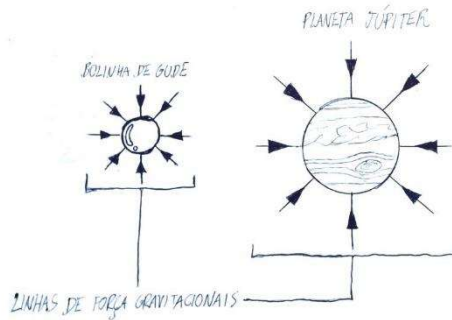
Se você não possui habilidades telecinéticas, muito provavelmente você conhece ou já deve ter visto alguém que consegue movimentar objetos sem qualquer tipo de contato físico ou até mesmo sem nem estar perto. É justamente desse aspecto que vêm os nomes dessa habilidade: do grego antigo, “tele” significa “à distância”, “longe”. Enquanto que “psico” (“psyké”) remete a “alma” ou “consciência”. Juntos com “cinese” (“kinesis”), que quer dizer “movimento”, “telecinese” e “psicocinese” respectivamente significam “movimento à distância” e “movimento pela mente”. Inegavelmente, essas são as principais características dessa habilidade. Mas, também como a massalaxe, quando se compreende mais a fundo como ela funciona, descobre-se que a telecinese é capaz de ir mais além em seus usos por parte daqueles que a possuem. Além do fato de que quando combinada com outras habilidades sobre-humanas, a telecinese amplia não só os seus próprios usos, mas também os de outras habilidades. Veremos isso mais adiante em capítulos seguintes. Mas agora, vamos entender os principais mecanismos por trás da telecinese.

### **O campo telecinético**

Como a etimologia de seu nome sugere, a telecinese é uma habilidade capaz de interações à distância, sem a necessidade de contato físico. Ou seja, a telecinese nasce de uma **força de campo**. Mais especificamente, da força de campo mais conhecida (embora seja a mais fraca) da Natureza: a força gravitacional, que exerce influência sobre qualquer corpo que possua massa.

Você lembra que mencionei no capítulo anterior que todo corpo dotado de massa também adquire um peso quando esse corpo está em um campo gravitacional. Mas é interessante notar que a gravidade está ainda mais intrinsecamente ligada à massa: todo corpo no universo que possui massa, por mínima que seja, também possui um **campo gravitacional**, ou seja, uma região do espaço tridimensional em volta do corpo na qual o corpo é capaz de exercer forças à distância, através de **linhas de campo**, que se estendem até o infinito.





Sim: o universo é um emaranhado de linhas de campo gravitacionais. E o que dita a intensidade da interação dessas forças entre si é a **lei da gravitação universal**, que também foi estabelecida por Isaac Newton:

$$\begin{array}{c}
 \text{CONSTANTE GRAVITACIONAL UNIVERSAL} \\
 \downarrow \\
 \text{FORÇA GRAVITACIONAL} \rightarrow \vec{F}_G = \frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{d^2} \\
 \begin{array}{l}
 \swarrow \quad \searrow \\
 \text{MASSA DO PRIMEIRO CORPO} \quad \text{MASSA DO SEGUNDO CORPO} \\
 \uparrow \\
 \text{DISTÂNCIA ENTRE OS CORPOS}
 \end{array}
 \end{array}$$

É aí que reside o dom dos telecinéticos: esses humanos são capazes de manipular e alterar a bel-prazer vários aspectos dos campos gravitacionais gerados por seus próprios corpos. Quando estes campos gravitacionais têm suas características naturais alteradas, eles são passados a ser chamados de “campos telecinéticos” ou “campos pseudogravitacionais”, por causa das características que os diferem dos campos gravitacionais naturais (do grego antigo, “pseudo” quer dizer “falso”).

### Força telecinética

Apesar da afirmação de que todo corpo com massa tem um campo gravitacional, é notável que, na Natureza, fenômenos que envolvem a gravidade só ficam bem óbvios para nós quando corpos com massas gigantescas, literalmente astronômicas, estão envolvidos. A Terra, a Lua, o Sol, os outros planetas do Sistema Solar são os exemplos mais evidentes e mais próximos de nós. Todos se movimentando no universo influenciando e sendo influenciados pelos campos gravitacionais uns dos outros, nas mais variadas órbitas elípticas.

A Terra, por exemplo, tende a causar uma aceleração (afinal, estamos falando de uma *força*) nos corpos que entram em seu campo gravitacional. Essa aceleração, que sempre está apontada para o centro do planeta, tem um valor médio de **9,8 m/s<sup>2</sup>**. Para efeitos práticos, muitas vezes esse valor é arredondado para **10 m/s<sup>2</sup>** em cálculos envolvendo a aceleração da gravidade terrestre. Em exemplos mais simples: um corpo caindo em linha reta na Terra fica, *aproximadamente*, 10m/s mais rápido a cada segundo que passa. Um corpo arremessado em linha reta para cima atinge uma altura máxima e volta a cair porque, na subida, a Terra o desacelera (ou “acelera negativamente”) 10m/s a cada segundo que passa.

O que faz com que apenas os corpos celestes com essas massas titânicas, como a Terra, tenham campos gravitacionais tão intensos é a **constante gravitacional universal**, (comumente simbolizado apenas como “G”), que está presente na lei da gravitação universal:

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Jm/kg}^2 \text{ ou mais especificamente}$$

**0,000000000667 joule-metros por quilograma-quadrado**

Como se vê, não fosse pelo valor numérico da constante gravitacional universal ser tão minúsculo, as forças gravitacionais exercidas por quaisquer corpos no universo seriam muito mais poderosas. Se o valor da constante fosse até mesmo 0,1, já seria possível notar uma força considerável entre corpos de massa muito, muito menores do que massas astronômicas.

O valor dessa constante foi medido através de vários experimentos através da história, sendo o primeiro feito no final do Século XVIII por um físico-químico franco-inglês chamado Henry Cavendish, que determinou o valor da constante enquanto tentava medir a densidade do planeta Terra. No entanto, a constante foi sendo tratada como uma consequência das propriedades naturais (principalmente da massa) que regem as forças gravitacionais. Já estudiosos das habilidades sobre-humanas teorizam que ela própria seja resultado de uma outra misteriosa propriedade intrínseca, independente e diferente da massa dos corpos. presente em cada quantidade mínima de matéria no universo. Até mesmo por isso, *universal*. Propriedade misteriosa essa que estão sob o controle de telecinéticos.

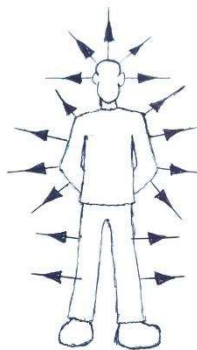
E é assim que os telecinéticos, humanos com massa muito, muito, muito menor do que um corpo celeste astronômico, fazem com que os campos gravitacionais de seus corpos se tornem muito mais poderosos que o natural: capazes de alterar essa enigmática propriedade diferente da massa, eles conseguem aumentar o valor da constante gravitacional de seus próprios campos gravitacionais. Consequentemente, a força exercida por estes campos se torna muito mais intensa.

Mais notável ainda, telecinéticos conseguem, se assim desejarem, quebrar essa lei física para apenas um determinado grupo das linhas de campo gravitacional. De fato, isso é o mais comum; se telecinéticos não selecionassem cuidadosamente apenas determinados grupos de linhas de campo quando aumentassem o valor da constante gravitacional, *todo* o campo gravitacional do telecinético se tornaria mais poderoso e todas as linhas de campo teriam suas forças aumentadas. Dependendo de onde o telecinético estaria, isso atrairia vários outros corpos ao redor na direção do telecinético. E, muito raramente, essa é a situação que o telecinético deseja.

### **Atração e repulsão**

Mas, como já é de supor, se mudar a constante gravitacional universal fosse a única coisa que os telecinéticos fossem capazes de fazer, eles só seriam capazes de *atrair* tudo que estivesse ao seu redor. Afinal, o sentido da força gravitacional, naturalmente, é de **atração** para o centro de massa de um corpo. Mas sabemos que os telecinéticos, além de atrair, também são capazes de *repelir* corpos. Isso porque os telecinéticos também são capazes de alterar outro aspecto do campo gravitacional: o sentido das linhas de campo gravitacionais.

E talvez, esse seja o feito mais impressionante da telecinese. Porque de fato, na Natureza, o único sentido possível da força da gravidade, pelo menos pelo que sabemos até hoje, é na direção do corpo que gera o campo gravitacional; nunca é se afastando do corpo. Até mesmo fora do âmbito da Física, “gravitação” sempre foi sinônimo de “atração”. Enquanto, naturalmente, as linhas de campo gravitacional de um corpo convergem para o seu centro de massa, telecinéticos são capazes de *inverter o sentido* da força nas linhas de campo, transformando uma força naturalmente atrativa numa força repulsiva. É assim que telecinéticos são capazes de não apenas atrair corpos para si, mas também de afastá-los.



*Agora, as linhas gravitacionais apontam para longe do centro do corpo, se tornando linhas telecinéticas*

O fato de telecinéticos serem capazes de repelir corpos foi um dos fatores que, durante muito tempo, manteve a grande maioria dos estudiosos hesitante em associar a telecinese à gravitação, uma vez que era impensável que uma força que fosse capaz de fazer um corpo repelir outro tivesse algo a ver com a força naturalmente atrativa mais famosa da Natureza.

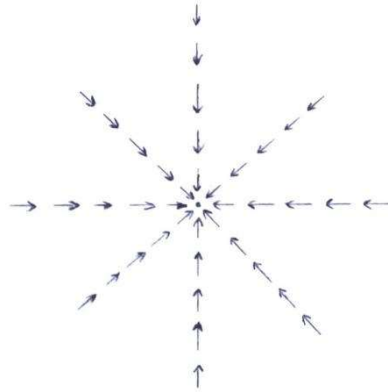
Mas além de atrair e repelir corpos, imagino que você também já deve ter visto telecinéticos usarem seus poderes para *estacionarem* corpos, às vezes em pleno ar. Isso nada mais é do que uma combinação habilidosa de ambas as capacidades de atração e repulsão da telecinese. Lembra do capítulo anterior, quando vimos mais profundamente o porquê de um objeto ficar parado no chão mesmo com forças atuando sobre ele? É uma situação análoga. Os telecinéticos apenas precisam exercer uma força atrativa e uma repulsiva com a mesma intensidade no mesmo corpo. Assim, ele será imobilizado.

### **Deformação das linhas de campo**

Além de sempre apresentarem um sentido de atração para o centro de massa de um corpo, as linhas de campo gravitacionais de um campo gravitacional natural como o da Terra aparentam sempre serem retilíneas. Isso faz sentido já que a reta, além de ser a menor distância entre dois pontos, também requer o menor gasto de energia possível.

No entanto, isso só parece ser um aspecto absoluto das linhas gravitacionais da Terra porque nós somos astronomicamente muito pequenos. Como foi dito antes, o universo é um emaranhado de campos gravitacionais que interferem uns com os outros. Essas interferências acabam por deformar as linhas gravitacionais que seriam retas em uma situação na qual os corpos celestes que as geram estariam isolados ou suficientemente distantes de outros corpos celestes.

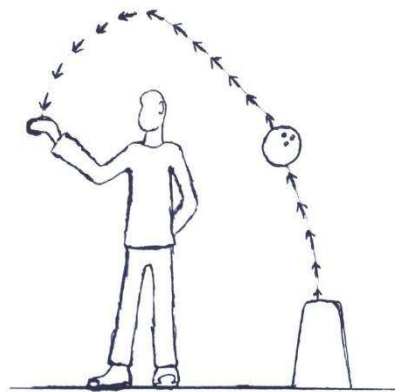
Essa deformação das linhas gravitacionais é possível porque um campo gravitacional pode ser tratado como um **campo vetorial**, uma representação que consiste em pequenos vetores organizados de uma maneira específica. E dependendo desta maneira específica, determinados grupos de vetores formam linhas de força das mais variadas formas em se tratando do campo gravitacional.



*Um campo vetorial simplificado,  
representando um campo gravitacional natural*

Essas “curvaturas” possíveis nas linhas de força gravitacional são de grande valia para a telecinese porque você sabe que telecinéticos não se limitam a só movimentar para frente, para trás ou imobilizar objetos. Aqueles dotados com telecinese também são capazes de movimentar corpos em todas as direções, causar deformações, rupturas e cisalhamentos nos corpos, sejam eles das formas mais variadas.

Todas essas possibilidades não seriam possíveis apenas atraindo e repelindo corpos na direção do telecinético. Ou seja, não seriam possíveis com linhas de campo que agem apenas em linha reta.

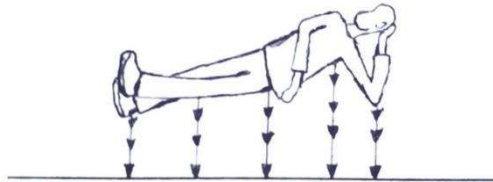


Você adivinhou: outro aspecto do campo gravitacional que a telecinese permite alterar é a própria forma das linhas de campo gravitacional. Telecinéticos são capazes de fazer isso por serem capazes de mudar a direção de cada pequeno vetor do campo vetorial que é o campo gravitacional, fazendo com que as linhas gravitacionais de seus corpos, originalmente retilíneas, assumam outras formas, permitindo-os realizar os mais complexos movimentos através da telecinese, ainda mais quando combinam esse efeito à habilidade de conseguirem mudar, de forma independente, o sentido da força naturalmente atrativa da gravidade.

## Levitação e voo

Além da capacidade de mover corpos dotados de massa à distância, é extremamente comum telecinéticos também serem capazes de se moverem pelo ar. Os dons da levitação e, no caso de telecinéticos mais poderosos e habilidosos, do voo, vêm de um outro uso da telecinese. Um uso que, basicamente, tem a intenção contrária da intenção mais comum da telecinese. Em vez de mover outros corpos menos massivos, telecinéticos exercem suas forças telecinéticas em corpos muito mais massivos do que seus próprios corpos. Com a intensidade correta para cada situação, a terceira lei de Newton garantirá que o telecinético seja o corpo que receba a maior parte da (ou até mesmo, toda a) energia cinética, realizando um deslocamento.

Num exemplo mais clássico, se um telecinético exercer essas forças tendo origem seus pés e as forças forem exercidos no solo, o telecinético irá levantar-se, flutuando acima do chão. O quão alto e por quanto tempo de permanência na levitação dependem da habilidade e da prática do telecinético.



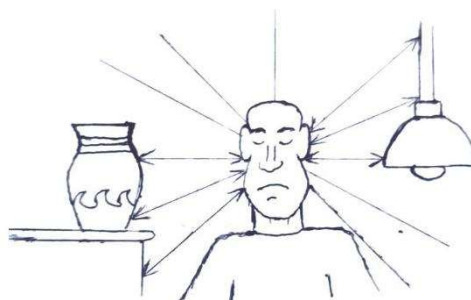
Já para o voo, ou seja, uma movimentação através do ar, são necessárias simples trocas de aplicação de forças telecinéticas no solo e, quando possível, em outros corpos e/ou superfícies que estejam presentes. De fato, não muito diferente da forma do ato de andar. Ou das outras formas de se deslocar através de contato físico.

## Tato telecinético

Outra situação muito comum onde a terceira lei de Newton possui um papel central numa habilidade telecinética é quando telecinéticos demonstram uma espécie de “extensão” do sentido tátil.

Usando as linhas de campo gravitacional para aplicar uma força mínima em um outro corpo, telecinéticos nem têm a intenção de mover tal corpo; apenas fazer com que as linhas de força “toquem” o objeto. A reação dessas forças mínimas aplicadas será sentida pelo corpo do telecinético, com a mesma intensidade. Esse é o chamado “tato telecinético”.

Assim sendo, eles conseguem “identificar” a forma do objeto, mesmo que ele esteja a uma distância considerável ou até mesmo fora do campo de visão do telecinético. Estando as linhas retas, os telecinéticos até conseguem fazer uma estimativa mental da distância entre ele e o corpo.



É por isso que, em muitos casos, telecinéticos não são facilmente surpreendidos por outros corpos ao seu redor, uma vez que os mais poderosos ficam em um estado de “vigilância” telecinética, usando o tato telecinético da maior parte ou quase todo campo telecinético.

### CAPÍTULO III - SUPERTELECINESE

Como aprendemos, é graças a conseguir aumentar o valor da constante gravitacional universal que o campo gravitacional dos telecinéticos se torna um campo telecinético, capaz de exercer forças à distância muito mais intensas do que um campo gravitacional natural.

Além disso, quando lembramos que a telecinese vem da gravidade, lembramos da lei da gravitação: a intensidade da força gravitacional entre dois corpos é *inversamente proporcional* à distância entre eles; quando ela aumenta, a intensidade da força diminui exponencialmente.

Mesmo com as linhas de campo gravitacional indo até o infinito, a intensidade da gravidade enfraquece vertiginosamente quando se afasta do centro de massa do corpo, até quando se trata de um corpo capaz de forças gravitacionais muito significativas, como a própria Terra. O valor da aceleração da gravidade do planeta varia levemente dependendo do ponto onde se está em seu campo gravitacional. Um corpo numa praia no Rio de Janeiro, que fica no nível do mar, tem um peso ligeiramente maior do que ele teria se estivesse no topo do Monte Everest, o ponto mais alto da crosta terrestre da Terra e, por conseguinte, o ponto mais distante do centro do planeta.

Para os telecinéticos, esse fato significa que eles precisam fazer um esforço cada vez maior para poderem manipular objetos que estão mais distantes. Ou seja: eles precisam aumentar a constante gravitacional para valores cada vez maiores para movimentar objetos que estejam a distâncias maiores. É por isso que há telecinéticos mais poderosos do que outros: alguns conseguem aumentar o valor para números maiores. Quanto maior o valor da constante (que é muito próxima de zero) aumenta, mais intensas serão as forças que os telecinéticos exercem.

No entanto, se um telecinético é capaz de exercer uma força descomunal em um objeto tão massivo, sabemos que, pela terceira lei de Newton, o objeto massivo deve exercer uma força de mesma intensidade no telecinético. Sim, caso não tenha ficado claro, a lei de ação e reação também se aplica a forças à distância, como a gravitacional. A força que a Terra exerce sobre você (seu peso), por exemplo, tem a mesma intensidade que a força que você exerce sobre a Terra. Só que a primeira está localizada em você e aponta para o centro da Terra, enquanto a segunda está localizada lá no centro da Terra, apontando para você.

Lembrando algo que revisamos no capítulo anterior sobre a aplicação de forças, o corpo que detém o menor momentum sofrerá mais com a troca de energia cinética entre corpos. Em alguns casos, recebendo-a quase que em sua totalidade. É assim que, por exemplo, os telecinéticos levitam. Quando eles aplicam uma força significativa no solo, são os próprios telecinéticos que realizam um deslocamento em pleno ar, porque seus *momenta* (o plural apropriado de “momentum”) são, obviamente, muito menores do que o solo da Terra.

Porém, não é incomum vermos telecinéticos usando suas habilidades para movimentar objetos muito, muito mais massivos e pesados do que eles próprios. Isso não funcionaria apenas com o uso da telecinese porque mesmo se um telecinético exercesse uma força descomunal (graças a aumentar cada vez mais o valor da constante gravitacional) em um corpo muito mais pesado, o próprio telecinético é que receberia a maior parte da energia cinética, vide o modo pelo qual eles levitam.

Acontece que telecinéticos que conseguem realizar tal façanha não são apenas telecinéticos. Eles *também* são massaláxicos. Sim, é possível uma pessoa ter mais de uma habilidade sobre-humana. De fato, até mais do que duas. E duas (ou mais) habilidades podem ser combinadas para gerar um novo poder. Chamamos isso de “**habilidade híbrida**”. Uma pessoa só consegue demonstrar uma habilidade híbrida se ela possuir todos os poderes componentes da dita habilidade, sejam dois ou mais poderes.

E o caso do qual estamos falando neste capítulo é a habilidade híbrida “**supertelecinese**”, a combinação dos dons da massalaxe e da telecinese.



Por serem capazes de também aumentar o valor da própria massa, esses telecinéticos não apenas são capazes de gerar campos telecinéticos ainda mais poderosos (lembre-se: o campo gravitacional de um corpo é proporcional à sua massa), como também são capazes de adquirirem um momentum muito maior. E você se lembra que com um momentum maior, menor a possibilidade de sofrer o deslocamento causado por uma força. Ou seja, estando com um momentum muito grande, um telecinético massaláxico pode aplicar forças telecinéticas em objetos bem mais massivos e ser capaz de movê-los, ao invés da terceira lei de Newton fazer com que o telecinético seja deslocado.

A telecinese e a supertelecinese são os exemplos mais comuns de habilidades sobre-humanas que advêm de forças de campo. Nos dois capítulos a seguir, trataremos também de habilidades capazes de interações à distância. Primeiro, vejamos aquela que, analogamente à telecinese ser capaz de interagir com qualquer corpo que tenha massa, é capaz de interagir com qualquer corpo que tenha uma carga elétrica.

## CAPÍTULO IV - ELETROCINESE

Imagino que você se lembre que o sufixo “cinese” se refere à “movimentação”. Estando ele na frente de “eletro” (prefixo que também vem do grego antigo e, obviamente, remete à “eletricidade”), creio que fique evidente que eletrocinese é a habilidade sobre-humana que permite um humano controlar algumas das várias manifestações da eletricidade.



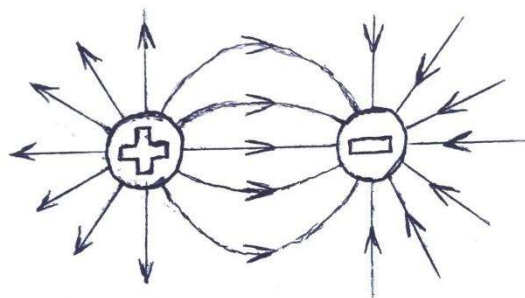
Eletrocinéticos são capazes de sentir e manipular cargas e correntes elétricas de alta intensidade ao redor deles. Estando nós numa sociedade na qual é difícil se distanciar de aparelhos que funcionam à base de eletricidade, eletrocinéticos têm certa facilidade de encontrar fontes de poder. Em se tratando de eletrocinéticos muito poderosos, o feito mais impressionante deles é quando conseguem desviar cargas e correntes elétricas de suas fontes originais, gerando, em pleno ar, descargas elétricas na forma de raios. Esse uso da eletrocinese, apesar de famoso, é mais usado para propósitos belicosos e não é muito visto no dia a dia de um eletrocinético.

Assim como a telecinese, que advém de uma força de campo, a eletrocinese também é uma habilidade que é capaz de exercer forças à distância. Porém, enquanto a gravidade (cuja alteração das características naturais dá origem à telecinese) é uma força fundamental que influencia qualquer corpo que possua massa, a eletrocinese vem da força que exerce influência sobre tudo que possua **carga elétrica**.

Um corpo ter uma carga elétrica significa que ele possui um **campo elétrico** (também podendo ser chamado de **campo eletrostático**) que, assim como um campo gravitacional, é um espaço tridimensional em volta do corpo capaz de exercer forças à distância e também pode ser representado por um campo vetorial. Só que, diferentemente da gravidade que interage com tudo o que tem massa, as forças de um campo elétrico apenas são capazes de interagir com outros campos elétricos, ou seja, outros corpos que possuem carga elétrica.

Você se lembra que um campo gravitacional natural apenas tem o sentido de atração. Os campos elétricos têm o privilégio de, naturalmente, exibirem características atrativas e repulsivas. Isso porque existem duas naturezas distintas de carga elétrica: **positiva** e **negativa**. O sentido das linhas de força de uma é exatamente o oposto da outra. É por isso que quando uma carga positiva e uma carga negativa se aproximam o suficiente, seus campos elétricos se complementam e as cargas se atraem mutuamente. Ao contrário do que acontece quando as cargas têm a mesma natureza, que tendem a se repelir quando chegam perto uma da outra.





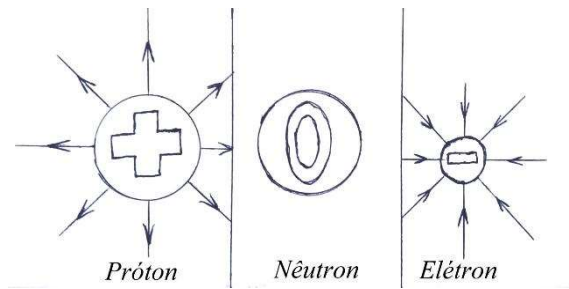
*Cargas elétricas positivas e negativas geram campos elétricos opostos e se complementam*

E no nosso dia a dia, as demonstrações de fenômenos elétricos se devem ao fato de praticamente todos os corpos serem formados por *átomos*. Lembre-se da composição de um átomo: um núcleo composto de um amontoado de partículas chamadas **prótons** e **nêutrons**. Os nêutrons, como o nome sugere, têm carga elétrica **neutra**, igual a zero. Eles até têm cargas elétricas internas em suas estruturas, mas elas acabam se anulando, fazendo o nêutron como um todo não ter carga elétrica aparente. Os nêutrons têm um papel vital em determinar a massa de cada átomo e também em determinar os *isótopos* de um elemento químico, por exemplo.

Já os prótons possuem cargas elétricas positivas. A massa de um próton é praticamente a mesma de um nêutron, sendo o nêutron insignificamente maior em tamanho. Os prótons são extremamente importantes na composição de um átomo porque é a quantidade dessas partículas que dita de qual elemento químico será o dito átomo. É por isso que o número de prótons de cada elemento químico é chamado de seu *número atômico*.

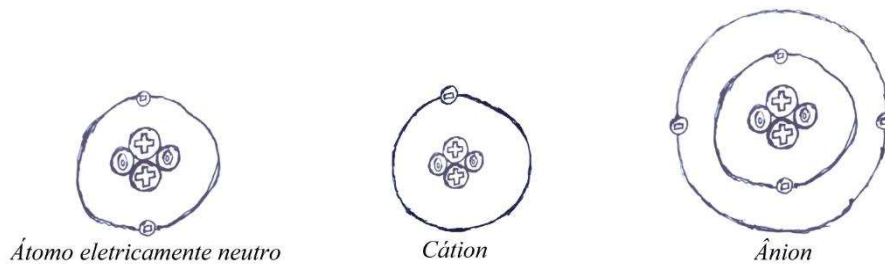
Orbitando o núcleo do átomo, estão aqueles que mais nos interessam neste capítulo: os **elétrons**. Essas partículas, diferentemente dos prótons e dos nêutrons, são *fundamentais*, (significando que até onde sabemos, são indivisíveis, absolutas e não são formadas por nenhuma outra partícula), são muito menores em tamanho do que os prótons e os nêutrons (cerca de duas mil vezes menor do que um próton) e têm cargas elétricas negativas. E interessante, apesar de terem natureza oposta e um ser muito menor do que o outro, a carga elétrica de um elétron tem o mesmo valor que a carga elétrica de um próton. Essa carga, que nos prótons é positiva e nos elétrons é negativa, é de aproximadamente de  $1,6 \times 10^{-19}$  coulombs (“coulomb” é a unidade de medida de carga elétrica, em homenagem ao físico francês Charles-Augustin de Coulomb) e a esse valor de carga elétrica damos o nome de “**carga elétrica fundamental**” (comumente abreviada em seu símbolo:  $e^-$ ), já que essa é a menor quantidade de carga elétrica encontrada *isoladamente* na Natureza. “Isoladamente” porque, tecnicamente, existem cargas ainda menores, mas elas são encontradas em partículas que estão constantemente acompanhadas de outras (como as partículas que formam os prótons e os nêutrons), sempre formando um grupo de partículas cuja carga elétrica resultante será igual a  $e^-$  ou algum múltiplo de  $e^-$ . Como eu disse antes, nos aprofundaremos mais nesses assuntos em capítulos à frente.

Como orbitam o núcleo atômico, os elétrons podem ser “trocados” ou até mesmo “doados” nas interações entre diferentes átomos. Essas movimentações de elétrons de um átomo para outro são importantíssimas porque são através delas que átomos se “ligam” uns aos outros para se organizarem em estruturas (moléculas, macromoléculas, íons, cristais, et cetera...) que formam todos os corpos materiais que conhecemos, animados e inanimados.



Porém, mesmo com tantas cargas elétricas em sua composição, boa parte dos átomos na Natureza se encontram eletricamente neutros. Ou seja, parecem não demonstrar (pelo menos em nossa humana perspectiva) uma carga elétrica significativamente intensa, seja positiva ou negativa. Isso porque ocorre um equilíbrio de forças no átomo: a quantidade de prótons é muito próxima da quantidade de elétrons, isso quando não são exatamente a mesma quantidade. E por suas cargas elétricas terem o mesmo valor, mas naturezas opostas (elétrons negativos e prótons positivos), as forças elétricas ali presentes se anulam e o átomo fica eletricamente neutro.

Mas é claro que átomos nem sempre estão nesse equilíbrio. De fato, muitas estruturas atômicas que formam vários corpos na Natureza são formadas por **íons**, que se tratam de átomos que têm elétrons “sobrando” ou “faltando” em relação ao número de prótons. Quando a quantidade de elétrons é maior do que a de prótons, esse íon adquire uma carga negativa e é chamado de **ânion**. Na situação contrária, quando um átomo perde elétrons, ficando com mais prótons, a carga resultante é positiva e ele é chamado de **cátion**.



E na composição do corpo humano há átomos neutros, cátions e ânions. E embora essa soma comumente resulte num corpo humano que consideramos eletricamente neutro, essa consideração é mais uma conveniência. Há um desequilíbrio mínimo de cargas elétricas no nosso corpo. Mas ele é tão minúsculo que, para efeitos práticos, diz-se que está eletricamente neutro, não faz muita diferença se as cargas elétricas componentes do corpo não estão equilíbrio perfeito.

A menos que você seja um eletrocinético.

Porque se há um desequilíbrio entre as cargas elétricas positivas e negativas, por mínimo que ele seja, o corpo possui uma pequeníssima carga resultante. E se o corpo tem uma carga elétrica, por mínima que ela seja, ela gera um campo elétrico, por mais fraco e mínimo que ele seja.

Será que isso te lembra algo? Um campo de forças em volta do corpo humano que, naturalmente, não exerce forças significativas e visíveis a olho nu?

Sim, há algumas similaridades entre os campos gravitacional e elétrico, assim como há similaridades entre a telecinese e a eletrocinese. Lembremos que o poder dos telecinéticos

vem da capacidade deles de alterarem as características naturais do campo gravitacional gerado por seus corpos. Os eletrocinéticos conseguem fazer a mesma coisa com o campo elétrico de seus corpos. De fato, os mecanismos pelos quais a telecinese e a eletrocinese funcionam são praticamente os mesmos, já que um campo elétrico também age por um conjunto de linhas de campo.

E mesmo que seja o caso de um corpo eletricamente neutro, eletrocinéticos recorrem a outra capacidade: a de manipular os elétrons do próprio corpo, movendo aqueles que estão em uma parte do corpo e acumulando-os em outra parte. Assim, partes específicas do corpo ficam **ionizadas**, ou seja, com um déficit de elétrons ou um excesso de elétrons, gerando cargas elétricas mais intensas e de naturezas opostas. Se elétrons estão em falta, a carga resultante é positiva e temos uma **cationização**. Se há elétrons de sobra, temos uma carga negativa e ocorre uma **anionização**. Costumeiramente, eletrocinéticos deixam as mãos cationizadas e o resto do corpo fica anionizado. E estando uma parte do corpo carregada positivamente ou negativamente, ela também gera um campo elétrico, por mais fraco que ele seja. Além da praticidade de fazerem as mãos (as partes mais facilmente manipuláveis do corpo humano) adquirirem um caráter elétrico positivo, para que as cargas elétricas negativas dos elétrons (as partículas mais “livres” de um átomo) de outros objetos sejam mais fáceis de manipular.

Através do campo elétrico gerado por ela, uma carga elétrica exerce força sobre outras cargas elétricas. E a intensidade dessas forças, que depende do valor das cargas envolvidas, da distância entre elas e de uma constante física, é expressa na **lei de Coulomb**, cuja fórmula algébrica é:

$$\vec{F}_E = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

E caso ela lhe tenha parecido familiar, sim: a lei de Coulomb é análoga à lei da gravitação universal. Apenas troca-se as massas pelas cargas elétricas e a constante gravitacional universal pela constante de Coulomb, cujos valores, claro, também diferem.

E assim como telecinéticos são capazes de alterar a constante gravitacional universal, aumentando seu valor para tornar seu campo gravitacional em um campo telecinético, os eletrocinéticos são capazes de alterar a **constante de Coulomb**, que, ao contrário da constante gravitacional universal, possui um valor numérico *muito* alto: aproximadamente 9 bilhões de joule-metros por coulomb ao quadrado. Isso porque, ao contrário da gravidade que exige que um corpo tenha uma massa astronômica para que ele exerça forças gravitacionais notáveis, forças elétricas notáveis a olho humano já conseguem ser exercidas por cargas de valores relativamente pequenos.

(De fato, a gravidade é a força fundamental mais fraca da Natureza enquanto a força elétrica está entre as mais fortes. Nos aprofundaremos mais a fundo nesse assunto mais à frente)

Mas mesmo com a constante de Coulomb sendo tão alta, lembre-se que o campo elétrico do corpo humano ainda é muito fraco. De fato, quase neutro, como vimos. E é por isso que, mesmo assim, um eletrocinético precisa aumentar o valor da constante de Coulomb. Com este fator da lei de Coulomb ficando maior ainda, a força elétrica entre duas cargas (sendo uma delas o corpo ou apenas uma parte do corpo do eletrocinético), se torna muito mais intensa, permitindo o eletrocinético influenciar cargas elétricas à distância muito mais

significativamente, já que seu campo elétrico estará muito mais poderoso. E, para deixar o déjà-vu evidente, já com esta primeira característica natural alterada, o campo elétrico passa a ser chamado de “campo pseudoelétrico” ou “campo eletrocinético”.

Porém, ao contrário dos telecinéticos que conseguem alterar o sentido natural de atração da gravidade, os eletrocinéticos se beneficiam do fato de que as forças elétricas naturalmente demonstram propriedades atrativas e repulsivas. Como são capazes de cationizar uma parte de seu corpo e anionizar a outra, são capazes gerar campos eletrocinéticos de ambas as naturezas.

E quando uma outra carga elétrica qualquer entra nesse campo eletrocinético, que já é muito mais forte do que um campo elétrico natural, ela adquire um grande **potencial elétrico**. Isto é, a carga elétrica adquire uma grande capacidade de realizar trabalho. Lembra-se do trabalho? Aquilo que acontece quando um corpo é deslocado sob a influência de uma força? Uma carga elétrica com um grande potencial elétrico poderá se mover relativamente fácil sob a influência de uma força elétrica. Nesse caso, uma força elétrica exercida pelo eletrocinético, que tem um potencial elétrico muito baixo. Podemos até ser bem convenientes e dizer que é zero.

Veja que, como uma tem um potencial alto e a outra tem um potencial baixíssimo, há uma significativa *diferença de potencial elétrico* entre as cargas. Essa diferença é o que chamamos de **voltagem**, uma grandeza que é medida por “volts”. E por isso é importante saber seu valor, até mesmo no âmbito do dia a dia, quando lidamos com distribuição de energia elétrica e na manutenção de aparelhos elétricos.

A voltagem está relacionada ao trabalho (e, por conseguinte, ao deslocamento) que cargas elétricas podem realizar. Na situação de um campo elétrico natural, uma carga tem um altíssimo potencial elétrico. Outra tem um muito pequeno, quase zero. Uma diferença de potencial muito grande. Ou seja: uma voltagem muito grande. E graças a isso, a primeira irá se deslocar de acordo com a força elétrica exercida pela segunda.



Eletrocinéticos são capazes de gerar uma alta voltagem entre eles e cargas elétricas que entram em seus campos elétricos. Por quê? Porque o valor da voltagem é diretamente proporcional ao valor do campo elétrico. Quanto mais forte o campo elétrico, maior a voltagem. Maior a voltagem, maior a facilidade para forças elétricas moverem cargas elétricas.

E quando temos um fluxo de várias cargas elétricas se movendo em conjunto, temos uma **corrente elétrica**. Na maioria das vezes, nos fios elétricos condutores presentes nas redes elétricas do nosso cotidiano, as cargas elétricas nessas correntes se tratam de elétrons livres que pulam de um átomo para o outro, mas também podem ser cátions e ânions dos materiais dos quais os fios condutores são feitos. Aliás, é interessante lembrar que numa corrente elétrica, nem todas as cargas têm a mesma natureza. Como há cargas positivas e negativas numa corrente elétrica, quando submetidas às forças de um campo elétrico, as negativas vão para um lado e as positivas vão para o lado oposto, principalmente nos sistemas de fiação que distribuem energia

elétrica por aí. Mas por convenção, considera-se que todas as cargas se deslocam no mesmo sentido. Uma carga elétrica positiva se movendo para a esquerda equivale a uma carga negativa se movendo para a direita, por exemplo.

Sendo cargas elétricas em um movimento ordenado, correntes elétricas podem ser medidas de acordo com quantos coulombs passam por uma região do espaço em um segundo. A grandeza que relaciona isso é o “**ampère**” (homenagem a um físico francês chamado André-Marie Ampère), a unidade de medida das correntes elétricas.

E também por serem cargas elétricas em movimento, correntes elétricas são as manifestações da eletricidade mais comuns no nosso dia a dia. Devemos a elas a energia necessária para ativar os aparelhos elétricos e eletrônicos mais comuns da nossa sociedade contemporânea.

Altamente energéticas, correntes elétricas também são facilmente detectáveis por eletrocinéticos, além de também relativamente suscetíveis à manipulação por parte dos mesmos. Eletrocinéticos com um senso de humor provocador adoram interferir nas correntes elétricas que estão presentes em um circuito que pode ser aberto e fechado, como os que acendem e apagam lâmpadas, por exemplo.

Para a nossa segurança, as correntes elétricas mais comuns do nosso cotidiano estão isoladas dentro de várias estruturas de distribuição de elétrica. É por isso que eletrocinéticos evitam ao máximo demonstrar um feito impressionante: a de manipular correntes elétricas em puro ar. Tal demonstração de poder exige um controle absurdo das linhas de campo elétrico, já que descargas elétricas tendem a chegar aos seus destinos o mais rapidamente possível. É assim que relâmpagos funcionam, por exemplo. Relâmpagos são descargas elétricas que ocorrem quando há uma grande diferença de potencial elétrico entre nuvens e o solo. Ou até mesmo entre uma nuvem e outra.

Estando uma entidade com uma alta concentração de cargas elétricas negativas (as nuvens, na maioria dos casos) e outra entidade positivamente eletrificada (o solo, na maioria das vezes), a tendência natural de corpos ficarem eletricamente neutros faz com que essas entidades gerem uma corrente elétrica, que usa o ar como condutor para que as cargas elétricas cheguem ao seu destino. Por ser uma descarga elétrica altamente energética, ela supera quece moléculas de ar num intervalo curtíssimo de tempo, o que faz com que as moléculas, ao esquentarem tão intensamente e muito rapidamente, acabem emitindo uma luz intensa, que é o que conhecemos como relâmpago.

Por isso, relâmpagos são extremamente perigosos e capazes de danos muito graves a seres vivos e também a estruturas inanimadas. Devido à natureza violenta de correntes elétricas em puro ar, sem controle e isolamento apropriados (como se vê em sistemas de distribuição de energia elétrica), apenas eletrocinéticos muito habilidosos, capazes de manipular eximamente as forças eletrocinéticas e também a deformação das linhas de campo, são capazes de manipular tais descargas fazendo com que os danos colaterais sejam mínimos.

E, como mencionado, esse feito é mais usado por eletrocinéticos em situações de confrontos violentos envolvendo eletrocinéticos. Embora seja difícil atingir de surpresa um eletrocinético com uma descarga elétrica, uma vez que eles também são capazes de facilmente detectar cargas ao redor através de seus campos eletrocinéticos, similar ao tato telecinético estudado no capítulo anterior.

Interessantemente, eletrocinéticos também nascem com uma tolerância a correntes elétricas muito alta, não sendo muito afetados quando descargas elétricas atravessam seus

corpos. Além de também serem capazes de armazenar uma quantidade significativa de cargas elétricas no exterior de seus corpos, que, nessa situação, funcionam de uma forma similar a uma **gaiola de Faraday**: um objeto, geralmente oco, que ao ser atingido por uma grande descarga elétrica, fica com o seu exterior altamente eletrificado. Isto é, um excesso de cargas elétricas negativas fica distribuída de forma homogênea na parte exterior do corpo de um eletrocinético, o que também exige um grande esforço por parte dele, por causa da tendência dos corpos de ficarem eletricamente neutros que vimos anteriormente. E até mesmo poderosos eletrocinéticos têm algum grau de dificuldade em vencer essa tendência natural.



É necessário ter muita habilidade manter uma quantidade excessiva de cargas elétricas circulando pelo exterior do corpo sem que elas sejam dissipadas. No entanto, os eletrocinéticos mais poderosos que são capazes desse feito acabam sendo capazes também de realizar descargas elétricas sem precisarem de outra fonte de energia elétrica, já que, nesse estado, possuem um certo estoque de cargas elétricas, ansiosas para serem descarregadas.

Aliás, é importante ressaltar: eletrocinéticos não são capazes de gerar cargas elétricas que possam ser descarregadas como bem desejarem. De fato, é um engano muito comum achar que eletrocinéticos “criam” eletricidade no nada, mas não é bem assim.

E agora que já vimos uma habilidade sobre-humana que lida com campos elétricos, vamos compreender uma habilidade sobre-humana que lida com algo que, apesar de não termos visto aqui, está sempre presente quando um campo elétrico é gerado.

## CAPÍTULO V - MAGNETOCINESE

É notável que, enquanto capazes de manipular as cargas elétricas do próprio corpo e o próprio campo elétrico (transformando-o num campo eletrocinético), é alheia aos eletrocinéticos a capacidade de controlar um efeito colateral que acontece quando cargas elétricas estão em movimento: os **campos magnéticos**. Sim, toda carga elétrica que se move gera automaticamente um campo magnético ao seu redor. E os campos magnéticos estão sob a influência de uma habilidade sobre-humana no âmbito dos *magnetocinéticos*, aqueles que comumente são conhecidos por agirem como “ímãs humanos” e apenas “manipularem metais” à distância. Quase como um tipo de telecinese apenas para materiais metálicos. Mais uma vez, essa definição é reducionista e veremos como os magnetocinéticos são capazes de mais alguns outros feitos. Além do fato de que a própria afirmação “manipular metais” é enganosa, já que há várias classificações de metais, alguns dos quais (a maioria, na verdade) os magnetocinéticos

não conseguem controlar.



Magnetocinese é a habilidade que permite a manipulação do campo magnético natural do corpo do magnetocinético. Afinal, lembre-se: nossos corpos formados por átomos, que possuem elétrons em órbita, se movimentando a todo momento. Ou seja, cargas elétricas negativas em movimento, gerando campos magnéticos incessantemente. Não muito diferente dos telecinéticos e dos eletrocinéticos, os magnetocinéticos são capazes de manipular as características de seus campos magnéticos, naturalmente muito fracos e de curtíssimo alcance. Uniformizando os vários minúsculos campos para gerar um campo magnético resultante, assim como a Terra.

Sim, nosso planeta também possui um campo magnético ao seu redor, como se fosse um ímã de tamanho astronômico. Esse campo tem origem no núcleo da Terra, que é feito de ferro sólido em seu centro e ferro em estado líquido em alta temperatura na superfície mais externa. Por causa dos vários movimentos da Terra, essa parte líquida do ferro também está sempre em movimento. E o ferro é um elemento muito ligado ao magnetismo. Em um corpo de ferro, os elétrons se movimentam muito livremente entre os átomos. E graças a essas correntes elétricas tão naturais, um campo magnético é facilmente criado.

Essa quantidade colossal de ferro líquido no núcleo é o que gera o campo magnético terrestre. Um campo tão grande e tão poderoso que protege a vida no planeta de várias ameaças, uma delas sendo os **ventos solares**: emitidos pelo Sol, são quantidades absurdas de partículas em conjunto emitidas que seriam danosas para seres biológicos como nós. Tais partículas incluem elétrons, prótons e partículas alfa (dois prótons e dois nêutrons, todos ligados, como o núcleo de um átomo de hélio) e por isso estão eletricamente carregadas, ou seja, influenciáveis não apenas por campos elétricos, mas também por forças magnéticas.

Por isso, essas radiações são comumente desviadas de suas rotas originais graças ao campo magnético da Terra, que é capaz de redirecionar essas radiações em suas linhas de força, em regiões chamadas **cinturões de Van Allen**. Localizados principalmente, mas não exclusivamente, perto do equador terrestre, os cinturões de Van Allen “distribuem” as partículas eletrizadas em direção aos polos geográficos da Terra. Ao contrário dos prótons, que acabam ficando presos em camadas mais externas do campo magnético, os elétrons, por serem menores em tamanho e terem menos massa do que os prótons, são capazes de penetrar um pouco mais no campo magnético, ao ponto de conseguirem atingir camadas altas da atmosfera do planeta. E ao entrarem em contato com átomos do ar, os elétrons acabam energizando-os, o que pode fazer com eles emitiam luz visível. Essa é a origem dos fenômenos das **auroras polares**, aquelas belíssimas e incomuns luzes das mais variadas cores que são mais vistas no céu em localidades próximas dos círculos polares ártico e antártico. Quando vistas em terras no Norte, elas são chamadas de “auroras boreais”. Quando no Sul, “auroras austrais”.

Aliás, muitas vezes esse “desvio” de cargas elétricas por campos magnéticos é aproveitado pelos magnetocinéticos, principalmente conflitos com eletrocinéticos. Veremos como mais à frente.

Antes, lembremos que quase exatamente igual a telecinéticos e a eletrocinéticos, magnetocinéticos também são capazes de alterar e manipular as características de um campo de forças que os cercam. E sim: se você supôs que o padrão se repete, acertou. Assim como a constante gravitacional universal e a constante de Coulomb, os estudiosos das habilidades sobre-humanas hipotetizam que a **constante magnética**, que também é chamada de “**permeabilidade magnética do vácuo**” também seja uma propriedade intrínseca de todos os corpos. Uma constante que também está presente na fórmula usada para determinar o valor de um campo magnético natural, simbolizado pelo vetor “B”:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{q\vec{v} \times \vec{r}}{d^2}$$

**Constante magnética:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$**

ou

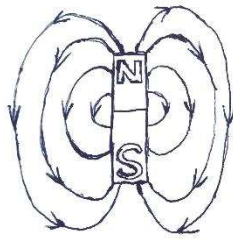
**Aproximadamente 0,00000126 newtons por ampère quadrado**

De fato, o cálculo destas grandezas pode ser um tanto complexo; como se vê, a constante magnética envolve o valor de  $4\pi$ , um número irracional e complicado. Para nós, é importante apenas saber que a constante magnética é a principal responsável por determinar a intensidade dos campos e das forças magnéticas naturais que estamos acostumados a ver em ímãs, por exemplo. Quando ela é alterada, o campo magnético de um ser humano, por exemplo, se fortalece ou enfraquece, permitindo que ele exerça forças magnéticas que ele não seria capaz de exercer naturalmente.

E assim sendo, magnetocinéticos são capazes de alterar o valor da constante para deixar seus campos magnéticos muito mais fortes, transformando-os em... Você adivinhou: campos “pseudomagnéticos” ou simplesmente campos magnetocinéticos.

Porém, quando magnetocinéticos tornam campo magnético mais forte, inicialmente ainda permanece com o formato clássico e mais comum visto em campos magnéticos, principalmente em ímãs, com as linhas de força (que costumam ser chamadas de **linhas de indução** no magnetismo) saindo de uma ponta do ímã, fazendo uma curva em direção à outra ponta do ímã. Esses “extremos” do ímã são chamados de **polos magnéticos**, comumente chamados de “polos norte e sul”, norte representando o lado positivo do ímã e o sul, o negativo. É por isso que, similarmente às cargas elétricas, as linhas de força de um polo são atraídas pelas linhas do outro polo. E por isso, os ímãs que conhecemos também são chamados de **dipolos magnéticos**. O prefixo “di” significa “dois”.





Aliás, uma característica primária dos ímãs é que eles sempre possuirão *dois* polos magnéticos, mesmo que um ímã seja quebrado. Os pedaços do antigo ímã se transformam imediatamente em ímãs menores, cada um com seus dois polos magnéticos.

No entanto, físicos hipotetizam que possa existir uma espécie de ímã que teria apenas *um único polo magnético*, o que seria o equivalente a um corpo possuir uma “carga magnética”. Uma partícula apenas com campo magnético só positivo ou só negativo. Essas entidades hipotéticas receberam o nome de **monopolos magnéticos**. “Mono” é um prefixo que remete ao número “um”.

Enquanto essa entidade hipotética permanece (pelo menos até hoje) não detectada pelos cientistas do mundo todo e existe apenas no mundo das ideias, os nossos magnetocinéticos conseguem manipular seus campos magnéticos para que eles ajam exatamente como monopolos.

Quando os magnetocinéticos intensificam seus campos magnéticos alterando a constante magnética, seu campo magnético resultante fica da forma clássica dos campos magnéticos de um ímã: com as linhas de indução saindo de uma ponta do corpo do magnetocinético para a ponta diametralmente oposta.

Para mudar isso e deixar o campo magnetocinético muito mais “livre” e manipulável, magnetocinéticos conseguem deixar o campo magnético com apenas uma “carga magnética”, seja positiva ou negativa, como um hipotético monopolo magnético.

Embora haja situações nas quais um magnetocinético queira deixar seu campo magnético em sua forma natural, como quando em um conflito contra um eletrocinético, por exemplo. Como cargas elétricas são influenciáveis também por campos magnéticos, estes podem agir como escudos contra descargas elétricas, uma vez que estas são desviadas ao entrarem em contato com as linhas de indução. É similar ao que acontece com os ventos solares quando entram em contato com o campo magnético da Terra, como já mencionado. E as cargas elétricas são desviadas num *sentido perpendicular* ao do campo magnético. Isso se deve ao fato de que uma *força magnética* exercida por um campo magnético em uma carga elétrica sempre é perpendicular a ele.

É por isso que é um tanto complicado para um magnetocinético manipular apropriadamente cargas elétricas que entram em seu campo magnetocinético, mesmo que cargas elétricas sejam suscetíveis a forças magnéticas por gerarem campo magnéticos quando se movimentam. A força magnética age sobre a carga elétrica perpendicularmente, dificultando um controle direto sobre a carga. Além disso, a intensidade da força magnética em uma carga elétrica depende até mesmo do ângulo formado entre as direções do campo magnético e a direção da velocidade da carga em questão. Mais especificamente, do seno do ângulo entre as direções. Uma carga elétrica cuja velocidade está na mesma direção do campo magnético sequer é influenciada pela força magnética porque neste caso, o ângulo entre as direções seria zero, que também é o valor de seu seno, o que anula a intensidade da força magnética.

Apesar de terem algum nível de a capacidade de controlarem cargas elétricas, magnetocinéticos praticamente só se dedicam à manipulação de entidades que reagem de forma mais direta a um campo magnético. Quando necessário, magnetocinéticos se preocupam apenas em desviar descargas elétricas quando essas entram em seus campos de força.

Além de, na maioria das vezes, magnetocinéticos fazem seus campos agirem como se pertencessem a monopolos magnéticos, o que deixa o campo magnetocinético muito mais livre para exercer forças em outros corpos ao seu redor.

Mas mesmo com forças magnéticas tão mais poderosas, não é qualquer tipo de corpo que magnetocinéticos conseguem manipular à distância, da mesma maneira que ímãs não conseguem atrair qualquer tipo de objeto. É uma afirmação imprecisa dizer que ímãs “atraem metais”. Sim, ímãs atraem *alguns* tipos de metais, mas não todos eles. Se isso fosse verdade, ímãs seriam capazes de atrair uma variedade imensa de materiais. Isso porque a maior parte dos elementos conhecidos que estão na tabela periódica são classificados como metais, que, superficialmente, podem ser definidos como elementos que tendem a formar materiais muito *eletropositivos*, isto é: que tendem a perder elétrons muito facilmente. E, por isso, se tornam átomos mais eletricamente positivos. Esses materiais de “caráter metálico” compõem quase toda a tabela periódica, as exceções sendo os gases nobres, os halogênios e mais um punhado de elementos.

No entanto, se você já aproximou um ímã de materiais feitos de alumínio, cobre ou zinco, já verificou que eles aparentam não reagir ao campo magnético de um ímã, mesmo todos eles sendo elementos químicos metálicos. Isso se deve menos ao fato de existirem diferentes tipos de metais e mais ao fato de existirem diferentes *tipos de magnetismo*.

Lembremos que todos os corpos materiais são compostos por átomos que possuem elétrons orbitando um núcleo atômico. Ou seja: partículas de carga elétrica negativa sempre se movimentando, o que gera campos magnéticos microscópicos dentro da estrutura atômica de todos os corpos.

Átomos e moléculas que estão mais próximos uns dos outros tendem a influenciar seus campos magnéticos mutuamente. Assim, há regiões no corpo nas quais esses campos interagem de forma muito harmônica e se alinham no mesmo sentido. Essas regiões recebem o nome de **domínios magnéticos**.

Quando esses pequenos domínios magnéticos ficam sob a influência de um outro campo magnético maior e mais intenso, eles reagem imediatamente. E dependendo da composição atômica e molecular do material, todos os domínios podem se alinhar na mesma direção e no mesmo sentido. Isso faz com que o próprio campo magnético resultante do material se intensifique significativamente, reagindo de uma forma visível a olho nu. Os campos magnéticos do ímã e do dito material se alinham de forma que ambos se atraem mutuamente.

Os materiais que possuem essa propriedade, esses metais que comumente vemos atraídos por ímãs, são chamados de materiais **ferromagnéticos**. Eles receberam esse nome porque dentre os metais que demonstravam propriedades magnéticas visíveis, o mais usado pela Humanidade sempre foi o **ferro**. Ora, tivemos um período histórico inteiro chamado “Idade do Ferro” devido à importância do elemento na manufatura de materiais e instrumentos para as sociedades. Os outros dois elementos químicos que são ferromagnéticos a uma temperatura ambiente são o **cobalto** e o **níquel**. E nem um pouco coincidentemente, esses três elementos são encontrados juntinhos na tabela periódica, na mesma ordem que aparecem neste parágrafo, o que demonstra como suas estruturas atômicas construídas de formas similares fazem com que possuem propriedades em comum também. E assim como ímãs, esses são os materiais que os

magnetocinéticos conseguem manipular facilmente.

Você deve ter reparado que eu ressaltai “a uma temperatura ambiente”. Isso porque a temperatura tem um papel importante no magnetismo dos materiais. Como se sabe, átomos, mesmo em corpos sólidos, estão vibrando o tempo todo. E a temperatura de um corpo nada mais é do que a medida da vibração dos átomos daquele corpo.

E a vibração dos átomos interfere nos elétrons que orbitam o núcleo. Isto é, a temperatura interfere diretamente nos campos magnéticos de um corpo, principalmente quando a temperatura aumenta, ou seja: quando um corpo esquenta. Uma vibração maior das moléculas atrapalha a coesão dos domínios magnéticos de um material, fazendo-os ficar cada vez mais difusos e difíceis de se alinharem, mesmo que um campo magnético externo aja sobre eles. E há uma temperatura específica para cada elemento ou material acima da qual domínios magnéticos ficam tão embaralhados que o material em questão deixa de ser ferromagnético, tornando-o incapaz de ser atraído por ímã ou ser manipulado por um magnetocinético. Essa temperatura específica é chamada de **temperatura de Curie**, em homenagem à física e química polaco-francesa Marie Curie.

<i>Substância</i>	<i>Temperatura de Curie</i>
Cobalto (Co)	1115 °C
Ferro (Fe)	770 °C
Hematita (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	675 °C
Magnetita (FeO • Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	585 °C
Bismanol (MnBi)	357 °C
Níquel (Ni)	354 °C
Granada de ítrio e ferro (Y <sub>3</sub> Fe <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )	287 °C
Dióxido de cromo (CrO <sub>2</sub> )	113 °C

O ferro, o cobalto e o níquel têm temperaturas de Curie altíssimas. Por isso que eles são tão usados em situações relacionadas ao magnetismo e estão à mercê de magnetocinéticos quando estes estão por perto. E é engraçado reparar que o mais *ferromagnético* dos elementos não é o ferro, mas o cobalto, já que ele é que possui a temperatura de Curie mais alta. Ou seja: é mais difícil fazer com que o cobalto deixe de ser ferromagnético do que o próprio ferro. E além destes elementos químicos puros, há materiais formados por outros elementos que também são ferromagnéticos e que possuem temperaturas de Curie bem altas.

Como se vê, há vários metais que são ferromagnéticos a temperaturas que estamos acostumados no nosso cotidiano. Por isso há uma abundância de material tanto para situações que trabalham com magnetismo na sociedade quanto para os magnetocinéticos manipularem quando desejarem.

No entanto, quando um metal atinge uma temperatura acima da sua temperatura de Curie, ele deixa de ser ferromagnético, uma vez que a vibração dos átomos atrapalha demais os

campos magnéticos. Muitos materiais já se encontram nessa situação em temperatura ambiente. Alumínio, por exemplo. Um ímã não atrai objetos de alumínio, assim como magnetocinéticos têm que fazer um esforço hercúleo para manipular objetos de alumínio. E mesmo assim, só conseguem mover muito fracamente.

Isso porque o campo magnético de materiais desse tipo, apesar de se alinharem com um campo magnético externo, não se intensificam tão fortemente quanto no ferromagnetismo. De fato, eles só se intensificam um pouco. Materiais desse tipo são chamados de **paramagnéticos**.

Materiais paramagnéticos como alumínio, sódio, cálcio, platina, magnésio, sulfato de cobre, entre outros, são influenciados muito levemente por campos magnéticos externos. Por isso é que ímãs não atraem *todos os metais*. Muito menos magnetocinéticos conseguem manipular todos os metais que existem.

E há os campos magnéticos que reagem a campos magnéticos externos de forma a se alinharem no sentido oposto, além de levemente diminuírem sua própria intensidade. Esse caso é o da esmagadora maioria dos materiais da Natureza, que são chamados de **diamagnéticos**, materiais que magnetocinéticos nem podem pensar em controlar. Mas, assim como os eletrocinéticos se beneficiam do fato de vivermos numa sociedade onde fontes de eletricidade é quase onipresente, magnetocinéticos encontram materiais ferromagnéticos em abundância.

Um fato básico já amplamente conhecido pela Física é que quando duas cargas elétricas estão em movimento, consequente e inevitavelmente, uma força magnética surgirá entre elas. É uma consequência do fato de que quando a eletricidade está presente, o magnetismo também estará. No entanto, embora seja praticamente impossível encontrar um campo elétrico separado de um campo magnético, até hoje não se sabe por que eletrocinéticos não são capazes de manipular também campos magnéticos. O inverso também é intrigante: magnetocinéticos não têm poder sobre campos elétricos.

Bom, não isoladamente, pelo menos. Veremos no capítulo seguinte que quando alguém nasce com ambas as habilidades sobre-humanas da eletrocinese e da magnetocinese, essa pessoa é capaz de ter sob seu comando tanto campos elétricos quanto magnéticos, concedendo a ela uma interessantíssima habilidade híbrida.

## CAPÍTULO VI - FOTOGÊNESE

Assim como há uma habilidade híbrida quando alguém nasce com massalaxe e telecinese, dando origem à supertelecinese, há uma habilidade híbrida quando alguém nasce com eletrocinese e magnetocinese.

Durante muito tempo, a separação entre eletricidade e magnetismo persistiu na mente dos estudiosos porque, de fato, elas podem ser estudadas separadas devido às suas individualidades, além de seus usos pela Humanidade se darem de modo que a presença de um não fosse óbvia quando o outro estava em ação. Por que alguém imaginaria que um ímã grudando em determinados corpos metálicos teria o envolvimento da força que causava relâmpagos?

Como vimos aqui, até mesmo entre as habilidades sobre-humanas, a manipulação direta e à distância de cargas elétricas e campos magnéticos são poderes separados.

E você se lembra que todos nós temos campos elétricos e magnéticos gerados por nossos corpos. Eletrocinéticos e magnetocinéticos conseguem alterar e manipular as características destes dois campos individualmente. Mas lembre-se: uma carga elétrica em movimento gera um campo magnético. E campos magnéticos são capazes de influenciar cargas elétricas. Já é sabido que esses dois tipos de força estão intrinsecamente ligados. Na verdade, a conexão entre eles está na origem de uma das forças fundamentais da Natureza: o **eletromagnetismo**.

A força eletromagnética tem como base uma partícula subatômica chamada **fóton**. Essa intrigante partícula, na verdade, também pode agir como uma onda, chamada de **onda eletromagnética**, que se trata do tipo de onda que, diferentemente das ondas mecânicas como o som (que são ondas no ar) e as ondas que se veem na água, não precisam de nenhum meio material para se propagarem. Ondas eletromagnéticas são capazes de facilmente atravessar, por si próprias, o vácuo do espaço sideral, por exemplo.

De fato, é assim que recebemos a luz do Sol. Sim, a luz visível aos nossos olhos é um tipo de onda eletromagnética. O tempo todo, fótons saem da superfície do Sol e levam cerca de 8 minutos para chegarem até o planeta Terra. Isso porque mesmo os fótons sendo (pelo que se sabe até hoje) as mais velozes entidades da Natureza, a distância entre o Sol e a Terra é de quase 150 milhões de quilômetros. E no vácuo, os fótons conseguem viajar cerca de 300 mil quilômetros *em um único segundo*. Lembra-se de que a luz é formada por fótons? É por isso que convencionou-se chamar essa absurda velocidade dos fótons de **velocidade da luz**. Convertendo esse valor para uma unidade de medida mais familiar, a velocidade da luz é de 1,08 *bilhões* de quilômetros por hora.

Até porque, o termo “fóton” vem do grego antigo e significa “luz”. E quando colocamos o sufixo “gênese”, que remete à “criação”, “origem”, “geração”, fica claro (com o perdão do trocadilho) a habilidade híbrida da qual se trata esse capítulo. Fotogênese é o poder que alguém que é eletrocinético e magnetocinético ao mesmo tempo tem de harmonizar seu campo elétrico com seu campo magnético para criar ondas eletromagnéticas na forma de fótons.

Sim, os *fotogenitores* são capazes de emitir luz visível de seus próprios corpos. Os mais habilidosos são capazes de emitir raios de luz das mais diferentes intensidades, cores e tons. É daí que vem uma das principais capacidades da fotogênese: as “ilusões ópticas” ou “miragens”. Ao emitirem as mais variadas frequências de luz ao seu redor, um fotogenitor consegue criar imagens em pleno ar, algo similar a hologramas. Essas imagens, em sua maioria, são bidimensionais. Fotogenitores mais poderosos, ao demonstrarem grande habilidade, esforço e concentração, conseguem criar imagens mais complexas, no nível tridimensional.

Porém, como foi dito anteriormente, a luz que olhos humanos são capazes de detectar é apenas *um tipo* de onda eletromagnética encontrada na Natureza. De fato, a luz visível representa uma parte bem pequena daquilo que chamamos de **espectro eletromagnético**, uma escala que engloba os diferentes tipos de fótons, ordenando-os de acordo com a frequência e o comprimento das ondas eletromagnéticas.

Em uma onda, o seu comprimento é a distância mínima que vai de um ponto mais alto de uma onda a outro. Ou do ponto mais baixo a outro, dependendo da perspectiva. O ponto mais alto é chamado de “crista” e o mais baixo é o “vale”. Já a frequência de uma onda é o que mede quantos comprimentos de onda atravessam um determinado espaço em um intervalo de tempo.

Assim, estabelecendo uma quantidade específica de comprimentos de onda que passam por um ponto (podemos chamar isso de “ciclo”) a cada segundo, temos uma nova unidade de medida, chamada **hertz**. Um hertz é igual a um ciclo por segundo e é uma unidade de medida

pode ser usada para qualquer outra grandeza que envolva fenômenos cíclicos ou periódicos, indo além das ondas eletromagnéticas.

Os fotogenitores são capazes de gerar praticamente *todas* as frequências de onda vistas no espectro. A diversidade de ondas eletromagnéticas é o que faz a fotogênese uma habilidade híbrida tão poderosa, fazendo os fotogenitores capazes de muito mais do que apenas emitir luz e criarem ilusões visuais.

### **Ondas longas de rádio**

Apesar do nome simplista, essas ondas foram e são usadas até hoje na comunicação à longa distância, principalmente no uso de aparelhos de rádio e televisão. Os fótons dessa natureza possuem comprimentos de onda muito grandes e justamente por isso são convenientes para serem usados em transmissões à longa distância, como de estações de rádio e emissoras de TV.

Com simples pensamentos, os fotogenitores mais poderosos são capazes de transmitir mensagens de áudio e também audiovisuais para aparelhos que são receptores de ondas eletromagnéticas, quase como se os próprios fotogenitores fossem emissoras de rádio e TV. Mas, como foi dito, essa habilidade específica requer muita habilidade e treino, já que envolve transmitir informações muito complexas e que precisam fazer sentido quando recepcionadas pelos aparelhos apropriados.

### **Micro-ondas**

Eu suponho que a primeira coisa que veio à sua mente ao ler o título deste parágrafo foi o eletrodoméstico usado para rapidamente esquentar alimentos. O forno de micro-ondas usa justamente os fótons dessa parte do espectro porque eles são absorvidos por substâncias específicas dentro dos corpos (principalmente água) e usam a energia dos fótons para aumentarem a intensidade da vibração de seus átomos. E isso, como eu espero que você se lembre, é o que mede a temperatura de um corpo. Fotogenitores também geram micro-ondas principalmente para este fim.

Mas as micro-ondas também podem ser usadas para transmissões de alcance mais curto do que as ondas longas de rádio. De fato, as micro-ondas é o meio pelo qual a tecnologia conhecida como “bluetooth” funciona. Fotogenitores raramente se utilizam desse aspecto das micro-ondas, preferindo as ondas de rádio para isso.

Além disso, algumas frequências da micro-ondas também são utilizadas em radares, que se aproveitam do fato de há corpos através dos quais as micro-ondas não conseguem atravessar. Em casos assim, quando a onda emitida atinge o corpo em questão, a onda é imediatamente refletida, fazendo a trajetória oposta e voltando à sua fonte de origem. Fotogenitores, agindo como radares, também são capazes de sentir quando as ondas refletidas atingem seus corpos, podendo detectar corpos específicos que estão a determinadas distâncias.

### **Infravermelho**

Também bastante relacionada a temperatura dos corpos, a radiação infravermelha é naturalmente emitida por corpos a uma determinada temperatura e também transmite energia

térmica, além de também poderem ser usadas para transmissão, assim como as micro-ondas, embora o infravermelho tenha um alcance bem mais curto. Quando nos aproximamos de determinados corpos metálicos que estão bastante quentes, o calor que sentimos vem da radiação infravermelha emitida pelo corpo. Fotogenitores também usam a radiação infravermelha principalmente para aumentar a própria temperatura corporal.

## Luz visível

Nossos olhos identificam como a cor vermelha a parte que tem a menor frequência de onda do espectro da luz visível. É por isso que a parte que vem imediatamente antes da luz vermelha é chamada de “infravermelha” (“infra” é um prefixo que significa “abaixo” ou “inferior”), pois sua frequência de onda é ainda mais baixa do que a da luz vermelha. A luz visível engloba todas as cores que conseguimos enxergar, começando pelo vermelho indo para o laranja, depois amarelo que passa pelo verde, depois azul, anil e, por fim, se encerra no violeta, o fóton de maior frequência de onda dentro dos da luz visível e aquela que discutivelmente merece o título de “a cor mais quente”. Caso essa particular ordem de cores lhe tenha parecido familiar, elas são as clássicas “sete cores do arco-íris”. Uma definição reducionista, uma vez que praticamente todas as cores que vemos estão presentes no espectro da luz visível, podendo ser entendidas como variações das “sete cores originais”. Essa parte do espectro eletromagnético também é chamada de **espectro de luz branca**, porque quando a luz branca é emitida, significa que todas as outras cores da luz visível estão presentes ao mesmo tempo em um único raio de fótons.

Quando uma luz branca ilumina um corpo, esse corpo tem a capacidade de absorver determinados fótons e refletir outros. Um corpo verde, por exemplo, tem essa cor porque ele absorve todos os fótons das outras cores da luz visível *exceto* aqueles que correspondem à cor verde. Esses fótons de luz verde são refletidos pelo corpo, podendo ser captados por olhos humanos. Fotogenitores são capazes de criar raios de luz de todas as cores e é assim que os mais habilidosos são capazes de gerar “ilusões visuais”, criando imagens em pleno ar.

Quando um corpo não absorve nenhum fóton da luz visível, ele acaba refletindo todos eles de uma vez e isso resulta no branco, que é a soma de todas as outras cores. E quando um corpo absorve todas as frequências de onda da luz visível, nenhuma delas é refletida pelo corpo. Essa ausência de fótons de luz visível é o que identificamos como sendo o preto. Isso, claro, no âmbito do eletromagnetismo. Porque quando estamos falando de cores vistas em corantes e pigmentações, por exemplo, os resultados são diferentes quando as cores se misturam.

E lembrando que fótons carregam energia que pode ser absorvida por um corpo e transformada em energia térmica, é o que explica porque objetos brancos tendem a ser mais frios do que objetos pretos. Um deles imediatamente reflete todas essas partículas de energia enquanto o outro absorve e usa a energia transmitida para aumentar sua temperatura. Já usou roupas pretas durante um dia claro de Sol? Então... As roupas são pretas porque estão absorvendo todos os fótons que recebe, sem refletir nenhum. Ao absorver toda essa energia, a temperatura aumenta.

## Ultravioleta

Se a radiação infravermelha se chama assim por estar “abaixo do vermelho”, imagino que seja óbvio porque os fótons que estão além do violeta, a cor mais energética da luz visível, se chame “ultravioleta”. E se você já ouviu falar sobre as prevenções necessárias quando nos

expomos à radiação ultravioleta emitida pelo Sol, imagino que suponha os usos nada pacíficos que os fotogenitores têm para essa parte do espectro eletromagnético. Principalmente com os fótons de frequência mais alta, chamados de raios UVB (ultravioleta B). Eles são compostos por fótons altamente energéticos e quando corpos absorvem essa radiação, a vibração dos átomos pode aumentar para temperaturas tão grandes que podem causar danos graves à estrutura do corpo. Em humanos, podem causar queimaduras graves. Em confrontos muito agressivos, raios UVB são a preferência dos fotogenitores quando querem debilitar rapidamente um inimigo e causar ferimentos de longo prazo.

Mas nem sempre a radiação ultravioleta é usada para fins tão violentos. Quando são fótons não tão energéticos quanto os raios UVB, o ultravioleta pode ser usado para deixar visível coisas que podem não estar tão visíveis quando estão iluminadas pela luz branca. Estes são os raios UVA, comumente usados por investigadores em cenas de crimes brutais. Resquícios de fluidos e secreções humanas como sangue, suor, esperma e urina são capazes de absorver uma parte da energia dos fótons dos raios UVA. E ao absorverem somente uma parte da energia, outra parte será refletida na forma de fótons bem menos energéticos. E quem é imediatamente menos energético do que o ultravioleta? A luz visível, deixando bem mais claro aos olhos humanos o que está presente ali. É por isso que esse uso dos raios UVA também é chamado de “luz negra”.

## **Raios X**

Assim como a radiação UVB, os raios X também oferecem grandes riscos a entidades biológicas devido a altíssima frequência de suas ondas eletromagnéticas, o que faz com que fotogenitores mais prudentes tenham muito cuidado ao utilizar esses comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Isso quando precisam utilizá-los, reservando-os para conflitos mais violentos.

Por terem comprimentos de onda muito pequenos, esses fótons têm alta capacidade de penetração principalmente em seres vivos. De fato, essa propriedade desse tipo de radiação é o que permitiu a utilização deles na medicina. Raios X são capazes de atravessar alguns materiais, incluindo tecidos biológicos. Só que, dependendo do material, a capacidade de penetração dos raios varia. Alguns materiais os raios X conseguem atravessar quase que completamente. Outros, permitem apenas a passagem parcial da radiação. Essa diferença pode ser vista quando é colocada uma chapa fotográfica ou até mesmo lâminas de chumbo no caminho dos raios X.

Essas ferramentas, devido aos materiais das quais são feitas, têm seus átomos estimulados quando a radiação X os atinge. Diferentes regiões dessas superfícies, absorvendo diferentes quantidades de radiação, sofrerão diferentes aumentos de temperaturas, que podem ser vistas como impressões de diferentes claridades, como é comumente visto nas chapas de exames de raios X. Sim: é dessa maneira que raios X funcionam também para os fotogenitores. Eles são capazes de gerar imagens em chapas fotográficas através de raios X, inclusive para descobrir o que há no interior de corpos com outros objetos em seus interiores.

E essa é uma confusão muito comum quando falamos sobre essa habilidade sobre-humana relacionada à radiação X, porque muitas pessoas acreditam que fotogenitores são capazes de um poder no qual uma pessoa seria capaz de emitir radiação X de seus olhos e assim, seria capaz de ver com clareza através de corpos opacos. Essa habilidade hipotética exigiria uma reflexão quase total dos raios X quando esses atingissem um corpo, o que não ocorre com a grande maioria dos materiais devido ao alto poder de penetração dos raios X (lembre-se: eles têm comprimentos de onda muito pequenos). Apenas materiais feitos de substâncias muito



densas, como chumbo e molibdênio, são capazes de combater suficientemente os fótons de radiação X, absorvendo grande parte dos fótons e aumentando a temperatura de seus átomos. Essa seria a habilidade sobre-humana comumente chamada de “visão de raios X”, mas não é assim que ela funciona para os fotogenitores.

Porque, de fato, fotogenitores possuem a capacidade de enxergar fótons que estão além da luz visível à maioria dos humanos. Essa é como se fosse uma habilidade extra inerente à biologia dos fotogenitores, assim como os eletrocinéticos possuem uma altíssima tolerância a descargas elétricas. Os olhos de um fotogenitor são capazes de captar fótons de radiação como a infravermelha, ultravioleta e até mesmo raios X, quando estes são emitidos pelos corpos. E o cérebro de um fotogenitor, ao converter os dados captados, é capaz de formar imagens compostas das cores visíveis que já conhecemos, de forma similar como funcionam câmeras de infravermelho.

## Raios gama

Se já é necessário bastante cuidado quando fotogenitores emitem raios ultravioleta e raios X, exige-se muito mais sensatez de fotogenitores quando eles pretendem gerar uma frequência de onda eletromagnética tão grande e poderosa quanto os raios gama, radiação que tem o mesmo nome da terceira letra do alfabeto grego ( $\gamma$ ).

Até porque, na Natureza, os fótons da radiação gama são emitidos quando ocorrem reações extremamente energéticas envolvendo partículas atômicas. Um exemplo é quando um elétron encontra um *pósitron*, que é uma partícula exatamente igual ao elétron exceto em um aspecto: ele tem carga elétrica *positiva*, ao contrário de uma carga negativa que se espera de um elétron. Por isso, é dito que o elétron é feito de matéria enquanto o pósitron é feito de *antimatéria*. E quando matéria e antimatéria entram em contato, ocorre uma aniquilação de ambas, liberando quantidades absurdas de energia, como os raios gama.

Em casos (relativamente) menos extremos, essa radiação também é vista durante os vários processos nos quais os núcleos dos átomos sofrem mudanças drásticas, com as partículas que os formam se transformando em outras, se “desprendendo” do núcleo ou até mesmo com o um núcleo muito grande e instável de dividindo em dois núcleos menores.

Justamente por serem emitidos em reações tão intensas na Natureza, somente fotogenitores muito poderosos são capazes de emitirem raios gama com eficiência, que podem ser usados em conflitos muito extremos por um fotogenitor. Isso porque os raios gama, por causa de suas altíssimas frequências e seus comprimentos de onda minúsculos, têm uma capacidade de penetração em tecidos biológicos que atinge até o material genético de seres vivos, podendo, por exemplo, alterar as macromoléculas que formam o DNA. Por isso que uma exposição contínua e sem qualquer controle a raios gama pode ser altamente prejudicial, já que alteração de material genético pode resultar em uma completa disfunção das células atingidas ou até mesmo à sua eventual destruição.

No entanto, é justamente esse aspecto destrutivo dos raios gama que foi instrumentalizado pela Medicina. Ora, se essa radiação é capaz de causar dano a células, é possível usá-la para enfrentar células que já causam danos à saúde humana, como células cancerígenas, por exemplo. Em tratamentos radioterápicos, quantidades controladas e bem direcionadas de raios gama são emitidas em pacientes com os mais variados tipos de câncer, justamente com o intuito de enfraquecer e destruir essas células prejudiciais. Capazes de emitir

raios gama sem o auxílio de máquinas, deduz-se porque uma boa parte de fotogenitores mais benevolentes e altruístas se dedicam a estudar Medicina.

### **Laser: um método**

Não é incomum existir uma confusão quando se fala sobre os famosos “raios laser”. Algumas pessoas conceitualizam que laser é mais uma frequência de onda, como se ele fosse mais um tipo de fóton que faz parte do espectro eletromagnético. Na verdade, o que existem são vários tipos de raios laser, porque eles podem ser formados por diferentes tipos de fótons, principalmente fótons de luz visível.

Um laser, cujo nome é uma sigla para “light amplification by stimulated emission of radiation” (“amplificação de luz por emissão estimulada de radiação”), é um raio de radiação eletromagnética no qual todos os fótons têm praticamente o mesmo comprimento de onda e são emitidos de forma *colimada*, ou seja: um feixe de fótons é sempre paralelo ao outro, fazendo com que um raio laser seja sempre unidirecional, ao contrário da maioria das emissões naturais de ondas eletromagnéticas, que, quando não há impedimentos, tendem a se espalhar para todos os lados. É incomum para a luz se propagar apenas em uma linha reta praticamente perfeita. Eu disse “luz” porque, de fato, os lasers mais comuns são os de luz que podemos enxergar naturalmente, das mais variadas cores, mas existem lasers também de outras partes do espectro eletromagnético, como lasers de ultravioleta e até de raios X.

Fotogenitores muito habilidosos, depois de muita prática e treino, são capazes de gerar raios lasers feitos dos mais variados fótons. É daí que vem uma outra habilidade que é comumente simplificada como “visão laser”. Fotogenitores são de fato capazes de emitir raios laser, mas de qualquer parte de seus corpos e não apenas de seus olhos. O engano é até compreensível de certa forma porque os fotogenitores que emitem raios laser cuja origem é perto dos olhos tem como intenção ter a maior certeza visual possível de os fótons atingirem o alvo que desejam.

Outra concepção um tanto enganosa é a de que raios lasers sempre emitem fótons de temperaturas altíssimas, capazes causar queimaduras muito danosas. Não é inteiramente mentira; fotogenitores, para fins ofensivos, podem emitir raios lasers com fótons de alta energia como os da radiação ultravioleta ou até mesmo raios X. Mas também podem emitir frequências menos prejudiciais como os fótons de luz visível que, claro, também são capazes de causar aumento de energia térmica, mas em níveis bem menores dos fótons UVB, por exemplo.

Como se vê, a fotogênese é uma habilidade sobre-humana híbrida que permite uma boa variedade de capacidades e por isso é uma habilidade poderosa muito admirada. Mas graças ao seu potencial danoso e ofensivo, também é muito temida.

Mas talvez nem tanto por aqueles que possuem a habilidade sobre-humana sobre a qual falaremos no capítulo seguinte.

## **CAPÍTULO VII - INTANGIBILIDADE FOTÔNICA**

Como o título do capítulo sugere, a habilidade sobre-humana sobre a qual falaremos aqui também envolve fótons. No entanto, enquanto os fotogenitores que estudamos no capítulo anterior são capazes de literalmente criar radiações eletromagnéticas das mais variadas

frequências, aqueles dotados com a intangibilidade fotônica conseguem fazer com que os átomos de seus próprios corpos (e, através de contato físico, outros corpos também) permitam que fótons simplesmente os atravessem sem que haja qualquer tipo de distúrbio nos fótons: eles não são refletidos nem refratados. Não são nem mesmo absorvidos pelos átomos do corpo. Os fótons, não importa a frequência, simplesmente continuam seu caminho sem qualquer interrupção. Em outras palavras: os átomos de um corpo ficam intangíveis a fótons.

Os mecanismos exatos de *como* os átomos atingem esse estado, chamado de “estado fotointangível”, ainda são, infelizmente, desconhecidos. Nem mesmo há uma hipótese que seja um consenso majoritário entre os estudiosos das habilidades sobre-humanas, como é o caso da hipótese da casca interna que vimos na massalaxe, por exemplo. Há quem suponha que tenha algo a ver com uma propriedade das partículas chamada “spin” (algo que seria análogo ao “giro” da partícula) e que os fotointangíveis seriam capazes de alterar essa propriedade. Outros imaginam se os elétrons e o núcleo atômico adquirem uma espécie de “repulsão” aos fótons, de desviando minimamente destes ao “detectarem” suas presenças.

O que se sabe com muita certeza é que quando um corpo se torna fotointangível, é como se, falando de uma maneira brutalmente resumida, ele simplesmente não existisse para os fótons que o atingem. E a consequência mais evidente desse intrigante estado sobre-humano é a capacidade pela qual a intangibilidade fotônica é mais popularmente conhecida: a invisibilidade.

Sim: similar à massalaxe que é comumente simplificada como apenas superforça, a intangibilidade fotônica costuma ser resumida só como o poder de ficar invisível, embora haja outros resultados advindos da intangibilidade fotônica. Mas antes, deixemos claro porque um corpo deixar feixes de fótons atravessá-lo sem qualquer reação resulta em invisibilidade.

Como funciona a visão? Mais especificamente: a visão humana, para deixarmos a explicação mais familiar. Nossos olhos, quando funcionais, são órgãos capazes de captar fótons que entram neles através das aberturas que chamamos de pupilas, que se tratam daqueles “discos” pretos nos centros das íris, os círculos cujas cores variam de acordo com cada pessoa e cuja função é justamente regular os níveis de abertura das pupilas; quando uma luz muito intensa é incidida no globo ocular, a íris contrai a pupila, diminuindo o tamanho da abertura e quando a luz no ambiente é muito fraca, a íris tende a abrir cada vez mais a pupila, na esperança de captar o maior número possível de fótons de formar as imagens mais nítidas possíveis num ambiente que tende a escurecer.

Ao entrarem pela pupila, os feixes de fótons imediatamente são refratados por uma lente biconvexa que converge os feixes recebidos para pontos diferentes da retina, que é a parte de trás do interior do globo ocular. A retina é composta por várias minúsculas estruturas celulares chamadas bastonetes e cones que são extremamente sensíveis a fótons. Essas células reagem imediatamente enviando ao cérebro, via sistema nervoso, estímulos diferentes dependendo do tipo de fótons que as atingem. O cérebro combina todas as informações recebidas e forma imagens ininterruptamente.

É assim que nós “enxergamos” o que está nosso redor. E os cones e bastonetes em nossas retinas só conseguem reagir de forma eficiente a fótons de frequências específicas que correspondem a uma parte muito pequena do espectro eletromagnético. Uma parte que, justamente por isso, denominamos de “luz visível”.

E mesmo sendo uma parte tão minúscula do espectro eletromagnético, os fótons de luz visível são diferenciáveis entre si, graças aos seus comprimentos de onda e frequências. A maneira pelas quais nossos olhos e cérebros interpretam essas diferenças são as *cores*. Os fótons

que interpretamos como sendo a cor vermelha têm um comprimento de onda maior do que os fótons que interpretamos como sendo a cor azul, por exemplo.

Quando falamos sobre luz visível enquanto estudávamos sobre fotogênese no capítulo anterior, foi dito que quando uma luz (preferencialmente branca, uma vez que esta luz se trata da soma de todas as cores) incide sobre um corpo, este corpo pode absorver algumas das frequências daquela luz ao mesmo tempo que *reflete* outras frequências. Chamamos estes de corpos de “opacos”.

Caso esses fótons refletidos de frequências específicas atinjam nossas retinas, nossos cérebros interpretam essas frequências específicas como sendo as cores do corpo opaco. Um corpo verde, por exemplo, é dessa cor porque nosso cérebro interpreta os estímulos da retina gerados por fótons de luz visível de uma determinada frequência que correspondem à luz verde.

Quando um corpo reflete praticamente todos as frequências de luz visível, interpretamos sendo um objeto branco. Já quando o oposto acontece e o corpo tende a absorver quase todos os fótons que incidem sobre ele sem praticamente refletir nenhum, é o que interpretamos como um objeto preto.

Mas é claro que nem todos os corpos se tratam de corpos opacos. Isso porque ao invés de absorverem e refletirem os fótons que os atingem, existem corpos que fazem com que os feixes de fótons sejam *refratados*, o que significa que os fótons sofrem desvios em suas trajetórias enquanto atravessam esses corpos. Em alguns deles, esses desvios acabam fazendo os fótons tomarem caminhos emaranhados quando finalmente conseguem “sair” pelo outro lado do corpo, o que, ao chegarem em nossos olhos, formam uma imagem difusa e nada nítida, dificultando identificar o que estaria atrás do corpo, que chamamos de corpo **translúcido**.

Porém, nem sempre a refração sofrida pelos fótons é confusa assim. Dependendo do corpo, as refrações de diferentes feixes de fótons podem ser uniformes, o que pode gerar uma imagem que, embora corresponda exatamente à realidade, pode ser até bem nítida. Corpos de água limpa e estática são exemplos comuns que exibem esse fenômeno. Há também corpos cujo nível de refração é tão pequeno que podemos ver claramente através deles, com desvios tão mínimos. Vidro, por exemplo. Estes são os corpos que denominamos **transparentes**.

No entanto, mesmo entre corpos translúcidos e transparentes, existe algum nível pequeno de reflexão que nos permite enxergar, até certo ponto, esses corpos. Até mesmo o ar, cuja distância entre os átomos que o compõem é tão grande a ponto de permitir uma passagem quase sem obstáculos de fótons, pode pregar suas peças em nossa visão em algumas condições. Como quando vemos **miragens**, aquelas imagens que parecem vir de uma superfície “molhada” no chão quando estamos em ambientes com temperaturas muito, muito altas. Como a superfície do chão está extremamente quente, o ar mais próximo ao solo também fica mais quente do que o ar mais acima. E por estar mais quente, esta camada de ar também fica menos densa do que as camadas superiores de ar. Essa diferença de densidade faz com que, tecnicamente, as camadas de ar de diferentes temperaturas ajam como dois corpos transparentes diferentes, sendo a camada de ar inferior e mais quente capaz de mover um pouco mais rapidamente. É por isso que feixes de fótons que passam da camada mais fria para a mais quente são desviados para a frente ao invés de atingirem o chão. E como nossos olhos interpretam raios de fótons como se eles sempre estivessem em linha reta, temos a ilusão de uma imagem vinda do chão, como se este estivesse com um espelho d’água em sua superfície.

Essas interferências na luz acontecem porque fótons, mesmo sendo partículas praticamente desprovidas de massa, elas são imunes a interações com os átomos dos corpos.

Por isso é até mesmo possível sermos capazes de ver alguns corpos transparentes, por mais capazes de permitir que fótons os atravessem.

É por isso que ao fazer com que um corpo entre em um intrigante estado no qual fótons simplesmente atravessem seus átomos *sem qualquer reação ou interferência*, a intangibilidade fotônica torna este corpo completamente indetectável pela visão. Sem refratar ou refletir nenhum fóton, um fotointangível se torna invisível.

No entanto, o fato de que fótons simplesmente atravessam alguém fotointangível sem qualquer interação acaba fazendo com que a invisibilidade tenha alguns efeitos colaterais. O mais evidente deles é fato de que justamente por fótons atravessarem o corpo de alguém fotointangível sem que qualquer tipo de reação, os olhos dessa pessoa se tornam incapazes de detectar a luz visível. Sim, é o que parece: ironicamente, quem se torna invisível também fica momentaneamente cego.

Em contrapartida, os genes de alguém fotointangível fazem que essa pessoa possua, naturalmente, vários outros sentidos muito mais aguçados do que a média humana, especialmente os sentidos da audição e do olfato. Essa também é como uma habilidade sobre-humana extra na biologia de um alguém capaz da intangibilidade fotônica, similar à altíssima tolerância que eletrocinéticos possuem a descargas e correntes elétricas. E os fotointangíveis também desfrutam de uma outra característica biológicas também inerente a eles: a de serem extremamente termossensíveis.

Em um termo mais popular, é basicamente dizer que fotointangíveis são muito “calorentos”. E isso é para compensar outra consequência da intangibilidade fotônica. Você se lembra que há corpos que aumentam suas temperaturas ao absorverem determinados tipos de radiação eletromagnéticas, como o infravermelho, a própria luz visível e os raios ultravioleta. Quando estamos em um ambiente ao ar livre iluminado pela luz do Sol e começamos a sentir muito calor, uma solução é nos dirigirmos para debaixo da sombra de alguma coisa, porque apesar do ar presente estar bem quente, a incidência direta dos raios solares é o que deixa a temperatura bem maior.

No estado fotointangível, a temperatura de um corpo não será capaz de absorver fótons que, outrora, aumentariam sua temperatura e por isso, costumam sentir frio nesse estado caso não haja outras formas de transmissão de calor atuando. Mesmo que estejam no período diurno do dia, fotointangíveis podem acabar tendo a mesma sensação térmica de estarem em uma noite gélida quando se tornam invisíveis.

Por outro lado, evitar o aumento de temperaturas pode ser muito vantajoso para fotointangíveis. E nos lembremos há radiações eletromagnéticas que são capazes de feitos bem mais graves do que só deixar corpos mais quentes. É aí que surge capacidade comumente desconhecida da intangibilidade fotônica: a invisibilidade também é um estado de proteção contra as mais danosas radiações eletromagnéticas. Os fótons de radiações como ultravioleta, raios X e até mesmo os perigosíssimos raios gama não afetam de forma alguma um corpo que esteja no estado fotointangível. E esse é um motivo pelo qual aqueles dotados com intangibilidade fotônica não temem os feitos da fotogênese em um conflito direto.

Apesar de ser imperceptível pela visão, alguém invisível ainda e perfeitamente detectável pelo contato físico. Afinal, a intangibilidade que vimos aqui só diz respeito às partículas que podemos detectar a distância com nossos olhos. Tornar um corpo indetectável a algo tão direto quanto um toque é trabalho de outro tipo de intangibilidade.

## CAPÍTULO VII - INTANGIBILIDADE FERMIÔNICA

Estudiosos de habilidades sobre-humanas acreditam que a intangibilidade que veremos agora faz com o que o corpo daqueles capazes de executá-la também entrem em um estado similar ao fotointangível. Só que ao invés permitir a passagem sem qualquer tipo de interferência de fótons resultando na invisibilidade, esta intangibilidade é relativa a um grupo de partículas chamadas **férmions**. E o que exatamente são férmions? Antes de entendê-los, vamos rever algumas coisas.

Você se lembra que praticamente todos os corpos na Natureza são formados por átomos, certo? Os átomos possuem elétrons (partículas indivisíveis que as principais responsáveis pelos fenômenos elétricos) que orbitam um núcleo atômico, este sendo composto por prótons e nêutrons. E como mencionamos em capítulos anteriores, prótons e nêutrons são partículas que são compostas por outras menores, chamadas **quarks**.

No total, existem seis tipos de quarks, mas aqui só vamos nos interessar por dois tipos: os quarks **up** e os quarks **down**. Se seu inglês está bom, você sabe que essas palavras significam “para cima” e “para baixo”, respectivamente. Isso porque os quarks, assim como os elétrons, também são partículas com cargas elétricas; os quarks up possuem cargas elétricas positivas e os quarks down têm carga negativa. Só que as cargas dos quarks têm, individualmente, valores menores do que a carga de um elétron, que por ser a menor carga elétrica encontrada *isoladamente* (lembre-se: quarks sempre encontrados unidos uns dos outros) na Natureza, é chamada de carga elétrica fundamental. Mais especificamente: um quark up tem uma carga positiva que vale  $\frac{2}{3}$  da carga elétrica do elétron enquanto um quark down tem uma carga negativa que equivale a  $\frac{1}{3}$  da carga do elétron e que por ser negativa, convencionou-se dizer que, na verdade, é “ $-\frac{1}{3}$ ” da carga do elétron.

Cada próton e cada nêutron é formado por três quarks. Um próton é formado por dois quarks up e 1 quark down. É por isso que um próton acaba tendo uma carga elétrica positiva com valor igual a de um elétron. Ora, se há duas cargas iguais e *positivas* que valem, cada uma,  $\frac{2}{3}$  da carga elétrica fundamental (ou seja:  $\frac{4}{3}$ ) e uma carga *negativa* de  $-\frac{1}{3}$  da carga elétrica fundamental, isso resulta em exatamente 1 carga positiva elétrica fundamental.

$$\frac{2}{3} + \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) = 1$$

Já nos nêutrons, ocorre algo similar, porém levemente diferente. Nêutrons são compostos por apenas *um* quark up e *dois* quarks down. Ou seja: duas cargas *negativas* que valem  $-\frac{1}{3}$  (isto é:  $-\frac{2}{3}$ ) da carga fundamental somada a uma única carga positiva que vale  $\frac{2}{3}$  da carga fundamental, temos duas cargas elétricas do mesmo valor e de naturezas opostas. Resultado: a anulação das duas, o que faz com que o nêutron não tenha carga elétrica resultante. Ou simplesmente, carga neutra.

$$\frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

Os quarks, assim como os elétrons, são (segundo todas as informações que temos até hoje) partículas fundamentais: são absolutas e não são formadas por nenhuma outra partícula. Elas são apenas elas e pronto. E como foi dito antes, existem seis tipos de quarks, sendo os quarks up e os quarks down apenas dois deles. Acontece que o elétron é uma partícula que faz parte de um outro grupo de seis partículas fundamentais, chamadas **léptons**.

Enquanto os quarks são partículas que adoram se juntar umas com as outras nas mais diferentes combinações, geralmente em grupo de 3 e de 2, os léptons são partículas bem mais...

“livres”. É que vemos nos átomos: quarks se unem para formarem prótons e nêutrons ao mesmo tempo que elétrons ficam orbitando o núcleo atômico em várias camadas. Mas tanto os quarks quanto os léptons compartilham uma propriedade em comum: todos eles têm o mesmo “spin”, uma característica das partículas que é um tanto complexa e trabalhosa de explicar. Acredito que basta saber que tem a ver com a maneira com a qual as partículas se comportam em relação aos seus “giros”. Sim, partículas estão sempre “girando” e os quarks e os léptons se comportam da mesma maneira quando “giram”.

Justamente por causa dessa característica em comum, quarks e léptons são, na verdade, os subgrupos que fazem parte do mesmo grande grupo de partículas chamado *férmions*.

É disso que se trata os férmions. É um grande grupo de partículas fundamentais dotadas de massa que possuem o mesmo spin e que, por formarem os átomos, compõem praticamente todos os corpos que vemos na Natureza.

E será que você consegue imaginar qual seria as consequências de um corpo, que é feito de férmions, se tornar completamente intangível aos férmions de outros corpos? Acertou caso tenha suposto que essa é a origem da habilidade sobre-humana comumente resumida a “atravessar objetos sólidos”.

De fato, nós nunca “tocamos” algo. Lembre-se de que os átomos geram campos elétricos quase sempre da mesma natureza e, por isso, tendem a se repelir. Quando dois corpos materiais se aproximam, o principal motivo de haver um impedimento entre eles é a repulsão causada pelos campos elétricos dos átomos. Como ela é naturalmente microscópica, realmente parece que há um “encontro” real dos átomos dos dois corpos. É o que interpretamos como o “toque”.

Aqueles que conseguem entrar no estado *fermintangível*, desfrutam da capacidade de qualquer objeto material atravessar os átomos de seu corpo sem qualquer consequência, inclusive sem sofrer a influência dos campos elétricos mínimos gerados por cada átomo, como se eles nem mesmo estivessem ali. Uma habilidade que garante uma defesa praticamente absoluta contra impactos e colisões, principalmente para os fermintangíveis mais atentos aos seus arredores. E igual aos invisíveis, os fermintangíveis conseguem “estender” sua habilidade para outras pessoas ou objetos através do toque. De fato, praticamente todos fazem isso com suas vestimentas. Do contrário, as roupas que usam também atravessariam seus corpos.

Mas, como já é de se supor, a intangibilidade fermiônica, assim como a fotônica, não vem sem seus efeitos colaterais. Afinal, o estado fermintangível deixa o corpo intangível a *todos* os corpos materiais externos, sem exceção. É por isso que os dotados de intangibilidade fermiônica também nascem com uma grande capacidade pulmonar, principalmente para prenderem a respiração: no estado fermintangível, o corpo também será atravessado pelo ar ao redor. O sistema respiratório será incapaz de interagir com o as partículas de ar externas. Somente o ar que já está armazenado nos pulmões do fermintangível será capaz de interagir com ele. É por isso que é comum fermintangíveis inspiram uma boa dose de ar logo antes de entrarem no estado fermintangível, igual ao que fazemos quando estamos prestes a submergir num grande volume de água.

E similar aos fotintangíveis que acabam perdendo momentaneamente o sentido da visão quando ficam invisíveis, os fermintangíveis, incapazes de interagir com o ar ao redor, se tornam momentaneamente *surdos*, uma vez que os sons que ouvimos nada mais são do que ondas mecânicas propagadas pelo ar.

Para sair do estado fermintangível, é necessário muito cuidado, uma vez que aquele volume onde está o corpo de alguém fermintangível agora se encontra preenchido por ar.

Quando um fermintangível volta a ser tangível, ele “empurra” muito abruptamente as moléculas de ar que antes preenchiam o volume de seu corpo, gerando, na maioria das vezes, uma grande rajada de ar que atinge tudo ao seu redor. É por isso que outra capacidade biológica dos fermintangíveis é terem seus corpos bem adaptáveis à variações de pressão atmosférica.

Porém, há outro fator que chama muito a atenção é que, ora, se fermintangíveis acabam atravessando todo e qualquer outro corpo material externo, existiria uma consequência muito grave nisso: estando pisando no solo da Terra, um fermintangível acabaria atravessando o chão até chegar no núcleo do planeta.

E aí que entra uma intrigante habilidade colateral dos dotados com a intangibilidade fermiônica: toda vez que entram no estado fermintangível e *somente durante* ele, fermintangíveis demonstram serem capazes de levitarem a alguns milímetros da superfície onde estão. Talvez seja um dos maiores mistérios de como uma habilidade sobre-humana colateral funcione. Porque mesmo num estado no qual seus átomos não sejam influenciados por qualquer outro corpo material externo e as forças que estes exercem, a gravidade da Terra ainda mantém algum nível de influência sobre o fermintangível para mantê-lo próximo a superfície terrestre, mas sem “afundá-lo” para o seu interior.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De fato, ainda há uma gama de assuntos estudados nas aulas de Ciências Naturais, que poderiam ter sido abordados nos capítulos anteriores. Devido a viabilidade, este trabalho restringiu o seu foco à abordagem de áreas da Física, uma vez que a aproximação das habilidades sobre-humanas mais conhecidas é mais forte com abordados nesta disciplina em particular.

Porém, considerando o potencial aqui demonstrado, não é totalmente descartável a possibilidade de uma continuação da abordagem e uma extensão dos temas elencados. É por isso que designamos o livro como sendo apenas o “Volume I”.

E com uma eventual continuidade, há o intuito de uma aplicação do material em sala de aula para uma coleta de dados concreta. Assim, a verificação da eficácia desta proposta didática poderá ser discutida mais apropriadamente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, J. **50 ideias de Física Quântica que você precisa conhecer**. Tradução de R. Garcia. São Paulo: Planeta, 2015

BIRCH, H. **50 ideias de Química que você precisa conhecer**. Tradução de H. Londres. São Paulo: Planeta, 2018

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017

BROWN, T. L.; LEMAY JUNIOR, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química - A ciência central**. Tradução de R. M. de Matos. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2008

CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. Em: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. (Orgs.) **Ciência e público: Caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002

COSTA, B. C. A. **Química em Hogwarts: Do mundo mágico dos bruxos do mundo concreto dos trouxas**. Trabalho de conclusão do curso de Ciências Naturais da Universidade de Brasília, 2018

CUNHA, S. L. da et al.. **Contribuições do mangá dr. Stone para o ensino de ciências**. Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências... Campina Grande: Realize Editora, 2021

DAVID, A. C. de M. **Hataraku saibou: análise da potencialidade de um animê para o ensino de fisiologia**. Trabalho de Conclusão do curso de Ciências Naturais da Universidade de Brasília, 2019

FONTANELLA, G. de S. Anim(a)ção na educação: O entre-entendimento na teia da produção do sentido e sua mediação na educação. **Actas do III SOPCOM, VI LUSOCOM e II Ibérico**, v. 4, Covilha, 2004

HAWKING, S. **O universo numa casca de noz**. Tradução de M. G. F. Friaça. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2009

LIMA, M. H. O. S. **Um estudo sobre o uso pedagógico do jogo Spore no ensino de Ciências**.

Trabalho de conclusão do curso de Ciências Naturais da Universidade de Brasília, 2019

NASCIMENTO JÚNIOR, F. de A. **Quarteto Fantástico: ensino de Física, histórias em quadrinhos, ficção científica e satisfação cultural**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Química, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 115 páginas, 2013

PARRAT-DAYAN, S. Ensino de ciências hoje: quais os avanços? **Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, 9, 70-92, 2017

ROSA, L. da S. **A Sétima Arte como um recurso didático no ensino de Ciências**. Trabalho de conclusão de curso de Ciências Naturais da Universidade de Brasília, 2021

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e escola**. Revista Ensaio, v. 17, p. 49-67, nov. 2015

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros – Volume 1: Mecânica, oscilações, ondas e termodinâmica**. Tradução de P. M. Mors. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2012

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros – Volume 2: Eletricidade, magnetismo e ótica**. Tradução de N. M. Balzaretta. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2011

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros – Volume 3: Física Moderna: mecânica quântica, Relatividade e estrutura da matéria**. Tradução de M. R. Gallas. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2011