

O QUE É LUZ

A primeira ideia que nos vem à cabeça sobre o que é luz é de uma lâmpada. Às vezes ela nem precisa estar acesa, e aí dizemos: *acenda a luz*. Na verdade, acende-se a lâmpada, a vela, etc. Outra ideia que nos vem é de um lugar aonde se pode ver as coisas, isto é, uma área iluminada.

Então, luz é aquilo que nos permite enxergar os objetos (na verdade, a forma dos objetos). Se essa definição é correta, então nos nossos sonhos existe luz, pois podemos enxergar a forma de objetos lá, muito mais claramente que em pensamentos. Essa luz dos sonhos atinge nossos olhos ou atinge o mesmo centro que a luz que entra pelos nossos olhos atinge. Com certeza é este último caso.

Mas, a luz que atinge nossos olhos para ali. Portanto, a luz dos nossos sonhos não é a mesma luz que entra pelos nossos olhos físicos. A luz dos nossos sonhos é causada pela estimulação dos mesmos centros que são estimulados pela luz física, tanto que até pessoas cegas de nascença enxergam nos sonhos. O que eles veem pode corresponder ou não ao que vemos, existindo aqui na “realidade” ou não.

O que chamamos de luz visível, no sentido que nos permite perceber a forma remota dos objetos, é parte de um conjunto de ondas eletromagnéticas (um campo elétrico interagindo com um campo magnético) bastante amplo. Aliás, pode-se dizer que tudo o que existe no universo é formado de energia eletromagnética.

Por conjunto de ondas, entende-se uma série de ondas de comprimentos diferentes. O comprimento de uma onda é dado pela distância entre dois picos ou dois vales, sendo que os dois picos ou vales têm o mesmo formato.



A luz que nos faz ver está numa faixa entre 7 mil angstrons (mais longa) a 4 mil angstrons (mais curta). Para se ter uma ideia do comprimento representando por 1 angstrom (1\AA), divida 1mm em 10 milhões de partes. Uma parte dessas será 1\AA .

Ondas mais longas que a luz visível, como o infravermelho, micro-ondas e ondas de rádio (AM, FM, etc.) são invisíveis, ou seja, na verdade não torna os objetos que as refletem visíveis (não impressionam os centros da visão humana).

Ondas mais curtas, como o ultravioleta e raios-x, causam o mesmo efeito (não são visíveis para o olho humano).

Esta é a régua de ondas eletromagnéticas, chamada de Espectro Eletromagnético:

Rádio	Micro Ondas	Infravermelho	Luz Visível	Ultravioleta	Raios X	Raios Gama
$10 \text{ a } 10^6$	$10^6 \text{ a } 10^{-3}$	$10^{-3} \text{ a } 7 \times 10^{-7}$	$7 \times 10^{-7} \text{ a } 4 \times 10^{-7}$	$4 \times 10^{-7} \text{ a } 10^{-8}$	$10^{-8} \text{ a } 10^{-12}$	$10^{-12} \text{ a } 10^{-16}$

A variação do comprimento de onda é chamada de *frequência*. Quanto menor o comprimento, maior será a frequência, e vice-versa. Os raios gama têm frequência altíssima. A frequência é a quantidade de ondas (ou ciclos) que passam por um determinado ponto em cada segundo.

O comprimento de onda (λ) em metros, multiplicado pela quantidade de ondas por segundo (f) é sempre uma constante c , que é definida como *velocidade da luz* pela Física.

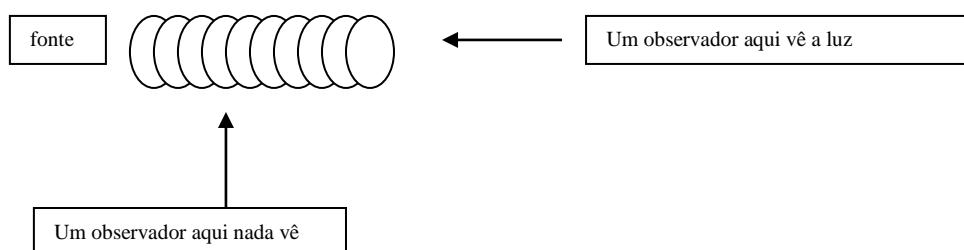
Então, quando se fala em velocidade da luz, está-se falando da velocidade de qualquer luz, seja “visível” ou não.

De novo, “luz visível” não implica que ela seja visível, mas que apenas nos faz perceber os objetos, que nos faz vê-los de cores diferentes conforme as frequências que eles não conseguem absorver, frequências essas que caem no intervalo 7000 angstrons (mais vermelho) a 4000 angstrons (mais azul). Qualquer reflexão fora desse intervalo nós não percebemos, por isso, não podemos saber a “cor” real dos objetos.

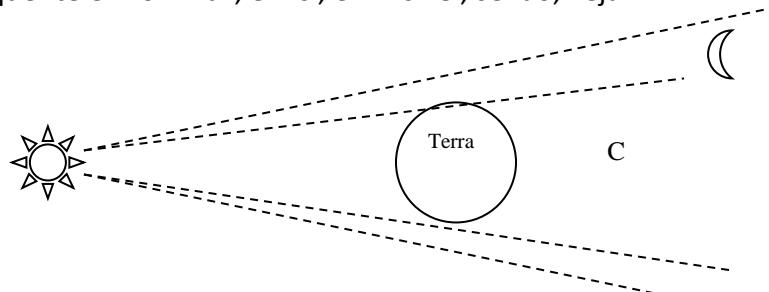
Nosso sentido de visão é incapaz de se sintonizar com tais frequências, isto é, não consegue entrar em ressonância com elas, daí, uma imagem não é criada.

Existe matéria totalmente invisível, pois ela não reflete a luz, mesmo em toda a faixa do espectro, ou reflete em um intervalo fora da faixa à qual nossa visão (e aparelhos) é sensível.

Quando olhamos para uma fonte de luz “visível”, das duas uma: ou vemos a fonte de luz, em que essa fonte se auto ilumina, ou o que vemos é causado por uma onda invisível que vem da fonte. Se algo trafega no espaço, ele é essa onda invisível.



Qualquer corpo que chamamos de luminoso ou iluminado lança luz no espectro visível só quando a onda principal atinge as partículas de matéria do corpo. O corpo luminoso lança sobre si mesmo e o corpo iluminado recebe de outra fonte (luminosa ou iluminada). Em qualquer caso, a definição de luminoso é fisiológica, assim como quente e frio. A luz, em si, é invisível, senão, veja:



Um observador em C verá a Terra escura, obviamente; verá a Lua iluminada, mas NÃO verá o facho que ilumina a Lua e nem o facho inferior, porque a luz, em si, é invisível. É necessário um objeto para intercepta-la e refleti-la (transféri-la) no espectro visível, como ocorre com a Lua.

Com isso, podemos concluir que o céu diurno seria totalmente escuro (exceto na região do Sol) se não existisse a atmosfera terrestre. A luz do Sol não seria suficiente para ofuscar a nossa visão (desde que não o olhássemos diretamente), pois ela se perderia no espaço, sem reflexão.

Num terreno totalmente plano e sem construções (sejam naturais ou artificiais) só o chão seria totalmente visível, pois ele refletiria a luz até nossos olhos. O horizonte seria escuro. Dependendo da posição do Sol em relação a um lago e a um observador, esse lago seria totalmente escuro se estiver calmo. Agitado, ele pareceria prateado, mostrando uma profusão de reflexões.

Nuvens leves refletem muita luz, por isso tendem mais para o branco; nuvens pesadas, por outro lado, refletem pouca luz, por isso tendem mais para o escuro.

A atmosfera reflete em maior quantidade a frequência do azul, por isso é céu nos parece azul. Isso afeta as “cores” dos objetos que vemos aqui, de dia. Notamos que, durante a noite, eles não têm a mesma cor que têm durante o dia. Isso é fato.

Sem a atmosfera, todos os objetos terrestres teriam cores diferentes das atuais, pois estas variariam conforme a posição do Sol.

Só é possível ver a luz se vermos a fonte, seja ela luminosa ou iluminada. Só assim podemos determinar a forma dos objetos, desde que a luz que vem deles não seja muito forte, ofuscante.

Se uma fonte distante como o Sol ilumina a Terra, então, um facho vem do Sol para a Terra. Esse facho só é visível longitudinalmente (num dia totalmente sem nuvens – dia, porque vemos o Sol, mas é sempre a mesma coisa: dia e noite ao mesmo tempo. Com certeza, existe mais noite do que dia no Universo). Na transversal não é possívelvê-lo. Mas o que vemos é a ponta do facho que nos atinge ou o que vemos é a fonte através dele (como se fosse um túnel)? Com mais certeza é o facho, senão nada seria iluminado.

Sendo uma coisa ou outra, isso não impede a fonte de se mover no espaço. Mas, sendo facho ou túnel, se ela se move, então, de certo modo, o facho que vemos deve fazer uma curva ou ele é tão imenso que ele se movendo ou nós nos movendo, continuamos a ver a mesma coisa, como se estivéssemos em translação ao redor dele. Uma fonte de luz em movimento em relação a você só interromperá o facho, te obrigando a olhar para a nova posição para continuar vendo-a, se ela estiver muito próxima de você. Não ocorre uma curva real, apenas imaginária na luz de uma fonte longínqua.

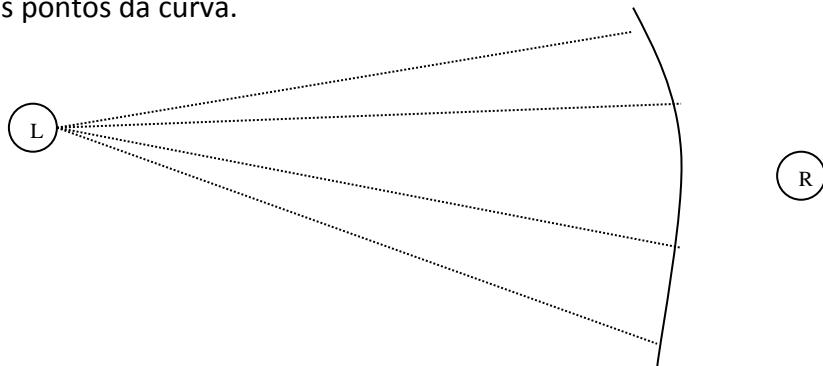
Se uma estrela é uma metralhadora que lança “bolas de fogo”, então, quando a primeira bola chega no observador, a estrela já não está mais na primeira linha de visão. Mesmo que o facho seja contínuo, ele parece sofrer uma quebra, passando a funcionar como a metralhadora, se curvando, e a fonte vai sempre secando (traçando uma linha secante) essa curva.

De uma maneira ou de outra, o que vemos é a fonte e não o facho, mesmo que ela não esteja mais naquela linha de visão naquele instante.

Se você estendesse um tubo a partir de 1,5m do chão até acima da camada mais alta da atmosfera e olhasse através dele, veria a escuridão, ou talvez uma estrela distante, ou um grupo delas. E se você estendesse o tubo até 1,5m de uma estrela, veria uma luz fraquinha ou uma luz cegante? Que cor você veria? Seria igual à que você vê sem o tubo? Certamente que não.

Ver um ponto de luz à distância é uma coisa. Vê-lo mais de perto é outra bem diferente (vamos desconsiderar a questão do calor).

Um ponto de luz se abre em um cone cuja “boca” é proporcional à distância. Existe um ponto no Universo em que esse cone se abre em um plano¹. Apesar disso, o que se vê daquela distância é o ponto de luz. Onde a boca do cone é vista como um plano, o ponto de luz será visto de qualquer ponto que esteja na mesma curva que o ponto inicial de observação, tendo o ponto de luz como centro de uma circunferência traçada por esta curva. Da mesma maneira, um observador no ponto de luz L verá todos aqueles pontos da curva.



Mas, se o ponto se abre em um plano visto do infinito, então, a partir do ponto L podemos contemplar metade do infinito². Porém, o ponto L pode ser qualquer ponto em relação ao infinito. Isto implica que, de qualquer ponto, estaremos contemplando o infinito, quando olhamos para um ponto vazio no céu.

É estranho isso, pois, podemos olhar um pouco mais para a esquerda ou para a direita, ou para trás, ou para cima, em relação ao ponto L. Seria o resto do infinito? Que seja. O que quer que lhe acrescentemos, continuará infinito.

Qualquer coisa está em tudo e tudo está em qualquer coisa. O desvio que fazemos (de olhar para um ponto e depois para outro) é local apenas, ou seja, alguém no infinito estará sempre nos contemplando, não importa para onde viramos nossos olhos, quer sejamos um ou muitos.

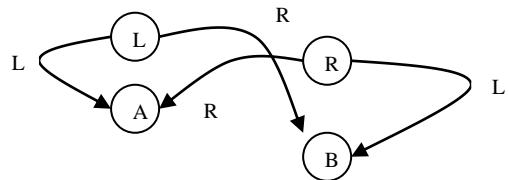
¹ A princípio seria uma semiesfera em vez de um plano, mas a intensidade de luz é a mesma em qualquer direção, por isso está mais para um plano do que para uma esfera de luz com a fonte no centro. Na verdade, é mesmo uma esfera de luz, mas é o observador que vai delimitar um plano, porque nenhum observador é capaz de enxergar uma esfera completamente no mesmo instante. Ele só consegue ver uma “face” dela que, se iluminada igualmente em todos os pontos, parecerá um círculo e não uma semiesfera.

² Essa colocação parece estranha, mas não é. Imagine-se suspenso no espaço sideral. Enquanto teus olhos fitam o infinito, a tua nuca também o faz, mas em outra direção!

Mas, porque percebemos uma finitude nas coisas, incluindo em nós mesmos em relação aos outros?

O ponto L é único e local. O ponto R é único e está no infinito.

Se qualquer ponto L_i contempla o ponto R e R contempla todos os L_i simultaneamente, então, para R, $L_i = L$, ou seja, há um único ponto L. Com L está no infinito em relação a R (por isso $L_i = L$, para R), então L e R se equivalem:



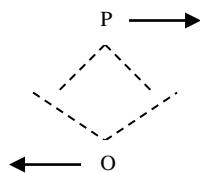
Alguém em R verá R como L e verá L como R.

Só é possível perceber movimento localmente.

Percebemos uma finitude nas coisas só localmente, porque ocupamos um número finito de pontos e isso nos limita em relação ao infinito, o que nos separa dele. Do mesmo modo, muitas coisas ao nosso redor ocupam um número finito de pontos, e isso as separam do infinito.

Por isso, daqui do chão, um avião lá no céu parece passar devagar, e um passageiro dentro dele vê o chão passar devagar também, e, para ele, o avião parece parado em relação ao chão.

A todo momento, você está fitando as coisas através de um cone (pela boca maior). À medida que você se aproxima da boca menor (ou da fonte emissora de luz), mais rapidamente ela parece passar. A inversa também é verdadeira, pois a fonte de luz te “fitará” através de um cone também.



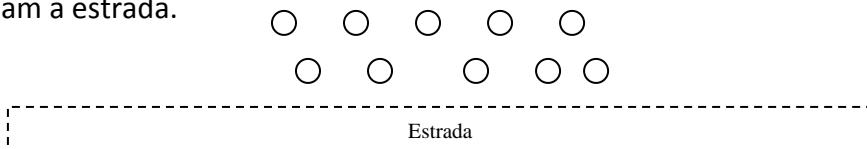
Se P estiver no infinito, O estará parado para ele, e P estará parado para O.

Um passageiro em um avião só percebe a sua rapidez quando ele passa muito próximo de uma nuvem pequena.

Entre num caminhão ou outro veículo alto se movendo a 40 Km/h e fique olhando para o chão a seu lado por cerca de 8 segundos; agora entre num kart, acelere-o até 40 Km/h e olhe para o chão de novo. A sensação que você terá é que o kart está muito mais rápido do que o caminhão estava. No entanto, você sabe que ambos estão a 40 Km/h.

A sensação de velocidade entre dois referenciais (você posicionado em um deles) é inversamente proporcional à distância entre eles, não importando qual seja a velocidade real (em relação a um terceiro referencial) de cada um deles e não importando a suas direções relativas de um para o outro. Apenas suas posições espaciais importam.

Outra sensação interessante acontece assim: estou em um ônibus, por uma estrada ladeada por árvores altas a uma distância de 30 metros da beirada da estrada. As árvores estão desfolhadas, parecendo postes. Existe uma floresta delas, separadas umas das outras por cerca de 20m ou mais, como que formando fileiras que acompanham a estrada.



Se fixo o olhar numa árvore de uma fileira qualquer, essa árvore (e as que estão na sua fileira) parece ir para trás em relação ao ônibus, enquanto que as que estão além parecem acompanhar o ônibus (até que eu fite uma delas, o que fará com que toda a sua fileira e as anteriores, começem a ir para trás).

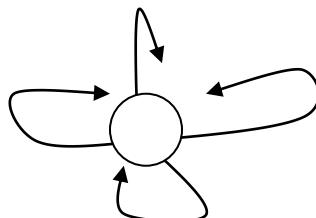
É como se eu estivesse rodando em um carrossel, olhando para várias filas de pessoas que esperam a vez de brincar. É mais fácil reconhecer as pessoas que estão bem atrás nas filas do que as que estão na frente.

Um ponto de luz, no conceito do ponto geométrico, adimensional, emite luz não cônica. A luz traçará uma reta (dimensão 1) que será vista como um risco de luz, de qualquer posição que não esteja em dimensão 0.

Um segmento de reta emitindo luz, gerará um cone que se dobrará em um círculo no infinito, chegando à dimensão 2. Será visto como um plano luminoso a partir de qualquer dimensão diferente de 1.

Uma fonte plana de luz gerará um cone que se dobrará em uma esfera no infinito, como já falado acima. E será visto como um plano de luz, não importando a posição do observador, como, também, falado acima.

Não importa se essa fonte é quadrada, circular ou elíptica. Ela se dobrará em uma esfera.



Imagine as setas saíndo do lado de trás da esfera, vindo para o lado da frente. Quando a ponta das setas se encontrarem depois de 180°, o infinito terá sido atingido.

Uma fonte bidimensional se projetará bidimensionalmente no infinito.

Uma fonte esférica de luz não pode ser distinguida de uma fonte plana, no infinito. A diferença é que a fonte plana gera um único cone, que se dobra numa esfera no infinito, enquanto que a fonte esférica gera um número infinito de cones que se dobram, cada um, em uma esfera, como se fossem infinitas fontes planas diferentes com um centro comum.

Então, uma fonte esférica continua sendo uma esfera no infinito. Um cone reforça o outro, apenas. Porém, o brilho não é reforçado.

A máxima dimensão espacial é 3 (ou infinito).

Nos dois casos, de qualquer ponto no infinito que eu partir, vou chegar na fonte de luz. E ainda sem saber se ela é plana ou esférica.

Se a fonte plana projeta uma esfera, o que a fonte esférica projeta? Não tem sentido falar sobre esfera infinita e luminosa, pois sombras deveriam definir a esfera, o que a tornaria finita.

Isso tudo, só porque enxergamos, só porque nossos olhos são sensibilizados por uma parte da luz, caso contrário, se nossos olhos fossem insensíveis a qualquer frequência de luz, só nos restaria o tato, e nunca saberíamos onde está o infinito. Enxergando, só sabemos onde ele não está.

Brasílio – 2007.