

## A atmosfera na astronomia

Apesar de não nos darmos conta da existência da atmosfera a todo o momento, respiramos seus gases e sentimos sua pressão o tempo todo. Além disso ela fornece uma grande proteção que nunca paramos para pensar.

Não é somente a Terra que possui atmosfera, no Sistema Solar os planetas rochosos Vênus e Marte também possuem. Todos os planetas gasoso possuem densas atmosferas que é o que observamos deles. Uma lua de Saturno também apresenta uma atmosfera, Titã, a segunda maior lua do Sistema Solar.

A atmosfera terrestre é composta principalmente pelos gases nitrogênio, oxigênio e argônio. Em menores proporções há outros gases e vapor de água. Ela é mais densa quanto mais próxima da superfície e cerca de 3/4 de todo o seu volume está concentrado até 11km de altitude além da superfície. Convencionou-se que a 100km de altitude é o limite entre a atmosfera e o espaço exterior, a chamada linha de Kármán. Mas na realidade não há um limite físico entre esses dois espaços. Essa linha define os veículos astronáuticos e aeronáuticos. Acima da linha de Kármán, somente veículos astronáuticos conseguem se deslocar.

Ela filtra radiações perigosas à vida terrestre, como o ultravioleta e mantém outras que são de suma importância como o infravermelho, que sentimos na forma de calor. Sem a nossa atmosfera, seríamos com a Lua, altas temperaturas durante o dia e baixíssimas temperaturas durante a noite. O efeito estufa natural da Terra é benigno, o problema é o agravamento desse efeito causado pela ação humana, elevando as temperaturas médias em um pequeno intervalo de tempo. Além do ultravioleta a atmosfera filtra outros tipos de radiação, o que para a astronomia constitui um problema. Para melhor entendermos o universo, não basta observá-lo na luz visível. É necessário observar todas as formas de radiação. Infelizmente, algumas faixas do espectro não conseguem atravessar a atmosfera, chegando até nós somente o visível, parte do infravermelho e rádio. Para observar o universo em qualquer outro tipo de radiação é necessário atravessar a atmosfera, com telescópios que ficam acima dela.

Além disso, no espaço não há diferença se o tempo está nublado ou não e não há turbulências da atmosfera. Gases apresentam turbulência, basta ver o vapor que sai de uma chaleira rodopiando. Essa turbulência é responsável por deformações na imagens de telescópio, por isso os grandes telescópios terrestres são construídos em grandes altitudes, onde o ar é mais rarefeito, ou seja, a camada de ar acima do telescópio é menos densa e com menos turbulência. Ainda assim o ar causa deformações nas imagens, mas com tecnologias atuais é possível amenizar esse problema com a óptica adaptativa, onde o espelho que capta a imagem sofre adaptações de forma a tentar anular os efeitos causados pela atmosfera.

A atmosfera também é uma barreira física dos perigos que vem do espaço, atenuando seus efeitos e trazendo consigo um dos espetáculos causados pela atmosfera, os meteoros. No espaço interplanetário há incontáveis meteoroides, pedrinhas que vagueiam pelo espaço e que possuem tamanho que variam de milímetros a centenas de metros. Eventualmente esses objetos entram em colisão com a Terra e ao chocarem-se com a nossa atmosfera são de certa forma freados por ela. Esse processo esquento o ar ao redor do meteoróide, deixando-o incandescente e é esse processo que conhecemos como meteoro ou estrela cadente. Somente uma pequena porção desses meteoroides que atingem a Terra sobrevivem a esse processo de atrito com a atmosfera, a maioria desintegra antes de chegar na superfície. Os que sobrevivem são conhecidos como meteoritos.

Não somente meteoroides chocam-se com a Terra. O vento solar lança no espaço partículas e

radiação. Essas partículas ao chocarem-se com os átomos da atmosfera terrestre. Quando ocorre este choque, elétrons dos átomos da atmosfera ficam excitados, com uma energia maior do que lhes é de costume. Quando voltam ao seu nível normal, essa energia a mais que receberam é liberada na forma de luz. As auroras podem variar de coloração dependendo do átomo que é atingido. No caso auroras verdes e vermelho escuro são produzidas pelo oxigênio e as azuladas e vermelhos mais claros ou rosados são produzidas pelo nitrogênio.

A atmosfera tem importância em algo que percebemos todos os dias: o dia e a noite. Na Terra o céu é azul durante o dia e quase preto durante a noite. Caso não houvesse atmosfera, o céu seria sempre completamente negro tanto durante o dia como durante a noite. Mas por quê o céu é azul? Podemos considerar a luz do Sol como branca, ou seja, envolve todas as cores do espectro visível, as cores que vemos em um arco-íris. Assim como um prisma pode decompor a luz branca em todas as cores do espectro, a atmosfera também pode decompor a luz do Sol. Quando a luz do Sol atinge a atmosfera, ela é espalhada em todas as direções pelo ar e partículas na atmosfera. A luz é espalhada com mais facilidade do que as demais cores. E é essa luz azul que vemos espalhada em todas as direções que dá este efeito de céu azul que vemos diariamente. Caso a composição da atmosfera fosse diferente seria outra coloração.

Mas porquê ao nascer e pôr do Sol o céu aparece avermelhado. Neste caso a luz continua a ser espalhada, mas a camada de atmosfera a ser atravessada é maior. Quanto mais luz azul é espalhada, mais luz amarela e vermelha vão direto para os olhos. Em algumas situações especiais é possível ver ainda mais uma cor além do vermelho e amarelo. Um flash verde pode ser visto logo após o pôr do Sol ou antes do nascer. Normalmente esse fenômeno é visto quando o horizonte é desobstruído, como o oceano e com atmosfera limpa e estável, de forma que mais luz chegue até os olhos sem ser espalhada.

Durante a noite como não há luz direta do Sol o céu parece escuro, mas ainda há influência da atmosfera. Em noites com Lua, o céu aparenta ser azul marinho pelo mesmo motivo, mas a quantidade de luz espalhada é muito menor. A poluição luminosa que lança luz em direção ao céu e a atmosférica, que aumenta o tamanho das partículas que espalham a luz também são responsáveis por essa diferença de coloração, podendo deixar o céu até mesmo avermelhado durante a noite, ofuscando o brilho das estrelas.

Durante a noite também percebemos outro efeito da atmosfera, o cintilar das estrelas. A luz das estrelas vem de muito longe, pode levar milhares de anos viajando na velocidade da luz até chegar nossos olhos, vemos as estrelas como objetos pontuais, quando a luz desse objeto pontual atravessa a atmosfera, que não é uniforme, parece ser “balançada” e por isso vemos o objeto piscando. Normalmente não vemos os planetas piscando pois eles são objetos maiores do que as estrelas vistos daqui da Terra, faça o teste observando um planeta e uma estrela em um telescópio e verá a diferença. Assim a luz de planetas não é facilmente alterada por turbulências na atmosfera, a menos que esteja próximo do horizonte, onde a turbulência é maior.

Um outro efeito que vemos no céu é a Lua, Sol e até mesmo constelações parecerem maiores no horizonte. Muitos associam esse fenômeno à atmosfera ser mais espessa no horizonte, mas na verdade esse efeito não depende da atmosfera e trata-se somente de uma ilusão de ótica. Temos a impressão de que o céu não é uma semiesfera, mas uma calota achatada no zênite, pois não há referências para estimar a distância, ao contrário do horizonte, onde há objetos cuja distância podemos estimar, então o céu do horizonte parece muito mais afastado do que o do zênite. O nosso cérebro projeta todos os objetos nessa abóbada celeste achatada, e essa projeção parece ser maior no horizonte do que no topo. Isso associado ao fato de sabermos estimar o tamanho dos objetos no horizonte, como edifícios e árvores, faz com que associemos o tamanho dos astros com tamanhos conhecidos, dando a impressão de que são ainda maiores.

Na atmosfera vemos nuvens de diversas formas, algumas bem estranhas como as nuvens mamatus e as nuvens lenticulares, que podem até tomar forma de disco voador. Algumas nuvens são responsáveis por fenômenos atmosféricos bem conhecidos nossos, como as tempestades que ocorrem nas nuvens do tipo cumulus e os halos que ocorrem nas nuvens do tipo cirrus. Há ainda dezenas de tipos de nuvens que poderia citar aqui, mas essas são as importantes para o que eu vou falar.

Logo após uma chuva, o céu fica carregado de gotículas de água e é aí que vemos um dos fenômenos mais conhecidos, o arco-íris. As gotículas fazem o papel de um prisma, separando a luz do Sol em todas suas cores. Essa luz chegando aos nossos olhos toda separada é o que conhecemos como o arco-íris. Logo acima dele fica o arco-íris secundário, que possui as cores invertidas em relação ao primeiro, resultado de uma reflexão a mais da luz do Sol dentro das gotas de água. O arco-íris é um fenômeno que depende do observador, ele ocorre de acordo com a posição de quem observa em relação ao Sol e as gotas de chuva. O Sol deve estar atrás de quem observa e os arcos primários e secundários aparecem na frente. Acho que dá para entender mais ou menos com essa imagem abaixo. Os ângulos dos arcos primários e secundários em relação ao chão são de respectivamente 42° e 50°.

Um fenômeno parecido com o arco-íris são os halos, círculos que aparecem ao redor do Sol ou da Lua. Esses acontecem pelo encontro da luz do Sol ou Lua com cristais de gelo nas nuvens cirrus. Essas nuvens altas e geladas possuem diversos cristais de gelo de diferentes formas. Quando a luz os encontra e é separada pelos cristais de gelo que fazem papel de prisma, formam os arcos coloridos. Normalmente halos são indicação de frente fria se aproximando, já que as nuvens que os formam são as primeiras nuvens da frente fria a chegar. Quando os cristais dessas nuvens estão em sua maioria na posição vertical enquanto caem, formam um fenômeno que vem sempre junto aos halos, chamados de paraélio quando próximo ao Sol e paraselene quando próximo à Lua. Nesse caso há mais luz sendo refratada no sentido horizontal, formando brilhos antes e depois do astro. Outros halos com formatos diferentes podem ser formados por cristais de formatos e orientações variadas.

Os cristais de gelo em baixas altitudes também podem refletir a luz do Sol, Lua até mesmo da iluminação artificial, formando os pilares de luz, fenômeno comum em regiões com inverno rigoroso.

Um fenômeno mais difícil de ser observado é a luminescência, que precisa de um céu completamente escuro para ser observado. Pode ser resultado de recombinação dos átomos da alta atmosfera que foram ionizados pelo Sol durante o dia, resultando em emissão de luz e até mesmo pelo impacto de partículas altamente energéticas vindas do espaço com a atmosfera, os chamados raios cósmicos.

Dois fenômenos que colocarei aqui mas não são atmosféricos, são a luz zodiacal e o gegenschein. No Sistema Solar, tudo gira em torno do Sol mais ou menos no mesmo plano. Além dos planetas, luas, asteroides e cometas, há muita poeira, restos de antigos impactos e passagens de cometas. A luz do Sol refletindo nessas partículas pode ser vista daqui da Terra como um cone de luz próximo ao horizonte depois que o Sol se põe ou antes dele nascer. Outro brilho pode ser visto do lado oposto ao do Sol, no caso, meia-noite estará no meridiano local, ou linha que liga o norte ao sul passando por cima de sua cabeça. Esse brilho é conhecido como gegenschein e também é resultado da reflexão do Sol nas partículas interplanetárias.

Há ainda dezenas de fenômenos atmosféricos bonitos, mas em somente uma palestra é possível apresentá-los, mas a primeiro link que eu deixei nas referências mostra muitos outros, para quem for curioso é um prato cheio.

## Fontes.

<http://www.atoptics.co.uk/>  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha de K%C3%A1rm%C3%A1n](http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha_de_K%C3%A1rm%C3%A1n)  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera terrestre](http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_terrestre)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Green flash](http://en.wikipedia.org/wiki/Green_flash)  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9u>  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cintila%C3%A7%C3%A3o \(astronomia\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cintila%C3%A7%C3%A3o_(astronomia))  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive optics](http://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_optics)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Sun dogs](http://en.wikipedia.org/wiki/Sun_dogs)  
<http://spaceplace.nasa.gov/blue-sky/en/>  
<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/por-que-as-estrelas-piscam>  
[http://www.if.ufrgs.br/mpef/ieefis/Lang/A\\_ilusao\\_sobre\\_o\\_tamanho Lua.pdf](http://www.if.ufrgs.br/mpef/ieefis/Lang/A_ilusao_sobre_o_tamanho_Lua.pdf)  
[http://www.apolo11.com/luca\\_sol\\_horizonte.php](http://www.apolo11.com/luca_sol_horizonte.php)  
[http://www.ccvalg.pt/astronomia/noticias/2010/04/20\\_luz\\_zodiacal.htm](http://www.ccvalg.pt/astronomia/noticias/2010/04/20_luz_zodiacal.htm)  
<https://www.youtube.com/watch?v=lwus2nqU0SY>

## Imagens Astronomy Picture of the Day:

<http://apod.nasa.gov/apod/ap150110.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141230.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141228.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141217.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141211.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141207.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141123.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141103.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140930.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140911.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140821.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140731.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140719.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140714.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140708.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140623.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140613.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140502.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140420.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140418.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140415.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap140219.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap131223.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap131018.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130829.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130703.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130628.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130527.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130505.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130417.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130311.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130130.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap130126.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121218.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121208.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121203.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121202.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121120.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121103.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap121023.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap140114.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap131118.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap130713.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap120906.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap120905.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap120730.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap120725.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap120623.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap120120.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap111010.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110818.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110805.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110720.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110420.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110228.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110220.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110208.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110110.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap110104.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap100623.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap100514.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap100428.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap100320.html>

<http://apod.nasa.gov/apod/ap100306.html>