

O Espaço Pleno e a Concepção do



Éter

Quando nos perguntamos o que há entre a Terra e a Lua, ou entre os demais planetas, a resposta vem com facilidade: o “vácuo”. Nossa concepção de universo nos leva a imaginar uma porção de matéria bem localizada nas estrelas, nos planetas e demais astros, cercada de vazio por todos os lados. Bem, isto parece certo hoje. Mas será que em nosso mundo sempre houve lugar para o vazio?

Se nos afastarmos do nosso século, vamos encontrar diversos períodos onde as pessoas em geral, e os cientistas em particular, tiveram a convicção de que o Universo era pleno e que o vazio era algo impensável, para não dizer absurdo. Na Grécia antiga isto aparece de

forma muito clara na concepção de universo de Aristóteles (século IV antes de Cristo). Para ele, o universo era composto por cinco elementos básicos, quatro presentes na Terra e suas imediações (terra, água, ar e fogo) e um quinto extremamente sutil, nomeado *éter*, que preencheria todo o resto, indo da órbita da Lua até as porções mais distantes do céu. É conferida a Aristóteles, a autoria de uma frase que se tornaria famosa na Idade Média: “A natureza tem horror ao vácuo”. Nela aparece claramente a convicção dos antigos de que o vazio não poderia existir.

Muitos séculos depois de Aristó-

teles, Descartes (1596-1650), um cientista francês do século XVII, desenvolveu uma explicação física para o movimento dos astros baseado na existência de turbilhões de matéria na região inter-estelar. Para ele, o espaço era preenchido por uma espécie de fluido, (também chamado *éter*), no qual o Sol, a Terra, os demais planetas e estrelas encontravam-se imersos. Ao rotacionar, um astro colocava o fluido em movimento, que por sua vez acabava por influenciar os demais astros. O Sol, ao girar sobre si mesmo, acabava por produzir um redemoinho

Para justificar a existência do éter, Descartes desenvolveu uma explicação física para o movimento dos astros baseado na existência de turbilhões de matéria na região inter-estelar

que colocava a Terra e demais planetas do sistema em movimento de translação em torno de si. A translação da Lua, por sua vez, seria resultado de um redemoinho cujo centro se encontrava na Terra. O éter era fundamental na física cartesiana, pois sem ele não existiriam turbilhões e uma estrela como o Sol não poderia fazer os planetas girar ao seu redor.

Para Descartes, o éter era também responsável pela transmissão da luz e calor proveniente das estrelas. Luz nada mais era que uma espécie de pressão resultante também do movimento produzido pelo Sol e transmitida pelo éter. Descartes não foi o único a pensar no éter como um meio responsável pela propagação da luz através do espaço. Huygens, Euler, Young e Fresnel, dentre outros, depois dele também pensaram dessa forma.

.....
Maurício Pietrocola

Depto. de Física

Universidade Federal de Santa Catarina
.....

Este artigo mostra como o conceito de éter entrou e saiu do pensamento científico até sua completa explicação.

O sucesso da teoria newtoniana no início do século XVIII fez com que o espaço passasse a ser pensado como algo vazio. Diferentemente de Descartes, Newton não baseava a explicação do movimento dos corpos em turbulências; o éter veio a tornar-se então desnecessário. Para ele, o movimento constante dos planetas, entre outros argumentos, faria supor um espaço sem nada que pudesse gerar atrito. Na concepção newtoniana, a luz constituía-se num feixe de partículas muito pequenas que poderiam muito bem ser emitidas pelo Sol, atravessar o espaço vazio e chegar à Terra.

Fresnel, outro cientista francês (1788-1827), participou ativamente da reabilitação do éter como meio inter-espacial propagador da luz. No início do século XIX, ele conseguiu demonstrar que boa parte dos fenômenos ópticos poderiam ser melhor entendidos concebendo a luz como onda. Na época, uma onda, a exemplo do som, só poderia se propagar num meio material e Fresnel voltou a propor que o universo não poderia ser vazio, mas deveria ser preenchido por um fluido capaz de transmitir a luz. Principalmente em função do sucesso da teoria ondulatória da luz de Fresnel, o espaço voltou a ser preenchido pelo éter.

Ao longo de todo século XIX, intensificaram-se as teorias que procuraram explicar os fenômenos físicos como manifestações do éter. O calor, a eletricidade, o magnetismo e outros fenômenos físicos passaram a ser interpretados a partir do éter. Sua importância foi tão grande neste período que alguns anos depois J.J. Thomson se manifestaria da seguinte forma sobre o éter:

“O éter não é uma criação fantástica de uma filosofia especulativa; ele é essencial para nós, como o ar que respiramos.”¹

Porém nem só de sucesso viveu a física do éter. Muitas dificuldades se seguiram ao preenchimento do espaço por uma substância material. Como Newton já havia indicado, seria difícil imaginar que a regularidade nos períodos orbitais de planetas, cometas e satélites pudesse resistir a um movimento constantemente “atrapalhado”

por um fluido. Para evitar esta crítica, os defensores do éter garantiam que ele era uma substância muito fluida, praticamente não oferecendo resistência à passagem dos astros. Embora difícil de aceitar, um éter super-fluido permitiria entender por que sua presença não perturbava o movimento dos astros. Porém, a este problema associaram-se outros. Para poder explicar os fenômenos de polarização, observados na época por Malus (1772-1812), Fresnel introduziu a hipótese de que as ondas luminosas seriam transversais e não longitudinais como o som. Mas já se sabia na época que apenas corpos rígidos eram capazes de transmitir tais ondas e que em geral tais corpos eram viscosos e não fluidos. Instala-se, então, uma contradição na concepção do éter: ele deveria ser muito fluido para não atrapalhar o movimento dos astros, mas também muito rígido para transmitir ondas transversais em altíssima velocidade. Além de não ser conhecida substância que preenchesse esses requisitos, essas duas propriedades pareciam se excluir!

Os problemas na concepção do éter continuaram a aparecer ao longo do século XIX, embora os cientistas em geral acreditassem que as soluções fossem possíveis de serem encontradas.

O último capítulo desta história teve origem em um problema aparentemente simples. Em 1810, Arago, também francês, pretendeu, sem sucesso, detectar a influência do movimento terrestre na refração da luz emitida pelas estrelas. Como o índice do meio depende da velocidade da luz, ele acreditava que mediria um desvio diferente produzido por um prisma se movimentando com a Terra pelo espaço. Logo em seguida, em 1818, Fresnel propõe uma explicação para o resultado negativo da experiência, propondo a hipótese do arrastamento parcial do éter pela matéria. À experiência de Arago seguiram-se diversas outras, sendo que a de Michelson e Morley, realizada em 1881-1816, foi a que se tornou mais famosa. As experiências indicavam que não havia efeito gerado pelo movimento da Terra em relação ao éter inter-espacial, cau-

sando enormes dificuldades para os físicos teóricos da época. Em 1905, Einstein (1879-1955) resolveu tais problemas envolvendo a óptica/eletrodinâmica dos corpos em movimento, propondo que o nosso espaço é vazio, embora capaz de transmitir ondas de natureza eletromagnética, como a luz. Dê uma só tacada, ele eliminou diversos problemas associados ao éter, mas também a principal base teórica da Física da época. Seria como jogar fora “o bebê junto com a água suja do banho”. O espaço pleno do século XIX voltou a ser vazio como na época áurea do newtonianismo.

Foi necessário tempo para que as pessoas se acostumassem com a idéia de um espaço vazio. Depois da publicação de Einstein, durante algumas décadas, algumas experiências ainda tentaram, sem sucesso, detectar o vento de éter passando próximo à superfície terrestre.

Para nós que nascemos numa concepção de espaço vazio, isto nos parece natural. Porém até quando o espaço continuará a ser sinônimo de vácuo?!

Bibliografia

Nota

¹J.J. Thomson, Presidential address to the British Association at Winnipeg, 1909, *The Electrician*, 63(1909), pag. 778.

É assim mesmo?

Equilíbrio de Pressão entre duas Bolhas

Material

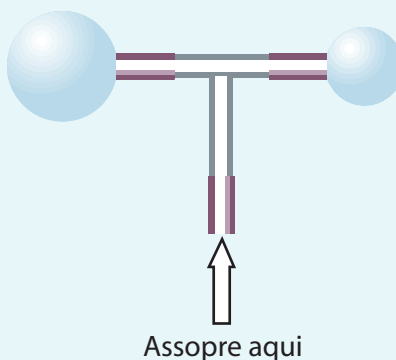
- conexão T;
- solução para fazer bolhas de sabão (10 copos de água para cada copo de detergente + 1/2 copo de glicerina);
- tubo de borracha ou mangueira.

Procedimento

Corte 3 pedaços de mangueira e encaixe-os em cada uma das extremidades da conexão T. Molhe duas extremidades na solução e assopre na terceira. Aperte uma das man-



gueiras de borracha para que uma das bolhas seja maior que a outra.



Observe que...

Ao contrário do que se esperava, a bolha menor enche a maior, porque a tensão superficial da primeira é mais intensa do que a da última. Podemos observar um efeito análogo ao encher um balão de aniversário: é mais fácil enchê-lo à medida que o seu volume aumenta.

Tópicos de discussão

- Tensão superficial
- Relação entre a área e o volume de uma esfera
- Pressão e fluxo de ar

Marcelo M.F. Saba
Clube de Ciências Quark
S.J. Campos - SP