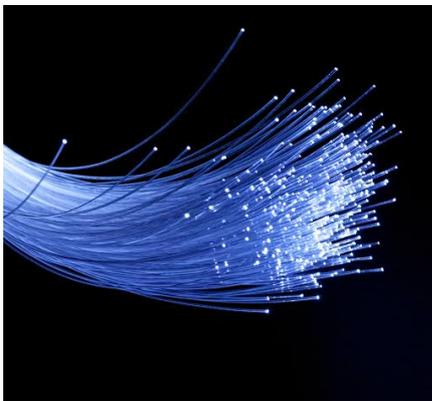


FIBRAS ÓPTICAS

18 DE NOVEMBRO DE 2019



VOCÊ SABIA QUE...

*Para que tecnologias como televisão, internet e rádio possam funcionar, é necessária uma forma de propagar informações por longas distância sem que elas se percam durante o caminho. Uma ótima maneira de fazer isso é com fibras ópticas: filamentos flexíveis feitos de material isolante que podem transmitir **ondas eletromagnéticas** (ou seja, **luz**) sem problemas durante o caminho.*

1 Fibras ópticas: o que são e para que servem?

O funcionamento dos meios contemporâneos de comunicação, como a internet, depende do estudo e aplicação de materiais que possam transmitir informações com alta velocidade e por longas distâncias. Uma ótima solução é o uso de fibras ópticas: filamentos flexíveis que podem transmitir **ondas eletromagnéticas** (ou seja, **luz**) sem perdas durante o caminho e, por serem feitos de materiais isolantes, são blindados contra as ondas eletromagnéticas invisíveis que nos cercam (como as ondas de rádio).

2 Como a informação se propaga dentro da fibra óptica?

O mecanismo de transmissão de luz dentro da fibra óptica é chamado **guia de onda**. Um guia de onda é

uma estrutura que permite a propagação das ondas eletromagnéticas de forma eficiente e sem atenuação do sinal: de certa forma, as ondas são aprisionadas dentro do guia de onda.

2.1 Reflexão total

Para entender como a luz pode se propagar dentro de um cabo, como uma fibra óptica, precisamos falar de dois fenômenos: **refração** e **reflexão total**.

Quando uma onda passa de um meio para outro, ela sofre **refração**: a direção de propagação muda. Um exemplo de refração no dia-a-dia é quando mergulhamos um objeto comprido, como uma caneta, num copo d'água. A parte submersa da caneta parece deformada, e isto acontece porque as ondas de luz viajam mais devagar dentro da água do que no ar.



Figura 1: Refração da luz na água.

Um número importante que nos diz o quão rápido ou devagar a luz se propaga em um certo material é o **índice de refração**, denotado pela letra **n**. Quanto maior for o índice de refração, mais devagar a luz vai se propagar e vice-versa. Se $n = 1$, a luz se propaga com máxima velocidade: **300 milhões de metros por segundo**.

A equação matemática que descreve como a direção de propagação muda quando uma onda passa de um meio para outro é a **lei de Snell**. Ela relaciona o índice de refração dos dois meios, n_1 e n_2 , com os ângulos formados pelo feixe de luz antes (θ_1) e depois (θ_2) de atravessar a interface entre os meios:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

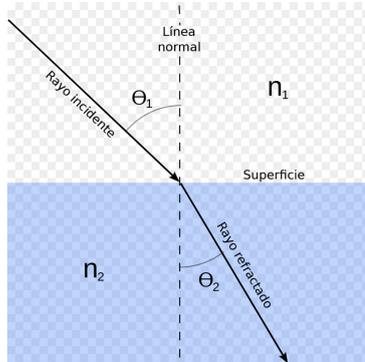


Figura 2: Feixe de luz incidindo sobre superfície que separa dois meios.

Como tudo isso se aplica a uma fibra óptica? O fenômeno de refração está relacionado à transmissão da luz de um material para outro. Entretanto, não queremos que a luz atravessasse as paredes da fibra e seja dissipada.

É aqui que a lei de Snell é importante: se o feixe de luz incidente formar um ângulo maior que um certo ângulo crítico (θ_c), não haverá onda transmitida! A onda incidente será perfeitamente refletida, e esse fenômeno é chamado de **reflexão total**.

O ângulo crítico depende apenas dos índices de refração dos materiais e pode ser calculado pela equação:

$$\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$$

Desta forma, se calibrarmos a fibra óptica de maneira a permitir apenas reflexão total, ela poderá transmitir ondas eletromagnéticas por longas distâncias.

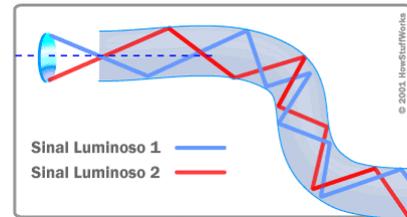


Figura 3: Reflexão total dentro da fibra óptica.

2.2 Fibras ópticas

As fibras ópticas são compostas por filamentos flexíveis fabricados a partir de vidro ou plástico, com espessura aproximadamente igual a de um fio de cabelo.

Sua estrutura é feita de um núcleo com índice de refração grande (onde a luz viaja mais devagar) envolto de uma camada com um índice de refração menor (onde a luz viaja mais rápido).

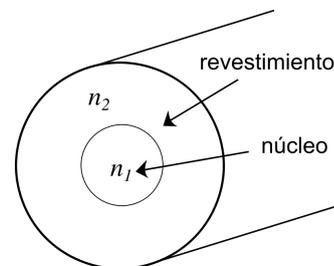


Figura 4: Representação da fibra óptica [3].

A transmissão da luz pela fibra se dá por sucessivas reflexões totais que são possíveis devido à diferença entre os índices de refração do núcleo e do envoltório. Essas reflexões aprisionam a onda eletromagnética dentro da fibra.

2.3 Aplicações de fibras ópticas

Medicina: Junto a uma fonte de luz, as fibras ópticas podem ser usadas em exames de imagem de órgãos internos;

Redes Telefônicas; Fibras ópticas permitem a transmissão de dados mais rapidamente e por maiores distâncias do que os fios convencionais usados em telefonia;

Cabos submarinos: Devido a sua resistência contra corrosão e grande eficiência para transmitir dados por longas distâncias, as fibras ópticas podem conectar regiões separadas pelo mar através de cabos submersos;

Outras aplicações: **televisão à cabo, internet, sensores** e muito mais.

3 Bibliografia

- [1] <https://www.gta.ufrj.br/grad/081/wdm1/Aplicaesdasfibras.html>;
- [2] <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-fibras-opticas.htm>;
- [3] <https://pt.wikipedia.org/wiki/Fibra-otica>;
- [4] *Eletromagnetismo, Vol.3, Kleber Daum Machado*;
- [5] <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/refracao>.

APOIO

Instituto de Física, Coordenação de Graduação.