



Aula nº5

1 Sumário

Refracção da luz.

Lei de Fermat.

Reflexão total da luz.

2 Objectivos específicos

- Reconhecer que a luz se desvia quando passa de um meio transparente para outro, se não incidir segundo a normal;
- compreender que a refração só ocorre em corpos/meios transparentes;
- identificar a refração e a propagação rectilínea da luz como uma consequência da Lei de Fermat;
- relacionar o mecanismo da refração da luz com a mudança da velocidade da luz devido à mudança de meio;
- saber que a velocidade e o comprimento de onda da luz se alteram quando esta muda de meio, o mesmo não acontecendo com a frequência que se mantém constante;
- identificar numa refração os ângulos de incidência e refração e os raios incidente, reflectido e refractado;
- verificar que quando a luz passa para um meio onde a velocidade é superior o raio refractado aproxima-se da normal à superfície de separação dos dois meios e vice-versa;
- explicar que na superfície de separação de dois meios transparentes há sempre uma parte de luz que se refracta, uma parte absorvida, e uma parte que se reflecte;
- compreender que o nosso cérebro constrói a imagem segundo a direcção dos raios de luz que chegam ao cérebro;

- compreender o conceito de ângulo crítico e sua importância para o fenómeno da reflexão total;
- medir o valor do ângulo crítico em situações concretas;
- saber que o valor do ângulo crítico depende do meio óptico considerado;
- identificar a reflexão total como o fenómeno que explica o funcionamento das fibras ópticas;
- enumerar algumas aplicações das fibras ópticas.

3 Vocabulário/Conteúdos

- Meio óptico
- Refracção
- Lei de Fermat
- Ângulo de refração
- Ângulo crítico
- Fibra óptica

4 Material

- Moeda
- Água
- Tacho
- 2 Palhinhas
- 2 Copos transparentes com água
- Fonte de luz
- Transferidor magnético
- 2 Lasers
- Fibra óptica
- Lente convexa

- Tina com água para reflexão total
- Fonte de alimentação
- Fios de ligação

5 Planificação da aula

- O professor informa que os alunos irão realizar um miniteste no final da aula.
- O professor coloca uma palhinha dentro de um copo vazio e pede para os alunos observarem a palhinha. Posteriormente, repete o exercício anterior mas coloca agora água dentro do copo e questiona: “O que se observa quando se coloca uma palhinha dentro de um copo com água?” Os alunos deverão observar que, com água, a palhinha parece estar partida (à superfície da água). Para os alunos observarem melhor este fenómeno, o professor poderá mostrar os dois copos simultaneamente.
- Nesta fase, os alunos já sabem que nós vemos os objectos pela luz que reflectem pelo que o professor questiona: “O que terá acontecido à luz reflectida pela palhinha antes de chegar aos nossos olhos?” Embora os alunos não conheçam a refração, devem concluir que a luz se propagou em dois meios distintos (ar e água) e isso fez com que a luz recebida pelos nossos olhos chegasse em duas direcções distintas, correspondentes a cada meio. No caso da parte de cima da palhinha a luz só se propagou no ar. Já na parte submersa, a luz propagou-se primeiro na água e depois no ar. Como as velocidades da luz na água e no ar são diferentes, a luz desviou-se. Assim, a luz desvia-se quando passa de um meio transparente para outro. O professor deve explicar que na superfície de separação de dois meios transparentes há sempre uma parte de luz que se refracta, uma parte absorvida, e uma parte que se reflecte.
- O professor explica que o fenómeno ocorrido observado anteriormente foi a **refracção da luz**.
- Os alunos deverão reconhecer que com um objecto opaco a luz não “passa” através do objecto, isto é, não ocorre refração. Novamente o professor questiona: “Então, quando ocorre refração?” Perante a resposta dos alunos o professor leva os alunos a concluir que a refração ocorre quando a luz passa de um meio óptico para outro. Deverá ainda referir que meios ópticos são todos os meios transparentes onde se propaga a luz.
- Os alunos escrevem no quadro:

Quando a luz passa de um meio transparente para outro, há variação do valor da velocidade e, de um modo geral, da direcção de propagação. À passagem da luz de um meio transparente para outro meio transparente, chama-se **REFRACÇÃO DA LUZ**.

- Os alunos mais atentos podem questionar: “O que é que a mudança de velocidade da luz de um meio para outro tem a ver com o seu desvio? O facto da velocidade da luz se alterar, apenas nos diz que a luz “viaja” mais ou menos rapidamente...”
- O professor apresenta o acetato 1: “Lei de Fermat” e explica que esse desvio está relacionado com a **Lei de Fermat** (formulada por Pierre de Fermat em 1650): a luz percorre sempre o “caminho” que demora menos tempo, o que nem sempre coincide com o “caminho” mais curto.
- Com o acetato 1, o professor explica a Lei de Fermat e a propagação rectilínea da luz e questiona: “Vamos supor que estamos na praia a apanhar sol e que entretanto ouvimos uma criança no mar a pedir socorro. Qual o caminho mais rápido para salvar a criança?” À partida poderíamos pensar que o percurso 1 seria o mais rápido (porque representa uma menor distância), mas naturalmente que conseguimos correr mais rápido do que nadar e portanto a trajectória 2 seria a mais eficiente. Com a luz acontece precisamente o mesmo, isto é, a sua velocidade é superior no ar, por isso a luz prefere a trajectória 2.
- Ainda com base nesta imagem, o professor traça no quadro (com o acetato projectado) a normal à superfície de separação dos dois meios e conclui que a luz aproxima-se da normal no caso da água que tem menor velocidade.
- O professor deve referir que quando a luz muda de meio, a velocidade e o comprimento da onda alteram-se, ao contrário da frequência que se mantém constante (considerando a mesma fonte luminosa).
- Com base nas informações anteriores, o professor projecta o acetato 2: “Refracção da luz” e constrói com os alunos as duas situações descritas - Passagem da luz do ar para a água e vice-versa. Neste acetato, o professor deverá representar o raio incidente em cada caso, o ângulo de incidência, o raio refractado e o ângulo de refração, fazendo a respectiva legenda. Os alunos passam para o caderno. Durante a construção do acetato, os alunos devem prever para cada caso a relação qualitativa entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração.
- O professor questiona: “Se o ângulo de incidência na superfície de separação dos dois meios for zero, qual será o valor do ângulo de refração?” Os alunos deverão responder zero, pela Lei de Fermat. No caso da resposta não ser imediata, o professor poderá fazer um esquema elucidativo para explicar.

- O professor realiza com os alunos a experiência das moedas, que estes irão realizar posteriormente na aula prática. Um aluno faz a experiência e de seguida explica, através de esquemas, o que sucede.
1. O aluno olha para o copo e vê a moeda. O aluno representa a situação descrita no quadro.
 2. O aluno afasta-se um pouco até deixar de ver a moeda. O aluno representa a situação descrita no quadro.
 3. O aluno mantém-se na mesma posição e o professor coloca água no copo e já vê a moeda. O aluno representa a situação descrita no quadro.
- O facto do observador ver a moeda em cima do sítio onde realmente se encontra está relacionada com o facto do nosso cérebro não conseguir ter a “história” dos raios de luz, isto é, ele não se apercebe se o raio de luz que recebeu foi reflectido, refractado,... para ele todos os objectos encontram-se na direcção da radiação que o olho recebe. O professor constrói no quadro o esquema correspondente e chama a atenção dos alunos que este fenómeno traz como consequência o facto do observador ver a moeda acima donde ela realmente está.
 - Como exemplo, o professor pode referir o facto de nós vermos o Sol numa posição onde ele não está, isto porque a luz do Sol até chegar à superfície terrestre passa pela atmosfera onde a luz vai sofrer sucessivas refrações devido aos diferentes meios que vai atravessando, formando gradualmente uma trajectória curva.
 - Note-se que o facto da luz percorrer uma trajectória no menor tempo possível (Lei de Fermat) explica a propagação rectilínea da luz e a refração. Por outro lado, este desvio da luz ocorre exclusivamente pelo facto da luz ter diferente velocidade em diferentes meios, isto é, se a velocidade da luz fosse sempre constante em meios distintos, não haveria posição aparente da moeda, posição aparente do Sol...
 - O professor pode referir que uma miragem é o resultado do fenómeno da refração e que resulta da visão de objectos em locais onde não estão, mas que são visíveis pelo facto do nosso cérebro construir a imagem segundo a direcção da radiação que recebe no olho.
 - O professor aponta um laser/fonte de luz para uma lente e observa com os alunos a radiação incidente e refractada bem como os ângulos de incidência e de refração. O professor faz variar o ângulo na interface vidro-ar até que se observe a reflexão total da luz. Utilizando um transferidor e com a ajuda de um aluno, mede o ângulo

de incidência, a partir do qual nenhum feixe luminoso sofra refração e identifica-o como o ângulo crítico. Assim, quando a luz passa do vidro para o ar desvia-se:

- Se a amplitude do ângulo de incidência for inferior ao ângulo crítico, ocorre, simultaneamente, a refração da luz e a reflexão da luz.
 - Se a amplitude do ângulo de incidência for igual ao ângulo crítico, a amplitude do ângulo de refração é de 90° .
 - Se a amplitude do ângulo for superior ao ângulo crítico, apenas ocorre o fenómeno da reflexão total.
- O professor questiona: “Será o ângulo crítico igual para todos os materiais?” Na discussão gerada por esta questão, deve ficar claro para os alunos que o ângulo limite depende apenas da velocidade da luz em diferentes meios transparentes. Assim, para diferentes meios temos diferentes velocidades de propagação da luz e consequentemente diferentes valores do ângulo limite.
 - O professor mostra uma fibra óptica e informa que as fibras ópticas são cabos muito finos usados para transmitir informações (em especial transferência de dados nas telecomunicações). As características de uma fibra óptica permitem que a luz que viaja no seu interior fique confinada à fibra, possibilitando o transporte de sinais de comunicação por intermédio desta tecnologia. O professor incide luz laser numa das extremidade e os alunos observam que a luz sai na extremidade superior da fibra. O professor questiona: “Por que motivo a luz não sai do interior da fibra óptica?” Rapidamente os alunos referem a reflexão total da luz.
 - Os alunos realizam o Miniteste nº3.
 - Os alunos realizam a Actividade Laboratorial nº4.

6 Avaliação dos alunos

- Actividade Laboratorial nº4
- Miniteste nº3

7 Registos no quadro

Quando a luz passa de um meio transparente para outro, há variação do valor da velocidade e, de um modo geral, da direcção de propagação. À passagem da luz de um meio transparente para outro meio transparente, chama-se **REFRACÇÃO DA LUZ**.

- Lei de Fermat: A luz percorre sempre o “caminho” que demora menos tempo a percorrer, o que nem sempre coincide com o “caminho” mais curto.
- Acetato 2: “Refracção da luz”
- Ângulo crítico: ângulo de incidência a que corresponde um ângulo de refração de 90° , na passagem da luz de um meio para outro em que a velocidade é maior.

8 Anexos

- Acetato 1: “Lei de Fermat”
- Acetato 2: “Refracção da luz”

9 Avaliação da aula

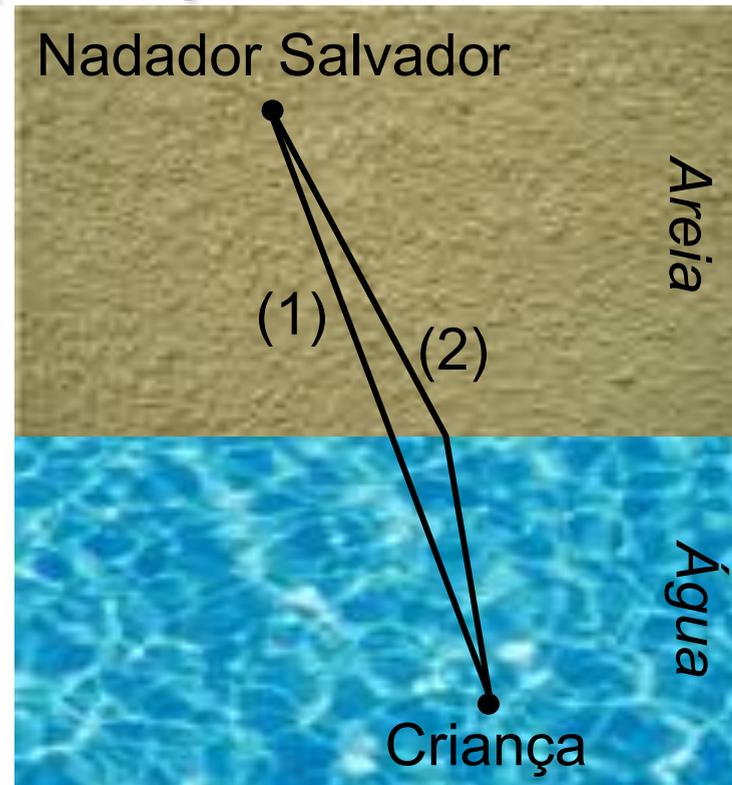
(O professor deverá fazer uma breve análise da aula, comentando as estratégias que lhe pareceram que permitiram uma melhor aquisição de conhecimento e aprendizagem por parte dos alunos e, pelo contrário, aquelas que lhe parece menos favoráveis. Poderá e deverá igualmente comentar a aula na sua globalidade.)

Lei de Fermat

Pierre de Fermat descobriu uma maneira curiosa de entender a reflexão e a refração!

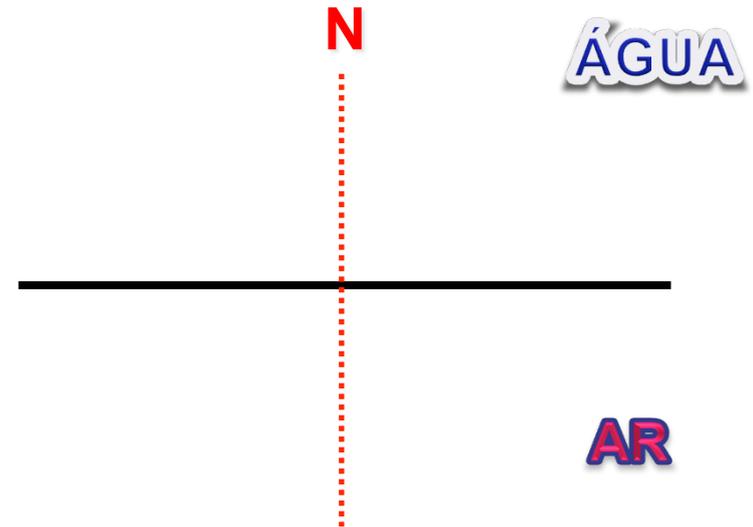
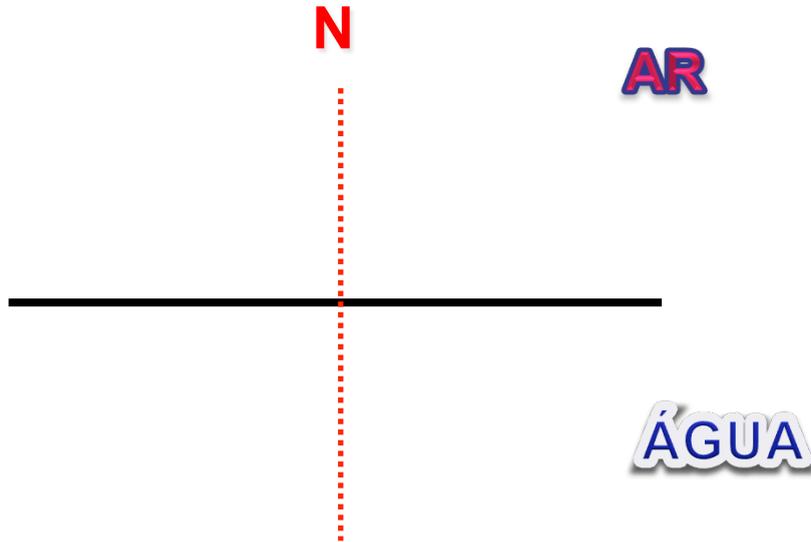
Qual o caminho mais rápido para salvar a criança?

A luz escolhe sempre o “caminho” mais rápido, o que nem sempre coincide com o “caminho” mais curto.



A luz “escolhe” a trajetória (2) ...

REFRAÇÃO DA LUZ



Quanto a luz muda de meio, a sua velocidade altera-se!



Se a luz mudar para um meio onde tenha maior velocidade, o raio refractado afasta-se da normal à superfície de separação dos dois meios.

Se a luz mudar para um meio onde tenha menor velocidade, o raio refractado aproxima-se da normal à superfície de separação dos dois meios.

Miniteste nº3	Avaliação:	Data:
---------------	------------	-------

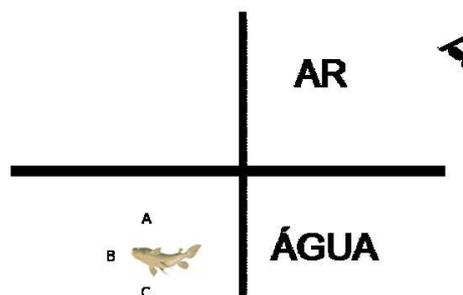
Nome do aluno:



$\Delta t = 5 \text{ min}$

- Quando a luz passa de um meio transparente para outro meio transparente diferente, a sua velocidade altera-se. Como se designa este fenómeno?
- A velocidade de propagação da luz no ar é... *(selecciona a opção correcta)*
 - maior do que na água.
 - menor do que na água.
 - igual à da água.
 - impossível de prever.
- A Andreia está a olhar para um lago e vê um peixe.
 - A Andreia vê o peixe... *(selecciona a opção correcta)*
 - abaixo da posição onde está o peixe.
 - acima da posição onde está o peixe.
 - na posição onde está o peixe.
 - abaixo da posição onde está o peixe, só se estiver um dia de sol.

3.2 Na figura seguinte traça o raio de luz reflectido pelo peixe, que se propaga da água para o ar, até ao olho da Andreia.



- A Andreia vai ver o peixe... *(selecciona a opção correcta)*
 - na mesma posição onde está.
 - na posição A.
 - na posição B.
 - na posição C.