

# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 30

## FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

### Tema 2: Ondas e eletromagnetismo Subtema 3: Ondas eletromagnéticas



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A  
APRENDIZAGEM?



## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### Refração da luz

O estudo das Leis da Refração da luz é essencial para compreender os fenómenos de propagação e desvio da luz em diferentes meios, um princípio essencial para tecnologias como lentes, óculos, microscópios e fibras óticas. A sua aplicação na resolução de problemas desenvolve o pensamento crítico e a capacidade de justificar conclusões com base em raciocínios lógicos e evidências experimentais.



## O QUE VOU APRENDER?

- Investigar, experimentalmente, os fenómenos de reflexão, refração, reflexão total e difração da luz, determinando o índice de refração de um meio e o comprimento de luz num laser.
- Aplicar, na resolução de problemas, as Leis da Reflexão e da Refração da luz, explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.
- Interpretar o papel do conhecimento sobre fenómenos ondulatórios no desenvolvimento de produtos tecnológicos.
- Fundamentar a utilização das ondas eletromagnéticas nas comunicações e no conhecimento do Universo, integrando aspetos que evidenciem o carácter provisório do conhecimento científico e reconhecendo problemas em aberto.
- Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania: Educação para a Saúde.



## COMO VOU APRENDER?

GTA 29: Reflexão da luz

**GTA 30: Refração da luz**

GTA 31: Reflexão total da luz

GTA 32: Difração da luz

GTA 33: Efeito Doppler

GTA 34: As ondas eletromagnéticas e o conhecimento do Universo

## Tema 2: Ondas e eletromagnetismo

## Subtema 3: Ondas eletromagnéticas



## GTA 30: Refração da luz

**Objetivos:**

- Aplicar, na resolução de problemas, as Leis da Refração da luz, explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.

**Recursos e materiais:** manual de Física, caderno diário, calculadora e internet.

 **TAREFA 1: Onde observas refração da luz?****Etapas 1:**

**Assiste** ao vídeo "How do glasses help us see?" - TED-Ed



[How do glasses help us see?](#)

Há quase 2000 anos, o filósofo romano Sêneca descobriu que um copo de água podia ampliar texto, mas só mil anos depois surgiram os primeiros óculos. Os óculos corrigem **erros de refração** - imperfeições na córnea e no cristalino que fazem a luz focar-se no sítio errado (antes ou depois da retina), causando visão desfocada. Existem diferentes tipos de erros: miopia (dificuldade em ver ao longe), hipermetropia (dificuldade em ver ao perto), astigmatismo (visão desfocada em todas as distâncias) e presbiopia (perda gradual da capacidade de focar ao perto). Hoje, os óculos, lentes de contacto ou cirurgia laser permitem refocalizar a luz corretamente na retina, restituindo a visão nítida a milhões de pessoas.

**Escreve** no teu caderno outros exemplos do dia a dia em que observas a refração da luz.

**Etapas 2:**

**Pesquisa** informações no manual e **responde** no teu caderno:

- O que é a refração?
- O que acontece à velocidade da luz quando passa de um meio para outro?



### Etapa 3:

**Regista** no caderno a fórmula fundamental do Índice de Refração ( $n$ ).

**Analisa** a tabela:

| Cor da Luz | $n$ (vidro) |
|------------|-------------|
| Vermelha   | 1,513       |
| Laranja    | 1,514       |
| Amarela    | 1,517       |
| Verde      | 1,519       |
| Azul       | 1,526       |
| Anil       | 1,528       |
| Violeta    | 1,532       |

### Responde às questões:

- Qual é a cor da luz com maior índice de refração no vidro?
- Qual é a cor da luz com menor velocidade de propagação ao atravessar o vidro?

### Etapa 4:

Quais são as características que se alteram e as que permanecem iguais durante a refração?

**Preenche** a tabela no teu caderno.

| Grandeza                          | Muda? | Porquê? |
|-----------------------------------|-------|---------|
| Frequência ( $f$ )                |       |         |
| Velocidade ( $v$ )                |       |         |
| Comprimento de onda ( $\lambda$ ) |       |         |
| Direção                           |       |         |



## TAREFA 2: Explora o simulador

**Acede** ao simulador PhET:

[Bending Light](#)



### 1. Prepara o simulador:

- **Clica** em "Intro";
- **Posiciona** o transferidor sobre a interface entre os dois meios.

### 2. Experiência 1: Ar → Água

Meio superior: **Ar** ( $n = 1,00$ )

Meio inferior: **Água** ( $n = 1,33$ )

**Move** o laser e **observa** o que acontece.

### 3. Experiência 2: Vidro → Ar

Meio superior: **Vidro** ( $n = 1,50$ )

Meio inferior: **Ar** ( $n = 1,00$ )

**Move** o laser e **observa** o que acontece.

**Pesquisa** informações no manual e **regista** no caderno as Leis da Refração da luz (Leis de Snell-Descartes).

## TAREFA 3: Exercícios resolvidos

### Exercício 1:

O fenómeno de refração da luz é caracterizado pelo desvio da sua direção de propagação, quando esta passa de um meio para outro.

Com base nas propriedades da onda luminosa, **explica** por que essa mudança de direção acontece.

#### **Justificação:**

Quando uma onda passa de um meio para outro, parte da sua energia é transmitida. A velocidade da onda depende das características do meio, por isso varia ao mudar de meio. Essa diferença provoca um desvio na direção da onda — fenómeno conhecido como refração. A frequência mantém-se igual, pois depende da fonte, mas a intensidade diminui devido à absorção e reflexão que ocorrem em simultâneo.



### 🌿 TAREFA 3: Exercícios resolvidos

#### Exercício 2:

A **Lei de Snell-Descartes** é fundamental para a compreensão do fenômeno da refração da luz, relacionando as velocidades das ondas em dois meios com os ângulos que essas ondas fazem com a linha normal à superfície, no ponto de incidência.

**Classifica** a afirmação seguinte como **verdadeira ou falsa. Justifica.**

“O feixe aproxima-se da normal quando entra num meio com maior índice de refração.”

**Resposta: Afirmação Verdadeira.**

#### ✅ **Justificação:**

Quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios, parte é transmitida, sofrendo um desvio em relação à direção inicial de propagação.

O desvio sofrido pelo feixe de luz é resultado da diferença de velocidades de propagação do feixe de luz nos dois meios. Quanto maior for esta diferença e, portanto, quanto maior a diferença de índices de refração entre os meios, maior será o desvio.

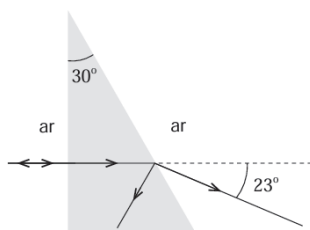
Quando a luz passa para um meio com menor índice de refração, afasta-se da normal; quando entra num meio com maior índice de refração, aproxima-se da normal.

### 🔴 TAREFA 4: Verifica o que aprendeste

#### Etapa 1:

#### Exercício:

Na Figura 1 (que não está à escala), representa-se a secção transversal de um prisma de vidro e parte do trajeto de um feixe fino de luz laser, de frequência  $4,74 \times 10^{14}$  Hz numa das faces desse prisma.



**Figura 1.**

**Seleciona** a opção que te permite completar corretamente a seguinte afirmação.

A potência do feixe de luz incidente na superfície de separação ar-vidro é \_\_\_\_\_ do feixe de luz refletida nessa superfície e as velocidades desses feixes de luz são \_\_\_\_\_.

- (A) superior ... iguais
- (B) superior ... diferentes
- (C) igual ... diferentes
- (D) igual ... Iguais

(Adaptado de Exame Nacional de Física e Química A, 2021, Época Especial, Exercício 6.1)



## Etapa 2:

**Resolve** os exercícios propostos no teu manual que abordam a refração da luz.

**Compara** as tuas respostas com as soluções e com as respostas dos teus colegas.

**Regista** dúvidas e **revê** os conceitos, se necessário.

**Estuda** com um colega.



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### TAREFA 1

#### Etapa 1:

##### Exemplos do dia a dia:

**Colher mergulhada na água do copo:** Parece partida na linha da água.

**Piscina:** O fundo parece mais próximo do que está.

**Óculos:** As lentes usam refração para corrigir a visão.

**Arco-íris:** A luz branca separa-se em cores ao atravessar gotas de água.

**Diamantes:** Brilham intensamente, porque desviam e refratam a luz de forma excepcional.

**Pesca:** Um peixe debaixo de água não está onde parece estar.

**Arte:** O fenómeno da refração pode também ser representado simbolicamente. Em “*A Persistência da Memória*”, de Salvador Dalí, os relógios derretidos evocam uma sensação de distorção semelhante à provocada pela refração da luz, criando um efeito visual surreal e intrigante.

[A Persistência da Memória, 1931 - Salvador Dalí](#)



#### Etapa 2:

##### • O que é a refração?

A refração é o fenómeno que ocorre quando a luz passa de um meio para outro com densidades diferentes, mudando a sua direção devido à variação da velocidade.

##### O que acontece à velocidade da luz quando passa de um meio para outro?

A velocidade da luz diminui quando entra num meio mais denso (como vidro ou água) e aumenta quando passa para um meio menos denso (como o ar).

#### Etapa 3:

##### Fórmula fundamental do Índice de Refração ( $n$ )

O **índice de refração** de um meio para uma onda eletromagnética,  $n$ , é a razão entre a velocidade de propagação da onda eletromagnética no vácuo,  $c$ , e a velocidade de propagação da onda nesse meio,  $v$ :

Índice de refração  
(grandeza adimensional)

$$n = \frac{c}{v}$$





## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

- Qual é a cor da luz com maior índice de refração no vidro?

Resposta: Violeta ( $n = 1,532$ )

- Qual é a cor da luz com menor velocidade de propagação ao atravessar o vidro?

Resposta: Violeta

### Porquê?

Usando a fórmula:  $n = c/v$  ou  $v = c/n$

Como a luz violeta tem o **maior índice de refração (n)**, terá a **menor velocidade (v)**.

Quanto maior o  $n$ , menor o  $v$  (são inversamente proporcionais).

### Cálculo:

Vermelha:  $v = 3,0 \times 10^8 / 1,513 = 1,98 \times 10^8 \text{ m/s}$

Violeta:  $v = 3,0 \times 10^8 / 1,532 = 1,96 \times 10^8 \text{ m/s}$  ← Mais lenta!

### Etapa 4:

**Quais são as características que se alteram e as que permanecem iguais durante a refração?**

**Completa** a tabela no teu caderno:

| Grandeza                          | Muda?              | Porquê?                                                       |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------|
| Frequência (f)                    | ✗ NÃO              | Depende apenas da fonte                                       |
| Velocidade (v)                    | ✓ SIM              | Depende do meio                                               |
| Comprimento de onda ( $\lambda$ ) | ✓ SIM              | $v = \lambda f$ (se $v$ muda e $f$ constante, $\lambda$ muda) |
| Direção                           | ✓ SIM (geralmente) | Exceto em incidência perpendicular                            |

### TAREFA 2:

#### Experiência 1:

**Observa** o que acontece.

A luz aproxima-se da normal, quando se propaga de um meio com menor índice de refração para outro com maior índice de refração.

#### Experiência 2:

**Observa** o que acontece.

A luz afasta-se da normal, quando se propaga de um meio com maior índice de refração para outro com menor índice de refração. Também se observa que a partir de um ângulo de  $45^\circ$  com a normal deixa de existir luz refratada, passando a existir só luz refletida.



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

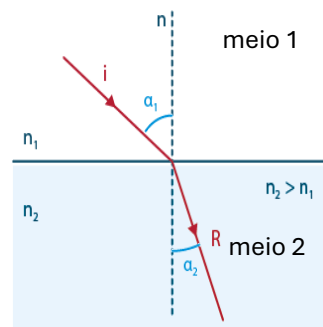
### TAREFA 2:

#### Leis da Refração da luz (Leis de Snell-Descartes)

1. O raio incidente na superfície de separação de dois meios (i), a normal à superfície no ponto de incidência (n) e o raio refratado (R) estão no mesmo plano.

2. Os índices de refração  $n_1$  e  $n_2$ , o ângulo de incidência,  $\alpha_1$ , e o ângulo de refração,  $\alpha_2$ , relacionam-se pela expressão:

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$



### TAREFA 4:

**Resposta: Opção (A)**

#### Justificação:

A luz refletida na superfície ar-vidro tem menor intensidade do que a luz incidente, porque parte dela atravessa o vidro (é refratada). A velocidade da luz depende apenas do meio onde se propaga. Como o feixe refletido continua no ar, a sua velocidade mantém-se igual à do feixe incidente.



## O QUE APRENDI?

#### És capaz de...

- aplicar a fórmula  $n = c/v$ ?
- prever se o raio se aproxima ou afasta da normal?
- explicar o raciocínio das tuas resoluções?
- perceber quando precisas de ajuda e pedir orientação?

#### Sugestões:

**Analisa** as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, **repete** as tarefas.

**Estuda** com um ou mais colegas de turma, para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

**Pratica**, resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



## COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

**Assiste** à videoaula [Refração da luz | Estudo Autônomo](#) e resolve os exercícios.



[Why Does a Straw Look Bent in Water?](#)



**Explora** o simulador [Geometric Optics](#) e observa como as lentes dos óculos usam a refração para focar a luz na retina.

