

# *Elementary Optics*

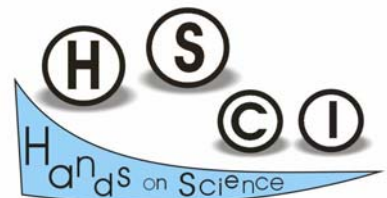
*Hands-on Training Course*

*Curso breve de “Introdução à Óptica”*



Education and Culture

**Socrates**  
Comenius



# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## À DESCOBERTA DA ÓPTICA...

### A LUZ.

#### *Fontes de luz.*

Olha à tua volta.

Vês um série de objectos. Uns mais brilhantes, outros mais escuros. Uns transparentes, outros opacos, outros translúcidos. De muitas cores e formas.

Se conseguisses apagar a luz (desligar todas as fontes de luz (!)... já sabes o que acontecia ... Aos teus olhos tudo desapareceria !

O mesmo acontecia se fechasses os olhos ... Sem fontes de luz e sem olhos ... !

Localiza as diferentes fontes de luz (**NUNCA OLHES DIRECTAMENTE PARA O SOL NEM PARA A SAÍDA DO LASER !**). \_\_\_\_\_

---

---

---

Notas algumas diferenças entre elas? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

Deita uma gota de fluoresceína num copinho pequeno com água. Ilumina-a com a lanterna. O que acontece? \_\_\_\_\_

---

Põe, sucessivamente, filtros de diferentes cores (folhinhas de plástico colorido) em frente da lanterna. Ilumina novamente o copinho. Que diferenças notas? \_\_\_\_\_

---

---

---

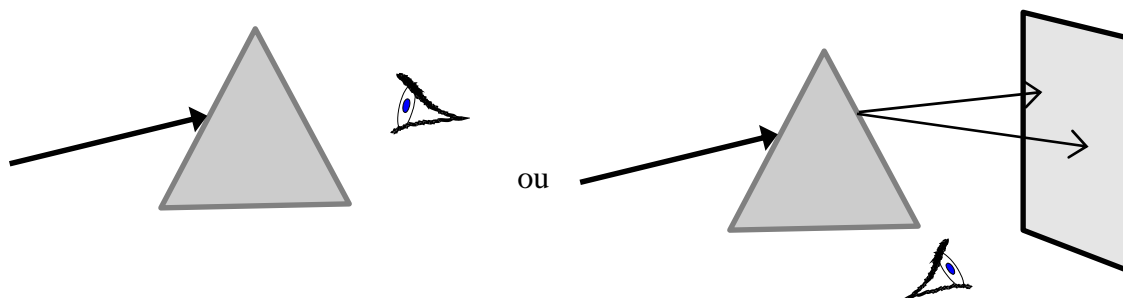
## *Dispersão*

Nas tuas aulas já viste uma representação do espectro electromagnético. Recorda-o e relembra que comprimentos de onda estão associados às cores do arco íris. \_\_\_\_\_

---

---

Coloca o prisma fornecido no trajecto, sucessivamente, de feixes de luz provenientes de diferentes fontes (sol, candeeiro, lanterna, ... laser - pede ajuda ao professor!) como se mostra abaixo. Usa também o espectroscópio de que dispões apontando-o para a fonte de luz (...mas, atenção, não apontes directamente para o laser nem para o sol. Usa a luz reflectida por uma folha branca).



## ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

Regista o que fores observando. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

À semelhança do que fizeste com a fluoresceína coloca, sucessivamente, filtros de diferentes cores em frente da lanterna. Ilumina novamente o prisma. Que diferenças vais notando? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**Que conclusões tiras destas experiências?** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## A VISÃO

### **O olho.**

Já viste em aulas anteriores como é que o teu olho é constituído e como funcionam as suas componentes mais importantes.

Vais, agora, seguindo as instruções do professor e com a ajuda do aparelho fornecido, observar o interior do teu olho.

Descreve o que viste. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

### ***O ponto cego.***

Segura esta folha com o braço esticado. Fecha o olho esquerdo. Foca o centro da cruz. Deves conseguir ver ambos os símbolos (cruz e círculo). Vai aproximando a folha dos teus olhos. A certa altura ... onde se meteu o círculo? \_\_\_\_\_

---

+

o

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## *Visão binocular.*

Estica o braço segurando um lápis na mão. Fecha um dos olhos e verifica a posição do lápis. Fecha agora o outro e observa a posição do lápis.

Ilustra o que viste fazendo um esquema simples.

Comenta. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## *A visão das cores.*

O processo de detecção da cor pelo olho humano é algo complicado mas de uma forma simples podemos dizer que a sensação de cor é obtida pela excitação de 3 tipos de sensores (cones) localizados junto ao centro da retina (na fóvea). Já vimos que a cada tipo de luz está associado *um* ou uma gama de comprimentos de onda diferentes. Ora, cada um daqueles sensores é sensível a praticamente todos os comprimentos de onda (da gama visível) mas com um máximo acentuado de sensibilidade apenas para uma certa gama de comprimentos de onda. Um deles é particularmente sensível aos comprimentos de onda associados à cor azul, outro aos do verde e o outro *ao vermelho*. É o conjunto dos três estímulos que permite ao cérebro determinar quais as cores dos objectos observados.

*Uma pequena observação: poderás já ter ouvido dizer que cada cor tem o seu comprimento de onda ou que comprimento de onda é cor! Não é bem assim! e muitos exemplos poderiam ser apresentados. Vejamos só um exemplo simples ... uma luz com um comprimento de onda de cerca de 590 nm é vista (por exemplo usando um prisma) com a cor laranja. No entanto se juntarmos luz amarela e vermelha podemos obter a mesma cor laranja. Além disso... como é que conseguiríamos ver esse comprimento de onda se o sensor do vermelho só fosse sensível aos comprimentos de onda do vermelho; o sensor de verde aos comprimentos de onda do verde...*

## Mistura de cores.

Um objecto tem uma determinada cor se: emitir, reflectir ou transmitir (deixar passar) luz dessa cor. Por exemplo uma folha de celofane verde é desta cor porque absorve todas as outras cores só reflectindo ou deixando passar a luz verde. O que achas que aconteceria à saúde de uma planta verde se fosse iluminada apenas com uma luz verde? \_\_\_\_\_

---

---

---

## ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

Desde há muito que sabes que se juntares tintas de cores diferentes podes obter outras cores.

Vamos agora ver o problema da adição de cores.

Diz-se que com três cores apenas (as principais) podemos obter todas as outras, variando as quantidades relativas de cada uma. Isto não é absolutamente verdade mas quase ...

As cores principais são o azul, o verde e o vermelho.

O amarelo fica de fora! Vamos ver porquê.

Na fonte de luz tripla que te será fornecida coloca o filtro vermelho na janela da esquerda e o verde na central (ou vice-versa). Na janela da direita coloca o filtro amarelo. Ajusta os espelhos de forma a que os feixes verde e vermelho se sobreponham no alvo, ficando o feixe amarelo logo ao lado. Ambas as manchas serão amarelas. Provavelmente muito parecidas !

Coloca agora em frente aos olhos uma folha vermelha bem iluminada. *Deixa* os teus olhos *habituaem-se* ao vermelho. De repente retira a folha e olha para o alvo onde estão as duas manchas amarelas. O que vês? \_\_\_\_\_

Coloca agora uma folha verde em frente dos olhos. Repete o procedimento anterior. De que cor aparecem agora ambas as manchas no alvo? \_\_\_\_\_ !

Queres confirmar que as manchas amarelas tem origens/composições diferentes. Obtêm os seus espectros usando o prisma, ou o espectroscópio, como fizeste atrás. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Substitui o filtro amarelo pelo azul. Rodando o espelho junta o azul ao vermelho e ao verde. Qual é o resultado ? \_\_\_\_\_

Troca os filtros entre si, tenta alterar as intensidades dos três feixes (pede o conselho do professor), bloqueia cada um deles sucessivamente, ..., de forma a conseguires obter sobre o alvo o máximo número de cores possível. Regista as coisas mais interessantes que fores



## ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

observando. Por exemplo: Vermelho+verde=\_\_\_\_\_ ; V+azul=\_\_\_\_\_ ; v+a=\_\_\_\_\_  
(estas três cores também são importantes ....);

---

---

---

Substitui agora o alvo por folhas coloridas. Que diferenças observas. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

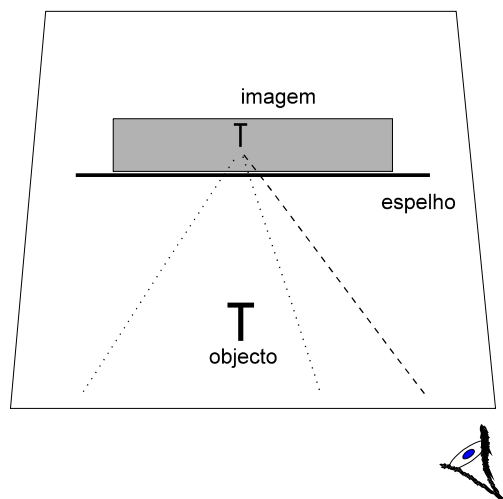
Convém chamar a atenção para o facto de pessoas diferentes poderem *ver* cores diferentes.

*Avisa o professor se algum dos membros do grupo tiver problemas.*

Algumas dos resultados que viste parecem não estar de acordo com a tua experiência de mistura de tintas. O que se passa é que as tintas adquirem as suas cores por absorverem *as outras* cores, subtraindo-as assim da luz que saí delas! Por exemplo, se misturares tintas vermelha, verde e azul o resultado será uma cor muito escura quase o preto (porque os três pigmentos juntos acabam por absorver toda a luz que neles incida). Já viste que, quando somas luz vermelha, verde e azul consegues um, quase, branco!

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## O ESPELHO PLANO



À semelhança da figura coloca um espelho a meio de uma folha branca. Marca o posição do espelho com uma linha.

A cerca de 10 cm do espelho coloca um prego (boneco...).

Coloca os teus olhos ao nível da mesa de trabalho onde puseste a folha.

Olha para a imagem que o espelho dá do objecto.

Onde te parece que ela está (se forma)? \_\_\_\_\_

Com a ajuda de uma régua marca com uma linha a direcção da imagem. (coloca a régua sobre o papel e aponta-a na direcção onde vês estar a imagem dada pelo espelho).

Desloca a tua cabeça lateralmente de forma a veres a imagem no espelho de outras direcções. Marca-as.

Retira agora o espelho e prolonga as linhas até que elas se cruzem. O ponto onde isso aconteça será a posição da imagem !

Que achas disto? \_\_\_\_\_

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

Põe um lápis de pé sobre esse ponto. Coloca o espelho na sua posição.

Volta a observar a imagem. E então...? \_\_\_\_\_

---

---

---

Mede a distância do objecto ao espelho \_\_\_\_\_ e da imagem ao espelho \_\_\_\_\_.

Compara-as. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

## *Direita e esquerda.*

Olha de frente para o espelho. Onde fica a mão direita da tua imagem? \_\_\_\_\_

Porquê? \_\_\_\_\_

---

---

---

Dobra a cabeça entre as pernas e olha de novo para o espelho (também serve fazer o pino!). A confusão mantém-se? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## ESPELHOS CURVOS

No centro de uma folha branca (A3 de preferência) desenha uma circunferência de 10 cm de raio. Coloca-a sobre a base de traçado de raios.

Segura o espelho flexível sobre o *topo* da circunferência. Ficarás com um espelho côncavo se olhares da base da folha (centro de curvatura)

Repete o procedimento usado com o espelho plano.

Coloca agora o espelho flexível sobre o *base* da circunferência. Ficarás com um espelho convexo se olhares da base da folha (lado oposto ao centro de curvatura)

Repete o procedimento atrás.

Que diferenças entre os efeitos de ambos e com o espelho plano observaste? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

Olha agora a tua cara nos espelhos côncavo e convexo. O que vês? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## REFRAÇÃO

Introduz uma moeda no fundo de uma chávena. Afasta-te ligeiramente até deixares de a ver. Lentamente deita água na chávena.

O que acontece? \_\_\_\_\_

Sabes o porquê? \_\_\_\_\_

---

---

---

Ainda não...? Coloca a placa de vidro fornecida sobre uma folha de papel milimétrico. Olha para a placa de cima. As linhas do papel parecem ter \_\_\_\_\_.

Deita agora a placa sobre a folha. Faz incidir, paralelamente e bem junto do papel (verás uma linha vermelha aparecer *marcada* sobre o papel) um raio do laser fornecido sobre uma das suas faces. Verás o raio atravessar a placa de vidro e sair pelo outro lado. Marca a posição da placa na folha e desenha os raios.

A direcção de propagação do raio de luz alterou-se ao entrar e ao sair da placa. É que o vidro tem uma densidade óptica (índice de refacção) superior à do ar (acontece o mesmo para a água). Portanto a luz propaga-se aí mais lentamente e *quererá ficar aí o menor tempo possível*.

No ponto de incidência do raio laser na primeira face da placa (ponto de encontro entre o raio e a face) traça um segmento de recta perpendicular à face da placa (a normal). Compara a inclinação do raio que incide na primeira face da placa (dioptro - é a superfície de separação entre dois meios com índices de refacção diferentes) relativamente à normal, com a inclinação do raio dentro do vidro.

Repete este procedimento para o segundo dioptro (vidro/ar).

Quando um raio de luz passa de um meio de maior índice de refacção para um meio de menor índice de refacção, a sua direcção de propagação \_\_\_\_\_ da normal ao dioptro.

## ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

Quando um raio de luz passa de um meio de menor índice de refração para um meio mais refractivo, a sua direcção de propagação \_\_\_\_\_ da normal ao dioptro. (*aproxima-se ou afasta-se?*)

Voltando à moeda no fundo do copo ...

São os raios refractados que entram nos teus olhos. Tenta desenhar a trajectória dos raios que saem da moeda, saem da água e chegam aos teus olhos. Ora, o teu cérebro assume que os raios se propagam em linha recta. Não tem em consideração que a trajectória dos raios de luz que saem da moeda foi desviada na superfície de separação entre a água e o ar. E, assim, a moeda parece ter subido!

# **ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE**

## **Traçado de raios.**

Vamos agora repetir o procedimento experimental que descrevemos no ponto anterior, mas agora usando outras peças (componentes ópticas) - espelhos, prismas e lentes.

Faz incidir, paralelamente e bem junto à base de traçado de raios (podes colocar um papel sobre ela) um raio do laser fornecido sobre uma das suas faces da componente fornecida (verás uma linha vermelha aparecer marcada sobre o papel).

Dependendo da peça alguma da luz será reflectida, outra refractada. Marca a posição da peça usada na folha e desenha todos os raios que vês sobre o papel. Repete para as várias peças disponíveis.

Regista o que observaste de mais interessante. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## LENTEs.

Vamos continuar um pouco mais com o *traçado de raios*.

Coloca, e marca, sobre uma folha de papel milimétrico, lado a lado, um lente biconvexa e uma lente bicôncava. Se ainda o não tiveres feito, fixa o laser de forma a que o raio se veja claramente sobre a folha como se mostra na figura. Marca o raio que incide na lente e o que dela sai. Desloca lateralmente a folha (direcção da seta) de cerca de 1 centímetro. Marca a nova posição do raio incidente e do raio refractado (o que sai da lente). Repete este processo até teres varrido as duas lentes.

Obtiveste uma série de raios paralelos incidindo sobre as lentes. O que é que aconteceu aos raios quando saíram das lentes? o que distingue os efeitos das duas?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Os raios que saem da lente biconvexa cruzam-se num ponto (zona) á frente da lente. É o foco da lente. À distância deste à lente chama-se distância focal, que mede a *força* da lente. A potência da lente em dioptrias (se usas óculos já ouviste este termo antes) é igual ao inverso da distância focal (expressa em metros - como aliás deve ser expressa qualquer medida de uma distância !). Portanto quanto menor for a distância focal maior é a potência da lente.

Os raios que saem da lente bicôncava divergem, mas se os prolongares para trás da lente verás que os seus prolongamentos se cruzam num ponto, o foco, que, por isso, se diz virtual (lembras-te das imagens *no espelho*?)

Vamos agora *brincar* com algumas lentes a sério.



# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## A lupa.

Segura a lente A a alguns centímetros desta folha, por exemplo. Se for necessário *foca* a imagem (nítida) que vês afastando ou aproximando a lente do papel. O que vês? \_\_\_\_\_

---

Usa agora a lente B. Quais as diferenças? \_\_\_\_\_

---

Tenta agora a lente C. \_\_\_\_\_

---

Qual é a principal diferença entre as lentes A e B e a lente C. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

## O projector.

Monta o sistema esquematizado na figura. Tenta obter sobre o écran uma imagem nítida do slide (objecto) deslocando a lente. Compara a imagem com o objecto:

---

---

---

---

Substitui a lente A pela B. \_\_\_\_\_

---

---

---

## ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

Usa agora a lente C. Consegues obter uma imagem nítida sobre o alvo? \_\_\_\_\_

Experimenta tirar o alvo e olhar daquele lado para dentro da lente. E então ? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (*imagem virtual !...*).

### O telescópio.

Segura a lente B bem junto de um dos teus olhos (quase a tocar as pestanas!). Com a outra mão segura a lente A perto da primeira (alguns centímetros). Fecha o outro olho e aponta as lentes para um objecto distante (no fundo da sala, lá fora - **nunca olhes para o sol !!!**). Afasta ou aproxima ligeiramente a lente A da B até veres um imagem nítida. Descreve-a em comparação com o objecto. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Acabaste de montar um telescópio de Kepler. Vamos montar agora um telescópio de Galileu.

Substitui a lente B pela C e repete o procedimento anterior. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Compara os dois tipos de telescópio. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

### O microscópio.

Segura a lente B bem perto (2 a 3 cm) desta folha, por exemplo. Coloca a lente A (ocular) junto a um olho. Aproxima-te a cerca de vinte centímetros da lente B. Afasta ou aproxima muito ligeiramente a lente B (objectiva) da folha, até conseguires observar uma imagem nítida. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## ILUSÕES ÓPTICAS.

Observa as várias cartas que te são fornecidas.

Comenta o que vês. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

## O HOLOGRAMA.

Coloca sobre a mesa o holograma que o professor te forneceu. Ilumina-o com a lanterna de diferentes direcções.

O que foste observando? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Qual é a principal diferença entre uma fotografia normal e um holograma? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

A holografia é um processo de gravar e reproduzir objectos (imagens) tridimensionais.

Ao contrário do que acontece com a fotografia em que o que se regista na película é apenas o brilho e o *contraste* (eventualmente também a cor) do objecto, um holograma regista o brilho, o contraste e a dimensão (eventualmente também a cor).

# ELEMENTARY OPTICS *HSCI/AESTIT* TRAINING COURSE

## FIBRAS ÓPTICAS.

Como já viste nas aulas, de uma forma simples podemos dizer que uma fibra óptica é formada por um tubo de vidro muito fino (alguns microns ....) rodeado por um outro de índice de refração inferior. O raios de luz que entram na fibra vão se propagar dentro dela por reflexão total interna no dióptro (cilindrico) entre o núcleo (interior) e a casca (camada exterior). Para aumentar a resistência da fibra ela é normalmente revestida por uma camada protectora.

Começa por observar com uma lupa uma das extremidades da fibra. faz um pequeno esboço do que vês.

Aponta uma das extremidades da fibra à lanterna. Observa a outra extremidade.

Passa um lápis entre a lanterna e a fibra. Observa a outra extremidade.

Segura em frente da lanterna, uma das pontas da fibra na mesa com um pouco de plasticina. Dobra (não demasiado!) a fibra várias vezes e vai observando a outra extremidade da fibra. Introduce filtros de cor à frente da lanterna.

Que comentários te sugerem estas experiências? \_\_\_\_\_

---

---

---

-----

Já pudeste ver *com as tuas próprias mãos* um pouquinho do que é a óptica. Aproveita agora o resto do tempo disponível para *brincar* um bocadinho com o que foste aprendendo.

***NUNCA OLHES DIRECTAMENTE PARA O SOL NEM PARA A SAÍDA DO LASER!***

***Se tiveres alguma dúvida ou quiseres explorar algum outro assunto faz  
saber ao teu professor.***