

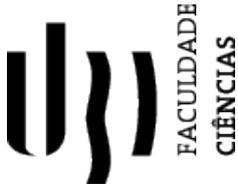
Óptica Visual
Guia dos trabalhos práticos
2021/2022

Sandra Mogo

30 de Setembro de 2021

Conteúdo

1	Estudo da mancha cega	5
2	Modelo do olho	9
3	Fenómenos entópticos e de difusão da luz	11
4	Lei do inverso do quadrado da distância	13
5	Lei de Lambert	17
6	Lei da aditividade de Abney	19
7	Níveis de iluminação em ambientes de trabalho	21
8	Lei de Weber e lei de Stevens	23
9	Formas de acuidade visual	25
10	Deteminação da AV potencial	27



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

1 Estudo da mancha cega

Objectivos

Determinação experimental da dimensão do disco óptico.

Material e equipamento utilizado

- Folhas de papel com estímulos adequados;
- régua.

Procedimento

1. Na figura seguinte, com o olho direito fechado e a cabeça parada, fixe sucessivamente os números do 1 ao 9.



9 8 7 6 5 4 3 2 1

2. Segurando este guia à sua distância de trabalho ao perto, deve deixar de ver o icon triste aproximadamente quando chegar ao número 4 e voltar a vê-lo aproximadamente no número 7, pois entre esses números a sua imagem estará a ser formada sobre o disco óptico da retina.
3. Para saber a dimensão do seu disco óptico, deve efectuar o procedimento descrito em seguida. O procedimento deve ser realizado por todos os membros do grupo de trabalho.



1. Para medir o disco óptico, utilize como estímulos o gato e o rato que lhe são fornecidos em folhas separadas;
2. situe-se encostado a uma parede e, com a cabeça bem encostada à parede, segure os estímulos a uma distância de 50 cm;
3. observe o gato com o seu olho esquerdo enquanto mantém o olho direito fechado;
4. coloque o rato bastante à esquerda do gato e depois aproxime-o lentamente até deixar de o perceber;
5. marque esta posição como posição A;
6. continue a mover o rato no mesmo sentido até o voltar a perceber;
7. marque esta posição como posição B;
8. a partir da distância AB, determine a largura do seu disco óptico. Considere que a distância do cristalino à retina é 17 mm e a distância do cristalino à córnea é suficientemente pequena para poder ser ignorada. Considere ainda que a retina é aproximadamente plana na extensão em estudo.





Óptica Visual
Guia do trabalho prático

2 Modelo do olho

Objectivos

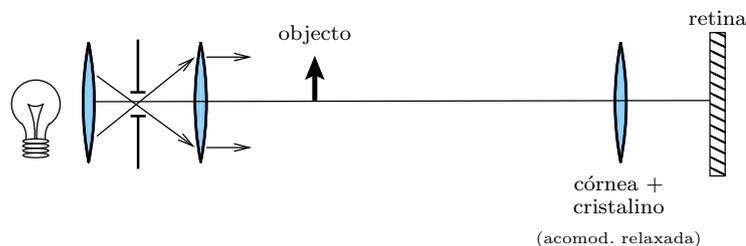
1. Demonstrar o funcionamento óptico do olho normal, do olho míope e do olho hipermetrópe;
2. simular o mecanismo de acomodação.

Material e equipamento utilizado

- Fonte luminosa colimada (fonte, lente +5 mm, íris, lente +300 mm);
- lente +100 mm;
- lente +300 mm;
- lente +200 mm;
- lente -100 mm;
- alvo;
- diapositivo com objecto.

Procedimento experimental

1. Proceda à montagem de todos os componentes ópticos de acordo com a figura, começando por colimar o feixe de luz. A lente de 200 mm simula o efeito conjunto da córnea e do cristalino (quando a acomodação está relaxada). O alvo funciona como retina.



2. Encontre a posição em que se forma sobre o alvo, uma imagem nítida do objecto. Esta situação corresponde ao funcionamento óptico do olho normal, em que a imagem se forma na retina. Para este olho, determine a posição do seu ponto remoto e determine o seu comprimento axial.
3. Substitua a lente de 200 mm por uma outra de 100 mm e encontre a nova posição do alvo para a qual a imagem é nítida. Esta situação corresponde à visão de um olho míope. Determine o comprimento axial deste olho míope.

4. Coloque novamente o alvo na posição original e aproxime o objecto até ver a imagem nítida. Este será o ponto remoto do indivíduo míope.
5. Substitua agora a lente de 100 mm por outra de 300 mm e encontre a nova posição do alvo para a qual a imagem é nítida. Esta situação corresponde à visão de um olho hipermetrope. Determine o comprimento axial deste olho hipermetrope.
6. Coloque novamente o alvo na posição original e desloque o objecto de maneira a procurar ver a imagem nítida. Consegue fazê-lo? Explique o que acontece.



1. Proceda novamente à montagem de todos os componentes ópticos de modo a reproduzir o funcionamento do olho normal.
2. Simule o mecanismo de acomodação colocando diante do modelo do olho uma lente de 100 mm.
3. Determine o percurso de acomodação nos casos de olho normal e olho míope.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

3 Fenómenos entópticos e de difusão da luz

Objectivos

- Observar e estudar as escovas de Haidinger;
- observar a árvore de Purkinje;
- quantificar o efeito da difusão da luz no olho.

Material e equipamento utilizado

- PC que permita a geração de estímulos adequados;
- monitor LCD ou lente polarizada;
- C-Quant¹.

Procedimento

Todos os procedimentos devem ser realizados por todos os elementos do seu grupo de trabalho.

1. Observação da escova de Haidinger:

- O procedimento deve ser realizado monocularmente com o observador situado confortavelmente em frente ao monitor;
- olhando de frente para o monitor, rode a sua cabeça cerca de 90° e mantenha-se a fixar o monitor em branco durante aproximadamente de 10 s;
- passado esse tempo, rode a cabeça para a posição normal e observe a escova de Haidinger;
- repita o procedimento para diferentes combinações de tonalidade, saturação e brilho do monitor, registando em cada caso a facilidade/dificuldade na observação do fenómeno;
- refira-se à utilidade das escovas e Haidinger na análise da qualidade da fixação do observador.



2. Observação da árvore de Purkinje:

- Aproveite o monitor em branco e siga o procedimento indicado a seguir para ver a sua árvore de Purkinje;
- forme com os dedos um buraco através do qual deve olhar para uma superfície branca (o buraco não deve ser muito maior do que 5 mm e pode ser formado em forma de triângulo, encostando o polegar no indicador, completado pelo dedo médio.);

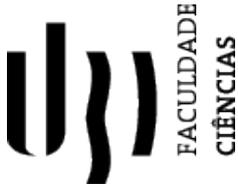
¹ANTES da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-C-Quant.pdf>.

- (c) observe a superfície branca através deste buraco, colocado a cerca de 4 centímetros de seu olho;
- (d) os dedos aparecerão desfocados (a distância é inferior à distância ao ponto próximo de acomodação);
- (e) balance a sua mão em movimentos pequenos (1 centímetro ou menos) com a mesma amplitude aproximada do próprio diâmetro e rápidos. O objetivo é fazer com que o vão luminoso de seus dedos se alterne rapidamente entre claro e escuro.



3. Quantificação do efeito da difusão da luz no olho:

- (a) Iniciar ficha de novo paciente no software do instrumento: nome e data de nascimento são campos obrigatórios;
- (b) antes de iniciar o teste, há que indicar o olho, a lente correctora e o *range*;
- (c) ocluir o olho do observador que não está a ser examinado;
- (d) explicar ao observador que deve indicar, usando os botões do instrumento, qual dos lados do campo parece piscar mais;
- (e) clicar no botão [Start];
- (f) quando a rotina do instrumento estiver terminada, anotar os valores $\log s$, Q e Esd ;
- (g) repetir para o outro olho.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual

Guia do trabalho prático

4 Lei do inverso do quadrado da distância

Objectivos

- Verificação experimental da lei do inverso do quadrado da distância;
- Comparação de uma fonte de luz pontual com uma fonte de luz extensa.

Material e equipamento utilizado

- 3 fontes luminosas;
- 6 globos opalinos com diferentes diâmetros;
- abertura quadrada;
- fita métrica;
- régua;
- tripé;
- calha óptica;
- alvo;
- luxímetro¹.

Procedimento

1. Meça a iluminância registada no luxímetro para a fonte F_1 a várias distâncias da mesma ($0 < d < 5$ m);
2. registe numa tabela os valores de E_V , d e $1/d^2$;
3. represente graficamente $E_V = f(d)$ e $E_V = f(1/d^2)$.



1. Utilize a grelha fornecida para fixar num alvo;
2. coloque o alvo em frente da fonte luminosa, F_2 , de maneira que apenas um quadrado esteja iluminado e nessa posição, registe a distância do alvo à fonte²;
3. varie a posição do alvo de maneira a obter quatro quadrados iluminados e nessa posição, registe da distância do alvo à fonte;

¹ANTES da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-luximetro-ISOTEX-Lux1335.pdf>.

²Sugestão: utilize 2 cm = 1 unidade de distância.

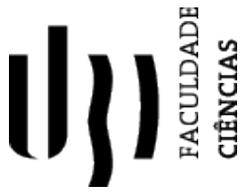
4. repita o procedimento para a posição em que nove quadrados se encontram iluminados e depois para dezasseis e vinte e cinco quadrados iluminados;
5. registre numa tabela os valores d , nº de quadrados iluminados e A , onde A é a área iluminada no alvo;
6. verifique que $A \propto d^2$.



1. Meça a iluminância registada no luxímetro a 5 m da fonte luminosa, F_3 , enquanto a mesma se encontra coberta com o globo opalino de menor diâmetro;
2. repita o procedimento para os restantes globos;
3. sabendo que os globos têm diâmetros respectivamente de 9,5, 12, 20, 25, 30 e 40 cm, o que pode concluir dos dados que registou?



Nota: na elaboração do relatório tenha em atenção e explique, para as três etapas do trabalho, em que situações se está a referir a uma fonte pontual ou a uma fonte extensa.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

5 Lei de Lambert

Objectivos

Verificação experimental da lei de Lambert dos cosenos.

Material e equipamento utilizado

- Fonte luminosa;
- lente colimadora;
- filtro colorido;
- fita métrica;
- escala circular graduada;
- alvo translúcido;
- luxímetro¹;
- fotómetro².

Procedimento

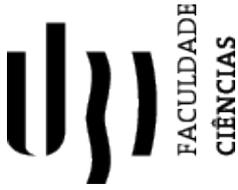
1. Colime a luz da fonte de forma a conseguir um círculo luminoso sobre o alvo;
2. coloque o luxímetro voltado para o centro do círculo luminoso e o mais próximo possível do eixo óptico da montagem de maneira que não obstrua a luz proveniente da fonte luminosa;
3. registe a iluminância medida pelo luxímetro rodando o mesmo em torno do alvo em passos de 10° ;
4. registe a luminância medida pelo fotómetro rodando o mesmo em torno do alvo em passos de 10° ;
5. retire o alvo da montagem e coloque o luxímetro no seu lugar;
6. registe a iluminância medida pelo luxímetro rodando o mesmo em torno de si próprio em passos de 10° ;
7. substitua o luxímetro pelo fotómetro e registe a luminância medida enquanto roda o instrumento em torno de si próprio em passos de 10° .

¹ANTES da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-luximetro-ISOTEX-Lux1335.pdf>.

²ANTES da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-fotometro-ls100.pdf>.



8. Represente todos os resultados sob a forma de tabela e sob a forma gráfica;
9. na elaboração do relatório tenha em atenção e explique sempre em que situações se está a referir a uma fonte pontual ou a uma fonte extensa;
10. consegue determinar a reflectividade e a transmissividade do alvo?
11. e a absorvidade do alvo?
12. refira-se à propriedade lambertiana do alvo e dos detectores.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

6 Lei da aditividade de Abney

Objectivos

Verificação experimental da lei da aditividade de Abney.

Material e equipamento utilizado

- fontes luminosas;
- luxímetro¹.

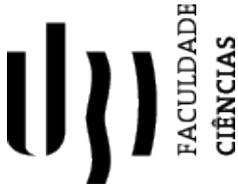
Procedimento

1. Considere as duas fontes luminosas, Φ_1 e Φ_2 , ao seu dispor e a luz ambiente, Φ_0 ;
2. meça as iluminâncias no luxímetro devidas a Φ_0 , Φ_1 , Φ_2 , $\Phi_0 + \Phi_1$, $\Phi_0 + \Phi_2$, $\Phi_1 + \Phi_2$, $\Phi_0 + \Phi_1 + \Phi_2$.



3. Represente todos os resultados sob a forma de tabela e sob a forma gráfica (valor esperado *versus* valor experimental);
4. refira-se à lei da aditividade de Abney;
5. consegue determinar o fluxo luminoso devido à luz ambiente que incide no luxímetro? E o fluxo radiante?

¹ANTES da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-luximetro-ISOTEX-Lux1335.pdf>.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Perceção Visual
Guia do trabalho prático

7 Níveis de iluminação em ambientes de trabalho¹

Objectivos

Observação dos níveis de iluminação recomendados para ambientes de trabalho e locais públicos. Medição com luxímetro dos valores correntes em vários locais da UBI e no Lab. de Optometria.

Material e equipamento utilizado

- Luxímetro².

Procedimento

1. Seleccione alguns locais da UBI à sua escolha e utilize o luxímetro para registar os níveis de iluminação em cada local;
2. meça, por exemplo, nos corredores, salas de aula, lab. de optometria, escadas de acesso, vitrines, ...;
3. repita as medições em 2 horários diferentes, *p.ex.*, a meio do dia e ao final da tarde, de modo que as condições de iluminação natural variem;
4. sempre que possível, compare os valores medidos com aqueles que são recomendados para cada situação.

¹Este trabalho prático decorre fora do horário das aulas. A data da sua realização deve ser acordada junto da Docente.

²**ANTES** da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-luximetro-ISOTEX-Lux1335.pdf>.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

8 Lei de Weber e lei de Stevens

Objectivos

Verificação experimental das leis:

1. de Weber;
2. de Stevens.

Material e equipamento utilizado

- Folhas de papel;
- régua;
- PC que permita a geração de estímulos adequados.

Procedimento

1. Numa folha de papel limpa desenhe uma linha com comprimento $L = 8$ cm e identifique a folha com a letra R;
2. em folhas separadas, desenhe linhas sucessivamente maiores de forma a determinar o mínimo incremento necessário para perceber uma linha maior que aquela da folha de referencia¹;
3. repita o procedimento para linhas com outros comprimentos (no mínimo utilize 4 comprimentos diferentes);
4. faça um gráfico que relacione os comprimentos das linhas com os mínimos incrementos necessários para perceber as diferenças em cada caso: $\Delta L = f(L)$;
5. represente graficamente $\log \Delta L = f(\log L)$;
6. represente graficamente $\Delta L/L = f(L)$;
7. relacione os resultados obtidos com a lei de Weber e calcule a constante de Weber.



1. Numa folha de papel limpa desenhe uma linha com comprimento 8 cm e identifique a folha com a letra R;
2. em 25 folhas separadas desenhe linhas de comprimentos aleatórios e identifique cada folha com números de 1 a 25²;

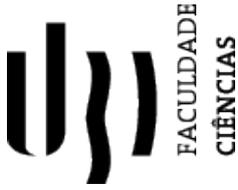
¹Para poupar papel, utilize folhas de um pequeno bloco ou, em alternativa, folhas A4 dobradas em 4 partes.

²Utilize os comprimentos mais variados que conseguir, no mínimo [1, 60] cm.

3. procure estimar o comprimento de cada linha por comparação com a linha de referencia;
4. meça com uma régua o comprimento de cada linha e construa um gráfico do valor medido em função do valor estimado (este gráfico representa os estímulos físicos *versus* sensações produzidas);
5. relacione o resultado obtido com a lei de Stevens.



1. Tem à sua disposição um conjunto de estímulos que lhe permitem realizar um procedimento de limiar diferencial;
2. para cada valor de luminância do fundo, L , determine o incremento (limiar diferencial) que permite a percepção do estímulo central — alvo (tem disponíveis 10 valores de fundo e para cada um deles, há 8 alvos com diferentes luminâncias);
3. represente graficamente $\Delta L = f(L)$;
4. represente graficamente $\log \Delta L = f(\log L)$;
5. represente graficamente $\Delta L/L = f(L)$;
6. relacione os resultados obtidos com a lei de Weber e calcule a constante de Weber.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

9 Formas de acuidade visual

Objectivos

- Comparação de diferentes formas de acuidade visual: tarefas de detecção (mínimo visível), discriminação (mínimo separável), reconhecimento (mínimo reconhecível) e acuidade de Vernier.
- Estudo do efeito de alguns factores físicos na acuidade visual.

Material e equipamento utilizado

- Estímulos;
- fita métrica;
- lentes de +0.50, +1.00, +1.50, +2.00, +2.50 D;
- teste de brilho (BAT).

Procedimento

Todo o procedimento deve ser realizado monocularmente para um observador emétrepe (ou compensado), situado a 3 m dos optótipos. Todas as medições devem ser repetidas introduzindo desfocagem com lentes de +0.50, +1.00, +1.50, +2.00 e +2.50 D.

1. Apresentar ao observador círculos de luminância constante;
2. o observador deve determinar qual o menor diâmetro do círculo que consegue distinguir do fundo;
3. repita o ponto anterior utilizando círculos escuros sobre um fundo claro e utilizando círculos claros sobre um fundo escuro;
4. o inverso do ângulo (expresso em minuto de arco) subtendido pelo diâmetro do círculo é uma medida da sua AV.



5. Apresentar ao observador dois círculos de raio igual (com diâmetro ligeiramente acima do limiar de AV do observador), inicialmente adjacentes;
6. aumentar progressivamente a distância entre os círculos até que o observador os perceba como separados;
7. repetir para outro diâmetro dos círculos;

8. o inverso do ângulo (expresso em minuto de arco) subtendido pelos centros dos dois círculos em relação ao observador pode ser usado para determinar a sua AV.



9. Apresentar ao observador uma carta de optótipos constituída por Cs de Landolt cuja orientação varia de forma aleatória e cujo tamanho diminui de linha para linha;
10. o observador deve indicar a orientação da abertura do C;
11. a AV do observador corresponde ao inverso do ângulo (expresso em minuto de arco) subtendido pela abertura da letra C da ultima linha que conseguir ler.



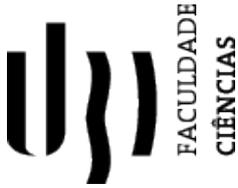
12. Apresentar ao observador uma carta de optótipos de Snellen;
13. medir a sua AV a 3 m;
14. a AV do observador corresponde ao inverso do ângulo (expresso em minuto de arco) subtendido pelo detalhe das letras da ultima linha que conseguir ler;
15. repetir a medição de AV utilizando o teste de brilho.



16. Apresentar ao observador duas linhas paralelas de igual espessura e igual comprimento, separadas de uma distância aleatória, na direcção perpendicular a elas próprias;
17. o observador deve aproximar as duas linhas até que as passe a perceber como pertencentes à mesma recta;
18. o ângulo (expresso em minuto de arco) subtendido pelas duas linhas, quando se percebem alinhadas, é uma medida da AV do observador.



19. Comparar os valores de AV apresentados pelo observador nas diferentes tarefas;
20. há alguma relação entre a complexidade da tarefa e o valor da AV?
21. que acontece ao valor de AV quando se introduz a desfocagem de +0.50, +1.00, +1.50, +2.00, +2.50 D? O efeito observado é o mesmo para todas as tarefas?
22. para as diferentes tarefas, represente uma curva de AV *versus* desfocagem.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Visual
Guia do trabalho prático

10 Deteminação da AV potencial

Objectivos

Deteminação da AV potencial utilizando uma técnica de interferometria.

Material e equipamento utilizado

- Interferómetro clínico¹.

Procedimento

Todo o procedimento deve ser realizado com iluminação normal da sala. O indivíduo examinado não requer correcção, mas o examinador deve estar corrigido para o longe. Tenha em atenção o alinhamento entre os eixos ópticos de examinador, instrumento e examinado. Tenha especial cuidado na forma recomendada de segurar o instrumento.

1. Ligue o instrumento e coloque o interruptor na posição HI, alta intensidade;
2. ajuste o tamanho do campo para 8°;
3. posicione o instrumento a cerca de 4 cm do olho do seu colega de grupo e depois aproxime-o até que a imagem fique nítida. Utilize sempre a mão para controlar a distância do aparelho ao olho, caso contrário pode correr o risco de atingir o olho com o instrumento;
4. inicie o teste com o campo de 8° e com a AV mais baixa possível;
5. garanta que o examinado percebe um padrão circular, sem distorções e formado por linhas claras e escuras. Com vista a relacionar os valores interferométricos com os de Snellen, o examinador deve encorajar o indivíduo a adivinhar a orientação das linhas quando estas se tornam difíceis de observar (isto é exactamente o que o indivíduo faz quando as letras se tornam difíceis nas cartas de Snellen);
6. se o examinado identificar correctamente a orientação do padrão, selecione um espaçamento menor e repita o procedimento até ao limiar. Deve anotar como limiar de AV o padrão de linhas mais fino que foi identificado em 50% das apresentações.



7. Registe o limiar de AV para o campo de 8°;
8. registe o limiar de AV para o campo de 3°;
9. registe a qualidade da fixação do examinado durante o teste;

¹ANTES da realização do trabalho, deve consultar o manual do instrumento:
<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/manual-interferometro.pdf>.

10. em caso de haver distorção do padrão, registre a descrição que o indivíduo faz do mesmo.



11. Compare a AV potencial do examinado obtida por interferometria com a AV obtida a partir de cartas de Snellen.