

# INTRODUÇÃO À DISPARIDADE DE FIXAÇÃO

## AUTOR

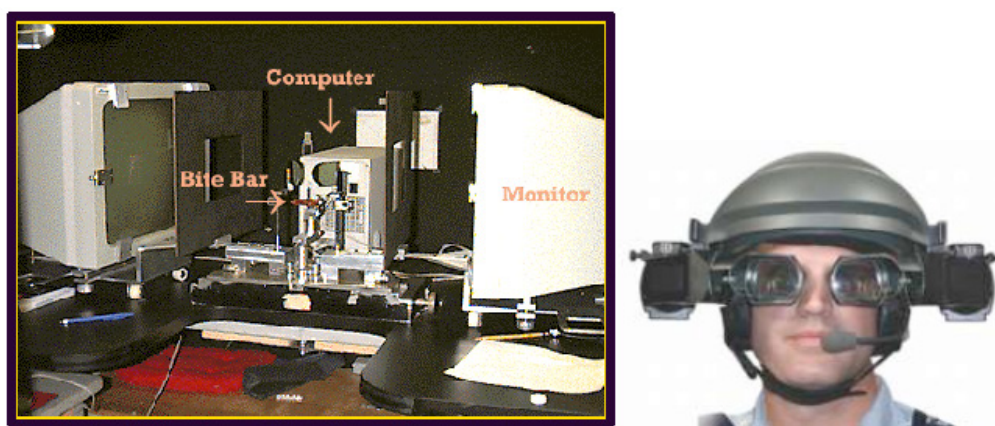
**Thomas Salmon:** Northeastern State University, USA

## REVISOR

**Scott Steinman:** Southern California College of Optometry, USA

## HAPLOPIA & ÁREA DE PANUM

Os objectos localizados no horóptero dão origem a **haplopia**, a qual significa visão simples com fusão. O oposto de haplopia é **diplopia** ou visão dupla. Um **haploscópio** é um instrumento que apresenta um alvo diferente para cada olho. Ao fazê-lo, é possível controlar as duas imagens na retina e as suas disparidades de forma independente. As imagens podem ser fusionadas binocularmente, dando ao paciente uma percepção de haplopia. Os haploscópios são por vezes usados clinicamente para terapia visual (TV) e pelos cientistas para estudarem a visão binocular e a percepção do espaço (Figura 20.1a). Algumas aplicações modernas e interessantes dos princípios da haploscopia são vistas em realidade virtual e apresentadas num aparelho que se coloca na cabeça, como aqueles usados pelos militares (Figura 20.1b).



**Figura 20.1 (a)** Exemplo de um haploscópio laboratorial usado em investigação de visão binocular.  
**(b)** Exemplos de um dispositivo montado num capacete. (<http://www.keo.com/SIMEYE100A.htm>)

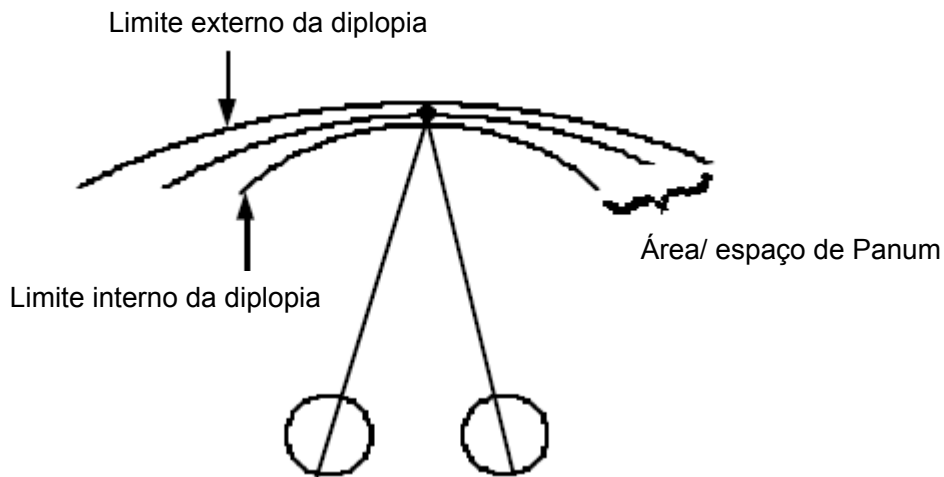
Num meio ambiente visual normal, um objecto simples é visto pelos dois olhos e o cérebro deve fusionar as imagens numa só. Se o objecto está localizado no horóptero, as imagens do olho direito e esquerdo serão fusionadas em haplopia porque caem em pontos correspondentes. Se o observador mantiver a fixação, e um objecto for movido para a frente ou para trás, para fora do horóptero, as imagens vão começar a cair em pontos não correspondentes. Apesar da crescente disparidade da retina, a percepção continuará a ser haplopica dentro dos limites. Quando as disparidades retinianas se tornam demasiado grandes para o sistema visual fusionar, dá-se início à diplopia. Isto marca o limite de **espaço/área de Panum** (Figura 20.2).

Algumas características normais da zona de Panum são:

- É menor perto a fóvea, cerca de 6-10 minutos de arco em ambos os lados do horóptero.
- Estereopsia começa cerca de 2-10 segundos de arco para ambos os lados do horóptero, perto do centro do espaço de Panum.
- O Espaço do Panum expande-se periféricamente a cerca 30-40 minutos de arco a  $12^\circ$  da fóvea. Nalguns casos, os objectos com cerca de  $2-3^\circ$  de disparidade podem ainda ser fusionados.
- A largura do espaço do Panum não é fixa. Pode variar dependendo do indivíduo, das condições de teste e dos métodos de teste.

## DISPARIDADE DE FIXAÇÃO

Ao medir o horóptero muitas vezes assume que os eixos visuais estão a convergir correctamente no ponto de fixação, o qual é o ponto central no horóptero. É possível no entanto que, em alguns casos, o horóptero não passe através do ponto de fixação. Nestes casos, mesmo quando o sujeito tenta fixar a coluna central, há ainda alguma disparidade retiniana entre as duas fóveas. Ou seja, as intersecções dos eixos visuais não foram exactamente nos horópteros, e os eixos visuais foram ligeiramente sob e sobre convergidos em relação ao ponto de fixação. Este desalinhamento residual durante a fixação bifoveal é designado de disparidade de fixação.



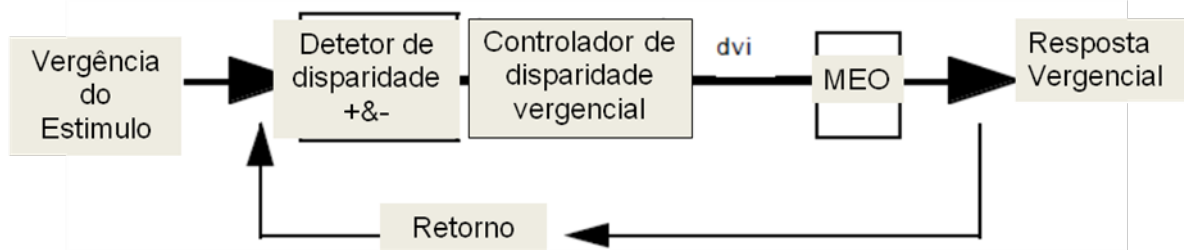
**Figura 20.2** Área de Panum.

### Disparidade de Fixação e Disparidade Vergencial

Uma vez que é possível fusionar as imagens que caiam na área de Panum, não é absolutamente necessário que ambas as fóveas apontem exactamente no ponto de fixação para conseguir a fusão binocular. Na verdade, uma pequena quantidade de disparidade de fixação pode ser benéfica.

Lembre-se de que a fusão motora é um dos pré-requisitos para a fusão binocular. A fusão motora vira os olhos para que ambas as fóveas apontem para o objecto em consideração. Por outras palavras, a fusão motora gira os eixos visuais de cada olho para o ponto de fixação. A disparidade vergencial é subdividida em **disparidade vergencial grosseira** e **fin**. A disparidade vergencial fina está intimamente relacionada com a disparidade de fixação, porque é o mecanismo que responde à disparidade da retina e funciona para afinar os eixos visuais.

A figura 20. 3, redesenhada do capítulo de Saladino em Phorometry e Stereopsis (*Borish*, capítulo 20) é semelhante ao gráfico de análise do sistema (*Borish* Fig. 5-16) que já viu. Uma referência alternativa é o modelo de Ciuffreda e Hung (1988)

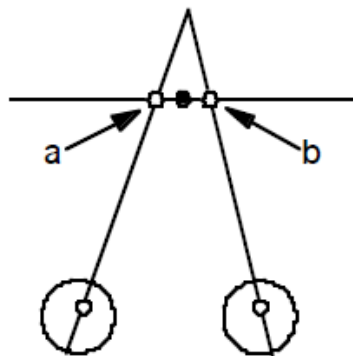


**Figura 20.3** Sistema de disparidade vergencial considerada isoladamente de outros componentes.

Ao deslocar a atenção de um ponto de fixação distante para perto um ponto de fixação de perto cria-se uma convergência, ou um *estímulo vergencial*. Um sistema de *detecção de disparidade* detecta a disparidade positiva (**disparidade cruzada**) e retransmite os dados para o *controlador da disparidade vergencial*. O controlador estima a magnitude de convergência necessária e envia a *enervação da disparidade vergencial* (idv) para um movimento vergencial grosseiro inicial, que reduz a disparidade.

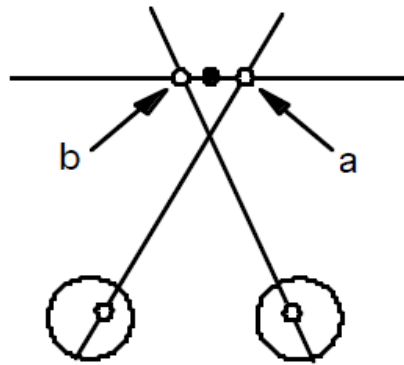
Pouco tempo depois, o controlador emite uma enervação para uma resposta motora fina, os MEO reduzem a disparidade para quase zero. Lembre-se, no entanto, que geralmente não reduz o ângulo de disparidade completamente a zero. Se é assim, o estímulo para o sistema da disparidade vergencial seria zero e os olhos desviariam para a sua posição fisiológica de descanso. Após terem oscilado uma pequena quantidade, a disparidade iria novamente estimular o detetor vergencial da disparidade e ligar disparidade vergencial novamente.

Geralmente o ponto terminal da disparidade vergencial para pacientes exofóricos está um pouco para além da fixação, mas no espaço de Panum. Ou seja, espera ver uma ligeira **disparidade de fixação exo** com pacientes exofóricos. Isso deixa uma pequena quantidade de disparidade positiva que estimula uma convergência fusional fina contínua (Fig 20.4).



**Figura 20.4** Exemplo de disparidade de fixação exo.

No caso de esoforia, os olhos tendem a favorecer uma postura convergente relativo ao ponto de fixação. Durante a fusão binocular, a disparidade vergencial fina reduz isto, mas não perfeitamente. Geralmente fica uma pequena quantidade residual negativa, ou **eso disparidade de fixação**, e isso ajuda a estimular uma resposta divergente (Fig 20.5).



**Figure 20.5** Exemplo de disparidade de fixação eso.

Se o paciente mantém fixação à mesma distância por mais de alguns minutos, a adaptação vergencial começa a assumir controlo, e isso leva alguma da exigência fora do controlador vergencial da disparidade.

Espera-se uma pequena quantidade de disparidade de fixação, mas uma disparidade de fixação excessivamente grande poderia colocar uma demanda excessiva no sistema vergencial da disparidade.

### Direção Visual e Disparidade de Fixação

Na presença de uma disparidade de fixação, as imagens caem sobre pontos da retina não correspondentes, e eles têm direcções visuais oculocêntricas ligeiramente diferentes. Onde irão aparecer localizados no espaço? De acordo com a lei de Hering de direcção visual binocular, *A direcção visual de imagens fusionadas que caem em pontos retinianos ligeiramente dispare é a média de duas direcções visuais.*

Portanto, na presença de uma disparidade de fixação (supondo que a disparidade se dividida igualmente entre os dois olhos), a localização aparente, das imagens fusionadas binocularmente, serão o verdadeiro ponto de fixação (ver figuras 20.4 e 20.5).

## MEDIÇÃO DA DISPARIDADE DE FIXAÇÃO

A medição da disparidade de fixação é útil porque fornece informações sobre como o sistema de disparidade vergencial está a funcionar e pode ajudar no diagnóstico e no tratamento de problemas clínicos binoculares. Se conseguir determinar onde se cruzam os eixos visuais, pode descrever quão grande é a disparidade de fixação em termos de disparidade angular. O ângulo da disparidade seria a diferença entre o ângulo vergencial para o ponto de fixação e o ângulo vergencial para o ponto real de intersecção.

Foram concebidos vários testes clínicos para medir a disparidade de fixação, mas ao invés de encontrar o ponto de intersecção dos dois eixos, eles geralmente determinam a relação dos eixos visuais dos dois olhos relativamente um ao outro. Na Figura 20.4, observe a localização dos pontos a (sobre o eixo visual do OS) e o ponto b (sobre o eixo visual OD) relativamente ao ponto de fixação. No caso de uma disparidade de fixação exo, o ponto a está à esquerda e o ponto b está à direita. A partir da geometria (assumindo que a DP e as distâncias de fixação são conhecidas) pode calcular a disparidade de fixação angular das posições dos pontos a e b. Isso também é ilustrado em **Adler Fig. 24-35**.

Uma vez que as disparidades de fixação devem ocorrer dentro da área do Panum, as mesmas irão ser muito pequenas, geralmente com apenas alguns minutos de arco. Consulte a Figura 20.5 para o exemplo de uma disparidade de fixação eso. Neste exemplo, o ponto “a” (eixo visual do OS) fica à direita do ponto de fixação e ponto “b” (eixo OD) fica à esquerda. Novamente, a direcção percebida de binocularmente está ligeiramente em frente, mas a direcção oculocêntrica é diferente para cada olho.

Se pudesse colocar uma etiqueta no eixo visual de cada olho, conseguiria ver que uma etiqueta para o OD (b) fica agora à esquerda do ponto de fixação; a marca para OS (a) fica à direita do ponto de fixação. De facto, os testes clínicos que medem a disparidade de fixação de alguma forma etiquetam, ou marcam o eixo visual de cada olho e mostram onde estão localizados, relativamente ao ponto de fixação, durante a fixação binocular.

As disparidades de fixação são importantes porque eles podem ajudar os clínicos a determinar a quantidade correcta de prisma a prescrever para assim corrigir forias horizontais e verticais. Na presença de uma disparidade de fixação elevada, esta pode ser a causa da fadiga ocular.

Citando Tychsen (visão Binocular, Capítulo 24 na 9ª edição de Adler):

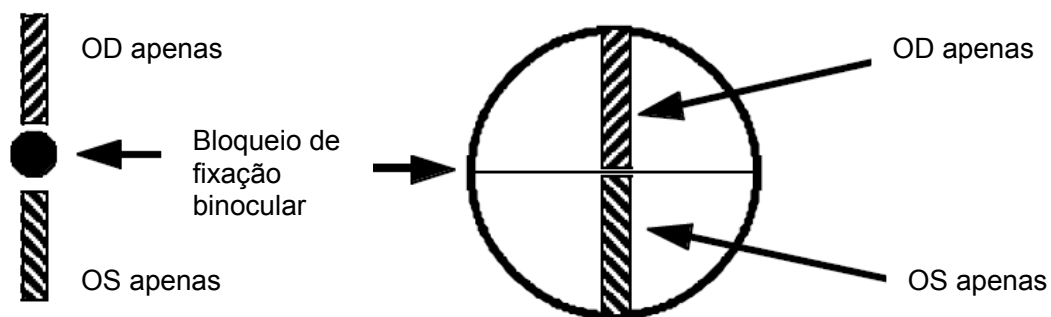
*A disparidade de fixação não deve ser confundida com disparidade binocular: disparidade de fixação é um desalinhamento dos eixos visuais; disparidade binocular é a não-correspondência das regiões da retina estimuladas por um alvo localizado fora do horóptero.*

## DESENHO DE UM TESTE CLÍNICO PARA MEDIR DISPARIDADE DE FIXAÇÃO

Uma vez que a disparidade de fixação é um desalinhamento dos eixos visuais que ocorre durante a fusão binocular normal, os testes para medir a disparidade de fixação devem,

- Permitir a fusão binocular, ou seja, porções do teste alvo devem ser vistas e fusionadas por ambos os olhos.
- Ter alguma forma de etiquetar ou marcar a direcção visual oculocêntrica de cada olho, para mostrar o seu desvio relativamente ao ponto de fixação. De alguma forma a direcção monocular visual de cada olho deve ser identificada enquanto os olhos estão a fusionar binocularmente.

O cumprimento dos critérios da maior parte dos testes de disparidade de fixação são alcançados usando polarizadores. Uma parte do alvo, conhecido como **âncora de fusão**, não é polarizada e visto por ambos os olhos. Uma parte é polarizada e vista apenas pelo olho direito; outra parte tem polarização cruzada e é visível apenas para o olho esquerdo. A Figura 7.6 mostra como isso pode ser feito. Vários exemplos de teste de disparidade de fixação clínicos são evidenciados nas figuras de Borish 20-15, 16, 17.



**Figura 20.6** Dois testes de disparidade de fixação horizontal elaborados para uso com óculos polarizados.

Geralmente os testes clínicos para a disparidade de fixação horizontal são elaborados para que o olho direito veja o alvo superior, e o olho esquerdo veja o inferior. Deve verificar isso antes de executar um teste de disparidade de fixação. A disparidade de fixação medida pode variar dependendo do tamanho âncora de fixação, mas um padrão clínico é usar uma **âncora de fusão de 1,5 °**. Isto é aproximadamente o tamanho da fóvea sem bastonetes, e para uma distância de teste de 40 cm, um círculo de 1,5 ° tem um diâmetro de cerca de 1 cm. Muitos dos testes de disparidade de fixação não têm um ponto de fixação central pequeno, como visto na Figura 20.6-esquerda, mas usam a abertura redonda que contém as linhas polarizadas como âncora de fixação (Figura 20.6, direita).

## BIBLIOGRAFIA

- Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006. Chapter 5 and Chapter 20, 21.
- Ciuffreda and Hung's model (**Dual-mode behaviour in the human accommodation system**). **Ophthalmological and Physiological Optics** 1988 8, 327-332.
- Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.
- Goss DA. **Ocular accommodation, convergence, and fixation disparity: A manual of clinical analysis**. Butterworth-Heinemann, Michigan. 1995.
- Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heinemann, 1995.
- Hart W. **Adler's Physiology of the Eye, 9th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.
- Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.
- Kaufmann PL, Alm A and Francis HA. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed**. Mosby, St. Louis, 2003.
- Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye, 8th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.
- Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.
- Schor CM and Ciuffreda KJ. **Vergence eye movements: Basic and clinical aspects**. Butterworth, Michigan. 1983.
- Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.
- Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000. Chapter 3. Pp: 58-62, 87-88.
- Von Noorden GK. **Binocular Vision and Ocular Motility - 5th Edition**. Mosby, St. Louis. 1996.