



# ACOMODAÇÃO

## AUTOR

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

## REVISOR

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

## ESTE CAPÍTULO INCLUI UMA REVISÃO DE:

- Definições
- Acomodação
- Função da resposta acomodativa a um estímulo em estado-fixado (estático)
- Mais ciências da visão

## DEFINIÇÕES

Fonte: Benjamin, W. Borish's Clinical Refraction. WB Saunders, Philadelphia. 2006.

<b>ACOMODAÇÃO</b>	É o processo pelo qual ocorrem as mudanças na potência dióptrica do cristalino de forma a obter e a manter na zona de alta resolução foveal uma imagem retiniana em-foco de um objecto a diferentes distâncias.
<b>PROFUNDIDADE DO FOCO</b>	É a variação na distância da imagem a uma lente ou sistema óptico a qual pode ser tolerada sem originar uma falta de nitidez ao nível da focagem. A falta de focagem estimularia a acomodação.
<b>PROFUNDIDADE DO CAMPO</b>	É o intervalo dióptrico de espaço livre que define a profundidade do campo. A distância linear no espaço do objecto no qual o olho não consegue detectar desfocagem quando focado num dado objecto. Estímulo para a acomodação: A quantidade dióptrica pela qual a acomodação teria de mudar para que um objecto seja conjugado com a retina.
<b>ATRASSO (LAG) ACOMODATIVO</b>	É a quantidade dióptrica entre a resposta acomodativa e o objecto de estímulo em dioptrias, no atraso acomodativo a resposta acomodativa é menor que o estímulo objecto. É normal haver um atraso acomodativo de +0.50 D a +0.75 D no sistema acomodativo de acordo com a profundidade do foco. O sistema acomodativo muda o foco a uma quantidade mínima para colocar o objecto dentro da profundidade de foco/campo.
<b>AVANÇO (LEAD) ACOMODATIVO</b>	É a quantidade dióptrica entre a resposta acomodativa e o objecto de estímulo em dioptrias, no avanço acomodativo a resposta acomodativa é maior que o estímulo objecto. Não é normal haver um avanço acomodativo de perto. Lembre-se que o sistema está organizado de forma a ser eficiente.

<b>PONTO PRÓXIMO DE ACOMODAÇÃO</b>	O ponto mais próximo de foco, conjugado à retina onde é exercida acomodação máxima. Quantidade máxima de acomodação representada no espaço.
<b>PONTO REMOTO DE ACOMODAÇÃO</b>	O ponto de foco mais afastado, conjugado com a retina onde é exercida a menor acomodação. Nota: não é possível ter acomodação igual a zero. Existe sempre algum grau de acomodação exercido.
<b>AMPLITUDE DE ACOMODAÇÃO</b>	A diferença em dioptrias, entre o ponto remoto e o ponto próximo de acomodação em relação ao plano da lente, a pupila de entrada ou qualquer outro ponto de referência do olho.
<b>INTERVALO DE ACOMODAÇÃO</b>	A distância linear entre o ponto próximo de acomodação e o ponto remoto de acomodação.
<b>ACOMODAÇÃO CONSENSUAL</b>	Acomodação simultânea dos dois olhos. Ocorre de acordo com a lei de Hering de igual inervação.
<b>PRESBIOPIA</b>	“Olho envelhecido”. Envelhecimento lento e natural relacionado com a idade origina uma redução irreversível na amplitude acomodativa máxima. Retrocesso do ponto próximo.
<b>ACOMODAÇÃO PROXIMAL</b>	Acomodação causada por influência devido ao conhecimento de proximidade aparente de um objecto. Não existe estímulo dióptrico para acomodação e é mais de natureza psicológica.
<b>CONVERGÊNCIA ACOMODATIVA</b>	Acomodação induzida por uma ligação neurológica inata e acção de disparidade vergencial. Aproximadamente 0.40 D por ângulo métrico.
<b>ACOMODAÇÃO TÓNICA</b>	Acomodação na ausência de desfocagem, informação de entrada proximal e de disparidade, bem como qualquer acomodação voluntária ou aprendida. Não existe necessidade de estímulo, reflecte a inervação neural base do mesencéfalo. A acomodação tónica média em jovens adultos é aproximadamente de 1.00 D. Representa o tónus normal do corpo ciliar em repouso.
<b>ACOMODAÇÃO DE CAMPO VAZIO OU ACOMODAÇÃO DE CAMPO ESCURO</b>	A acomodação que ocorre na ausência do estímulo óptico tal como em baixos níveis de iluminação ou ainda ao visualizar o céu limpo.
<b>ACOMODAÇÃO REFLEXA</b>	Ajuste automático do estado refractivo para obter e manter uma imagem retiniana bem definida e focada em reposta a uma entrada desfocada.

## ACOMODAÇÃO

<b>TEORIAS DA ACOMODAÇÃO</b>	<p>A acomodação poderia acontecer devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O intervalo de Sturm (devido ao astigmatismo) provoca uma mudança na focagem - representaria 1.00 D</li> <li>▪ O tamanho da pupila é causa de acomodação - representa 1.00 D.</li> <li>▪ Alterações na curvatura corneal resultantes de alterações no ponto focal.</li> <li>▪ Variação no ponto focal resultando numa alteração antero-posterior da posição do cristalino.</li> <li>▪ Variação do comprimento axial do olho que levaria à acomodação.</li> <li>▪ Ou alterações na forma e desta forma na potência do cristalino de forma a permitir o foco de objectos colocados a diferentes distâncias, a qual é atualmente reconhecida como a teoria de acomodação.</li> </ul> <p>É interessante verificar que a visão por si só não é necessária para estimular a acomodação. Também é estimulada por proximidade, fármacos/drogas tais como medicação para o glaucoma, estímulos auditivos, aberrações, convergência bem como esforço voluntário.</p>
------------------------------	---

<b>QUATRO COMPONENTES DA ACOMODAÇÃO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Acomodação Reflexa:</b> A maior componente da acomodação quer em condições monoculares quer em condições binoculares.</li> <li><b>Acomodação Vergencial:</b> A segunda maior componente da acomodação. Conduzido pela ligação entre acomodação e vergência.</li> <li><b>Acomodação Proximal:</b> Estimulado por pistas de percepção, não existe circuito de retorno (feedback) visual à desfocagem baseado na retina</li> <li><b>Acomodação Tónica:</b> A acomodação que se mantém na ausência de estímulo. A inervação de base originada no mesencéfalo. A média é 1.00D. A quantidade varia com a idade.</li> </ol>
<b>INERVAÇÃO DA ACOMODAÇÃO</b>	<p>Para acomodação guiada por desfocagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cones retinianos estimulados pela desfocagem.</li> <li>Sinais de desfocagem transmitidos através da camada magnocelular do núcleo geniculado lateral (NGL) ao córtex visual.</li> <li>Sinais igualmente transmitidos às áreas parietais e temporal para processamento.</li> <li>O sinal supra nuclear vai para o mesencéfalo para o núcleo oculomotor/núcleo de Westphal-Edinger onde o comando motor é formulado.</li> <li>O comando motor transmitido ao músculo ciliar via o III nervo oculomotor, gânglio ciliar e depois nervo ciliar curto.</li> <li>Ocorre uma mudança no estado de contracção do músculo ciliar.</li> <li>O cristalino é deformado para que seja obtida uma imagem retiniana nítida e seja obtida uma visão nítida.</li> <li>A tensão zonular diminui fazendo com que a superfície anterior do cristalino se curve, a potência positiva aumenta. O eixo Z aumenta, o cristalino desloca-se para a frente.</li> <li>A lente baixa devido à gravidade.</li> <li>Ao relaxar a acomodação, as zónulas esticam, o cristalino fica mais plano e o foco desloca-se para longe.</li> </ul>
<b>MEDIÇÃO DA ACOMODAÇÃO EM CRIANÇAS</b>	<p>A medição da acomodação em crianças mostra algumas tendências gerais contudo, as crianças não são muito cooperativas ao reportar os valores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante o primeiro mês de vida a acomodação está próxima das 5.00 D</li> <li>Entre o 2º e o 3º mês de vida começa a aproximar-se do comportamento adulto.</li> <li>A acomodação tónica parece ser igual quer nas crianças quer nos jovens (aproximadamente 1.40 D).</li> <li>Os bebés prematuros apresentam uma maior quantidade de acomodação.</li> <li>A velocidade da acomodação aos 3 meses de vida é semelhante à dos adultos.</li> <li>Para além disso, a linearidade da resposta acomodativa relativa ao estímulo acomodativo melhora ao longo da infância.</li> </ul> <p>Existe uma lacuna em testes para crianças entre o 1 ano de vida e os 4.5 anos, uma vez que são difíceis de avaliar.</p> <p>Existem mais dados relativamente às idades compreendidas entre os 5 e os 10 anos (Benjamin, W. Borish's Clinical Refraction. WB Saunders, Philadelphia. 2006)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A amplitude diminui com a idade</li> <li>O atraso acomodativo apresenta um aumento lento mas progressivo com a idade</li> <li>A flexibilidade acomodativa aumenta com a idade</li> </ul>


**PERGUNTA:**

Os resultados dos testes deste grupo etário (5-10) refletem achados reais ou maturidade e cooperação do indivíduo?

## FUNÇÃO DA RESPOSTA ACOMODATIVA A UM ESTÍMULO EM ESTADO-FIXO (ESTÁTICO)

<b>1. ZONA NÃO LINEAR INICIAL</b>	Indica a resposta a um estímulo de 0 a 1.50 D. Isto representa uma pequena entrada tónica e profundidade de foco, onde a resposta do sistema não é 0.0 D mas sim de 0.25 a 0.33 D. Isto representa o avanço acomodativo onde o sistema está definido para efectuar menor quantidade de trabalho de forma a colocar a profundidade do foco no alvo de longe. A refração hiperfocal e distância hiperfocal correspondem ao ponto onde o olho ainda é conjugado e ainda tem um foco nítido.
<b>2. ZONA LINEAR MANIFESTA</b>	Esta é a zona média de resposta sobre a qual uma mudança no estímulo produz uma mudança relativamente grande e proporcional na resposta acomodativa. A inclinação da resposta na região linear varia entre 0.7 a 1.0. O atraso acomodativo é visível nesta região.
<b>3. ZONA DE TRANSIÇÃO NÃO LINEAR</b>	À medida que o estímulo acomodativo aumenta acima das zonas lineares manifestas superiores, ocorrem pequenas mudanças na acomodação. Isto indica uma ligeira saturação do sistema. Ocorre um maior erro na acomodação devido aos limites biomecânicos do cristalino.
<b>4. ZONA LATENTE NÃO LINEAR</b>	Um maior aumento nos níveis do estímulo acomodativo falha no sentido de produzir uma mudança adicional na acomodação. Isto indica que ocorre uma forte saturação. Isto estende-se 2.00 D para além da zona de transição não linear. Esta é a zona presbiópica funcional onde o sistema continua a tentar.
<b>5. ZONA DE DESFOCAGEM MIÓPICA NÃO LINEAR</b>	Nesta zona, quantidades adicionais de desfocagem retiniana não compensada, fazem com que o sistema reduza a sua eficácia, levando a uma diminuição gradual na resposta acomodativa, enviando o sistema para o seu nível tónico.
<b>6. ZONA DE DESFOCAGEM HIPERMETRÓPICA NÃO LINEAR</b>	<p>Uma estimulação para além do infinito óptico produz uma desfocagem retiniana hipermetrópica não compensada que coloca o sistema num foco tónico maior do que os 0.25 D esperados para infinito. De volta ao nível tónico de 1.00 D.</p> <p>A DESFOCAGEM desencadeia a acomodação mas o sistema é controlado pelo erro. A direcção da acomodação é controlada por um conjunto de factores. Assim o sistema sem influências tem uma precisão de 50% na direcção da acomodação. O efeito da variedade de características do alvo afeta a resposta. A vida real é um conjunto de factores e o sistema acomodativo funciona bem com eles.</p>

## MAIS CIÊNCIAS DA VISÃO

<b>MODELO DO ESTADO-FIXO (ESTACIONÁRIO) DE HUNG</b>	A entrada da distância quer em dioptrias e metros angulares estimula as componentes reflexa, proximal e vergencial do sistema acomodativo. Apenas o sistema proximal não passa pela trajetória retiniana.
<b>OPERADOR DE LIMAR DE ESPAÇO VAZIO</b>	É a componente do sistema que tolera o erro. Define qual o nível de percepção de desfocagem que irá conduzir o sistema.
<b>GANHO</b>	É o mecanismo que controla a velocidade da resposta do sistema.
<b>CIRCUITO ADAPTATIVO</b>	Uma vez que a resposta rápida inicial do sistema estiver completa, é ativado o circuito adaptativo o qual permite ao sistema manter a resposta por um período prolongado.
<b>GANHO CRUZADO</b>	Multiplica a resposta de saída dos ganhos da trajetória direta, tendo em consideração a relação AC/A e a relação CA/C. Um ganho elevado na convergência a partir da acomodação resultaria em endotropia, um ganho reduzido pode causar exotropia.
<b>ENTRADA TÓNICA</b>	É a inervação neural da base do mesencéfalo, não existe envolvimento de informação de retorno (feedback) visual.
<b>SOMATÓRIO DA JUNÇÃO</b>	É somatório da área tónica, proximal, saída cruzada que conduz o sistema.
<b>APARELHO PERIFÉRICO</b>	O resultado do somatório da junção segue para as áreas cortical e subcortical central para formar o sinal neuronal que enerva o músculo ciliar e o cristalino para acomodação e os músculos extraoculares para vergência. A trajetória de feedback negativo controla o sistema até ser atingido um estado estável.

## BIBLIOGRAFIA

- Benjamin, W. Borish's **Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.
- Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.
- Hart W. Adler's **Physiology of the Eye**, 9th Ed. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.
- Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000.
- Regan D. **Binocular Vision** (Vol 9 in Vision and Visual Dysfunction, 1991).
- Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.
- Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.
- Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy**, 3rd Edition, Butterworth-Heinemann, 1995.
- Kaufmann, PL. 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.
- Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.