

PERTURBAÇÕES DA ACOMODAÇÃO NAS HETEROFORIAS (*)

HARLEY E. AMARAL BICAS (*) — Ribeirão Prêto, SP.

Acomodação e convergência acham-se intimamente relacionadas numa unidade sincinética, embora possam guardar certa independência uma da outra. Assim, há já um século, DONders empregava o conceito de "acomodação relativa" para a que estivesse dissociada da convergência relativa" para a que fosse possibilitada sem a simultaneidade da acomodação. Esse certo grau de independência permite que as funções se ajustem, dentro de certos limites, para promover a visão binocular com nitidez (acomodação) e sem diplopia (convergência).

De maneira mais ampla é conveniente aceitar-se a, hoje clássicamente aceita, proposição de MADDOX (1883) sobre a convergência. Esta, responsável pela disposição dos olhos para uma dada distância, considera-se composta de:

- 1) Convergência tônica: que traz os olhos da posição anatômica de divergência, à posição primária do olhar.
- 2) Convergência acomodativa: isto é, aquela intimamente dependente da acomodação.
- 3) Convergência proximal: relacionada à simples conscientização da proximidade relativa do objeto.

Tôdas três de origem monocular; e:

- 4) Convergência fusional: de origem binocular, evitando reflexivamente a diplopia a partir do estímulo, por um mesmo objeto, de áreas retinianas não correspondentes (equivalente à "convergência relativa" de DONders).

Esses componentes, compensar-se-iam mutuamente para o alcance do equilíbrio motor horizontal dos olhos.

As vergências fusionais, embora não sejam teóricamente necessárias à presença do perfeito balanceamento motor (ortoforia) para longe e para perto, têm a seu cargo a manutenção do mesmo, se um desvio existir. Assim, a manifestação do desequilíbrio (tropia) é evitada, mantendo-se latente (foria) com o uso da binocularidade. Se numa exoforia o fator de compensação é a convergência fusional, os de desajuste devem ser procurados entre os outros três (além de problemas anatômicos como o tamanho dos olhos,

(*) Simpósio sobre Heteroforias — 5 de setembro de 1967, São Paulo.

(**) Professor Assistente do Departamento de Oftalmologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Prêto da Universidade de São Paulo.

forma a dimensões das órbitas, anomalias cápsulo — ligamentosas — musculares, etc.).

CONVERGÊNCIA ACOMODATIVA E ACOMODAÇÃO

A convergência acomodativa (C) é expressa em prismasdioptrias e a acomodação (A) em dioptrias, para fornecer uma relação (R) entre as duas entidades:

$$R = C/A \quad (I)$$

Contudo, pela própria definição de prisma-dioptria (ângulo subtendido por um objeto de 1 cm a 1 m de distância), C fica em função da distância interpupilar (i), como se verifica pela Tabela I. Daí alguns preferirem utilizar o conceito de ângulo-métrico (recíproca da distância, em metros, ao ponto de fixação). Então:

$$G_1 = 1/d \text{ (em ângulos-métricos) ou} \quad (II)$$

$$G_2 = 100 i/d \text{ (em prismas-dioptrias)} \quad (III)$$

$$\therefore G_2 = i G_1 \quad (IV)$$

se i fôr dado em centímetros.

TABELA I

VALORES DE ACOMODAÇÃO E DE CONVERGÊNCIA RELATIVAMENTE À DISTÂNCIA DO OBJETO FIXADO

Distância (d) (metros)	Acomodação (A) (Dioptrias)	Convergência (C) (Ângulos-métricos)	(Primas-dioptrias)			
			i (cm)	5	6	7
2	0.5	0,5		2,5	3	3,5
1	1	1		5	6	7
0,50	2	2		10	12	14
0,33	3	3		15	18	21
0,20	5	5		25	30	35

Pela Tabela I é lícito esperar-se que, idealmente, a relação C/A seja unitária (em ângulos-métricos por dioptria) ou iral a $i \Delta/D$.

Consideremos, agora, um caso em que, para uma pessoa emétreope, com $i = 6$ cm, a relação C/A seja $10 \Delta/D$ (maior que a ideal), o que significa que cada dioptria de acomodação, induz uma convergência de 10Δ . Obviamente, para uma fixação a 33 cm de distância são requeridas 3 D de acomodação, que estimulam uma convergência de 30Δ ; como normalmente basteriam 18Δ , o excesso (12Δ) realiza-se ou como **esoforia**, ficando a binocularidade assegurada pela divergência fusional; ou então por uma esotropia se essa divergência fusional não fôr hábil para manter a visão binocular (fig. 1).

Similarmente, a relação C/A menor do que a ideal, leva ao surgimento de uma exoforia (ou exotropia se a convergência fusional fôr insuficiente para compensar o desvio). No caso em que a relação C/A seja normal,

ainda assim o desvio pode surgir (latente ou manifesto) se a acomodação requerida fôr excessiva (nas hipermetropias) ou escassa (nas miopias). Um hipermétrope de 4 D com uma relação C/A normal apresentará, para longe, um esodesvio que será (supondo-se $i = 6$ cm) de 24Δ . E para perto (33 cm) de 42Δ (convergência induzida pela acomodação de 7 D) menos 18Δ (convergência suficiente) ou seja, também de 24Δ : a relação C/A normal, embora não elimine a possibilidade de um desvio, faz com que o mesmo se mantenha constante para qualquer distância. Por outro lado, uma relação C/A maior do que a normal provocará um esodesvio de perto em relação à medida para longe; quando inferior ao normal dará, pelo contrário, um exodesvio relativo maior na medida para perto (fig. 2).

Esquemáticamente, considerando-se tão só a relação C/A ($= R$) e o vício de refração (V), o desvio para longe (L) será:

$$L = R \cdot V \quad (V)$$

E o desvio (também compensado ou não) para perto (P) será, em função da distância interpupilar (i):

$$P = \left(V + \frac{1}{d} \right) R - \frac{i}{d} = L + \frac{R - i}{d} \quad (VI)$$

Se $d = 0,33$ m, vem:

$$P = (V + 3) R - 3i = L + 3(R - i) \quad (VII)$$

É claro que, onde a acomodação não se aplica, ou seja, sempre que

$$V + \frac{1}{d} = 0 \quad (VIII)$$

TABELA II

EXEMPLOS (PARA $i = 6$ cm) DE DESVIOS EM FUNÇÃO C/A E AMETROPIA

	R	V	L	P
Relações C/A altas	9	+3	+27	+36
	9	0	0	+ 9
	8	-0,5	(- 4)	+ 2
	9	-1	(- 9)	0
	7	-2	(-14)	-11
Relações C/A normais	6	+3	+18	+18
	6	0	0	0
	6	-2	(-12)	-12
Relações C/A baixas	4	+3	+12	+ 6
	3	+3	+ 9	0
	3	+1	+ 3	- 6
	4	0	0	- 6
	3	-1	(- 3)	-12

as fórmulas anteriores perdem seu valor. Observando-se que a equação V é uma generalização da VI quando $d=oo$,confundido com 6 m na oftalmologia), pode-se particularizar que elas não servem ao cálculo do desvio para longe nos míopes; e para perto (33 cm) se a miopia for superior a 3 D. É o que ocorre na Tabela II para os resultados postos entre parêntesis.

Outros fatores contribuem para que essa esquematização não funcione rigorosamente. Ao desvio para longe deve-se adicionar ou subtrair o excesso ou falta de convergência tônica. Para perto, além desse fator mantido, deve-se considerar a possível atuação da convergência proximal, para o lado de um esodesvio. A fig. 3 associa as inter-relações entre os desvios de longe e de perto.

DETERMINAÇÃO CLÍNICA DA RELAÇÃO C/A

Há dois métodos clássicos para se avaliar a relação entre a convergência acomodativa e a acomodação. Sobre eles, uma série de variantes foi introduzida.

1) Método do gradiente.

Estuda os desvios em função de acomodação variável, mas mantida a mesma distância ao ponto de fixação. Assim, escolhida uma determinada distância d para a efetuação do teste, a acomodação é alterada pela disposição de lentes (negativas ou positivas) diante dos olhos e a convergência induzida por elas determinada. A modificação do desvio (foria) dividida pela da acomodação, dá o valor procurado:

$$\frac{C'}{A} = \frac{C_1 - C_2}{A_1 - A_2} = \frac{C_1 - C_2}{Q} \quad (\text{IX})$$

Onde C_1 e C_2 são as “convergências” (avaliadas como ângulo da heteroforia) provocadas pelas acomodações A_1 e A_2 (Q é o valor dióptrico da lente introduzida).

Exemplo: para uma certa distância d , um hipermetrópe de 4 D, sem correção tem esoforia de 15 e com correção de +1,5 sf, esoforia de 3:

$$\frac{C}{A} = \frac{15 - 3}{4 - 2,5} = \frac{12}{1,5} = 8/\text{D}$$

Discute-se bastante sobre o valor a ser considerado para d . Para uns, pode ser qualquer; para outros, 6 m (com isso evitando-se o “fator proximal” que incrementaria a convergência). Outros, todavia, elegem distâncias pequenas como 0,4 e 0,33 m, argumentando que o fator proximal, mantido para as duas medidas, acaba por ter anulada a sua influência.

O valor das lentes antepostas é também motivo de celeuma; geralmente são preferidas as de -3, -1, +1 e +3 dioptrias (veja considerações sobre a influência das lentes corretoras, na acomodação).

TABELA III
COMBINAÇÕES UTILIZADAS NO MÉTODO DO GRADIENTE

	Distância	Lente (s)	C/A
BREININ	{ L L P	-1 e +1 -3 +3	Média dos resultados $x/3$ $x/3$
BROWN	P	+2	$x/2$
MORGAN	P	várias	

2) Método das heteroforias.

Nêle são consideradas as convergências “esperadas” para longe (L_o) e para perto (P_o) e as aparentes (obtidas como forias) para essas distâncias (L e P). As convergências reais (C_L e C_P) são, respectivamente:

$$C_L = L_o + L \quad \text{e} \quad C_P = P_o + P \quad (\text{X e XI})$$

Chamando-se A_L e A_P as acomodações indutoras dessas convergências, vem:

$$\frac{C}{A} = \frac{C_P - C_L}{A_P - A_L} = \frac{P_o - L_o + P - L}{A_P - A_L} \quad (\text{XII})$$

Como L_o e P_o dependem da distância interpupilar (i, em cm):

$$L_o = \frac{i}{d_L} \quad \text{e} \quad P_o = \frac{i}{d_P} \quad (\text{XIII e XIV})$$

Se a distância escolhida para o teste de longe for 6 m (“infinito” oftalmológico), vem:

$$\begin{aligned} d_L &= \infty \quad \text{e} \quad A_L = 0 \\ \therefore \frac{C}{A} &= \frac{P_o + P - L}{A_P} = \\ &= \frac{(i/d_P) + P - L}{i/d_P} = i + (P - L)d_P \end{aligned} \quad (\text{XV})$$

3) Método da disparidade de fixação.

Proposto por OGLE. Baseia-se na presunção de que, se um desequilíbrio motor existe, os olhos não convergem adequadamente para um determinado ponto de fixação, falhando em pequenos ângulos, com excesso na esoforia e com falta na exoforia. O erro angular, muito pequeno (minutos de arco), é conhecido como “disparidade de fixação”. Impraticável do ponto de vista clínico, dá também resultados concordantes com os métodos anteriores, para a relação C/A.

Cabem aqui algumas considerações sobre os métodos de exame utilizados:

a) Método usado para constatação e medida da heteroforia: os mais dissociantes, lógicamente, darão um desvio mais acentuado.

b) Método usado para controle da acomodação: é quase certo não haver resposta acomodativa adequada, se o objeto de fixação não for especificamente adequado; uma fonte luminosa (do teste da cruz de MADDOX, do “cover test”, etc.) pode prender a atenção e a fixação, mas certamente não será estímulo apropriado da acomodação, nem pode servir como controle desta. Assim, uma criança hipermétrope pode acostumar-se a não acomodar, tendo uma visão em que a nitidez das imagens é sacrificada para conseguir, com mais economia, o equilíbrio binocular. Certamente é o que ocorre com os estrábicos “acomodativos” nas fases de intermitência do desvio. É claro também que, fora dos dois extremos (sacrifício da nitidez da imagem ou do equilíbrio motor) deve ocorrer toda uma gama de possibilidades em que existam compensações parciais.

Além disso, aduzem alguns, mesmo que se tenha “objetivamente” a perfeita focalização de um objeto estímulo (figuras, letras) não se pode afiançar, definitivamente, conhecer-se a acomodação utilizada pelo paciente; em rigor, a profundidade de foco pode estar sendo usada em qualquer dos seus extremos, proximal ou distal, o que leva apenas à possibilidade teórica de **conhecimento aproximado** da acomodação. Contudo, essa influência pupilar (que poderia ser lembrada, porque a mioses também acompanha a acomodação e a convergência) no que tange às compensações dióptricas, é desprezível, como se pode concluir dos seguintes dados aproximados:

TABELA IV
PROFUNDIDADE DE FOCO E DIÂMETRO PUPILAR

Convergência total do olho (D)	Diâmetro pupilar (mm)	4	3	2
54		0,054	0,072	0,108
58		0,058	0,077	0,116
62		0,062	0,082	0,124

$$\text{ou } F = T/250 \text{ p}$$

(XVI)

onde F é a profundidade de foco (em dioptrias), T a convergência total do olho e p o diâmetro pupilar (em mm). OGLE e SABIN (1958) confirmaram a não influência da abertura pupilar sobre a relação C/A.

c) Uso de lentes influindo sobre a acomodação: num amétreope corrigido, o esforço acomodativo **não é o mesmo** que o de um emétreope. Postulando isso, PASCAL (1952) introduz o conceito de “unidade acomodativa” (U), definida como a quantidade de acomodação (em dioptrias) necessária à focalização de um objeto a 1 metro do olho, e apresenta a fórmula:

$$U = 1/(1 - sV)^2$$

(XVII)

em que s é a distância (em m) entre o 2º ponto principal da lente e o 1º ponto principal do olho; e V o poder (em D) da lente corretora. Na hipermetropia e na miopia até 5 D, as fórmulas são simplificadas respectivamente para:

$$U = 1 + 0,04 V \quad \text{e} \quad U = 1 + 0,03 V \quad (\text{XVIII e XIX})$$

$$\text{Nas miopias acima de 5 D: } U = 1/(1 - 0,03 V) \quad (\text{XX})$$

Exemplo: para fixação a 20 cm, as seguintes acomodações são solicitadas:

Emétreope: 5 D.

Hipermétreope (+3, corrigido): $5 (1 + 0,04 \cdot 3) = 5,60$ D.

Míope (-3, corrigido): $5 (1 - 0,03 \cdot 3) = 4,55$ D.

d) Método usado para a medida da relação C/A: no método das heteroforias, a convergência tônica é considerada como constante nas medidas para longe e para perto e assim, não teria influência sobre o resultado final. Contudo, não se pode evitar a intromissão da convergência proximal na medida para perto, cujo valor oscilaria entre 2 e 4Δ (dando, consequentemente, índices maiores para a relação C/A quando estabelecida por esse método). Assim, explica-se também a não linearidade da relação C/A, com maior desvio nas medidas para perto (OGLE, 1957, 1959). ALPERN e cols. (1959) também assinalam a não linearidade da relação para estímulos extremos (mínimos e máximos) da acomodação.

Quanto aos valores encontrados para a relação C/A, ainda que a razão 1:1 (ângulo métrico: dioptria) ou i:1 (prisma-dioptria : dioptria) seja

esperada como normal pela geometria envolvida na sua determinação, as quantidades realmente achadas, ficam-lhe abaixo:

HOFSTETTER (1946)	4,2Δ/D em estrábicos
MORGAN e PETERS (1951)	3,8Δ/D para presbíopes
MORGAN (1952)	3 a 4Δ/D
OGLE e MARTENS (1957)	3,6Δ/D
	3,39Δ/D pelo processo da disparidade de fixação.

FATORES ATUANTES SÔBRE A RELAÇÃO C/A

1) Idade

A razão C/A é tida como inata, não condicionada, independendo da idade e mantendo-se constante por toda a vida, podendo, todavia, sofrer ligeiras oscilações OGLE (1966). PARKS (1962), porém, situa-se entre os que defendem uma certa variabilidade da convergência em função do estímulo acomodativo, ensinando que, com o passar dos anos, uma relação inata melhora, e que a normal torna-se menor.

2) Lentes e prismas

Não alteram a relação **em si**, embora melhorem o mau alinhamento dela porventura decorrente. Evidentemente, quanto maior a relação C/A, maior será a influência das lentes corretoras, sobre o equilíbrio motor.

Conclusões práticas derivam-se facilmente: no trabalho para perto, um míope de —3 D com exoforia, deve manter suas lentes (para acomodar); mas com esoforia deve tirá-las. A exoforia de um hipermétrope será aumentada com o incremento da correção óptica que se lhe der. Daí, haver necessidade de se jogar com a decentração das lentes (efeito prismático) quando fôr indispensável a correção total da ametropia.

3) Orióptica

Também não influencia a relação C/A (melhora as vergências fisionais).

4) Cirurgias

Alteram a relação para mais ou para menos, ainda que não sejam utilizadas com esse fim (o que poderia levar à errônea conclusão de indicar-se cirurgia para uma criança tendo esotropia por alta relação C/A). O componente que se busca corrigir é, geralmente, o tônico. OGLE (1966) contudo nega que a cirurgia possa alterar o quociente C/A.

5) Cicloplégicos e anticolinesterásicos

Ambos alteram grandemente a razão C/A, permitindo que maior ou menor inervação seja necessitada para promover mesmo efeito acomodativo. Assim, a homatropina (e cicloplégicos fracos) aumentam a relação, sendo por isso indicados nos casos em que a mesma é sub-normal. Os anticolinesterásicos diminuem-na sendo então utilizados quando o valor C/A é alto.

6) Outras drogas

Anfetamina (Dexedrina, Benzedrina) e barbituratos em doses terapêuticas moderadas, respectivamente aumentam e diminuem a relação C/A (WESTHEIMER, 1963). Sugere-se também que o LSD - 25 provocaria nela pequeno aumento.

7) Quantidade de iluminação

A relação C/A não é alterada ao se reduzir a iluminação, ainda que sejam diminuídas a amplitude de acomodação, a convergência tônica (ALPERN e LARSON, 1960), a fusional e provavelmente também a proximal, influindo assim, necessariamente, sobre o estado fórico da pessoa.

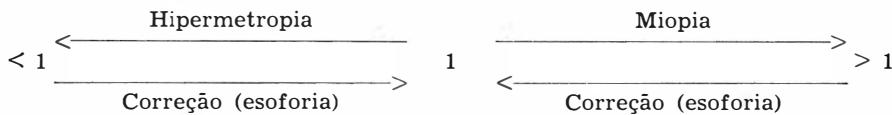
8) Adaptações

É ainda PARKS (1962) quem admite que a relação inata possa ser transitatoriamente modificada, conforme as necessidades, readaptando-se às condições existentes. Assim:

TABELA V

	Convergência requerida (a 33 cm)	Acomodação requerida	C/A readaptada
Míope (- 2D)	3	1	3
Emétrope	3	3	1
Hipermetrópe (+3D)	3	6	0,5

Então, na miopia a relação C/A tende a reajustar-se a um valor mais elevado (o que é confirmado por OGLE, 1957, que também encontrou valores menores na hipermetropia), voltando ao nível normal (inato) desde que o vício de refração seja corrigido. Com isso, explica-se a esoforia transitória num míope que passa a ter correção óptica adequada.



VALOR DO P.P.A. E DA AMPLITUDE DE ACOMODAÇÃO NAS HETEROFORIAS

As vinculações entre a amplitude de acomodação, o ponto próximo de acomodação (P.P.A.) e as heteroforias são meramente indiretas, embora aparentem, muitas vezes, nítida relação de causa e efeito.

Pelo menos no que concerne à razão C/A, há completa independência, como ilustrada pelos exemplos seguintes: lentes alteram P.P.A., mas não a amplitude de acomodação nem a relação C/A. A restrição da quantidade de luz e o aumento da idade, distanciam o P.P.A. e diminuem a amplitude de acomodação, não atuando sobre a relação C/A. Cirurgias podem só afetar esta última e não aquelas. Cicloplégicos fracos, no entanto, influem sobre as três entidades.

B I B L I O G R A F I A

- ALPERN, M.; KINCAID, W. M.; LUBECK, M. J. — Vergence and Accommodation. III: Proposed definitions of the AC/A ratios. Am. J. Ophthal. **48**(1,II): 141-148 (1959).
- ALPERN, M.; LARSON, B. F. — Vergence and Accommodation. IV: Effect of luminance quantity on the AC/A. Am. J. Ophthal. **49**(5,II): 1140-1149 (1960).
- BREININ, G. M. — Accommodation and convergence (Round table discussions). Strabismus. Symposium of the New Orleans Academy of Ophthalmology. Mosby Co., St. Louis, 1962 (p. 299).
- BREININ, G. M.; CHIN, N. B.; RIPPS, H. — A rationale for therapy of accommodative strabismus. Am. J. Ophthal. **61**(5,II): 1030-1037 (1966).
- BROWN, H. W. — Accommodation and Convergence (Round table discussions). Strabismus. Symposium of the New Orleans Ac. Ophthal. Mosby Co., St. Louis, 1962 (p. 297).
- HOFSTETTER, H. W. — Accommodative Convergence in Squint. Am. J. Optom. **23**: 417 (1946) cit. p/ MORGAN (1952).
- MADDOX, E. C. — Clinical use of prisms and the Decentering of Lenses. Ed. 2, John Wright & Co., Bristol, 1893. Cit. p/ MORGAN (1952).
- MORGAN, M. W., Jr.; PETERS, H. — Accommodative-Convergence in Presbyopia. Am. J. Optom. **28**: 3 (1951). Cit. p/ MORGAN (1952).
- MORGAN, M. W., Jr. — Relationship between accommodation and convergence. Arch. Ophthal. (Chicago) **47** (6): 745-759 (1952).

- OGLE, K. N.; MARTENS, T. G. — On the Accommodative Convergence and the Proximal Convergence. *Arch. Ophthal. (Chicago)* **57** (5): 702-715 (1957).
- OGLE, K. N.; SABIN, F. C. — Accommodation-Convergence association Experiments with Phenylephrine, Pilocarpine and Physostigmine. *Arch. Ophthal. (Chicago)* **59** (3): 324-332 (1958).
- OGLE, K. N.; MARTENS, T. G. — Observations on accommodative-convergence. Especially its nonlinear relationships. *Amer. J. Ophthal.* **47** (1,II): 455-463 (1959).
- OGLE, K. N. — The Accommodative Convergence-Accommodation Ratio and its Relation to the correction of refractive error. *Trans. Am. Ac. Ophthal. Otol.* **70** (3): 322-330 (1966).
- PARKS, M. M. — Etiologic and compensatory factors of comitant horizontal deviations in children. *Strabismus. Symposium of theh New Orleans Ac. Ophthal.*, Mosby Co., St. Louis, 1962 (p. 11-30).
- PASCAL, J. I. — Scope and significance of the accommodative unit. *Amer. J. Optom.* **29** (3): 113-128 (1952).
- WESTHEIMER, G. — Amphetamine, Barbiturates and Accommodation-Convergence. *Arch. Ophthal. (Chicago)* **70** (6): 830-836 (1963).