

Influência da privação visual precoce na resposta à estimulação auditiva: experiência realizada em ratos (*Rattus Norvegicus*)

LILIANA DE SOUSA *

INTRODUÇÃO

O estudo da influência da privação sensorial, nomeadamente da privação visual, sobre o sistema nervoso e o comportamento tem sido objecto de numerosos trabalhos de investigação (e.g. Riesen, 1975). A privação binocular efectuada precocemente provoca modificações no desenvolvimento do sistema nervoso que dizem respeito à organização estrutural (Globus, 1975; Flandrin e Jeannerod, 1977; Le Vay, 1977; Vrensen e de Groot, 1977; Rhoades, 1978), à actividade bioquímica (Walker *et al.*, 1975; Kelley, 1977) e à actividade electrofisiológica (Riesen, 1975; Singer e Tretter, 1976; Ramachandran *et al.*, 1977). Também na privação temporária de visão efectuada em animais tanto durante o período de desenvolvimento como na idade adulta se verificou a existência de alterações no comportamento visual (Riesen e Zilbert, 1975; Dodwell *et al.*, 1976; Regal *et al.*,

1976; Van Hof—Van Duin, 1976; Loop e Sherman, 1977; Tees *et al.*, 1978; Smith *et al.*, 1980).

No entanto, o estudo dos efeitos da privação de uma modalidade sensorial no desenvolvimento de outras modalidades sensoriais está ainda pouco aprofundado, embora alguns trabalhos apontem para a existência de modificações inter e intramodais como resultado da ausência ou diminuição de determinado tipo de estimulação (Rileigh e Odan, 1972; Harper e Ross, 1978).

O objectivo do presente trabalho é o de estudar, em ratos, a influência da privação visual precoce no desempenho de tarefas relacionadas com a capacidade auditiva.

MATERIAL E MÉTODO

Utilizaram-se neste estudo 14 ratos machos (*Rattus norvegicus*), estirpe Wistar, pertencentes ao stock do Biotério do Instituto Gulbenkian de Ciência, sete como grupo de controlo e sete em privação visual provocada aos 14 dias de idade por sutura das pálpebras.

O aparelho destinado ao condicionamento dos animais foi desenhado especialmente para o efeito e é constituído por uma caixa de madeira coberta por um plástico transparente, a

* Bióloga; bolsista do Instituto Nacional de Investigação Científica. O presente estudo foi realizado no Biotério do Instituto Gulbenkian de Ciência. Agradece-se ao Professor Alexandre Castro-Caldas, Professor Associado da Faculdade de Medicina de Lisboa e chefe do Laboratório de Estudos de Linguagem do Centro de Estudos Egas Moniz e à Professora Maria Manuela Picciochi, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências de Lisboa, as sugestões dadas durante a realização do trabalho. Agradece-se ainda o valioso apoio técnico dado pelo Sr. J. Romão do Biotério do Instituto Gulbenkian de Ciência.

que está acoplada um altifalante, dividida em duas zonas separadas por uma placa metálica móvel. A zona em que o animal é colocado tem outra placa metálica na base e as duas placas estão ligadas a uma caixa programadora que integra os circuitos vindos de dois osciladores (A.F. Signal Generator Type Y. 1) geradores de choque eléctrico (15 volts) e de estímulos sonoros, respectivamente. Esta caixa está ligada por sua vez a um aparelho (Vitatron UR 400 *linear recorder*) que regista a *performance* de cada animal (Fig. 1).

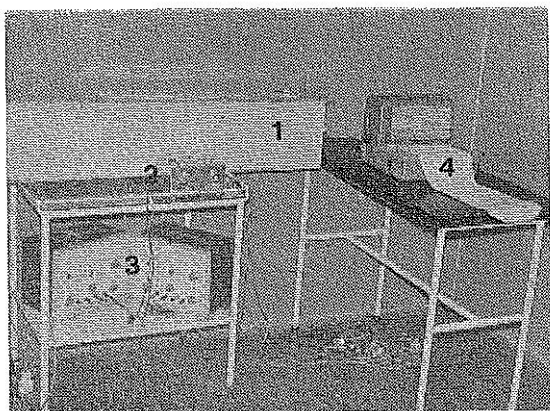


Fig. 1 — Aparelhagem de condicionamento: 1 - Aparelho de condicionamento; 2 - Caixa programadora; 3 - Osciladores; 4 - Registador.

Foram usados três estímulos sonoros, um positivo com 60 dB de intensidade e dois negativos com 65 e 69 dB, sendo a frequência para os três estímulos de 1 KHz. A escolha das características sonoras visou a diminuição dos efeitos da frequência que numa tarefa de discriminação de intensidade praticamente desaparece acima de 40 dB (Ehret, 1975).

O período pré-experimental teve o seu início quando os animais tinham quatro meses de idade. Numa primeira fase cada animal foi treinado a passar a placa móvel na ausência de estimulação sonora, sendo recompensado com comida quando o conseguia fazer. Esta fase teve uma duração de 60 dias com dez minutos de treino diário. Posteriormente, durante 45 dias, os animais aprenderam a fazer a mesma tarefa com a apresentação do estímulo sonoro

positivo. Pretendeu-se nestas duas fases pré-experimentais, não só treinar os animais na execução das tarefas referidas, mas também habituá-los ao ambiente onde iria decorrer a experiência, tentando diminuir os efeitos de ordem emocional, para os quais Evans e Radloff (1974) chamam a atenção, e que no caso de diferirem nos dois grupos em estudo poderiam mascarar os resultados.

O período experimental iniciou-se com a apresentação do estímulo sonoro positivo e dos dois estímulos sonoros negativos, distribuídos numa sequência aleatória de modo a impedir a aprendizagem da ordem de apresentação. A resposta certa ao estímulo positivo era recompensada com comida e a resposta errada aos estímulos negativos punida com um choque eléctrico.

Os estímulos sonoros, com cinco segundos de duração, foram apresentados em intervalos de 20 segundos. Sempre que se verificava uma resposta certa ao estímulo positivo o animal era recompensado durante 50 segundos. Depois de cada sessão e durante dez minutos, os animais que se encontravam em privação alimentar desde o dia anterior, podiam comer livremente.

A totalidade dos estímulos apresentados no decurso da experiência foi, de 300 estímulos positivos e de 600 estímulos negativos (300 de 65 dB e 300 de 69 dB).

Na análise dos resultados, considerou-se apenas os estímulos negativos tomando por hipótese que, de um modo global, os animais que realizassem pior a tarefa de discriminação entre o estímulo positivo e os negativos dariam menos respostas certas ao estímulo de 65 dB, uma vez que este está mais próximo em intensidade do estímulo positivo (60 dB).

Consideraram-se dois parâmetros para a avaliação das respostas aos estímulos negativos (65 dB e 69 dB): (1) respostas certas e (2) número de erros. As respostas certas corresponderiam à inexistência de tentativas para passar a placa móvel enquanto que os erros corresponderiam a tentativas de passagem.

A comparação da *performance* dos animais em relação aos dois estímulos dentro de cada

um dos grupos foi feita através da análise de variância de classificação dupla. Utilizou-se ainda a análise de variância simples para comparar as *performances* dos dois grupos em relação a cada um dos estímulos negativos.

RESULTADOS

A análise dos resultados relativa às respostas certas dadas pelo grupo de controle mostra que não existem diferenças significativas entre os dois estímulos negativos ($F_s = 1,246$, $gl = 1/6$, $p = n.s.$). No entanto, analisando os resultados do grupo de animais em privação, verifica-se que há diferenças entre o número de respostas certas dadas ao estímulo de 65 dB e ao estímulo de 69 dB ($F_s = 36,511$, $gl = 1/6$, $p < 0,001$). Tanto no grupo de controle como no grupo experimental, existe uma tendência para haver mais respostas certas em relação ao estímulo de 69 dB, embora esta tendência só seja significativa no grupo de animais privados.

Relativamente aos erros efectuados quando da apresentação dos estímulos negativos, podemos verificar que no grupo de controle o número de erros ao estímulo de 65 dB é maior, embora a diferença não seja significativa ($F_s = 0,129$, $gl = 1/6$, $p = n.s.$). No grupo de animais privados esta diferença é significativa e também com maior número de erros no estímulo de 65 dB ($F_s = 8,804$, $gl = 1/6$, $p < 0,01$).

A comparação da *performance* dos dois grupos, tanto em relação às respostas certas como aos erros, mostra que não existem diferenças significativas entre eles (estímulo de 65 dB: respostas certas: $F_s = 0,560$, $gl = 1/12$, $p = n.s.$; erros: $F_s = 0,155$, $gl = 1/12$, $p = n.s.$; estímulo de 69 dB: respostas certas: $F_s = 1,311$, $gl = 1/12$, $p = n.s.$; erros: $F_s = 0,314$, $gl = 1/12$, $p = n.s.$).

DISCUSSÃO

O estudo dos efeitos da privação unimodal, no que diz respeito à possível compensação através de outras vias sensoriais não conduziu ainda a uma posição unívoca.

QUADRO I
RESULTADOS OBTIDOS PELOS DOIS GRUPOS
EM RELAÇÃO AOS ESTÍMULOS NEGATIVOS

	Respostas certas			
	Estímulo de 65 dB		Estímulo de 69 dB	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Animais de controle	151,86	57,91	157,29	58,75
Animais em privação visual	176,29	64,11	193,14	58,39

	Erros			
	Estímulo de 65 dB		Estímulo de 69 dB	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Animais de controle	324,29	163,52	320,43	171,54
Animais em privação visual	284,71	209,45	263,43	207,45

Os trabalhos que têm por objectivo estudar a influência da privação nos seus aspectos neurofisiológicos parecem apoiar a hipótese de compensação sensorial. Krech *et al.* (1963) verificaram que o peso cortical e a actividade colinesterásica total de ratos privados de visão e criados em ambiente rico apresentavam valores superiores aos dos animais não privados e criados em isolamento. Num trabalho posterior, Rosenzweig (1966) chegou a resultados semelhantes. Os autores põem a hipótese do córtex visual poder participar em actividades não resultantes de estímulos visuais pelo menos nos animais em privação. Também Gyllensten *et al.* (1965, 1966) constataram modificações no volume do córtex visual e auditivo durante o desenvolvimento de murganhos criados na escuridão — hipotrofia dos dois córtex aos dois meses seguida de normalização até aos quatro meses e de hipertrofia do córtex auditivo posteriormente.

Seria de esperar também a existência de diferenças de comportamento quando os animais privados numa modalidade sensorial são testados noutras modalidades, confirmando assim a hipótese de compensação sensorial. No entanto, nem todos os estudos de comportamento

confirmam esta hipótese. MacDougall e Rabinovitch (1971) verificaram que ratos privados de audição não diferiam dos animais de controle numa tarefa de discriminação visual. Por outro lado, Rileigh e Odon (1972) e Harper e Ross (1978), mostraram que em indivíduos humanos a privação sensorial conduz ao desenvolvimento de outras capacidades sensoriais. Este último trabalho refere-se especificamente à privação de humanos efectuada por períodos breves.

A comparação da *performance* dos dois grupos de animais estudados neste trabalho mostra que: (1) os animais privados de visão respondem melhor ao estímulo mais afastado do positivo (mais respostas certas e menos erros) e pior ao estímulo mais próximo do positivo (menos respostas certas e mais erros), (2) nos animais de controle, embora haja uma ligeira tendência para um comportamento idêntico ao dos animais privados, não existem diferenças significativas em relação aos dois estímulos e (3) os grupos entre si não são significativamente diferentes.

Estes resultados indicam que os animais de controle realizam melhor esta prova pois, tendo em conta as características desta uma melhor discriminação deveria corresponder a um comportamento semelhante nos dois estímulos negativos, tanto para as respostas certas como para o número de erros. Isto só se verifica nos animais de controle, já que o grupo de animais privados teve um comportamento diferente para os dois estímulos. Assim, não havendo diferenças entre os dois grupos, pode concluir-se que o grupo de animais privados só desempenhou melhor a tarefa em relação ao estímulo mais afastado do positivo e sem que esse melhor desempenho fosse diferente do efectuado pelo grupo de controle.

Os resultados obtidos neste trabalho, realizado em ratos albinos, não apoiam a hipótese de compensação sensorial e estão de acordo com a experiência de MacDougall e Rabinovitch (1971). No entanto, não se pode concluir que tal compensação não exista, mesmo nestes

animais, pois ela poderá manifestar-se noutras tarefas auditivas diferentes da estudada e/ou noutras modalidades sensoriais e possivelmente de uma forma hierarquizada.

RESUMO

Foram estudados os efeitos da privação visual precoce na resposta a estímulos auditivos comparando o comportamento de animais em situação de privação com o de animais de controle. Os dois grupos não diferiam significativamente mas, no grupo de animais privados, verificaram-se diferenças entre as respostas aos estímulos auditivos estudados. Os resultados não confirmam a hipótese de compensação sensorial no que diz respeito a esta tarefa específica. É discutida a possibilidade da compensação sensorial se manifestar noutro tipo de tarefas.

SUMMARY

The effects of early visual deprivation as to the response to auditive stimulation were studied by comparing the behaviour of deprived animals with that of the control ones. Though the two groups did not differ but the one of deprived animals showed significant differences in the response to the sounds experimented. The results do not support the hypothesis of sensorial compensation regarding this specific task. It is discussed the possibility of sensorial compensation being manifested in other tasks.

REFERÊNCIAS

- DODWELL, P. C.; TIMNEY, B. N.; EMERSON, V. F. (1976) — «Development of visual stimulus-seeking in dark-rearing kittens», *Nature*, 260: 777-778.
- EHRET, G. (1975) — «Frequency and intensity difference limens and nonlinearities in the ear of the housemouse (*Mus musculus*)», *J. Comp. Physiol.*, 102:321-336.
- EVANS, I. M.; RADLOFF, W. P. (1974) — «The performance of light deprived rats on non-visual operant tasks», *S. A. J. Psychol.*, 4:25-34.
- FLANDRIN, J. M.; JEANNEROD, M. (1977) — «Lack of recovery in collicular neurons from the effects of early deprivation or neonatal cortical lesion in the kitten», *Brain Res.*, 120:362-366.
- GLOBUS, A. (1975) — «Brain morphology as a function of presynaptic morphology and activity», in A. H. Riesen (ed.) *The developmental neuropsychology of sensory deprivation*, 9-91, Academic Press, New York.

- GYLLENSTEN, L.; MALMFORS, T.; NORRLIN, M. L. (1965) — «Effect of visual deprivation on the optic centers of growing and adult mice», *J. Comp. Neur.*, 124:149-160.
- GYLLENSTEN, L.; MALMFORS, T.; NORRLIN, M. L. (1966) — «Growth alteration in the auditory cortex of visually deprived mice», *J. Comp. Neur.*, 126:463-469.
- HARPER, D. W.; BROSS, M. (1978) — «The effect of unimodal sensory deprivation on sensory processes: a decade of research from the University of Manitoba», *Can. Psychol. Review*, 19:128-144.
- KELLEY, R. L. (1977) — «The effect of early visual deprivation on protein kinase activity in several brain regions of the chick», *Diss. abst. int.*, 38:2422.
- KRECH, D.; ROSENZWEIG, M. R.; BENNETT, E. L. (1963) — «Effects of complex environment and blindness on rat brain», *Arch. Neur.*, 8:403-412.
- LEVAY, S. (1977) — «Effects of visual deprivation on poly aggregation in visual cortex of the cat», *Brain Res.*, 119:73-86.
- LOOP, M. S.; SHERMAN, S. M. (1977) — «Visual discriminations during eyelid closure in the rat», *Brain Res.*, 128:329-339.
- MACDOUGALL, J. C.; RABINOVITCH, M. S. (1971) — «Early auditory deprivation and sensory compensation», *Devel. Psychol.*, 5:368.
- RAMACHANDRAN, V. S.; CLARKE, P. G.; WHIT-TERIDGE, D. (1977) — «Cells selective to binocular disparity in the cortex of newborn lambs», *Nature*, 268:333-335.
- REGAL, D. M.; BOOTHE, R.; TELLER, D. Y.; SACKETT, G. P. (1976) — «Visual acuity and visual responsiveness in dark-reared monkeys (*Macaca nemestrina*)», *Vision Res.*, 16:523-530.
- RHOADES, R. W. (1978) — «Studies concerned with the development of the superior colliculus in the Golden Hamster (*Mesocricetus auratus*)», *Diss. abst. int.*, 39:2967.
- RIESEN, A. H. (1975) — «Electrophysiological changes after sensory deprivation», in A. H. Riesen (ed.) *The developmental neuropsychology of sensory deprivation*, 153-168, Academic Press, New York.
- RIESEN, A. H.; ZILBERT, D. E. (1975) — «Behavioral consequences of variations in early sensory environments», in A. H. Riesen (ed.) *The development neuropsychology of sensory deprivation*, 211-252, Academic Press, New York.
- RILEIGH, K. K.; ODOM, P. N. (1972) — «Perception of rhythm by subjects with normal and deficient hearing», *Devel. Psychol.*, 7:54-61.
- ROSENZWEIG, M. R. (1966) — «Environmental complexity, cerebral change, and behavior», *Am. Psychologist*, 21:321-332.
- SINGER, W.; TREITTER, F. (1976) — «Receptive-field properties and neuronal connectivity in striate and parastriate cortex of contour-deprived cats», *J. Neurophysiol.* 39:613-630.
- SMITH, D. C.; LÖRBER, R.; STANFORD, L. R.; LOOP, M. S. (1980) — «Visual acuity following binocular deprivation in the cat», *Brain Res.*, 183:1-11.
- TEES, R. C.; BRUINSMA, Y.; MIDBLEY, G. (1978) — «The effect of visual deprivation in the rat on transfer effects after form discrimination training», *Devel. Psychol.*, 11:31-49.
- WALKER, J. P.; WALKER, J. B.; KELLEY, R. L.; RIESEN, A. H. (1975) — «Neurochemical correlates of sensory deprivation», in A. H. Riesen (ed.) *The developmental neuropsychology of sensory deprivation*, 93-124, Academic Press, New York.
- VAN HOF-VAN DUIN, J. (1976) — «Development visuomotor behavior in normal and dark-reared cats», *Brain Res.*, 104:233-241.
- VRENSSEN, G.; DE GROOT, D. (1977) — «Quantitative aspects of synaptic organization of the superior colliculus in control and dark-reared rabbits», *Brain Res.*, 134:417-428.