

Desempenho em Esquemas Concorrentes Independentes e Cumulativos de Intervalo Variável¹

João Cláudio Todorov, Cristiano Coelho e Marcelo Emílio Beckert²
Universidade de Brasília

RESUMO. Quatro pombos foram utilizados como sujeitos em um experimento no qual esquemas concorrentes de intervalo variável programavam reforços independentemente do comportamento dos sujeitos. Uma vez programado um reforço, era iniciada a contagem de tempo para o próximo, ainda que aquele reforço não fosse liberado. A frequência relativa programada de reforços foi mantida constante enquanto a frequência absoluta de reforços programados foi manipulada (de 2 a 30 reforços por minuto) em cinco condições experimentais. Nenhuma contingência especial foi programada para respostas de mudança. A distribuição de respostas entre os esquemas esteve próxima da distribuição de reforços em todas as condições experimentais de todos os sujeitos. Não foi observado qualquer efeito sistemático da frequência absoluta de reforços na relação entre distribuições de respostas e de reforços entre os esquemas. Os dados não apoiam sugestões de que a equação generalizada de igualação deveria ser substituída por alguma equação que inclua a frequência absoluta de reforços como uma variável.

Palavras-chave: escolha; esquemas concorrentes independentes e cumulativos; frequência absoluta de reforços; lei generalizada de igualação; pombos.

Performance in Independent Cumulative Concurrent Variable - Interval Schedules

ABSTRACT. Four pigeons served in an experiment in which concurrent variable interval, variable interval schedules programmed reinforcers independently of the subjects' behavior. Once a reinforcer was set up, timing for the next reinforcer began, regardless of the last reinforcer being delivered or not. Scheduled relative reinforcer frequency was kept constant while scheduled reinforcer frequency was manipulated (from 2 to 30 reinf/ min) in five experimental conditions. There was no scheduled constraint for changeovers. Response distribution was close to reinforcer distribution for all four pigeons in all experimental conditions. No systematic effect of absolute reinforcer frequency on the relationship between response and reinforcer distributions was observed. The data do not support claims that the generalized matching equation should be replaced by an equation that includes absolute reinforcer frequency as a variable.

Key words: choice; independent and cumulative concurrent schedules; absolute reinforcer frequency; generalized matching law; pigeons.

A análise experimental do comportamento de indivíduos em situação de tomada de decisão começa com o mais polêmico trabalho de Skinner (1950), ainda que o estudo experimental de escolhas, preferências e decisões já estivesse adiantado à época, através de trabalhos que utilizavam dados médios de grupos de sujeitos (e.g. Hull, 1943; Tolman, 1938). Skinner mostrou como a frequência de ocorrência de uma resposta simples como a de bicar em pombos poderia ser usada como medida direta de preferência. Na situação de escolha mais simples o pássaro se defrontava na câmara experimental com dois discos de plástico transluminados; bicadas nesses discos davam acesso a alimento de acordo com esquemas de reforço intermitente, e a preferência do sujeito por um ou outro disco podia ser alterada mudando-se os esquemas de reforço. No artigo de 1950, Skinner estava apenas interessado em usar esse procedimen-

to como um exemplo de como poderia ser feita a análise experimental do comportamento de escolha em indivíduos; a investigação sistemática preconizada por Skinner começa com os trabalhos de Findley (1958) e Herrnstein (1961), e a sistematização teórica com o trabalho clássico de Herrnstein (1970) sobre a lei do efeito (Davison & McCarthy, 1988; Todorov, 1991a; Williams, 1988). Herrnstein propôs a quantificação da lei do efeito para situações de escolha por meio da lei de igualação:

$$C_1/C_2 = R_1/R_2 \quad (1)$$

onde C e R são frequências de respostas e de reforços, respectivamente, e os números 1 e 2 designam os esquemas de reforço do par concorrente.

Para estudar desvios da igualação prevista pela Equação 1, Baum (1974) propôs a equação generalizada de igualação:

$$C_1/C_2 = k(R_1/R_2)^s \quad (2)$$

que na forma logarítmica se transforma em

1 Apoio do CNPq, Projeto Integrado 501893/91-1. Os autores agradecem a Elenice Seixas Hanna pelos diversos comentários ao trabalho.
2 Endereço: João Cláudio Todorov, Universidade de Brasília, Instituto de Psicologia, 70910 - 900 Brasília, DF, Brasil.
e-mail: todorov@unb.br.

$$\text{LOG}(C_i/C_j) = \text{LOG } \kappa + s \text{ LOG } (R_i/R_j) \quad (2a)$$

onde κ é uma medida de viés devido a variáveis outras que não frequência de reforços e s é um parâmetro que mede a sensibilidade do comportamento à distribuição de reforços entre os esquemas concorrentes.

Quando κ e s são iguais a 1.0 (e $\log \kappa = 0$) a Equação 2 se reduz à Equação 1. As condições de procedimento que podem alterar os valores desses dois parâmetros têm sido sistematicamente investigadas (e.g., Baum, 1974; 1979; Hanna, Blackman & Todorov, 1992; Todorov, 1991a; Todorov, Oliveira-Castro, Hanna, Sá & Barreto, 1983).

A Equação 1, em sua simplicidade, claramente expressa uma igualação entre medidas relativas de respostas e de reforços, para quaisquer valores absolutos dessas variáveis. Entretanto, essa independência dos valores absolutos do reforço sobre o comportamento tem sido questionada. Logue e Chavarro (1987) trabalharam com esquemas concorrentes dependentes de intervalo variável nos quais um dos esquemas deveria programar três vezes mais reforço do que o outro, e manipularam a frequência absoluta desses reforços. A Equação 1 prevê que a frequência de respostas no esquema de maior densidade de reforço deveria ser três vezes maior que a frequência de respostas no outro esquema, independentemente dos valores absolutos das frequências de reforços. Logue e Chavarro, contudo, alegam que seus resultados mostram um efeito sistemático da frequência absoluta de reforços, e sua conclusão de que a Equação 1 é inadequada e deve ser substituída tem recebido apoio (Alsop & Davison, 1988; Alsop & Elliffe; 1988; Dunn, 1990; Williams, 1988).

Entretanto, há um erro básico de procedimento no trabalho de Logue e Chavarro (1987). A frequência relativa deveria ter permanecido constante enquanto a frequência absoluta era manipulada, mas variou sistematicamente nas diferentes condições experimentais (Todorov, 1991b). Ao replicar o trabalho de Logue e Chavarro, Todorov (1992) manteve constante a frequência relativa de reforços em sete condições experimentais e observou um efeito da frequência absoluta de reforços oposto ao alegado por Logue e Chavarro, e apenas para frequências muito altas (mais de 10 reforços programados por minuto). Todorov, Coelho e Beckert (1992) demonstraram experimentalmente que esse efeito se deve à interferência de uma característica do procedimento: a duração do período de atraso de reforço para respostas de mudanças (COD, do inglês *changeover delay* - Hermstein, 1961). Com a duração do COD proporcional ao valor médio do intervalo entre reforços esse efeito desaparece (Todorov, Coelho & Beckert, 1993).

Para que um trabalho experimental, em situação controlada de laboratório, tenha algum interesse teórico e prático, é necessário que as variáveis envolvidas no fenômeno estudado possam ser observadas atuando também em outras situações. Momentos de decisão nem sempre são forçados como nos esquemas concorrentes dependentes, e nem sempre há atrasos de reforço quando há uma mudança de

preferência. Continuando a investigação de um possível efeito da frequência absoluta de reforços em uma situação de escolha, o presente trabalho utilizou no procedimento esquemas concorrentes independentes e cumulativos, sem qualquer consequência especial para respostas de mudança. A interferência do COD no desempenho mantido por esquemas concorrentes já foi discutida e investigada anteriormente (e.g., Shull & Pliskoff, 1967; Todorov, 1971; 1982). Como a função do COD é a de evitar a alternância simples entre as fontes de reforço e facilitar a discriminabilidade entre os esquemas (Baum, 1974; Hermstein, 1961), várias alternativas de procedimento têm sido estudadas (Todorov, 1991 a). Em alguns casos, a igualação entre distribuições de respostas e de reforços tem sido conseguida sem qualquer punição para respostas de mudança (e.g., Nalini, 1991; Todorov, Santaella & Sanguinetti, 1982; Todorov, Souza & Bori, 1993). No presente experimento, reforços eram programados independentemente do comportamento do sujeito. Permanecer respondendo em um dos esquemas poderia significar que mais reforços seriam programados pelo outro esquema e seriam apresentados consecutivamente para as primeiras respostas depois da mudança para aquele esquema. Assim, se por um lado o sujeito não é obrigado a responder nos dois esquemas (como o é no procedimento de concorrentes dependentes), por outro, respostas de mudança mais espaçadas garantem densidade de reforço maior nos períodos pós-mudança.

Método

Sujeitos

Quatro pombos adultos, experimentalmente ingênuos, mantidos a 80 % de seu peso *ad libitum* e alojados em gaiolas individuais com água à vontade, foram usados como sujeitos.

Equipamento

Utilizou-se uma câmara experimental padrão para estudos de comportamento operante de pombos com uma luz branca na parte superior, dois discos de respostas transluminados com as cores verde (esquerdo) e vermelho (direito), e um comedouro, que era iluminado com a luz branca. A programação e o registro de eventos foram feitos por um microcomputador. A câmara experimental ficava localizada em um cubículo à prova de som e com temperatura controlada, e o restante do equipamento em um cubículo adjacente.

Procedimento

Após a modelagem da resposta de bicar, os pombos foram expostos a quatro condições experimentais em esquemas concorrentes independentes e cumulativos de intervalo variável - intervalo variável (CONC VI-VI).

Ao início de cada sessão permaneciam acesas as luzes dos dois discos de respostas e a luz da caixa. Respostas em

cada um dos discos eram reforçadas de acordo com os esquemas programados em cada condição. A primeira resposta em uma das chaves após uma resposta na chave alternativa era considerada uma resposta de mudança, para a qual não foi estabelecida qualquer contingência especial. O reforço consistiu de cinco segundos de acesso ao alimento (milho triturado).

Nas quatro condições experimentais manteve-se constante a frequência relativa programada de reforços (4/1), e variou-se a frequência absoluta. A Tabela 1 mostra a sequência das condições experimentais a que cada sujeito foi exposto, os valores dos esquemas de intervalo variável em vigor e o número de sessões em cada condição experimental. Mudanças de condição ocorriam com um mínimo de quinze sessões e quando houvesse ausência de tendência na razão entre razões de respostas e de reforços ((C1 / C2) / (RI / R2)) das cinco últimas sessões da condição, analisada através de inspeção visual.

Relógios independentes foram utilizados para programar os esquemas de VI. A contagem do tempo era interrompida apenas durante o período de reforço. Quando um reforço se tornava disponível, a contagem para o próximo intervalo era iniciada, podendo-se acumular vários reforços em qualquer uma das alternativas. No caso da existência de mais de um reforço disponível em uma alternativa, era necessária a emissão de uma resposta para que cada reforço disponível fosse liberado.

Ao final da sessão eram registrados os números de respostas e de reforços obtidos em cada um dos dois discos. As sessões eram terminadas manualmente quando o sujeito colhesse em torno de 60 reforços³, ou ao final dos 60 minutos. Após a sessão, os sujeitos recebiam, quando necessário, alimentação complementar para a manutenção do peso experimental.

Resultados

A Tabela 1 apresenta a soma dos dados das cinco últimas sessões de cada condição experimental. A Figura 1 mostra o efeito da frequência absoluta programada de reforços (representada pelo valor médio do menor esquema de intervalo variável (VI) do par concorrente na distribuição de reforços obtidos entre os esquemas). Para os sujeitos J-3 e J-4 a distribuição de reforços obtidos entre os esquemas foi aproximadamente igual à distribuição programada (log 4/1 = 0.60) nas cinco condições experimentais; os dados dos sujeitos J-2 e J-5 mostram um desvio em favor do esquema com maior frequência de reforço quando os pares de esquemas de intervalo variável eram VI 2,5s - VI 10s e VI 5s - VI 20s. Por esse motivo a relação entre razão entre respostas e razão entre reforços nos dois discos é apresentada na Figura 2 na forma logarítmica {log [(C1 / C2) / (RI / R2)]}. Se essa relação não for afetada por alterações na

Tabela 1 - Duração média dos intervalos de cada esquema (em segundos), número de sessões por condição experimental, e número de respostas e de reforços obtidos em cada esquema nas cinco últimas sessões de cada condição .

Esquemas (seg.)		Sessões	Respostas		Reforços	
esq	dir		esq	dir	esq	dir
J-2						
10	40	32	620	149	236	64
2,5	10	15	300	14	287	11
20	80	15	2532	612	253	51
5	20	23	818	8	292	8
40	160	19	6063	800	247	51
J-3						
20	80	31	2766	323	242	58
5	20	16	875	60	258	42
10	40	15	1736	268	220	80
2,5	10	18	433	41	268	36
40	160	17	5722	1483	237	65
J-4						
5	20	24	552	137	241	59
10	40	19	1124	360	241	59
2,5	10	15	259	59	242	58
20	80	16	405	1756	248	52
40	160	17	7495	2566	228	72
J-5						
2,5	10	22	505	12	354	8
20	80	17	3138	572	248	52
5	20	15	797	153	244	58
10	40	17	1176	381	237	65
40	160	18	6984	1221	244	56

frequência absoluta de reforços, segue-se que se κ e s na Equação 2 forem iguais a 1, o logaritmo da expressão acima será zero para qualquer valor de frequência absoluta de reforços. A Figura 2 mostra que para os quatro pombos e as cinco condições experimentais os dados agrupam-se em torno do valor zero, sem qualquer tendência sistemática.

Dadas as características dos dados, com ampla variação na distribuição de reforços entre os esquemas, foi possível calcular para o grupo de sujeitos os valores dos parâmetros da Equação 2a, mostrados na Figura 3. A inclinação da reta (s) tem o valor 1,05, com erro padrão de estimativa igual a 0,12, e o logaritmo de κ é 0,04, com um coeficiente de determinação (o quadrado do coeficiente de correlação) igual a 0,812.

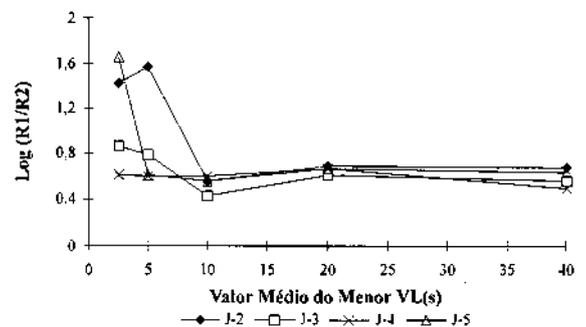


Figura 1 - Distribuição de reforços obtidos entre os esquemas do par concorrente como função da frequência absoluta de reforços programados pelos dois esquemas.

3 Para altas frequências de reforços, muitas vezes na finalização manual da sessão, os sujeitos receberam 1 reforço a mais.

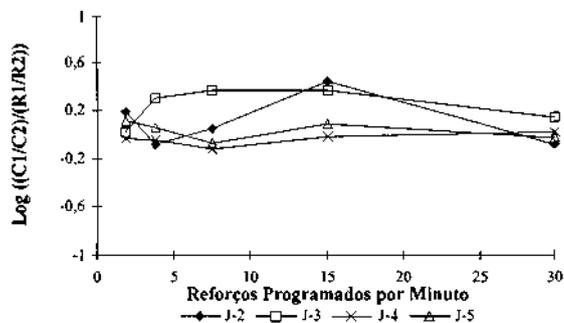


Figura 2 - Logaritmo da razão entre razões de respostas e de reforços obtidos como função da frequência programada de reforços pelos dois esquemas.

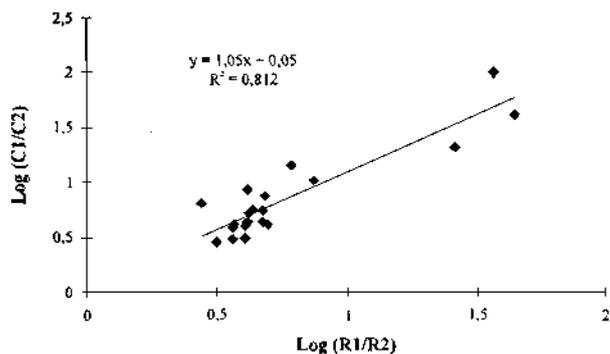


Figura 3 - Logaritmo da razão entre respostas como função do logaritmo da razão entre reforços obtidos. Dados dos quatro sujeitos (dados individuais na Tabela 1).

Discussão

O presente estudo mostrou que a equação generalizada de igualação é adequada para explicar a relação entre respostas e reforços em esquemas concorrentes cumulativos. As razões de respostas igualaram a razão de reforços obtidos nas alternativas disponíveis.

Os dados mostrados na Figura 2 claramente indicam que a relação entre distribuição de respostas e de reforços em esquemas concorrentes independentes e cumulativos (expressa pela Equação 2) não é alterada por mudanças na frequência absoluta de reforços programados pela soma dos dois esquemas (Figura 2). Os dados do presente experimento, utilizando um procedimento diferente, expandem, para situações nas quais reforços podem ser acumulados, as conclusões de Todorov, Coelho e Beckert (1993) sobre o erro na alegação de Logue e Chavarro (1987) de que a equação generalizada de igualação deve ser substituída por alguma outra equação que inclua como parâmetro a frequência absoluta de reforços. A hipótese nula, que é o pressuposto da relatividade na lei generalizada de igualação (ver Todorov, 1991 a; Todorov, Coelho & Beckert, 1993), ainda não foi rejeitada em três testes cruciais: Logue e Chavarro (1987), Todorov, Coelho e Beckert (1993) e o presente experimento.

É interessante observar que os sujeitos no presente experimento apresentaram igualação entre distribuição de res-

postas e reforços obtidos com ausência de viés mesmo com a maior densidade de reforços programada sistematicamente para o disco da esquerda e sem a utilização de contingências para respostas de mudança. É possível que este resultado tenha sido obtido pelo fato de que quanto mais espaçadas eram as mudanças, maior a probabilidade de reforço, muitas vezes com uma densidade bem maior que nos esquemas tradicionais.

Adicionalmente, os presentes dados mostram a conveniência do uso do procedimento de esquemas concorrentes independentes e cumulativos no estudo experimental do comportamento de escolha. No procedimento tradicional, quando um esquema programa um reforço a contagem do tempo para o próximo reforço é suspensa até que o reforço disponível seja liberado. Catania (comunicação pessoal, 1990) afirma que a intenção inicial não era essa, mas nem Skinner, nem seus alunos, conseguiram programar com circuitos eletromecânicos um esquema que fosse cumulativo. Com a chegada dos microcomputadores aos laboratórios de análise experimental do comportamento, esse problema foi facilmente contornado. Mesmo assim, na literatura não há registro de experimentos que tenham trabalhado com essa forma de programação. Os dados do presente experimento mostram que com o uso de esquemas concorrentes independentes e cumulativos de intervalo variável a igualação das distribuições de respostas e de reforços é observada mesmo sem o uso de COD ou de qualquer outra restrição à ocorrência de respostas de mudança - um procedimento mais próximo do que ocorre no ambiente natural: quanto mais tempo um pombo fica sem procurar uma determinada área para buscar alimento, maior o número provável de sementes acumuladas nesse tempo.

Referências

- Alsop, B. & Davison, M. (1988). Concurrent-chain performance: Effects of absolute and relative terminal-link entry frequency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 351 -362.
- Alsop, B. & Elliffe, D. (1988). Concurrent-schedule performance: Effects of relative and overall reinforcer rate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 21 - 36.
- Baum, W.M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231 - 242.
- Baum, W.M. (1979). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 269-281.
- Catania, A.C. (Comunicação pessoal, 1990).
- Davison, M. & McCarthy, D. (1988). *The matching law - A research review*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dunn, R. (1990). Timeout from concurrent schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53, 163 - 174.
- Findley, J.D. (1958). Preference and switching under concurrent scheduling. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 123 - 144.

- Hanna, E.S., Blackman, D.E., & Todorov, J.C. (1992). Stimulus effects on concurrent performance in transition. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 335 - 347.
- Herrnstein, R.J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 267 - 272.
- Herrnstein, R.J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13, 243 - 266.
- Hull, C.L. (1943). *Principles of behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Logue, A.W. & Chavarro, A. (1987). Effect on choice of absolute and relative values of reinforcer delay, amount, and frequency. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 73, 280-291.
- Nalini, L.E.G. (1991). *Esquemas concorrentes: Uma análise comparativa do desempenho em dois procedimentos de programação da situação de escolha*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Shull, R.L. & Pliskoff, S.S. (1967). Changeover delay and concurrent schedules: Some effects on relative performance measures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 317-327.
- Skinner, B.F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193-216.
- Todorov, J.C. (1971). Concurrent performances: Effect of punishment contingent on the switching response. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16, 51-62.
- Todorov, J.C. (1982). Matching and bias on concurrent performances: Effect of symmetrical changeover delays. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 8, 39-45.
- Todorov, J.C. (1991a). Trinta anos de *matching law*: Evolução na quantificação da lei do efeito. *Anais da XXI Reunião Anual de Psicologia* (pp. 300-314). Ribeirão Preto, Sociedade de Psicologia de Ribeirão Preto.
- Todorov, J.C. (1991b). *O pressuposto da relatividade na lei generalizada de igualação*. Trabalho apresentado na XXI Reunião Anual de Psicologia. Ribeirão Preto: Sociedade de Psicologia de Ribeirão Preto.
- Todorov, J.C. (1992). *Esquemas concorrentes dependentes (escolha forçada): Efeito da frequência absoluta de reforços*. Trabalho apresentado na XXII Reunião Anual de Psicologia, Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Psicologia.
- Todorov, J.C. Coelho, C & Beckert, M.E. (1992). *Efeitos da duração do atraso de reforço para respostas de mudança em esquemas concorrentes*. Trabalho apresentado na XXII Reunião Anual de Psicologia. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Psicologia.
- Todorov, J.C, Coelho, C & Beckert, M.E. (1993). Efeito da frequência absoluta de reforços em situação de escolha: Um teste do pressuposto da relatividade da lei generalizada de igualação. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 9 (1), 227-242.
- Todorov, J.C, Oliveira-Castro, J.M., Hanna, E.S., Sá, M.C.N.B. & Barreto, M.Q. (1983). Choice, experience, and the generalized matching law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 40, 90- 111.
- Todorov, J.C, Santaella, L.E.A. & Sanguinetti, O.F. (1982). Concurrent procedures, changeover, delays and the choice behavior of rats. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 5, 133 - 147.
- Todorov, J.C, Souza, D.G. & Bori, C.M. (1993). Momentary maximizing in concurrent schedules with a minimum interchangeover interval. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 415-435.
- Tolman, E.C. (1938). The determiners of behavior at a choice point. *Psychological Review*, 45, 1-41.
- Williams, B.A. (1988). Reinforcement, choice, and response strength. Em R.C Atkinson, R.J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Orgs.), *Stevens'handbook of experimental psychology*. Second edition. Vol. 2: Learning and cognition (pp. 167 - 244). New York: Wiley.

Recebido em 02.10.1997

Primeira decisão editorial em 15.10.1998

Versão final em 15.03.1999

Aceito em 19.03.1999 ■