

Variabilidade comportamental produzida por dois esquemas de reforçamento

(Behavioral variability produced by two reinforcement schedules)

Lourenço de Souza Barba(*) e Maria Helena Leite Hunziker

Universidade de São Paulo-Brasil

A variabilidade comportamental vem, há já alguns decênios, atraindo a atenção de estudiosos do comportamento que entenderam investigá-la à luz da metodologia experimental. Vários dos estudos mais recentes têm investigado o aprendizado da variabilidade a partir da emissão de seqüências comportamentais constituídas de respostas discretas (Denney & Neuringer, 1998; Machado, 1989, 1992, 1993; Morris, 1987; Neuringer, 1992; Page & Neuringer, 1985; Schwartz, 1982). Trata-se, em geral, de seqüências constituídas de respostas que diferem entre si pela localização, tais como, por exemplo, respostas de bicar chaves ou pressionar barras localizadas à esquerda ou à direita de uma posição central.

O procedimento básico nesses experimentos consiste em tornar a apresentação do reforço contingente à emissão de seqüências comportamentais diferentes das seqüências anteriormente emitidas. Page e Neuringer (1985) demonstraram que tal procedimento produzia e mantinha altos índices de variabilidade em pombos. Nesse estudo, oito bicadas consecutivas, a qualquer uma das duas chaves disponíveis (direita ou esquerda), constituía uma seqüência a que se seguia a apresentação do reforço ou de um *time-out*.

(*) Endereço para correspondência e solicitação de separatas:

Lourenço de Souza Barba. Av. Prof. Mello Moraes, 1721. CEP 05508-900 São Paulo - SP - Brasil

E-mail dos autores: loub@uol.com.br - hunziker@usp.br

Notas:

Este trabalho foi baseado nos dados da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada no Instituto de Psicologia/USP, em 1997, tendo sido subvencionado pelo CNPq. A mesma entidade apoia, atualmente, ambos os autores: o primeiro é Bolsista de Doutorado (bolsa institucional), e o segundo coordena *Projeto Integrado de Pesquisa* (processo no. 523612/95-8).

Agradecemos à Izabel Caetano de Souza pelo apoio técnico no laboratório, ao Romualdo Ferreira de Aquino pelos cuidados como os animais e ao Marson Guedes Ferreira pela montagem dos equipamentos de laboratório.

A apresentação do reforço era contingente a que os animais emitissem seqüências que diferissem das n últimas seqüências emitidas (procedimento *lag - n*). O valor de n foi manipulado, assumindo progressivamente os valores 5, 10, 15, 25 e 50. Índices estatísticos (denominados índices U), que exprimiam o grau de aleatoriedade em que foram emitidas as seqüências, constituíram as principais variáveis dependentes. Os resultados mostraram que os índices assumiram valores progressivamente maiores, à medida que se ia elevando o valor de n , sugerindo um controle operante dessa variabilidade. Como controle adicional, estabeleceu-se posteriormente o delineamento *yoked*, por meio do qual os sujeitos receberam, contingente à emissão das seqüências, a mesma distribuição de reforços recebida em *lag*, porém sem a exigência de que diferissem elas das n seqüências anteriores. Esse procedimento produziu um declínio dos índices de variabilidade anteriormente obtidos. Portanto, no seu conjunto, esse estudo demonstrou que a variabilidade era diferencialmente reforçada e não apenas uma decorrência da intermitência do reforçamento, como sugerido anteriormente por alguns autores (Boren, Moerschbaecher & Whyte, 1978; Eckerman & Lanson, 1969; Ferraro & Branch, 1968).

Hunziker, Saldana e Neuringer (1996) analisaram a variabilidade em seqüências emitidas por ratos, adotando o procedimento *lag - n*. A contingência exigia que os animais emitissem quatro respostas consecutivas de pressão à barra, em qualquer uma de duas barras disponíveis (direita e esquerda). A apresentação do reforço era contingente a que os animais emitissem seqüências que diferissem das quatro últimas seqüências emitidas. Não sendo atendida a exigência, seguia-se a apresentação de um *time-out*. Analisando que seqüências foram emitidas, verificou-se que, não sendo requerida variabilidade, os animais emitiam, quase exclusivamente, seqüências com zero alterações. E, mesmo nas contingências que requeriam variabilidade entre seqüências de quatro respostas, as seqüências de uma alteração eram mais freqüentes, em geral, que seqüências de duas alterações, as quais eram, por sua vez, mais freqüentes que as de três alterações. Dados similares foram encontrados por Hunziker, Caramori, Silva e Barba (1998).

Nas condições em que transcorreram os experimentos de Page e Neuringer (1985) e Hunziker *et. al.* (1996, 1998), ao emitir uma série de respostas sucessivas, o animal pode alternar (mudar de uma para outra chave ou barra) ou permanecer na mesma chave, ou barra, durante a emissão de toda a seqüência. Constituindo-se a seqüência de n respostas discretas, o número máximo de alteração por seqüência será igual a $n-1$. Assim, seqüências constituídas de quatro respostas discretas entre duas chaves (direita - D ou esquerda - E) podem encerrar zero, uma, duas ou três alterações. Por exemplo, a seqüência EEEE não envolve alteração; as seqüências de EEED, EEDE e EDED envolvem uma, duas e três alterações, respectivamente.

O esquema *lag-n* reforça a seqüência que diferir das n anteriores (Page & Neuringer,

1985). Como o valor de n excede normalmente o número de seqüências com zero alternações, indiretamente esse esquema exige que o animal alterne suas respostas, apesar de não estabelecer diretamente nenhuma contingência sobre essa variável. Portanto, pode-se afirmar que o esquema *lag-n* requer dos animais que: 1- Emitam seqüências que difiram, pelo menos, das n últimas seqüências apresentadas. 2- Alternem, um número mínimo de vezes (que dependerá do valor de n e do número de respostas discretas constituintes das seqüências), entre as barras ou chaves de resposta. O procedimento *lag-n* impõe aos sujeitos, portanto, duas contingências simultâneas, embora só especifique uma delas. A variabilidade obtida poderia, em princípio, estar funcionalmente relacionada a qualquer uma delas isoladamente.

A partir dessa análise, Machado (1997) testou a hipótese de que o reforçamento diferencial do número de alternações poderia engendrar, *por si só*, os níveis de variabilidade observados nos esquemas *lag-n*. As seqüências compunham-se de oito respostas seguidas de bicar uma de duas chaves (esquerda ou direita). O procedimento estabelecia maior probabilidade de reforçamento para seqüências com número intermediário de alternações (isto é, três e quatro alternações, uma vez que suas seqüências, contendo oito respostas, podiam apresentar zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, ou sete alternações). Os resultados mostraram altos índices de variabilidade, porém inferiores aos obtidos com o procedimento *lag-n*, validando apenas parcialmente sua hipótese.

Devido a essa validação apenas parcial, consideramos que a hipótese necessita de mais testes. Nos estudos de variabilidade com ratos, usualmente utilizam-se seqüências de quatro respostas - seqüências menores, portanto, que as seqüências de oito respostas estudadas por Machado (1997), com pombos (por exemplo, Denney & Neuringer, 1998; Hunziker *et al.* 1996, 1998; Neuringer, 1991, 1992, 1993). Ratos submetidos ao procedimento *lag-n* têm apresentado não apenas maiores índices de variabilidade (comparativamente aos sujeitos submetidos a contingências que não reforçam variações na seqüência), mas também seqüências com menor número de alternações em maior frequência (Hunziker *et al.*, 1996, 1998). Partindo dessa observação, nosso procedimento visou estabelecer maior probabilidade de reforçamento para seqüências com maiores números de alternações, diferentemente de Machado (1997), que reforçou, com maior probabilidade, a emissão de seqüências com número intermediário de alternações.

Portanto, o presente estudo teve por primeiro objetivo testar se o reforçamento diferencial do maior número de alternações pode engendrar níveis elevados de variabilidade comportamental, da mesma forma que o que se observa com o esquema de reforçamento *lag-n*. O esquema utilizado foi probabilístico. As seqüências com números mínimos de alternações tiveram, associadas a elas, baixas probabilidades de reforçamento, enquanto as seqüências de muitas alternações tiveram, associadas a elas,

altas probabilidades de reforçamento (*differential shift reinforcement-DSR*). Com isso procuramos equilibrar as duas variáveis que supostamente exercem controle sobre a emissão de uma seqüência: Probabilidade de reforçamento e número de alterações. Se o efeito dessa contingência for a distribuição eqüitativa das seqüências emitidas pelos animais, sem que a contingência exija o “ser diferente das n últimas seqüências emitidas”, a hipótese de Machado estaria fortalecida.

A fim de controlar a variabilidade engendrada pela intermitência de reforçamento, um esquema *yoked*, idêntico ao delineado por Page e Neuringer (1985), foi empregado neste experimento. Destacamos, contudo, que, no procedimento *yoked* de Page e Neuringer, a distribuição de reforços não seguiu, sessão a sessão, as distribuições de reforços obtidas nos esquemas *Lag*. Em vez disso, os autores tomaram, como sessões referência, apenas seis sessões *Lag* dos mesmos sujeitos (*self-yoked*) que, repetindo-se, serviram de referência a todas as sessões da fase *yoked*. Essas seis sessões foram justamente aquelas finais do esquema *lag*, sessões em que os sujeitos, já adaptados àquela contingência, obtiveram percentagens relativamente altas de reforçamento, isto é, sessões com baixos níveis de intermitência. Dessa forma, uma objeção possível ao trabalho de Page e Neuringer seria a de que os baixos níveis de variabilidade verificados nos esquemas *yoked* deveram-se, provavelmente, aos baixos níveis de intermitência a que foram submetidos os animais, não tendo, assim, o procedimento demonstrado, de maneira irrefutável, a natureza operante da variabilidade observada nas contingências *lag*. Segue-se daí que um segundo objetivo do estudo presente foi o de responder a essa objeção, realizando um pareamento, sessão a sessão, entre sessões *lag* e sessões *yoked*.

MÉTODO

Sujeitos

Foram utilizados quatorze ratos Wistar, albinos, machos, experimentalmente ingênuos, provenientes do Instituto Adolfo Lutz (São Paulo, SP). Os animais, contando aproximadamente 100 dias de vida ao início do experimento, permaneceram alojados em gaiolas individuais, com ração balanceada constantemente disponível e condições de iluminação que obedeciam a um ciclo luz/escuro de 12 hrs (7:00 - 19:00). Os animais foram mantidos em regime de privação de água, num ciclo semanal. De 2a. a 5a. feira, os sujeitos tinham livre acesso à água por 2 min/dia, após as sessões experimentais. Após a sessão de 6a. feira, a água permanecia disponível até a tarde de sábado, quando era retirada, permanecendo o animal em privação de água até a 2a. feira de manhã, reiniciando o ciclo. Os sujeitos eram pesados diariamente, de 2a. a 6a. feira, antes das sessões experimentais, de modo a controlar seu estado de privação e condições de saúde.

Equipamento

Foram utilizadas três caixas experimentais de 20,0 x 23,5 x 22,0 cm (profundidade, largura e altura respectivamente). A parede frontal e o teto compunham-se de acrílico transparente, e as demais paredes, de alumínio. O piso era composto de barras de latão de 1/8" de diâmetro, distando 1,3 cm entre si. Na parede lateral direita havia duas barras cilíndricas (direita e esquerda), moldadas em latão e medindo 1/2" de diâmetro e 4,0 cm de comprimento, distando 10,5 cm entre si (centro a centro) e 8,5 cm do piso. Entre elas e ao nível do piso encontrava-se um bebedouro com capacidade de introduzir na caixa uma gota de água de aproximadamente 0,05 cc (reforço). Sete centímetros acima de cada barra, situava-se uma lâmpada "olho-de-boi", que permaneceu desligada durante o experimento. Na parede lateral esquerda, um conjunto equivalente de lâmpadas, bebedouro e *manipulanda* (dois orifícios de 3,0 cm de diâmetro, mantidos fechados por uma tampa) permaneceu inoperante durante todo o experimento.

Do lado externo da caixa localizava-se um auto-falante, responsável pelos estímulos sonoros, e uma lâmpada de 12 W, fixada ao teto, que fornecia a iluminação ambiente. Cada caixa experimental situava-se no interior de um cubículo de madeira revestido de Eucatex isolante.

Cada caixa era conectada a uma interface *Benchtop MetaResearch* e um microcomputador *Apple Macintosh Classic II Color*, que fazia os controles e registros das sessões segundo programas escritos em *True Basic*.

Procedimento

As sessões experimentais foram realizadas diariamente, de 2^a. a 6^a.feira, aproximadamente nos mesmos horários.

Todos os sujeitos foram individualmente submetidos à fase de treino, composta de três sessões experimentais.

Fase de treino:

Sessão 1 - modelagem e reforçamento contínuo da resposta de pressão à barra. Procedeu-se ao reforçamento diferencial de aproximações sucessivas da resposta de pressão à barra, independente se à barra direita (D) ou esquerda (E). A partir da segunda emissão da resposta de pressão à barra, a apresentação de um reforço para cada resposta de pressão passou a ser automática, independente se D ou E. A sessão encerrou-se ao final de 50 emissões daquela resposta. A luz ambiente permaneceu acesa durante toda a sessão.

Sessão 2 - reforçamento contínuo de seqüências duplas de pressão à barra.

Instituiu-se o regime de tentativas, que vigorou por todo o restante do experimento. O início de cada tentativa era sinalizado pela luz ambiente acesa. Nessa condição, a apresentação do reforço era contingente à emissão de duas respostas consecutivas de pressão à barra, independente se D ou E. Ao final da emissão da primeira delas, a luz ambiente piscava, apagando-se por um intervalo de 0,05s. Ao final da emissão da segunda resposta, a luz ambiente se apagava por um intervalo de 1s, durante o qual soava um *bip* de 3000 Hz, que pulsava a cada 0,05s. Ao cabo desse intervalo, a luz ambiente acendia-se novamente, o *bip* sonoro cessava e uma gota de água era apresentada ao animal. As respostas emitidas durante os períodos de escuro não tinham qualquer consequência programada. A sessão com cada rato terminava ao final de 150 apresentações do reforço ou após 45 minutos, o que ocorresse primeiro.

Sessão 3 - reforçamento contínuo de seqüências quádruplas de pressão à barra.

O procedimento nessa sessão foi idêntico ao da sessão anterior, com a diferença de que eram exigidas quatro respostas de pressão à barra, independente se D ou E, para a apresentação do reforço. Ao final da emissão das três primeiras respostas, a luz ambiente piscava, apagando-se por um intervalo de 0,05s. Ao final da emissão da quarta resposta, a luz ambiente se apagava por um intervalo de 1s, durante o qual soava um *bip* de 3000 Hz, que pulsava a cada 0,05s. Ao cabo desse intervalo, a luz ambiente acendia-se novamente, o *bip* sonoro cessava e uma gota de água era apresentada ao animal. As respostas emitidas durante os períodos de escuro não tinham qualquer consequência programada. A sessão terminava ao final de 200 apresentações do reforço ou após 45 minutos, o que ocorresse primeiro.

Fase experimental:

Após o treino, foi estabelecida a fase experimental, composta de 40 sessões. Os sujeitos foram arranjados em sete duplas experimentais. Cada sujeito foi submetido apenas a um dos procedimentos descritos abaixo.

O primeiro membro de cada dupla foi exposto à contingência LAG (3 sujeitos) ou à contingência de alternância ALT (4 sujeitos); os seus pares foram submetidos ao procedimento *yoked* (YOKE). Em todas as sessões, a apresentação do reforço era contingente, no mínimo, à emissão de quatro respostas consecutivas de pressão à barra. Além disso, cada contingência impunha um critério adicional para a apresentação do reforço, a ser descrito mais adiante. Essas quatro respostas discretas consecutivas (independentemente se D ou E) constituíam uma tentativa executada. As sessões iniciavam-se com a luz ambiente acesa. Ao final da emissão de cada uma das três primeiras respostas, a luz ambiente se apagava por um intervalo de 0,05s. Se o critério adicional para apresentação do reforço fosse satisfeito, a quarta e última resposta da tentativa seria seguida de um período de escuro de 1s, acompanhado do *bip* sonoro de

3.000 Hz, pulsando a cada 0,05s, ao final do qual, a luz ambiente voltava a acender-se, o bip sonoro cessava, e era apresentado o reforço (gota de água). Se o critério adicional não fosse satisfeito, a quarta e última resposta da tentativa era seguida apenas do período de escuro de 1s, e, ao final desse, a luz ambiente voltava a acender-se. As respostas emitidas durante os períodos de escuro não tinham consequência programada. Cada sessão teve duração de 45 minutos ou 200 tentativas, o que ocorresse primeiro. Os critérios adicionais para reforçamento, peculiares a cada contingência, foram:

LAG – A apresentação do reforço dava-se após a emissão da quarta resposta de uma tentativa, desde que esta não repetisse, ao menos, as quatro últimas seqüências apresentadas (Lag 4), de acordo com o procedimento de Page e Neuringer (1985). Se, por exemplo, as últimas quatro seqüências apresentadas foram EDEE, EEEE, EEDD, DEED, a tentativa seguinte não seria seguida do reforço se fosse emitida a seqüência EDEE ou EEEE ou EEDD ou DEED, e seria seguida do reforço se fosse emitida qualquer outra seqüência de quatro respostas discretas (DEEE, por exemplo).

ALT - A cada seqüência particular foi atribuída uma probabilidade condicional de reforçamento, segundo o número de alterações que ela encerrava. Assim, às seqüências de 0 alterações foi atribuída uma probabilidade condicional de apresentação do reforço de 5% (ou seja, dada a emissão de uma seqüência de 0 alterações, a probabilidade de apresentação da gota de água, logo a seguir, era de 5%). Às seqüências de uma, duas e três alterações foram atribuídas probabilidades condicionais de apresentação do reforço de 30%, 80% e 100% respectivamente.

YOKE – A apresentação da gota de água, ao final de cada tentativa, era contingente à distribuição dos reforços recebidos pelo par do sujeito, na sessão correspondente. Se, por exemplo, nas dez primeiras tentativas da sessão 6, um sujeito do grupo *lag* houvesse obtido a liberação do reforço somente nas tentativas 1, 4 e 7, o seu par *yoked* teria, nas suas dez primeiras tentativas da sessão 6, acesso ao reforço apenas nessas mesmas tentativas (1, 4 e 7), quaisquer que tivessem sido as seqüências emitidas por ele. Assim, os sujeitos *yoked* em cada dupla foram pareados, sessão a sessão, aos seus pares LAG ou ALT. Nas sessões em que os sujeitos *yoked* emitiram um número maior de tentativas que os seus pares, a distribuição de reforços voltou para o início da sessão copiada, até que se completasse a sessão experimental. Suponhamos, por exemplo, que a sessão copiada (ou sessão referência) contivesse apenas 150 seqüências e que o animal a ela acoplado emitisse mais que 150 seqüências. Ocorria que, a partir da tentativa 151, os reforços passavam a ser apresentados segundo a distribuição em que vinham nas tentativas um, dois, três... da sessão copiada. Isto é, o animal acoplado recebia o reforço, ao final da tentativa 151, se a primeira tentativa da sessão copiada houvesse terminado em apresentação de reforço, recebia o reforço, ao final da tentativa 152, se a segunda

tentativa da sessão copiada houvesse terminado em apresentação de reforço, recebia o reforço, ao final da tentativa 153, se a terceira tentativa da sessão copiada houvesse terminado apresentação de reforço, e assim sucessivamente.

As sete duplas foram compostas da seguinte forma:

ALT/ YOKE (4 DUPLAS): SUJEITOS 181/188, 182/189, 183/190, 250/253.

LAG/YOKE (3 DUPLAS): SUJEITOS 251/254, 257/260, 258/261.

O quadro 1 apresenta, resumidamente, os critérios de reforçamento peculiares às contingências LAG e ALT (os valores percentuais referem-se às probabilidades condicionais de reforçamento).

Quadro 1

CONTINGÊNCIAS	CRITÉRIO DE REFORÇAMENTO
LAG	seqüência deve diferir, ao menos, das quatro últimas.
ALT	probabilidades condicionais de reforçamento, em função do número de alterações: 0 alterações 5% 1 alteração 30% 2 alterações 80% 3 alterações 100%

Resumo dos procedimentos LAG e ALT.

TRATAMENTO DE DADOS

Uma seqüência de quatro respostas discretas de pressão à barra constituía uma tentativa. Uma série de tentativas executadas por um animal, como, por exemplo, EEED, EDDE, DDDE, DEED, DDDD contém cinco seqüências. Devido às condições experimentais impostas neste estudo, cada sessão podia constituir-se de, no máximo, 200 seqüências, as quais serviram de base aos seguintes procedimentos de cálculo:

(1) - **Freqüências relativas** (porcentagens) de cada uma das 16 seqüências possíveis, para cada sessão experimental. Sobre essas porcentagens foi computado o

índice U, que revelou a imprevisibilidade de primeira ordem, para cada sessão (Attneave, 1959). O índice U foi calculado pela seguinte fórmula: $U = (-\pi \cdot \log_2 \pi) / 4$, onde π é a probabilidade de emissão de cada seqüência particular, extraída de sua freqüência relativa. O índice U assume valores reais entre 0 e 1, indicando 0 o máximo de previsibilidade e 1 o máximo de imprevisibilidade.

(2) - **Porcentagens, por oportunidade, de emissão das seqüências** de zero, uma, duas ou três alterações. As 16 seqüências foram agrupadas em quatro classes, segundo o número de alterações que apresentavam. O grupo de 16 seqüências compõe-se de: Duas seqüências de zero alterações, duas seqüências de três alterações, seis seqüências de uma alteração e seis seqüências de duas alterações. As seqüências de zero e as seqüências de três alterações encontram-se, assim, em quantidade inferior, relativamente àquelas de uma ou duas alterações. Assim, sem qualquer correção, seria de se esperar que um organismo que emitisse aleatoriamente suas seqüências apresentasse três vezes mais seqüências de uma ou duas alterações do que seqüências de zero ou três alterações. Portanto, a apresentação dos valores brutos de porcentagem poderia conduzir a avaliações distorcidas acerca do real desempenho dos animais. Por isso, as freqüências brutas em que se apresentaram as seqüências de zero e três alterações foram triplicadas.

(3) - **Taxa de reforçamento** para algumas sessões experimentais. O cálculo levou em consideração o intervalo de tempo compreendido entre o início da sessão e a emissão da última resposta da última tentativa executada na sessão.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os valores de U obtidos com os sujeitos expostos à contingência ALT e LAG (símbolos cheios), e seus respectivos pares submetidos à contingência YOKE (símbolos vazios). Pode-se constatar que os valores de U alcançados pelos sujeitos submetidos à contingência ALT e LAG foram sempre superiores aos índices atingidos pelos sujeitos a eles emparelhados: Os valores de U exibidos pelos sujeitos expostos à contingência YOKE foram sempre nulos ou muito baixos. Vê-se também que os valores de U obtidos com os animais do grupo LAG foram, de forma geral, superiores aos obtidos com os animais do grupo ALT. Nota-se, ainda, que o desempenho exibido pelos animais do grupo LAG revelou-se mais estável, no decorrer das sessões, do que o desempenho mostrado pelos animais do grupo ALT. Observa-se, finalmente, que os índices alcançados pelos animais do grupo LAG exibiram uma tendência crescente, ao longo das sessões, enquanto os índices alcançados pelos animais do grupo ALT apresentaram uma tendência decrescente, no decorrer das sessões.

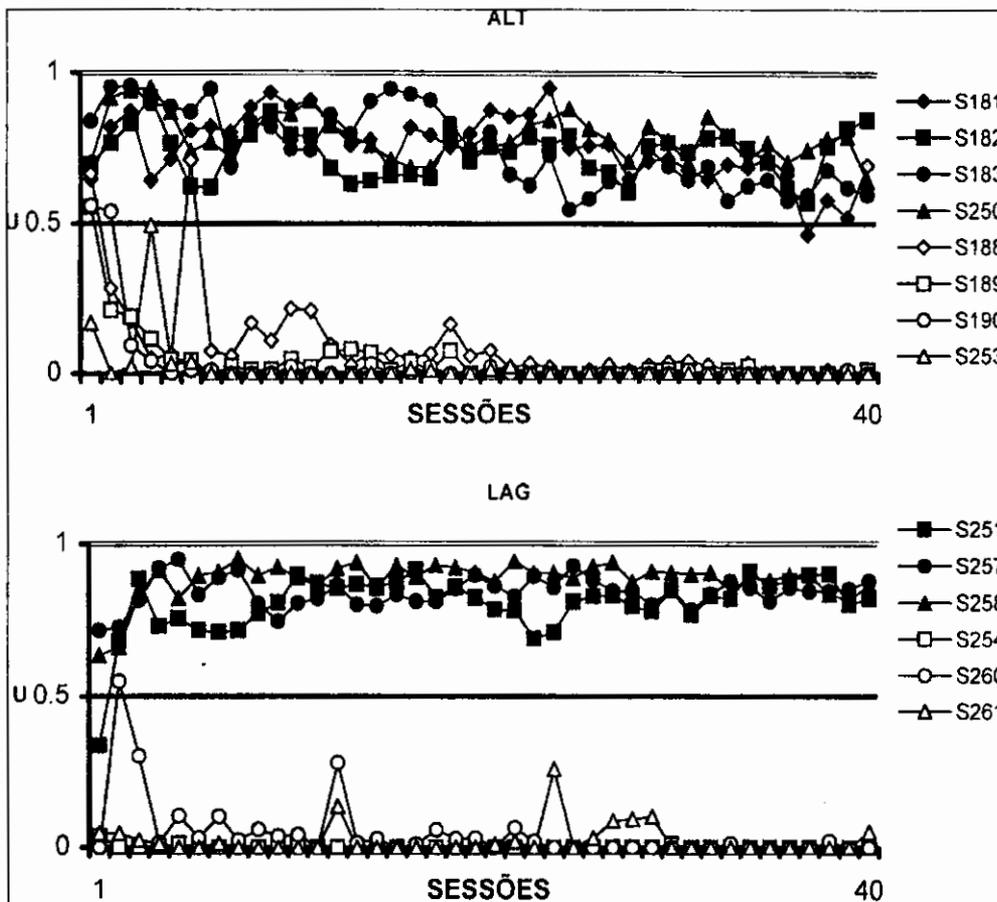


Figura 1: Valores do índice U obtidos, sessão a sessão, para os sujeitos expostos ao esquema ALT (símbolos cheios), seus pares submetidos ao esquema YOKE (símbolos vazios), para os sujeitos expostos ao esquema LAG (símbolos cheios) e seus pares submetidos ao esquema YOKE (símbolos vazios).

A Tabela 1 apresenta os índices U médios, por sujeito, para as 40 sessões e os índices U médios, também por sujeito, para as 20 primeiras sessões e para as 20 sessões finais. As médias obtidas com os sujeitos do grupo LAG foram todas superiores às obtidas com os sujeitos do grupo ALT. Note-se também que as médias obtidas nas 20 sessões finais foram superiores às médias obtidas nas 20 sessões iniciais, para todos os sujeitos do grupo LAG. Observa-se ainda que, à exceção do sujeito 182, as médias obtidas nas 20 sessões finais foram inferiores às médias obtidas nas 20 sessões iniciais, para todos os sujeitos do grupo ALT.

Tabela 1

SUJEITOS	U MÉDIO		
	<i>40 sessões</i>	<i>20 sessões iniciais</i>	<i>20 sessões finais</i>
ALT			
181	0,755	0,798	0,712
182	0,734	0,733	0,735
183	0,750	0,855	0,645
250	0,787	0,802	0,773
LAG			
251	0,804	0,789	0,819
257	0,842	0,832	0,852
258	0,883	0,875	0,890

Índices U médios, por sujeito, para as 40 sessões, para as 20 primeiras e para as 20 sessões finais.

A Figura 2 apresenta as porcentagens, por oportunidade, de emissão das seqüências de zero, uma, duas ou três alterações nas sessões 1, 10, 20, 30 e 40. Pode-se constatar que inicialmente (sessão 1) as seqüências com zero alterações foram mais freqüentes no repertório de todos os animais, independentemente do esquema a que foram submetidos. Todavia, à medida que as sessões transcorriam, as seqüências com maior número de alterações (notadamente, duas e três alterações) tornaram-se gradativamente mais freqüentes no repertório dos sujeitos submetidos às contingências ALT e LAG.

Relativamente aos sujeitos expostos à contingência ALT, observa-se que, ao final do experimento (sessão 40), as seqüências com maior número de alterações tornaram-se majoritárias: As seqüências de duas e três alterações totalizaram mais de 60% das emissões em todos os sujeitos, com exceção do sujeito 183, que se desviou desse padrão geral: Após um aumento da emissão de seqüências de duas e três alterações (sessão 10), esse animal voltou a concentrar-se nas seqüências de menor número de alterações (sessões 20 e 30). Para o sujeito 183, observou-se um acentuado predomínio das seqüências de duas alterações, na sessão final.

Em relação aos sujeitos expostos à contingência LAG, não obstante a prevalência inicial das seqüências de zero alterações (sessão 1), observa-se uma fase intermediária (sessão 20) em que a apresentação das seqüências, relativamente ao número de alterações, revelou-se mais equitativa, com um ligeiro predomínio das seqüências de duas ou três alterações. As emissões voltaram, no entanto, a se concentrar nas seqüências de menor número de alterações (sobretudo seqüência com zero alterações), na sessão final, com exceção do sujeito 257, que se aproximou bastante da distribuição que se esperaria obter de um organismo que emitisse aleatoriamente as 16 seqüências

disponíveis. Embora tenham exibido tendências opostas, os sujeitos do grupo LAG apresentaram uma distribuição mais equitativa, ao final do experimento, do que a revelada pelos animais do grupo ALT.

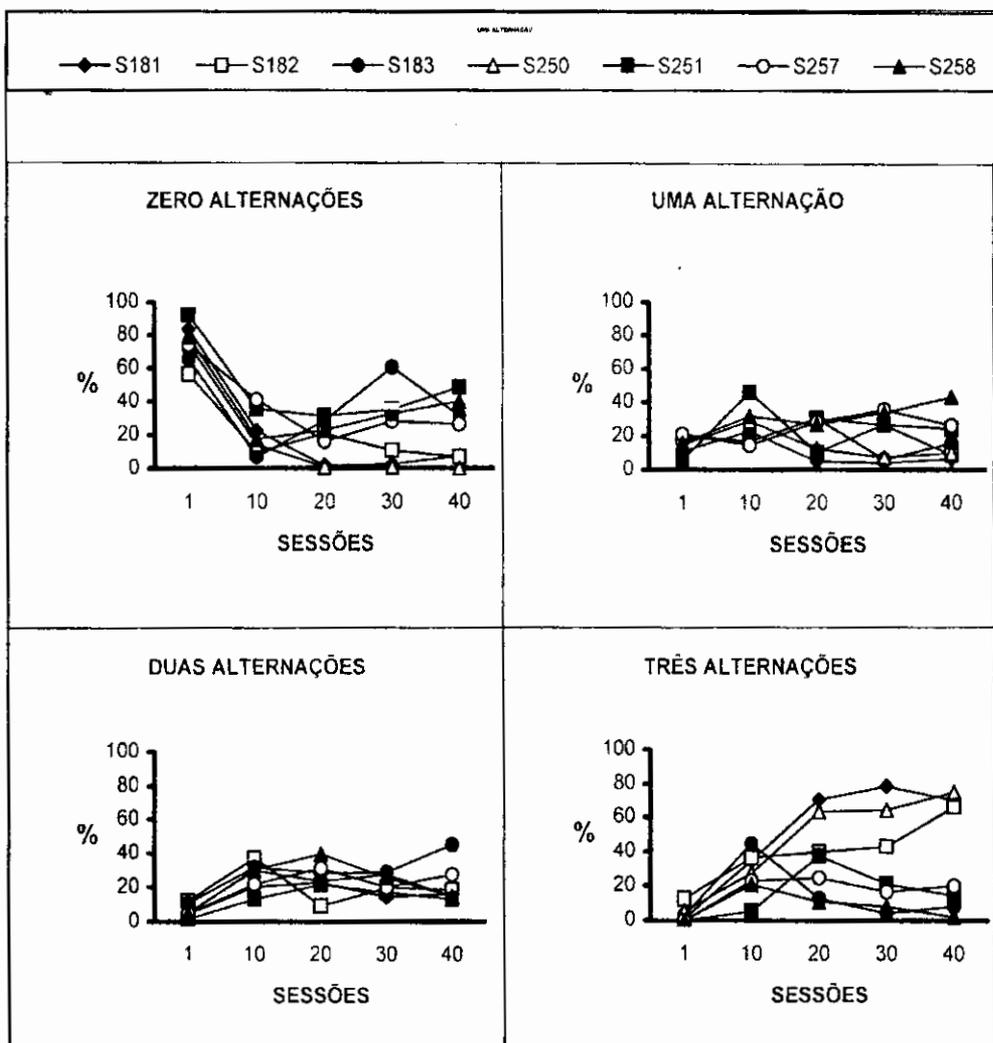


Figura 2: Porcentagens, por oportunidade, de emissão de seqüências de zero, uma, duas e três alternações, nas sessões 1, 10, 20, 30 e 40, para os sujeitos expostos ao esquema ALT (181, 182, 183 e 250) e para os sujeitos expostos ao esquema LAG (251, 257 e 258).

A Figura 3 mostra as taxas de reforçamento obtidas com os sujeitos experimentais para as sessões 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40. Vê-se que, na maior parte das vezes, as taxas obtidas com os sujeitos do grupo YOKE foram iguais ou superiores às taxas alcançadas pelos seus respectivos pares dos grupos ALT e LAG.

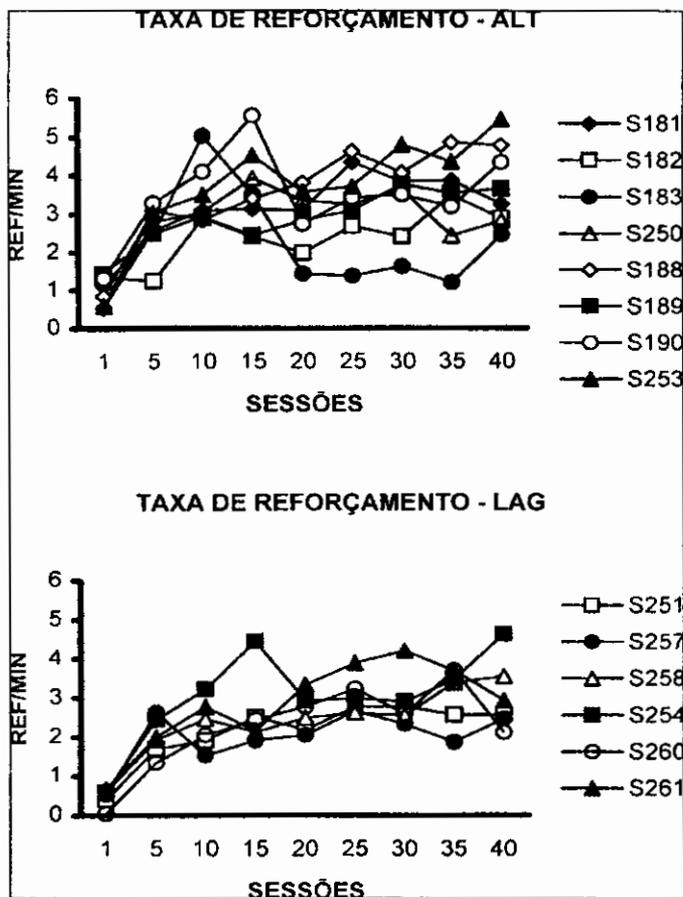


Figura 3: Taxas de reforçamento obtidas pelos sujeitos expostos ao esquema ALT (181, 182, 183 e 250), seus pares submetidos ao esquema YOKE (respectivamente, 188, 189, 190 e 253), para os sujeitos expostos ao esquema LAG (251, 257 e 258) e seus pares submetidos ao esquema YOKE (respectivamente, 254, 260 e 261), para as sessões 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40.

DISCUSSÃO

Em resposta ao primeiro objetivo desse experimento, os resultados aqui apresentados indicam que o reforçamento diferencial de alternações gera um padrão comportamental de variabilidade. Contudo, da mesma forma que observado por Machado (1997), a comparação desses resultados com os produzidos pelo esquema LAG revela que eles não são equivalentes entre si, apresentando duas diferenças relevantes para a análise em curso: 1) os níveis de variabilidade produzidos pelo esquema ALT foram, no geral, inferiores aos produzidos pelo esquema LAG, e 2) os altos níveis de variabilidade produzidos pelo esquema ALT foram transitórios, ao contrário do observado quando em vigor o esquema LAG, que manteve os altos níveis de U até o final do experimento.

O fato de que os índices médios de variabilidade colhidos com os animais do grupo LAG tenham sido superiores aos obtidos com os animais do grupo ALT pode explicar-se pelos diferentes níveis de exigência impostos por cada uma das contingências. Se emitisse uma única seqüência de três alternações, o animal do grupo ALT receberia todos os reforços disponíveis nesse esquema. Ou ainda, a emissão exclusiva de uma única seqüência de duas alternações renderia ao animal do grupo ALT 80 % dos reforços disponíveis. No esquema LAG, o total de reforços disponíveis seria obtido por um animal que emitisse, ao menos, cinco diferentes seqüências, desde que se alternassem ordenadamente de forma a nunca repetirem nenhuma das quatro últimas.

A tendência decrescente que se observou nos índices de variabilidade dos animais do grupo ALT é o resultado direto do reforçamento diferencial das seqüências com maior número de alternações. Ao mesmo tempo, esse dado mostra que, embora esse reforçamento esteja em curso, há outros controles sobre a emissão das seqüências de zero ou poucas alternações. Dados prévios sugerem que, na ausência do reforçamento diferencial de alternações, as seqüências mais freqüentes são as que envolvem menos alternações (Hunziker *et al.*, 1996, 1998). Assim, ao ser implantada a contingência ALT, ocorreria uma queda gradual da emissão das seqüências mais prováveis (de zero ou uma alternação) e um aumento gradual de emissão das seqüências menos prováveis (com duas ou três alternações). Até um certo ponto, o relativo equilíbrio entre essas duas tendências produziria a emissão de seqüências diversificadas, o que geraria os altos índices de variabilidade observados nas sessões iniciais. No decorrer das sessões, o reforçamento diferencial selecionaria crescentemente as seqüências com maior número de alternações, reduzindo a diversidade das seqüências emitidas, o que provocaria a queda gradual dos níveis de variabilidade, conforme observado nesse experimento. Sob essa contingência, o sujeito podia obter 100% de reforçamento se emitisse repetidamente uma única seqüência de três alternações. Isso significa que, em última instância, o comportamento mais adaptativo seria esse tipo de repetição. É possível que, dados os

controles conflitantes descritos acima, esse padrão demore para ocorrer, necessitando um número maior de sessões onde vigore o esquema ALT. Com o número de sessões aqui realizadas não se observou esse padrão extremo de repetição, mas sim o declínio dos níveis de variabilidade (que equivale ao aumento das repetições), resultado que se ajusta a essa análise.

O esquema LAG, por sua vez, não seleciona especificamente nenhum tipo de seqüência, mas apenas a sua característica relativa de “ser diferente de”. Dentre 16 seqüências possíveis, há sempre no mínimo 12 que diferem das quatro anteriores, preenchendo o requisito do esquema. Assim, o universo de escolha do animal é bastante ampliado. Num extremo, o máximo de repetição que poderia ocorrer e se ajustar ao esquema seria uma série de cinco seqüências diferentes, que se sucederiam em ordem fixa. Contudo, a manutenção desse padrão envolveria a seleção de uma cadeia comportamental muito complexa, de 20 respostas (cinco seqüências de quatro respostas) emitidas numa ordem fixa. Apesar de teoricamente possível, os dados indicam que esse padrão não corre: Mesmo após 40 sessões, não observamos em LAG esse ciclo de cinco seqüências. Como os altos níveis de variabilidade se mantêm constantes, podemos supor que a exigência de “ser diferente de” é crucial não apenas para que se estabeleça um padrão variável de respostas, mas para mantê-lo.

Esses resultados coincidem com os obtidos por Machado (1997), confirmando a hipótese de que o procedimento de reforçar diferencialmente a alternância não produz variabilidade comportamental em níveis idênticos aos produzidos pela contingência LAG. Isto é, a contingência ALT produziu alguma variabilidade. Essa variabilidade apresentou, no entanto, níveis médios menores que os produzidos pela contingência LAG-4. Note-se ainda que, diferentemente da contingência LAG-4, a contingência ALT não manteve os índices de variabilidade produzidos nas sessões iniciais.

No seu conjunto, os resultados aqui obtidos são coincidentes com a interpretação de Page e Neuringer (1985) de que a variabilidade (ou o se comportar de forma diferente de) pode ser um padrão comportamental diretamente reforçado, ou seja, ela é uma dimensão do comportamento controlada de forma operante, tanto quanto o são taxa, força, duração, IRTs, etc. Aparentemente, a interpretação de Machado não se contrapõe à de Page e Neuringer como inicialmente suposto: Ambos os processos podem coexistir, embora, aparentemente, seja necessária a exigência do “ser diferente de” para que a variabilidade se mantenha.

No que diz respeito ao segundo objetivo desse experimento, a contingência YOKE permitiu verificar que os níveis de imprevisibilidade de primeira ordem atingidos pelos sujeitos dos grupos ALT e LAG deveram-se, ao menos em sua maior parte, a essas contingências, e não à intermitência no regime de apresentação dos reforços dispensados em ambos os esquemas.

Esse resultado requer, no entanto, algumas considerações. O esquema YOKE apresenta características de um esquema de razão variável - Page & Neuringer (1985) o denominaram *yoked-VR* -. Uma importante característica dos esquemas de razão consiste em que, nesses esquemas, a taxa de reforçamento, definida como o quociente *número de reforços obtidos / intervalo fixo de tempo*, é função direta da taxa de respostas, definida como o quociente *número de respostas emitidas / intervalo fixo de tempo*. Segue-se, pois, que as taxas de reforçamento verificadas nos esquemas YOKE são função direta do quociente *número de tentativas executadas / intervalo fixo de tempo*.

Ocorre que a emissão de uma seqüência é, presumivelmente, tanto mais rápida, quanto menor é o número de vezes que o animal passe de uma a outra chave, porquanto a própria a resposta de passar de uma a outra chave consome um certo intervalo de tempo. No esquema *yoked*, portanto, as mais elevadas taxas de reforçamento são obtidas pelo animal que emite exclusivamente seqüências de um único componente (como EEEE ou DDDD), uma vez que a contingência não impõe qualquer restrição quanto à composição particular da seqüência emitida.

O comportamento de não alternar entre as barras, exibido pelos sujeitos do grupo YOKE, pode ter sido diferencialmente reforçado pelas mais elevadas taxas de reforçamento que resultavam desse padrão de comportamento. A Figura 3 mostra que, de fato, as taxas de reforçamento foram, em geral, maiores para os sujeitos do grupo YOKE do que para os seus respectivos pares dos grupos ALT e LAG. É possível que o delineamento *yoked-VR* tenha reforçado diferencialmente a estereotipia comportamental, dispensando os mais elevados valores de taxa de reforçamento aos sujeitos que emitiram todas as suas respostas sobre um único *manipulandum*.

Nossos resultados demonstram, em resumo, que a variabilidade comportamental, tal como a definimos neste trabalho, pode ser gerada e mantida pelo procedimento *lag - n*, mas não pela apresentação intermitente de reforços. Além disso, o procedimento de reforçar diferencialmente seqüências que continham maior número de alternância entre barras não se mostrou tão eficaz para gerar e, principalmente, manter um padrão variável de seqüências emitidas: Embora essa contingência tenha gerado alguma variabilidade, esta se deu em níveis menores que os níveis obtidos sob o esquema *lag - n*, com tendência a declinar à medida que as sessões experimentais transcorriam.

REFERÊNCIAS

- Atneave, F. (1959). *Applications of information theory to psychology: A summary of basic concepts, methods and results*. New York: Holt-Dryden Book: Henry Holt.
- Boren, J. J., Moerschbaecher, J. M., & Whyte, A. A. (1978). Variability of response location on fixed-ratio and fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30, 63-67.

- Denney, J., & Neuringer, A. (1998). Behavioral variability is controlled by discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 26 (2), 154-162.
- Eckerman, D., & Lanson, R. (1969). Variability of response location for pigeons responding under continuous reinforcement, intermittent reinforcement, and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 73-80.
- Ferraro, D. P., & Branch, K. H. (1968). Variability of response location during regular and partial reinforcement. *Psychological Reports*, 23, 1023-1031.
- Hunziker, M. H. L., Saldana, L., & Neuringer, A. (1996). Behavioral variability in SHR and WKY rats as a function of rearing environment and reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 129-144.
- Hunziker, M. H. L., Caramori, F. C., Silva, A. P., & Barba, L. S. (1998). Efeitos da história de reforçamento na variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 14 (2), 149-159.
- Machado, A. (1989). Operant conditioning of behavioral variability using percentil reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 155-166.
- Machado, A. (1992). Behavioral variability and frequency-dependent selection. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 241-263.
- Machado, A. (1993). Learning variable and stereotypical sequences of responses: Some data and a new model. *Behavioral Processes*, 30, 103-130.
- Machado, A. (1997). Increasing the variability of response sequences in pigeons by adjusting the frequency of switching between two keys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68, 1-25.
- Morris, C. J. (1987). The operant conditioning of response variability: Free-operant versus discrete-response procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47, 273-277.
- Neuringer, A. (1991). Operant variability and repetition as functions of interresponse time. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17, 3-12.
- Neuringer, A. (1992). Choosing to vary and repeat. *Psychological Science*, 3, 246-250.
- Neuringer, A. (1993). Reinforced variation and selection. *Animal Learning and Behavior*, 21 (2), 83-91.
- Page, S., & Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 429-452.
- Schwartz, B. (1982). Failure to produce response variability with reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 171-181.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi verificar como diferentes contingências de reforçamento afetam a variabilidade comportamental. Quatorze ratos foram reforçados por emitir seqüências de quatro respostas de pressão à barra direita (D) ou esquerda (E). Alguns animais eram reforçados se o padrão de distribuição das repostas D e E dentro da seqüência diferisse do padrão apresentado nas quatro últimas (LAG). Para outros animais, a probabilidade de reforçamento aumentava com o número de alterações entre as barras (ALT). Sujeitos acoplados aos dois grupos anteriores receberam a mesma distribuição de reforços, independentemente do padrão da seqüência ou do número de alterações (YOKE). Após 40 sessões, verificou-se que ambas as contingências LAG e ALT produziram alta variabilidade comportamental, mas apenas LAG manteve esses altos índices ao longo das sessões. As contingências YOKE produziram seqüências repetitivas. Esses resultados confirmam a idéia de que essa variabilidade não é produzida

pela intermitência do reforçamento. Eles também sugerem que para a variabilidade ser mantida é necessário que ela seja diretamente reforçada, não sendo suficiente que se reforce o comportamento de alternar. Tais resultados são coincidentes com a hipótese de que a variabilidade é um operante.

Palavras chave: Variabilidade, alternância, seqüências, originalidade, aprendizagem operante, comportamento animal.

ABSTRACT

The aim of this study was to examine how different reinforcement contingencies affect behavioral variability. Fourteen rats were required to press a right or left lever to complete four-response sequences. Some animals were reinforced if the sequence pattern was different from the patterns of each of the last four sequences (LAG). For other rats, the probability of reinforcement increased with the number of switching responses within a sequence (ALT). Finally, another group of rats received the same reinforcement distribution as the other animals, regardless of their sequence pattern or the number of switching responses in a sequence (YOKE). After 40 sessions, both the LAG and the ALT contingencies produced high behavioral variability levels, but only the LAG contingency maintained these high levels until the last session. The YOKE contingency produced repetitive sequences. The results confirm the idea that sequence variability is not produced by intermittent reinforcement. They also suggest that for variability to be maintained it must be directly reinforced; it is not enough to reinforce switching behavior. The data are consistent with the hypothesis that behavioral variability is an operant.

Key words: Variability, shift response, sequences, originality, operant learning, animal behavior.