UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Francisco Andeson Gonçalves Carneiro

**Efeitos da Combinação de Contingências de Treino Pavloviano e Operante
sobre o Responder Discriminado em Ratos**

Versão Revisada

São Paulo - SP

2018

Francisco Andeson Gonçalves Carneiro

**Efeitos da Combinação de Contingências de Treino Pavloviano e Operante
sobre o Responder Discriminado em Ratos**

Versão Revisada

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Psicologia Experimental.

Orientadora: Prof.^a Dra. Miriam Garcia Mijares

São Paulo - SP

2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL
DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU
ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA
A FONTE.

Catálogo na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonçalves Carneiro, Francisco Andeson
Efeitos da Combinação de Contingências de Treino Pavloviano e Operante
sobre o Responder Discriminado em Ratos / Francisco Andeson Gonçalves
Carneiro; orientadora Miriam Garcia Mijares. -- São Paulo, 2018.
100f.
Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental) --
Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2018.

1. Condicionamento Pavloviano. 2. Condicionamento Operante. 3. Controle de
estímulos. 4. Taxa de reforço. 5. Ratos. I. Garcia Mijares, Miriam , orient. II. Título.

O presente trabalho foi financiado integralmente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), com bolsa de doutorado concedida a Francisco Andeson Gonçalves Carneiro (Processo PROEX 0039047)

Nome: Francisco Andeson Gonçalves Carneiro

Título: Efeitos da Combinação de Contingências de Treino Pavloviano e Operante sobre o Responder Discriminado em Ratos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências (Psicologia Experimental).

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

*Aos meus sobrinhos, Arthur & Sarah,
pela nova forma de amor a mim apresentada, dedico!*

*“Digo: o real não está na saída nem na
chegada: ele se dispõe para a gente é no
meio da travessia”*
(Guimarães Rosa, *Grande Sertão: Veredas*,
1956)

Agradecimentos

A minha travessia pela pós-graduação foi marcada por importantes mudanças pessoais e profissionais. Viver tudo isso foi bem mais fácil e interessante por ter o apoio de pessoas ao meu lado, para as quais eu devo os meus sinceros agradecimentos!

À minha família. Meus queridos pais (Maria & José), obrigado pelo amor incondicional dedicado a mim, que supera as distâncias. O apoio e a compreensão de vocês foram fundamentais em me manter firme nessa caminhada, principalmente quando eu sentia que devia fazer o contrário do que o mundo impunha a mim. Aprendi desde cedo com vocês que construir a própria vida é bem mais prazeroso do que seguir um roteiro pré-estabelecido. E como isso foi importante, ao longo desses anos! Minhas queridas irmãs (Angelândia & Adriana), obrigado pelo apoio e acolhimento na minhas chegadas e partidas em Teresina, e por me mostrarem que o amor mais genuíno é exercido nas situações de dificuldade. E que sobrinhos lindos (Arthur & Sarah) vocês duas me presentearam. Amo todos vocês!

À minha família de São Paulo: Tio Arnaldo, Nety, Nalva, Marina, Valéria, Ricardo e Luana, obrigado pelo cuidado e apoio cotidianamente dedicados a mim. Ter a certeza de que sempre estavam ao meu lado fez toda a diferença durante essa jornada. Muito obrigado!

À minha orientadora, Miriam Garcia Mijares! Muito obrigado pela confiança no meu trabalho, pelas orientações na pesquisa e discussões sobre o tema, que sempre me deixavam empolgados para seguir em frente, em todas as etapas. Foram valiosos os seus ensinamentos de que, acima de qualquer pesquisa, existe um ser humano com uma vida além da pós-graduação. Agradeço por me oferecer um ambiente de cuidado, respeito e confiança e por possibilitar uma vida acadêmica repleta de variabilidade, que muito contribuiu na minha formação de pesquisador. Completo esta etapa muito satisfeito!

Aos meus colegas de laboratório e da pós-graduação: William, Alceu, Liane, Rodrigo, Guilherme, Catalina, Yulla, Hernando, Melissa, Bruna, Felipe, Luiz, Aline, Mirela, Pedro Zuccolo, Diana, Paulinho, Talita e Marina. Obrigado pela recepção, discussões teóricas e contribuições com a pesquisa e os momentos compartilhados nos almoços, cafezinhos e as diversões nessa cidade maluca.

William Patarroyo, obrigado pela amizade e apoio, ao longo desses anos, e pelas aventuras compartilhadas, que tornaram a caminhada mais leve. Alceu Martins Filho, obrigado pela amizade e conversas sempre motivadoras ao longo desses anos. Rodrigo Dicezare, que tranquilidade contagiante! Aprendi muito com vocês, Jovens!

Aos meus amigos de Teresina: Cristiane, Daniel & Bruna. Como foi importante, a cada ano, reencontrá-los e compartilhar cada momento desse trabalho com vocês. Obrigado pela valiosa amizade, ao longo desses anos! Gláuber, Tiago, Daniel & Júnior, revê-los a cada fim de ano e compartilhar a amizade com vocês sempre dava ânimo para seguir em frente!

Aos Professores da pós-graduação, que também contribuíram para minha formação acadêmica ao longo das disciplinas e colegiados na pós-graduação: Maria Helena (Tatu), Paula Debert, Martha Hubner, Armando Machado, Márcia Bertolla, Nicolas Châline, Daniela Bonci, Danilo Guimarães, Briseida Resende, Patrícia Izar e Mirella Gualtieri.

Aos membros da banca avaliadora: Dra. Maria Helena Hunziker (Tatu), Dr. Julio de Rose, Dr. Rafael Modenesi, Dra. Diana Cortés e Dr. Carlos Cançado. Obrigado pela disponibilidade em contribuir com as discussões neste trabalho.

Aos técnicos, secretários e demais funcionários: Sônia, Fátima, Graziela, Eliane e Noel, obrigado pela dedicação e auxílio nas questões inerentes à pós-graduação.

À CAPES, pelo auxílio financeiro indispensável!

RESUMO

Carneiro, Francisco Andeson Gonçalves. (2018). *Efeitos da Combinação de Contingências de Treino Pavloviano e Operante sobre o Responder Discriminado em Ratos* (Tese de Doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

Pesquisas sobre interação entre contingências de treino Pavloviano (PV) e treino operante (OP) têm enfatizado a influência do treino Pavloviano sobre o responder operante, mas não uma interação entre ambos os tipos de condicionamento. Neste trabalho é proposto estudar a interação a partir da combinação dos estímulos de ambas as contingências de treino, de forma que eles atuem simultaneamente como variáveis independentes na produção de um fenômeno comportamental. Para isso, a manipulação da taxa de reforço correlacionada aos estímulos condicional (CS) e discriminativo (S^D) e a combinação desses estímulos em procedimentos de discriminação com estímulo composto foram utilizados como estratégias experimentais. No Estudo 1, três experimentos foram realizados com o objetivo de verificar a relação linear entre a taxa de reforço (r) correlacionada aos estímulos e a taxa de resposta (R) em treinos de discriminação com estímulos compostos em ratos. Nos Experimentos 1 (treino PV) e 2 (treino OP), ratos passaram por treino com um estímulo composto $AB_{100\%}$ e três estímulos elementais, $B_{50\%}$, $C_{50\%}$ e $D_{25\%}$. No Experimento 1 uma solução aquosa de sacarose (SAC) era liberada, como estímulo incondicional (US), em 100% das tentativas de $AB_{100\%}$, em 50% das vezes em $B_{50\%}$ e $C_{50\%}$ e em 25% das tentativas com $D_{25\%}$, em esquema de tempo variável VT-10s. No Experimento 2 a mesma taxa de SAC correlacionada aos estímulos foi mantida, mas dependeu do responder em esquema variável VI-10 s. Após essa fase, em ambos os experimentos, tentativas de sonda com o estímulo A, em extinção, foi adicionada. As respostas avaliadas foram inserir a cabeça no bebedouro (RIC) no treino PV (Experimento 1) e pressão à barra (RPB) no OP (Experimento 2). No experimento 3, a r na presença do estímulo $A_{100\%}$ foi 100% e de $B_{50\%}$ e $C_{50\%}$ foi 50%. O estímulo avaliado em sonda foi um composto BC. Os resultados dos Experimentos 1 e 2 mostraram que a R da Sonda A foi equivalente à R nos estímulos $B_{50\%}$ e $C_{50\%}$, indicando uma relação linear entre r e R (i.e., $r_A = r_{AB-RB}$). No Experimento 3, a R na Sonda BC foi equivalente à R em $A_{100\%}$, indicando somação das taxas de reforço (i.e., $r_{BC} = r_B + r_C$). Nos experimentos 4 e 5 (Estudo 2) os treinos PV e OP foram combinados. Ratos passaram por PV e OP na mesma sessão, como o objetivo de verificar a somação da taxa de reforço (i.e., US e S^D) a partir da combinação de CS e S^D em condicionamento com estímulo composto. Nas tentativas de OP, RPB em VI-10 s foi seguido por SAC em 100% das vezes nas tentativas com o estímulo $A_{100\%}$ e em 50% das vezes em $C_{50\%}$. Nas tentativas de treino PV, o estímulo $B_{50\%}$ foi seguido por SAC em 50% das vezes, em VT-10s, com a barra ausente. Após essa fase, os estímulos $B_{50\%}$ e um composto BC foram adicionados ao treino por dez sessões, mas apresentados em tentativas de sonda em extinção (Exp. 4); no Experimento 5, foram realizadas sete sessões apenas com a Sonda BC e mais quatro sessões com as Sondas B e BC. Os resultados do experimento 4 indicaram somação entre os estímulos B e C em relação à resposta RIC (R em Sonda BC equivalente à R em $A_{100\%}$), mas não para RPB. No experimento 5, houve ocorrência de somação entre os estímulos B e C em ambos os tipos de treino (R em BC foi equivalente à R em $A_{100\%}$, para ambas as respostas RIC e RPB). Os dados foram discutidos em termos da teoria da estimação da taxa (RET), somação da taxa de reforço envolvendo CS e S^D combinados e valor preditivo dos estímulos durante o condicionamento.

Palavras-Chave: condicionamento Pavloviano, condicionamento operante, controle de estímulos, taxa de reforço, ratos

ABSTRACT

Carneiro, Francisco Andeson Gonçalves. (2018). *Effects of Pavlovian-Operant Training Contingencies Combination on Discriminative Responding in Rats* (Tese de Doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

Researches on Pavlovian-operant training interaction have emphasized the influence of Pavlovian training on the operant responding, but not an interaction between both type of conditioning. In this work, it is proposed to study the interaction through the combination of the stimuli of both training contingencies, so that they act simultaneously as independent variables in the production of a behavioral phenomenon. For this, the manipulation of the reinforcement rate correlated to the conditional (CS) and discriminative (S^D) stimuli, and the combination of these stimuli in the procedure of discrimination with compound stimulus were used as experimental strategies. In study 1, three previous experiments were carried out with the objective of verifying the linear relationship between the reinforcement rate (r) correlated to stimuli and rate response (R) on compound stimulus discrimination in rats. In Experiments 1 (PV training) and 2 (OP training), rats were trained with a compound stimulus $AB_{100\%}$ and three individual stimuli $B_{50\%}$, $C_{50\%}$, and $D_{25\%}$. In PV, the aqueous solution of sucrose (SUC) was delivered as the unconditional stimulus on 100% of trials with $AB_{100\%}$, 50% of times in $B_{50\%}$, and $C_{50\%}$ and 25% of trials with $D_{25\%}$, on a variable time schedule VT-10 s. In the OP, the same SAC rate correlated to the stimuli was maintained but depended on the responding on a variable schedule VI-10 s. After this phase, in both experiments, probe trials with the stimulus A, in extinction, was added to each experimental session. The evaluated responses were a head entry (HE) in the PV training and lever pressing (LP) in OP training. In Experiment 3, rats received a similar training to Experiment 2, the stimulus $A_{100\%}$ with r of 100% of trials, $B_{50\%}$ and $C_{50\%}$ with r of 50%. The probe stimulus was a compound BC. The results of Experiments 1 and 2 showed that R of Probe A was equivalent to R in $B_{50\%}$ and $C_{50\%}$ stimuli, indicating a linear relationship between r and R (i.e., $r_A = r_{AB} - r_B$). In Experiment 3 (OP), R in Probe BC was equivalent to R in $A_{100\%}$, indicating summation of the reinforcement rates (i.e., $r_{BC} = r_B + r_C$). The Experiments 4 and 5 (Study 2) were carried out with the combination of PV and OP training. Rats were trained in PV and OP procedures in the same session with the objective of verifying summation of reinforcement rates (i.e., US, and Sr) from the combination of CS and S^D in conditioning with the compound stimuli. Rats were trained in PV and OP procedures in the same session, with the objective of verifying the summation of the reinforcement rate (i.e., US and S^r) from the combination of CS and S^D in compound stimulus conditioning. In OP trials, LP on a VI-10s were followed by SUC on 100% of times in the $A_{100\%}$ trials, and 50% of trials with $C_{50\%}$. In PV trials, the stimulus $B_{50\%}$ was followed by SUC on 50% of trials on VT-10 s, without the lever. After this phase, $B_{50\%}$ stimuli and a BC compound were added in OP contingency for ten sessions, in extinction (Exp 4); in Experiment 5, seven sessions were performed with only the Probe BC and four sessions with Probes BC and B. The results of Experiment 4 indicated evidence for summation in relation to HE (R in BC probe equivalent to R in $A_{100\%}$), but not for LP. In Experiment 5, there was the occurrence of summation in both types of training (R in BC was equivalent to R in $A_{100\%}$, for both HE and LP responses). The data were discussed in terms of Rate Estimation Theory (RET), the summation of the reinforcement rate involving combined CS and SD, and the predictive value of the stimuli during conditioning.

Keywords: Pavlovian conditioning, operant conditioning, stimuli control, rate reinforcement, rats

LISTA DE FIGURAS

Estudo 1 - Relação entre Taxa de Resposta e Taxa de Reforço em Condicionamento

Pavloviano e Operante com Estímulos Compostos em Ratos.

Figura 1. (a): taxa média de resposta (r/s) no estímulo composto AB_{100%} e nos elementais... 43

Figura 2. (a): taxa média de resposta (r/s) no estímulo composto AB_{100%} e nos elementais... 47

Figura 3. (a): taxa média de resposta (r/s) no estímulo A_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e sonda BC... 53

Figura 4. Taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) durante o período de IET... 62

Estudo 2 - Somação da Taxa de Reforço a partir da Combinação de Estímulos

Condicionais (CS) e discriminativos (S^D) no Responder Discriminado de Ratos

Figura 5. (a): taxa média de resposta RPB (r/s) nos estímulos do treino operante... 62

Figura 6. Figura 6. (a): taxa média de resposta (r/s) RIC durante o treino PV... 63

Figura 7. Figura 7. Taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) RIC durante os estímulos... 69

Figura 8. Figura 8. (a): taxa média de resposta RPB (r/s) nos estímulos do treino operante... 76

Figura 9. Figura 9. (a): taxa média de resposta RIC (r/s) nos estímulos do treino operante... 77

Figura 10. Figura 10. Taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) RIC durante os estímulos... 81

SUMÁRIO

Resumo	ix
Abstract	x
Lista de Figuras	xi
Proposta de Estudo sobre a Interação entre Contingências de Treino Pavloviano e Operante a partir de Condicionamento com Estímulo Composto	33
Estudo 1 - Relação entre Taxa de Resposta e Taxa de Reforço em Condicionamento Pavloviano e Operante com Estímulo Composto em Ratos	38
Experimento 1	39
Método	40
Resultado e Discussão	42
Experimento 2	44
Método	44
Resultados e Discussão	46
Experimento 3	48
Método	49
Resultados e Discussão	51
Discussão Geral Experimentos 1, 2 e 3	53
Estudo 2 –Somação da Taxa de Reforço a partir da Combinação de Estímulos Condicionais (CS) e discriminativos (S ^D) sobre o Responder Discriminado de Ratos	56
Experimento 4	57
Método	58
Resultados e Discussão	61
Experimento 5	72
Método	73
Resultados e Discussão	75
Discussão Geral dos Experimentos 4 e 5	82
Conclusões	88
Referências	91

Desde os estudos iniciais sobre condicionamento Pavloviano e condicionamento operante há consenso entre os pesquisadores sobre a diferença entre ambos quanto aos procedimentos envolvidos, uma vez que no nível operacional as contingências experimentais deles são distinguíveis. Quanto ao procedimento, o primeiro envolve uma relação de contingência estímulo-estímulo (S-S), entre um estímulo condicional (CS) e um estímulo incondicional (US), a partir da qual uma resposta condicional (CR) do organismo é observada¹. No condicionamento operante, o procedimento envolve uma relação de contingência resposta-estímulo (R-S^r), no qual um estímulo consequente (S^r) é apresentado após a ocorrência da resposta do organismo. Em geral, se observa a mudança no responder em função das consequências que ela produz no ambiente.

Por outro lado, se esses procedimentos diferentes produzem processos distintos de aprendizagem é uma questão ainda controversa até os dias atuais. Uma das primeiras discussões sobre a distinção foi trazida por Miller e Knorski em 1928 (Miller & Konorski, 1928) e posteriormente ampliada em debate entre esses autores e Skinner (1937), com o seu trabalho sobre os tipos de reflexos condicionados. Desde então, argumentos teóricos e dados experimentais foram sistematicamente direcionados a esse tópico de discussão, alguns defendendo a distinção também quanto ao processo comportamental (e.g., Konorski & Miller, 1937a, 1937b; Pear & Eldridge, 1984; Rescorla & Solomon, 1967; Skinner, 1937) e outros sugerindo que mais parcimonioso uma abordagem integrativa que considere um processo comportamental comum, apesar das diferenças procedimentais existentes (e.g., Bindra, 1972; Delgado & Hayes, 2013, 2014; Donahoe, Burgos, & Palmer, 1993; Rehfeldt & Hayes, 1998).

¹ É comum encontrar na literatura o uso dos termos “incondicionado” e “condicionado” para os estímulos US e CS e para as respostas UR e CR. Nesse texto, os termos incondicional e condicional foram adotados, considerando algumas discussões na literatura sobre eles serem a tradução correta do russo para o inglês (Clark, 2004), e enfatizando a contingência de treino em que a apresentação de um estímulo é condicional a apresentação de outro estímulo.

A diferença no “sistema de respostas” envolvido no condicionamento foi um dos pontos iniciais quanto à distinção, segundo o qual o condicionamento Pavloviano envolveria somente respostas autonômicas e o operante abrangeria apenas respostas esqueléticas. Skinner (1938), por exemplo, diferenciava resposta condicionada como autonômica e eliciada, e resposta operante como voluntária e emitida. Entretanto, esse argumento baseado no sistema de respostas foi rebatido por alguns dados experimentais de condicionamento operante de respostas autonômicas (e.g., taxa cardíaca – Black, Osborne, & Ristow, 1977) e condicionamento Pavloviano de respostas esqueléticas (e.g., movimentos direcionados – e.g., *autoshaping* – Brown & Jenkins, 1968). Como aponta Domjan (2016), apesar da evidência experimental indicar que o sistema de respostas não é a maneira mais apropriada para distinguir ambos os condicionamentos, este continua sendo equivocadamente usado na literatura com esse propósito.

Na contramão dos que defendem a distinção, os pesquisadores da abordagem integrativa argumentam que se existissem diferenças entre condicionamento operante e Pavloviano, alguns fenômenos deveriam decorrer exclusivamente de um tipo de procedimento e não do outro, o que não seria sustentado pelos dados experimentais (Hearst, 1975). Como exemplo, apontam fenômenos em que há semelhanças entre os efeitos do reforçador na contingência R-S e do US em uma contingência S-S, bem como as similaridades entre fenômenos comportamentais comuns a ambos os condicionamentos (e.g., extinção, generalização, sombreamento, bloqueio, etc.). Por outro lado, os que defendem a distinção contra-argumentam que as comparações entre fenômenos comuns são feitas de forma genérica, sem levar em conta especificidades de procedimento, espécie usada, entre outros fatores (Hearst, 1975; Mackintosh, 1974).

Diante das controvérsias, e apesar do seu valor heurístico (Pear & Eldridge, 1984), a ausência de uma evidência clara de processos Pavlovianos e operantes “puros”

dificultam um argumento definitivo para se manter ou não uma distinção além do nível operacional. De acordo com Hearst (1975) essa distinção apenas seria possível quando se alcançasse uma evidência forte que mostrasse diferentes leis, fenômenos ou mecanismos subjacentes a cada tipo de procedimento. Mesmo assim, propostas teóricas que distinguem entre ambos os processos são debatidas ainda hoje (Burgos, 2018). Dentre elas, uma das mais influentes historicamente (Domjan, 2015) e relevante para esta pesquisa é a Teoria dos dois Processos de Aprendizagem-TDPA (Mowrer, 1947; Rescorla & Solomon, 1967). Segundo essa teoria, os condicionamentos Pavloviano e operante envolvem processos distintos de aprendizagem que estariam correlacionados, e seria essa correlação o principal alvo do estudo dos pesquisadores.

Na primeira versão da TDPA era proposto que respostas condicionais (CR) seriam mediadoras de respostas operantes (Henton & Iversen, 1978; Rescorla & Solomon, 1967), na medida em que a CR funcionaria como uma variável motivacional mantenedora do responder operante (Rescorla & Solomon, 1967). Nos estudos experimentais algumas CRs (e.g., taxa cardíaca, salivação, etc.) eram medidas, e eram avaliadas as maneiras que elas poderiam interagir servindo como um estado motivacional da resposta operante em vigor, seja aumentando ou diminuindo a frequência de sua ocorrência. Apesar de muito esforço científico, os resultados não foram frutíferos, pois nenhuma evidência clara do processo mediacional e/ou motivacional foi obtida (Rescorla & Solomon, 1967). Algumas dificuldades, tais como determinar os limites de cada tipo de resposta (i.e., onde começava uma e terminava a outra), separar as propriedades como latência e magnitude e a recuperação do responder, entre outras, levaram a proposta a um nível mais interpretativo do que empírico (Hearst, 1975). Por conseguinte, os pesquisadores na área reconheceram a estratégia como irrelevante e passaram a argumentar que CRs não medeiam respostas operantes, mas

ambas as respostas são mediadas por um mesmo estado central, relacionado às leis do condicionamento Pavloviano (Rescorla & Solomon, 1967).

Após a falha da primeira proposta, os pesquisadores da TDPA buscaram investigar a interação usando procedimentos Pavlovianos que produzissem importantes efeitos sobre uma resposta operante estabelecida. Tais efeitos eram avaliados a partir da apresentação de um CS em um arranjo experimental integrando os procedimentos dos dois tipos de condicionamento (Rescorla & Solomon, 1967). Alguns estudos foram eficientes em mostrar que CS's aversivos e apetitivos produziam efeitos de supressão e facilitação, respectivamente, sobre o responder operante estabelecido independentemente (Hearst, 1975). Eles concluíram que a apresentação do CS mudava o estado emocional do organismo alterando seu nível motivacional e, por conseguinte, esse estado emocional condicionado serviria “ou como motivador ou reforço” (Rescorla & Solomon, 1967, p. 172) da resposta operante. Nessa proposta, o fator motivacional na interação ainda permaneceu, porém, sendo essa função atribuída agora ao estímulo da contingência Pavloviana. Os pesquisadores da TDPA utilizaram como procedimento experimental para estudar a interação apresentar um CS, previamente estabelecido, e observar seus efeitos sobre o responder operante. Esse tipo de procedimento ainda norteia a pesquisa da área, que atualmente é denominada de “interação entre as contingências de condicionamento Pavloviano e Operante no controle do comportamento operante”.

Interação entre as Contingências de Treino Pavloviano e Operante

Nas áreas de pesquisa que serão descritas a seguir alguma medida de resposta operante sempre foi tomada como a variável dependente (VD), pois o interesse da área é verificar o quanto um aspecto da contingência Pavloviana (e.g., CS), a variável independente (VI), poderia afetar um responder operante em curso.

Inicialmente, o efeito da manipulação de contingências de treino Pavloviano era comumente avaliado por meio dos estudos sobre supressão de resposta operante (e.g., Estes & Skinner, 1941; Solomon & Turner, 1962), em que o efeito de CS associado a um US aversivo era sobreposto em uma contingência operante (i.e., supressão condicionada). Paralelamente, entretanto, outros procedimentos de pesquisas foram desenvolvidos com estímulos reforçadores (Estes, 1943, 1948; Walker, 1942), dando origem a área de pesquisa sobre transferência de controle de estímulos (TC), com numerosos estudos até os dias atuais, em animais humanos (Cartoni et al., 2015; Jeffs & Duka, 2017) e não humanos (Colwill & Rescorla, 1988; Davidson, Aparicio, & Rescorla, 1988; Holmes, Marchand, & Coutureau, 2010; Matell & Della Valle, 2018; Rescorla, 1994).

Transferência de Controle de Estímulo Pavloviano para a Contingência Operante.

O procedimento TC foi um dos mais utilizados no estudo de interação entre contingência de treino Pavloviano e operante. De início, os estudos buscavam evidências de relações Pavlovianas (S^D-S^r) embutidas em treinos discriminativos operantes ($S^D-R \rightarrow S^r$). Posteriormente, investigou-se de que forma um CS controlava uma resposta operante quando comparado a um S^{D2} .

Os estudos de TC comumente envolvem o estabelecimento de condicionamento operante de discriminação de estímulos ($S^D-R \rightarrow S^r$) e condicionamento Pavloviano ($CS-S^r$) de forma independente e uma posterior avaliação dos efeitos separados do S^D e CS sobre uma resposta operante. Colwill e Rescorla (1988, Exp. 3), por exemplo, realizaram um procedimento com caixas experimentais acopladas. Uma Luz (L) e um

² Os termos estímulo condicional (CS) e estímulo discriminativo (S^D) são usados no sentido operacional, como cada estímulo é nomeado durante os treinos. O CS precedendo o US e o S^D antecedente à resposta operante.

Tom (T) foram usados como S^D e CS, de modo que se para o animal de uma caixa a L fosse o S^D , esse mesmo estímulo seria obrigatoriamente o CS da segunda caixa. Da mesma forma, quando o T era apresentado como S^D para o animal em uma caixa, ele aparecia como CS para o outro animal da caixa acoplada. Nesse arranjo, metade dos animais foram treinados com a L sendo o S^D e T como CS, e na outra parte acoplada ocorreu o inverso.

Na Fase I, ratos foram treinados a focinhar (R_0) na presença de um S^D sob um esquema de intervalo variável de 30s (VI-30s) que disponibilizava sacarose (SAC) ou pellet como estímulo reforçador. As funções de estímulos (i.e., S^D e CS) atribuídas à L e ao T e qual era o reforçador (i.e., SAC ou *pellet*) associado a cada um deles foram contrabalanceados entre os animais, e o procedimento acoplado garantiu igualdade na quantidade de reforçadores entre os tipos de treino. Durante o treino, se para um rato o S^D fosse uma luz (L) e o responder em sua presença liberasse a SAC como reforçador, a SAC era liberada também, ao mesmo tempo, para um segundo rato na caixa acoplada, em um treino Pavloviano L–SAC. Para esse segundo rato, o T era utilizado como S^D no treino operante e o reforçador liberado após o responder era apresentado também em treino Pavloviano (e.g., T–*pellet*) para o rato da primeira caixa. As apresentações de estímulos eram separadas por um intervalo entre tentativas (IET), durante o qual não havia consequência programada. Na Fase II, duas respostas operantes (pressão à barra – R_1 e puxar uma corrente – R_2) foram treinadas com reforçadores diferentes (SAC ou *pellet*), em VI-30 s, com todos os animais. Para uma metade dos animais R_1 foi reforçada com SAC e R_2 com *pellet*, ocorrendo o inverso para os animais restantes. Em sequência, foi realizada uma sessão de extinção de R_1 e R_2 , seguida de uma sessão (Fase III) em que o S^D e o CS foram apresentados em extinção e a R_1 e R_2 foram medidas na presença desses estímulos. O objetivo era avaliar se haveria diferença entre as respostas

R_1 e R_2 treinadas com o mesmo reforçador da resposta inicial R_0 (e.g., $S^D-R_0 \rightarrow SAC$ e $R_1 \rightarrow SAC$; CS-SAC) ou com o reforçador diferente (e.g., $S^D-R_0 \rightarrow SAC$ e $R_2 \rightarrow pellet$; CS-SAC), usados na Fase I. A taxa de resposta na presença do S^D e CS foram analisadas, independente se foi L ou T.

Os resultados de Colwill e Rescorla (1988, Exp. 3) mostraram que na presença do S^D houve maior taxa em R_1 e R_2 treinadas com o mesmo reforçador de R_0 (e.g., $S^D-R_0 \rightarrow SAC$ e $R_1 \rightarrow SAC$), comparada à taxa dessas respostas quando treinadas com reforçadores diferentes (e.g., $S^D-R_0 \rightarrow SAC$ e $R_2 \rightarrow pellet$). Na presença do CS, a taxa de resposta foi maior também com as respostas para as quais o reforçador utilizado foi também o US associado ao CS no treino Pavloviano na Fase I (e.g., CS-SAC e $R_1 \rightarrow SAC$), comparado a respostas treinadas com reforçador diferente (e.g., CS-SAC e $R_2 \rightarrow pellet$). A taxa de resposta durante o IET foi menor do que no período de apresentação dos estímulos. Os resultados indicaram também que a taxa de resposta durante o período de S^D foi maior do que o do CS, durante o teste de transferência.

Os autores discutem que o controle do S^D estabelecido em uma resposta (R_0) pode ser transferido sobre outra resposta (e.g., R_1) desde que ela tenha sido treinada com o mesmo reforçador. Da mesma forma, um CS pode exercer controle sobre uma resposta operante (e.g., R_1) se o reforçador (e.g., SAC) dessa resposta foi o US do treino Pavloviano. Os autores discutiram que a diferença na taxa de resposta entre S^D e CS indica que a relação discriminativa (S^D-R) estabelecida previamente no treino operante demonstra um controle mais consistente do que a estabelecida pela apresentação do CS no teste de transferência. Resultados similares foram replicados em outros estudos (e.g., Rescorla, 1994). O resultado comum a todos os experimentos na área é que a variável crítica para a ocorrência de transferência de controle, tanto pela relação S-S da contingência operante $S^D-R \rightarrow S^r$ quanto pela relação S-S estabelecida no treino

Pavloviano CS-US, é o fato de S^r e o US serem os mesmos, como um fator comum entre os condicionamentos (Cartoni, Balleine, & Baldassarre, 2016; Rescorla, 1994; Trapold & Overmier, 1972).

O procedimento de transferência de controle de estímulo Pavloviano sobre uma resposta operante, como o acima descrito, tem sido comumente nomeado em pesquisa nas Neurociências como *Pavlovian to Instrumental Transfer* – PIT (Cartoni, Balleine, & Baldassarre, 2016; Cartoni, Puglisi-Allegra, & Baldassarre, 2013; Holmes et al., 2010). Para explicar o fenômeno de transferência, alguns autores justificam que o CS teria uma função motivacional de incentivo sobre o responder operante, produzindo um efeito de facilitação desse responder em situações apetitivas e de supressão em situações aversivas (e.g., Rescorla & Solomon, 1967).

Entretanto, ao se analisar as contingências envolvidas no procedimento de PIT pode-se observar que os treinos CS-US e $R \rightarrow S^r$ estabelecidos de forma independente produzem, indiretamente pela relação CS- S^r , controle pelo estímulo antecedente (i.e., CS- $R \rightarrow S^r$) quando o US e o S^r são iguais. A evidência do controle do CS sobre uma resposta operante, embora não tenha uma relação direta de treino com ela, fica clara quando se compara com outra resposta treinada com um reforçador diferente (i. e., $US \neq S^r$) ou com o período de IET. Considerando isso, alguns autores consideram que o CS funciona como um S^D , durante o teste de transferência em extinção (Colwill & Rescorla, 1988; Davidson, Aparicio, & Rescorla, 1988; Rescorla, 1994).

Tanto os estudos de transferência de controle de estímulos quanto os de supressão são considerados como referências experimentais na área que é chamada de interação entre condicionamento Pavloviano e operante. Porém, como será discutido a seguir, é possível que apenas sejam maneiras que um estímulo estabelecido em treino Pavloviano pode afetar um responder operante.

Análise do Conceito de Interação entre Contingências de Treino Pavloviano e Operante

Davis e Hurwitz (1977) discutem que o termo interação deve se referir ao relacionamento entre no mínimo dois eventos. Desse modo, quando se procura investigar como os eventos interagem na produção de um fenômeno, conhecer um deles apenas ou ambos de forma independente não seria suficiente para compreender a interação estudada. Por esse motivo, ela “seria um princípio separado que, por si só, deve ser explorada experimentalmente” (Davis & Hurwitz, 1977, p. xiv).

Em pesquisa sobre causalidade, a interação entre variáveis ocorre no campo das variáveis independentes -VI. Fala-se de interação quando o efeito de uma variável independente (e.g., X_1) está relacionado a outra variável independente (e.g., X_2) na determinação de uma variável dependente -VD, e.g., Y (Agresti & Finlay, 2012). Dessa forma, seguindo a ideia de Davis e Hurwitz (1977), conhecer as variáveis X_1 e X_2 separadamente seria insuficiente para compreender Y , uma vez que esta última variável é produto da interação entre as duas primeiras.

No campo da interação entre condicionamento Pavloviano e operante, Davis e Hurwitz (1977) questionam sobre em quais níveis essa interação deveria ser compreendida. Segundo esses autores, alguns pesquisadores apontam que um dos níveis poderia ser operacional, em que os procedimentos de treino Pavloviano e operante estariam envolvidos no mesmo contexto experimental. Outra alternativa seria no nível do processo, ao se avaliar, por exemplo, de que maneira processos de condicionamento Pavloviano afetam o condicionamento operante.

Enfatizando tanto o nível operacional quanto o processual, as pesquisas voltadas ao estudo de interação entre condicionamento Pavloviano e operante foram fundamentadas no postulado da TDPA de que treinos Pavloviano podem gerar efeitos

sobre um responder operante bem estabelecido, (Rescorla & Solomon, 1967). Assim, a aspectos da contingência Pavloviana (e.g., CS) foram designadas funções de variável independente, e aspectos da contingência operante (e.g., responder operante do organismo) foram tomados como a variável dependente. Portanto, a interação foi estudada pela relação unidirecional de causalidade entre uma VI (i.e., treino Pavloviano) e uma VD (i.e., influência sobre o responder operante estabelecido).

Como já discutido acima, relações de dependência unidirecionais envolvendo apenas uma VI e uma VD não se enquadram no conceito de interação. Portanto, os postulados da TDPA não são sobre as interações Pavloviano-operantes propriamente ditas, uma vez que no estudo dos fenômenos atribuídos como interação (e.g., supressão, facilitação do responder e transferência de controle, etc.), apenas são estudados como variáveis independentes do treino Pavloviano afetam variáveis dependentes do operante.

Outro problema da pesquisa fundamentada pela TDPA é considerar que a interação se produz porque a manipulação Pavloviana altera o nível motivacional do organismo, atribuindo a essa mudança uma função ou motivadora ou reforçadora durante a interação. Historicamente, os aspectos reforçadores foram completamente ignorados pelos pesquisadores, cuja ênfase foi buscar procedimentos para evidenciar o nível motivacional. Trapold e Overmier (1972) discutem oportunamente que essa hipótese motivacional é gratuita, pois não explica o que significa esse nível motivacional, nem possibilita medidas comportamentais que o evidenciem. De acordo com os autores, o sentido “motivacional” poderia ser substituído pelo termo “controle” sem qualquer perda de poder teórico, e permitiria um nível analítico mais empírico do que o baseado em construto hipotético-inferencial de motivação.

Em resumo, as pesquisas de supressão condicionada e de PIT derivadas da TDPA não informam sobre a interação entre contingências Pavloviana e operante

porque: (a) têm se limitado a observar os efeitos (e.g., motivacionais) do condicionamento Pavloviano (i.e., VI) sobre respostas operantes (i.e., VD); e assim, (b) apenas informar sobre o efeito de um sobre o outro e não necessariamente sobre a interação de ambos gerando um produto comum.

Uma vez que nem os procedimentos de supressão condicionada, nem os de TC, parecem preencher os pré-requisitos para se estudar interações entre procedimentos ou processos operantes e Pavlovianos, são necessárias alternativas metodológicas para se entender a questão da interação entre essas contingências. Uma delas seria manipular as contingências de treino Pavloviano e operante de forma a produzir um fenômeno de interesse comum, que possibilitasse aspectos de ambas as contingências atuarem como variáveis independentes. Procedimentos da área de controle de estímulos com estímulos compostos parecem úteis para essa finalidade, levando em conta que o responder discriminado pode ser avaliado tanto diretamente pela contingência de discriminação $S^D-R \rightarrow S^r$ quanto a partir de manipulações de treino Pavloviano, como verificado nos estudos de transferência. E uma forma de combinar os dois tipos de treino em uma situação de discriminação seria utilizar procedimentos de condicionamento com estímulo composto.

Combinação de estímulos em condicionamento com estímulo composto.

Estudos experimentais sobre condicionamento envolvendo estímulo composto são frequentemente encontrados na literatura desde as pesquisas de Pavlov (1927). Tradicionalmente, o termo estímulo composto tem sido usado para se referir a um estímulo formado por dois ou mais elementos (e.g., Luz: L; e Tom: T) apresentados

simultaneamente³ (i.e., Luz/Tom: L+T) em uma situação de condicionamento (Cohn & Weiss, 2007; Mackintosh, 1974; Weiss, 1978).

Em geral, o objetivo das pesquisas com estímulos compostos em discriminação simples é avaliar diferenças entre o responder discriminado na presença dos estímulos compostos e na dos seus elementos separados. Os resultados dessas pesquisas dependem do arranjo experimental utilizado: (a) sombreamento (e.g., Pavlov, 1927) – durante o condicionamento com estímulos compostos (e.g., L+T), a presença de um estímulo (e.g., L) pode reduzir o condicionamento de outro (e.g., B); b) bloqueio (e.g., Kamin, 1969) – a história prévia de condicionamento com um estímulo (e.g., L) impede o condicionamento com outro estímulo (e.g., T) durante a apresentação do estímulo composto (e.g., L+T); e (c) somação (e.g., Pavlov, 1927; Cohn & Weiss, 2007; Wolf, 1963) – um responder de maior magnitude é obtido quando dois estímulos elementares (e.g., L e T) são apresentados combinados na forma de estímulo composto (e.g., L+T), após cada um deles ter adquirido um controle independente sobre uma mesma classe de resposta.

Estudos com estímulos compostos serviram de base para algumas propostas teóricas sobre interação entre condicionamento Pavloviano e operante, como o modelo *Two-Factor Combinational (TFC)* apresentado por Weiss (1978, 2014). O modelo defende que uma situação de discriminação operante $S^D-R \rightarrow S^r$ produz duas propriedades que afetam o responder discriminado: uma propriedade de resposta discriminativa (relação S^D-R), na qual o controle de estímulos é estabelecido pelo reforço diferencial de uma resposta na presença de um estímulo; e uma propriedade motivacional de incentivo (relação S^D-S^r), criada pela associação diferencial do S^D com

³ Levando em conta esse conceito, o termo estímulo elementar aqui será usada para denotar apenas um elemento (e.g., Luz) e o termos “estímulo composto” fará referência à combinação de dois ou mais estímulos elementares (i.e., L+T). Discussões conceituais sobre estímulo composto e estímulo elementar podem ser encontradas em Strommer, McIlvane e Serna (1993) e Harris (2006).

o reforço. Essa associação é colocada por Weiss (2014) como um controle de estímulo emergente, derivado de uma relação Pavloviana, capaz de produzir efeito motivacional, que nas palavras do autor, “energiza o comportamento” (p. 418). De acordo com o TFC, se em uma contingência operante de discriminação é possível se estabelecer condicionamento Pavloviano, então a interação entre ambos os condicionamentos deve ser estudada diretamente na contingência de três termos $S^D-R \rightarrow S^r$. Segundo essa proposta o S^D pode assumir ambas as propriedades, discriminativa e motivacional.

Weiss (1978, 2014) aponta críticas em relação a outras propostas teóricas como a TDPA, sobretudo os estudos de transferência de controle. Ele argumenta que em diversas situações fica impossível avaliar a contribuição de cada um dos fatores (i.e., relações S-R e S- S^r) no responder discriminado, sobretudo porque durante o período de apresentação do S^D as taxas de resposta e reforço covariam (Weiss, 1978, 2014). Além disso, nos moldes dos procedimentos de transferências de controle, a principal variável dependente (resposta operante) pode ser afetada por variáveis não manipuladas diretamente, como respostas eliciadas pelo CS que concorrem com a resposta operante durante o teste de transferência.

O modelo TFC de Weiss (1978, 2014) está fundamentado empiricamente em dados obtidos com o procedimento de somação. A partir da tríplice contingência, as propriedades S-R e S-S do S^D são isoladas e depois são combinadas em um teste de somação. Por exemplo, em um treino com esquema múltiplo⁴ (e.g., *Mult* VI-EXT) com dois estímulos (e. g., L e T), a apresentação do S^r após o responder durante os períodos desses dois S^D s produz a propriedade discriminativa (i.e., responder na presença dos estímulos e não responder em sua ausência). A propriedade motivacional é produzida a partir da relação entre a disponibilidade do S^r , que é sinalizado apenas durante os

⁴ Esquema de reforço em que dois ou mais componentes se alternam, cada um deles sinalizado por estímulos diferentes (Catania, 1998/1999). No exemplo, respostas são reforçadas nos componentes VI com L e T presentes e mantidas em extinção no componente EXT.

períodos de L e de T, e indisponibilidade do S^r , no período em que os estímulos estão ausentes (i.e., $\sim L$ e $\sim T$)⁵, em outras palavras, $P(S^r | L) > P(S^r | \sim L)$ e $P(S^r | T) > P(S^r | \sim T)$. Após o treino, ambos os estímulos L e T são apresentados na forma de composto L+T e o responder em sua presença é avaliado. Segundo o modelo, o responder na presença do estímulo composto L+T será maior do que na presença dos elementos individuais L e T. Isto porque, tanto a propriedade discriminativa quanto a motivacional dos dois S^D s indicam um aumento (i.e., $S-R \uparrow$ ⁶ e $S-S \uparrow$, relação positiva +). Dessa forma, a combinação algébrica dessas duas propriedades S-R (+ de L e + de T) e as propriedades S-S (+ de L e + de T) determinam o maior responder na presença do estímulo composto L+T no teste de somação.

Em outras situações, como em um esquema *Mult* VI-DRO⁷, o responder em L+T será maior do que em L e T. No treino, o S^r é apresentado no componente VI após o responder em L e em T (propriedade $S-R \uparrow$, para ambos os S^D s) mas também é liberado no componente DRO quando a resposta exigida no VI não ocorria e os estímulos L e T estavam ausentes, igualando reforçadores (propriedade $S-S =$ em ambos os S^D s), i.e., $P(S^r | L) = P(S^r | \sim L)$ e $P(S^r | T) = P(S^r | \sim T)$. No teste de somação, a combinação algébrica das propriedades S-R (+ de L e + de T) e as propriedades S-S (0 de L e 0 de T) se somam, produzindo também mais respostas no composto L+T, mas inferior ao *Mult* VI-EXT. Por outro lado, em um esquema encadeado⁸ *Chain* VI-DRO, o responder durante o composto L+T é igual ao responder no L e T sozinhos. Nesse esquema, o responder é mantido durante os estímulos L e T (propriedade $S-R \uparrow$, para ambos os S^D s), mas o S^r não é liberado na presença desses estímulos no componente VI; há liberação de S^r

⁵ O símbolo “ $\sim$ ” é usado neste texto para indicar ausência de estímulo.

⁶ O símbolo $\uparrow$ indica aumento (+), o $\downarrow$ indica decréscimo (-) e o = indica ausência de mudança (0).

⁷ *Differential-reinforcement-of-other-behavior*. Esquema em que o reforço é aplicado após um período de tempo sem a resposta-alvo ocorrer (Catania, 1998/1999)

⁸ Esquema em que o reforço é liberado após se completar dois ou mais componentes de esquemas, sinalizados por estímulos distintos.

apenas no componente DRO, quando a resposta exigida no VI não ocorria e os estímulos L e T estavam ausentes (propriedade $S-S\downarrow$, para ambos os S^D s), i.e., $P(S^r|L) < P(S^r|\sim L)$ e $P(S^r|T) < P(S^r|\sim T)$. No teste, a combinação algébrica das duas propriedades se anulam: discriminativa + (de L e de T) e motivacional – (de L e de T).

A proposta apresentada por Weiss (1978, 2014) parece avançar, em termos de propor propriedades independentes a ambos os tipos de condicionamento e como elas são estabelecidas durante um treino discriminativo. Porém, mais uma vez o aspecto motivacional enquanto uma variável que afeta o responder operante é posto como questão central. Nesse sentido, a crítica levantada por Trapold e Overmier (1972) parece se aplicar também ao modelo TFC, pois embora a proposta desse modelo se proponha a isolar o fator Pavloviano da interação, o papel atribuído a ele ainda é o de alterar o nível motivacional do organismo, baseado em um construto hipotético inferencial.

A despeito de qualquer crítica, o teste de somação, como o utilizado no modelo TFC, parece útil como um procedimento para estudar a interação entre os treinos Pavloviano e operante pois possibilita avaliar o efeito sobre a resposta quando dois estímulos com histórias independentes de treino são apresentados simultaneamente como estímulo composto (i.e., L+T). Permite, ainda, manipular os treinos e avaliar as respostas controladas pelos estímulos elementares (i.e., Luz e Tom, separadamente), e observar como as respostas ao composto formado por eles variam como função da interação entre as manipulações. Por exemplo, o procedimento permite que um CS (e.g., L) e um S^D (e.g., T) sejam apresentados como um estímulo composto L+T e avaliar o responder aos dois tipos de configuração de estímulos (i.e., elementos CS e S^D separados e composto CS+ S^D). O responder na presença dos estímulos combinados na forma de composto CS+ S^D poderia ser considerado como um resultado da interação do controle estabelecido nas contingências independentes de treino.

Em conclusão, o procedimento de somação parece vantajoso para se estudar a interação entre treinos operantes e Pavlovianos pois permite observar em uma mesma classe de respostas o efeito de apresentar simultaneamente estímulos com histórias diferentes de treino na forma de estímulo composto $CS+S^D$ (i.e., como o fenômeno de somação é afetado por manipulações em treinos Pavloviano e operante). Entretanto, apesar dessas vantagens em relação aos procedimentos tradicionais (supressão e TC), esse procedimento por si só não permite precisar qual a variável determinante no controle estabelecido pela combinação dos estímulos (VI) sobre o responder na presença desse estímulo composto (VD). É necessário também manipular uma variável comum aos treinos Pavloviano e operante, que permitisse predizer o responder na presença do composto $CS+S^D$ com base no treino realizado com cada um desses estímulos.

Relação entre a taxa de resposta (R) e a taxa de reforço (r) em condicionamentos Pavlovianos com estímulos compostos.

Há na literatura estudos que investigaram variáveis relacionadas ao controle de estímulos compostos que permitiram a predição do responder com base no treino com os estímulos independentes. Harris e Carpenter (2011) demonstraram em condicionamento Pavloviano uma relação linear entre a taxa em que o US é relacionado ao CS (i.e., taxa de reforço⁹ - r) e a taxa de resposta (R) durante o CS. Partindo desses resultados, Harris e colaboradores (e.g., Andrew & Harris, 2011; Harris, Andrew, & Livesey, 2012) realizaram uma série de estudos experimentais para avaliar a relação entre R e r em condicionamento Pavloviano com estímulo composto.

Os estudos de Harris e colaboradores envolveram a manipulação da taxa de reforço de duas formas: a) através da proporção de tentativas em que o US é

⁹ Para fins de padronização, o termo “taxa de reforço” será utilizada nesse texto tanto em relação ao evento reforçador S^r , subsequente à resposta operante, quanto ao evento estímulo incondicional US, subsequente à apresentação do CS, na contingência de treino Pavloviano.

apresentado após o CS (e.g., 100%, 50%, 25% das vezes, etc.) e b) pela duração do intervalo CS-US¹⁰ (i.e., taxa de reforço é o inverso do intervalo médio CS-US: $1/\text{tempo do CS}$). Nos estudos em que a proporção de reforço foi manipulada, por exemplo, se um estímulo CS A foi seguido pelo US em 100% das vezes e outros dois CS, B e C, foram seguidos pelo US em 50% das vezes cada, a taxa de resposta na presença do estímulo A deveria ser igual à taxa de resposta na presença do estímulo composto BC; isso porque a taxa de reforço obtido em A é igual à soma da taxa de reforço de B e C, demonstrando uma relação aritmética $r_A = r_B + r_C$. Da mesma forma, se um estímulo CS A foi seguido pelo US após 30s, para outro estímulo B após 50s e para um estímulo C após 75s, em média, seria esperado uma taxa de resposta em A igual à taxa de resposta em BC; isso porque a taxa de reforço ocasionada pelo atraso (relação de contiguidade CS-US), em A é igual à soma do atraso em BC. A relação é demonstrada pela equação $1/30s = 1/50s + 1/75s$, que indica que o tempo médio de espera em A é igual à soma dos tempos médios de espera de B e C.

Em um experimento sobre o fenômeno somação, Andrew e Harris (2011, Exp. 3) avaliaram o responder de ratos a um estímulo composto e aos elementos que o formavam através da manipulação da proporção de reforço. Quatro CS's (estímulos elementais A, B, C e D, de modalidades auditivas e visuais, contrabalanceada entre os sujeitos) foram apresentados 18 vezes cada, com duração média de 10s (variação de 2s-18s), em sessões diárias de 72 tentativas. As apresentações dos estímulos eram finalizadas pela disponibilidade do US (*pellet* de ração) nas tentativas, as quais foram aleatorizadas e separadas por um intervalo entre tentativas (IET) médio de 120s. O

¹⁰ Alguns estudos com condicionamento Pavloviano indicam que a taxa de reforço seria o inverso do intervalo médio entre CS e US (e.g., Delamater & Holland, 2008). Isto porque quanto maior o intervalo entre os estímulos, menor a contiguidade, atrasando o acesso ao US. Consequentemente, isso afeta a relação de contingência, influenciando a taxa de reforço e, por conseguinte, refletindo na taxa de resposta.

estímulo $A_{100\%}$ ¹¹ foi seguido de forma contingente à comida (US) em 100% das tentativas, o estímulo $B_{33\%}$ em 33% delas (6 tentativas) e os estímulos $C_{17\%}$ e $D_{17\%}$ foram seguidos do US em 17% das tentativas (3 vezes cada). O acesso ao comedouro (*Head Entry*)¹² durante os períodos de CS's e IET, expressa em taxa de resposta (R), foi usada como medida da CR. Após a estabilidade do responder a estes estímulos, duas tentativas de sonda (*probe*) com o estímulo composto CD intermodal (L+T) foram adicionadas ao treino, em condição de extinção, com duração fixa de 10s. Como o estímulo $B_{33\%}$ era seguido por US em 33% das tentativas e os elementos $C_{17\%}$ e $D_{17\%}$ em 17% cada, os autores esperavam que o responder ao estímulo composto CD se assemelhasse ao de $B_{33\%}$, uma vez que a taxa de reforço apresentada durante esse estímulo sinalizava, aproximadamente, a soma da taxa de reforço disponibilizada em $C_{17\%}$ e $D_{17\%}$ separados.

Os resultados indicaram que a taxa de resposta durante o estímulo composto CD (0,87 r/s) foi similar à taxa em $B_{33\%}$ (0,85 r/s). A taxa de resposta durante o estímulo A (1,05 r/s) foi significativamente maior ($p < 0,05$) do que nos demais estímulos. Esses resultados indicaram que houve efeito de somação na apresentação do estímulo composto CD. Os autores apontaram que a manipulação da taxa de reforço ($r_B = r_C + r_D$) possibilitou estimar a quantidade de somação (avaliada através de R) durante o estímulo composto CD, uma vez que os resultados indicaram $R_B = R_{CD}$. Outros estudos realizados por Andrew e Harris (2011, Exp. 1 e 2) manipulando o intervalo entre CS e US demonstraram resultados semelhantes.

¹¹ O valor subscrito ao estímulo indica a proporção de reforço utilizada (e.g., $A_{100\%}$, seguido por reforço em 100% das tentativas).

¹² A frequência da resposta de visita ao comedouro (*Head Entry*) tem sido uma medida bastante utilizada em pesquisas de condicionamento Pavloviano, envolvendo o procedimento conhecido como *magazine approach*. Nesse texto, sempre que esse procedimento for citado, a medida registrada é o *Head Entry*. Alguns estudos evidenciam que a resposta de visitar o comedouro na presença do estímulo condicionado, em um procedimento Pavloviano, estaria sob controle do estímulo que sinaliza a comida, relação S-S, e não de um controle operante, relação R-S (e.g., Harris, Andrew, Kwok, 2013).

Como base nesses estudos e em Harris e Carpenter (2011), Andrew e Harris (2011) discutiram que a R durante os estímulos elementares pode ser predita com base na taxa de US apresentada durante a presença e ausência com cada um deles no condicionamento, conforme reportado. Já a R a um dado estímulo composto (e.g., AB) pode ser predita pela soma das taxas de reforços fornecidas individualmente na presença de cada estímulo (i.e., A e B), ou seja, a relação estímulo-reforço estabelecida no treino com esses estímulos elementares. No caso do experimento citado, como a taxa de reforço disponibilizada no estímulo B_{33%} representava a soma da taxa de reforço disponibilizada durante os estímulos C_{17%} e D_{17%} (i.e., $r_B = r_C + r_D$), foi possível prever que a taxa de resposta durante o estímulo CD seria similar à taxa de resposta em B_{33%} (i.e., $R_B = R_{CD}$).

O mesmo grupo de pesquisadores realizou outros estudos para buscar mais evidências sobre o papel da taxa de reforço no condicionamento com estímulos compostos, e como ela se relacionava com os elementos que formam esse estímulo durante a aquisição do responder. Harris et al. (2012, Exp. 1), por exemplo, treinaram ratos em um procedimento de condicionamento Pavloviano no qual um estímulo composto (e.g., AB) e um dos seus elementos (e.g., B) era apresentados durante o treino, e a resposta (*Head Entry*) a outro elemento do composto (e.g., A) era avaliado posteriormente por meio de sondas. Quatro CS's (estímulo composto AB e elementares B, C e D) foram apresentados durante a fase de treino. O composto AB_{100%} foi seguido de forma contingente à comida (US) em 100% das tentativas, os estímulos B_{50%} e C_{50%} foram seguidos do US em 50% das tentativas e o estímulo D_{25%} foi seguido do US em 25% das tentativas. Os estímulos (dois auditivos e dois visuais, sendo o composto auditivo-visual, contrabalanceados entre os sujeitos) foram aleatoriamente apresentados com duração média de 30s cada, separados por um IET com média de 90s, e o acesso ao

comedouro (*Head Entry*) durante os estímulos foi registrado. Após a estabilidade do responder a estes estímulos, o elemento A, que formava o composto AB_{100%}, foi apresentado aleatoriamente em tentativas de sonda (*probe*) em extinção. A hipótese dos autores era que se os animais estivessem respondendo ao estímulo composto AB_{100%} com base na proporção de reforço em cada elemento, a R durante a sonda A seria similar à R em B_{50%}, uma vez que eles eram elementos do composto AB_{100%} (100%) e B_{50%} foi seguido por US em 50% das vezes.

Os resultados mostraram que a R durante a sonda A (0,74 r/s) foi similar à R durante B_{50%} (0,76 r/s), próximo a C_{50%} (0,68 r/s) e maior que o estímulo D_{25%} (0,5 r/s). Os dados confirmaram a hipótese de que R_A e R_B seriam similares porque a r do composto era equivalente à soma de r dos seus elementos (*i.e.*, $r_{AB} = r_A + r_B$), e nesse caso, $r_A = r_{AB} - r_B$. Dessa forma, a aquisição do responder no estímulo composto AB_{100%} ao longo do condicionamento estava relacionado à taxa de reforço que cada elemento sinalizava. Os resultados foram replicados em experimentos subsequentes do mesmo estudo, com diferentes proporções de reforço (Exp. 2) e diferentes durações médias dos estímulos (Exp. 3).

Tanto Andrey e Harris (2011) como Harris et al (2012) discutem que os resultados obtidos se alinham à proposta da Teoria da Estimação da Taxa (RET, do inglês *Rate Estimation Theory*). De acordo com a RET, os animais aprendem ao longo do condicionamento com base na taxa em que o US é apresentado durante o período de CS, $P(\text{US}|\text{CS})$, e em sua ausência, $P(\text{US}|\sim\text{CS})$. Dessa forma, a taxa de resposta a um dado CS é função linear da sua taxa de reforço. Essa taxa de reforço seria estabelecida a partir dos intervalos temporais entre os eventos (e.g., duração do CS e latência entre o fim do CS e apresentação do US) que é uma variável determinante no responder condicionado dos animais (Gallistel & Gibbon, 2000, 2002). Os resultados obtidos por

Harris e colaboradores aqui relatados deram suporte à RET, tanto pelos resultados obtidos quando manipularam a taxa de reforço, quanto pelo obtidos quando manipularam a duração média de apresentação dos estímulos (intervalos temporais).

Os estudos de Harris e colaboradores trazem contribuições importantes à área de condicionamento com estímulo composto, aos mostrarem que o responder a um dado estímulo composto pode ser linearmente relacionada à taxa de reforço sinalizada por cada um dos seus elementos que o compõem (Andrew & Harris, 2011; Harris et al., 2012). Dessa forma, é possível estimar o responder a um estímulo composto, com base na taxa programada de reforço em cada estímulo durante o condicionamento. Em relação à somação, o delineamento utilizado permitiu predizer a taxa de resposta na presença do estímulo composto, não apenas afirmar que ela seria maior comparada aos estímulos elementares, como tradicionalmente é feito nos estudos da área (e.g., Cohn & Weiss, 2007; Weiss, 1964; Wolf, 1963). Especificamente, ficou demonstrado que na combinação de dois estímulos individuais na forma de composto, os animais respondem sob controle da somação da taxa de reforço sinalizada por cada um deles.

Proposta de Estudo sobre a Interação entre Contingências de Treino Pavloviano e Operante a partir de Condicionamento com Estímulo Composto

Na análise do conceito de interação e de como os estudos foram sendo realizados na área, foi proposto como alternativa metodológica estudar a interação entre condicionamento Pavloviano e operante a partir da combinação das contingências de treino, de forma que aspectos de ambas as contingências atuem como variáveis independentes na produção de um fenômeno comportamental comum (variável dependente). Para isso, o procedimento de somação foi apontado como uma alternativa, pois permite realizar os treinos distintos com CS e S^D e observar, em uma mesma classe de respostas, o efeito da combinação desses estímulos na forma de estímulo composto

CS+S^D. Entretanto, analisou-se que ainda seria necessário manipular uma variável comum aos treinos Pavloviano e operante, que permitisse prever o responder na presença do composto CS+S^D com base no treino realizado com cada um desses estímulos. Os dados de Harris e colaboradores (Andrew & Harris, 2011; Harris, Andrew, & Livesey, 2012) indicaram que a taxa de reforço correlacionada ao estímulo permite estimar o responder tanto na presença do estímulo composto quanto nos estímulos elementares. Essa variável é importante para se verificar de que forma CS e S^D participam no controle da resposta medida no procedimento de somação, quando eles interagem na forma de estímulo composto CS+S^D. Nesse sentido, a manipulação da taxa de reforço pode ser útil para uma proposta de combinar CS+ S^D e avaliar como eles interagem no controle do responder discriminado.

Com base nessa discussão, é proposto nessa tese que (a) a interação entre condicionamento Pavloviano e operante seja estudada a partir da combinação de CS e S^D; (b) que a taxa de reforço (i. e., US e S^r) correlacionada aos estímulos envolvidos nos treinos Pavloviano e operante (i.e., CS e S^D) seja a variável experimental comum a ambos os treinos para produzir a interação entre os estímulos, e (c) o responder sob controle da combinação CS+S^D seja a medida de interesse. Nessa proposta, a combinação de CS e S^D será realizada por meio do procedimento de somação, e o responder discriminado será considerado como um resultado da interação dessas duas funções de estímulos.

Como parte dessa proposta, um procedimento foi delineado levando em conta os seguintes aspectos: (a) a interação entre os tipos de treino foi avaliada com base no controle de estímulos resultante da combinação entre os estímulos condicionais (CS) e discriminativos (S^D); (b) o procedimento de somação foi utilizado como forma de combinar os estímulos envolvidos em ambos os tipos de treino (i.e., CS e S^D); (c) o

efeito da combinação de estímulos foi avaliado a partir do controle de estímulos sobre a resposta do treino operante, inicialmente, e em seguida sobre a resposta do treino Pavloviano; e (d) a taxa de reforço foi considerada como a manipulação determinante no processo de interação – a taxa programada de eventos subsequentes (i.e., US e S^r) foi a mesma em os estímulos a serem combinados (i.e., CS e S^D).

Os procedimentos utilizados por Harris e colaboradores (Andrew & Harris, 2011; Harris & Carpenter, 2011; Harris et al., 2012) foram adaptados à proposta, pelos seguintes aspectos: a) predição da taxa de resposta (VD) com base na taxa de reforço manipulada em cada condição de estímulo (VI) - permite manipulações de VI equivalente nos procedimentos de treino Pavloviano e operante (i.e., proporção de apresentação dos eventos subsequentes, o US no condicionamento Pavloviano e S^r no operante); b) avaliação quantitativa do controle do estímulo composto e de seus elementos no fenômeno de somação, sem recorrer a hipóteses motivacionais, com base nas relações de contingência com os eventos subsequentes, i.e., $P(US|CS)$ e $P(S^r|S^D)$; e c) predições experimentalmente verificáveis do efeito da interação entre os treinos sobre a resposta avaliada - uma vez que a taxa de respostas controlada pelo estímulo é função linear da taxa de reforço correlacionada a ele, é possível estimar o efeito sobre a taxa de respostas durante a combinação de CS e S^D , a partir da taxa de reforço manipulada durante os treinos Pavloviano e operante.

Note-se que os procedimentos apresentados alinham-se à proposta experimental da seguinte maneira: combinar os estímulos CS e S^D na forma de estímulo composto em um procedimento de somação permite avaliar, de forma independente, tanto o controle do próprio S^D e do estímulo CS, via transferência, quanto o controle de estímulos resultante da combinação deles (i.e., CS+ S^D). Neste sentido, não é apenas a influência de um dado CS sobre uma resposta operante que é avaliada, conforme se discute

geralmente na área, mas também o efeito da interação desses estímulos sobre as respostas estabelecidas tanto no treino operante quanto no Pavloviano. Por fim, igualar a taxa programada de reforço permite igualar CS e S^D em termos de predição de evento subsequente (i.e., US e S^r , respectivamente), mantendo apenas a diferença procedimental entre os treinos, de exigir ou não um responder. Dessa forma, é possível avaliar se as respostas de ambos os treinos mantem uma relação linear com a taxa de reforço na presença dos estímulos combinados, conforme demonstrado previamente nos estudos com condicionamento Pavloviano de Harris e colaboradores (Andrew & Harris, 2011; Harris, 2011; Harris, Andrew, & Livesey, 2012; Harris & Carpenter, 2011), baseados na teoria da estimação da taxa (Gallistel & Gibbon, 2000).

Com base na proposta apresentada, dois estudos foram realizados. O Estudo 1 é composto por três experimentos, realizados com o objetivo de reproduzir a relação linear entre taxa de resposta e taxa de reforço em condicionamento com estímulo composto, demonstrada nos estudos de Andrew e Harris (2011) e Harris et al. (2012). No Experimento 1, foi realizada uma replicação de Harris et al. (2012, Exp. 1) com a manipulação de um US diferente (i.e., solução aquosa de sacarose) para adequações do procedimento ao laboratório. O Experimento 2 replicou esse procedimento em condicionamento operante. Por fim, no Experimento 3, foi realizada uma replicação de Andrew e Harris (2011, Exp. 3) para verificar a somação da taxa de reforço em estímulo composto, a partir da combinação de estímulos treinados separadamente em contingências de condicionamento operante. A realização desses experimentos permitiu verificar se os fenômenos observados por Andrew e Harris (2011) e Harris et al. (2012) eram reproduzidos no nosso laboratório sob ambas as contingências de treino, operante e Pavloviano, de forma independente, antes de executar o segundo estudo, que envolve a combinação de ambas as contingências de treino. O Estudo 2 foi realizado para

verificar a proposta apresentada, e é composto de dois experimentos (Experimentos 4 e 5). O objetivo foi verificar se a combinação de estímulos condicionais (CS) e discriminativos (S^D), correlacionados com a mesma taxa programada de reforço (i.e., US e S^r), produz somação da taxa de reforço, quando eles interagirem como estímulo composto $CS+S^D$, avaliada no responder discriminado de ratos.

**Estudo 1 - Relação entre Taxa de Resposta e Taxa de Reforço em
Condicionamento Pavloviano e Operante com Estímulos Compostos em Ratos**

Conforme apresentado na introdução, Harris e colaboradores (Andrew & Harris, 2011; Harris et al., 2012) discutiram que os resultados obtidos nos seus estudos estão de acordo com a RET (Gallistel & Gibbon, 2000). De acordo com a proposta da RET não há distinções, em termos de processo, entre condicionamento Pavloviano e operante (Gallistel & Gibbon, 2000, 2002). Portanto, os pressupostos da teoria se aplicam a ambos os tipos de condicionamento. Levando isso em conta, é provável que a evidência da relação entre taxa de resposta (R) e taxa de reforço (r), obtidas por Harris e colaboradores em condicionamento Pavloviano com estímulos compostos, seja demonstrada também em condicionamento operante. O presente estudo foi realizado para verificar essa proposta. Caso confirmada, os procedimentos dos experimentos desses autores tornam-se valiosas para a pesquisa sobre interações entre os condicionamentos Pavloviano e operante, tomando a taxa de reforço como a variável determinante na interação.

O estudo consistiu em três experimentos. No Experimento 1, uma replicação de Harris, Andrew and Livesey (2012, Exp. 1) foi conduzida usando um US diferente – uma solução de sacarose; no Experimento 2, o Treino CS-US usado por Harris, Andrew and Livesey (2012, Exp. 1) foi substituído por um treino discriminativo operante (S^D - $R \rightarrow S^I$). Por fim, no Experimento 3, foi realizado um procedimento semelhante ao de Andrew and Harris (2011, Exp. 3), mas o treino foi operante em vez de Pavloviano.

Experimento 1

O objetivo desse experimento foi replicar os dados de Harris, Andrew e Livesey (2012) obtidos via procedimento de condicionamento Pavloviano, levando em conta a adequação aos equipamentos e materiais disponíveis no nosso laboratório. Harris, Andrew e Livesey (2012, Exp. 1) usaram alimento sólido como US, fornecida por um

dispensador de *pellets* de ração. Na replicação, alimento também foi usado, mas um bebedouro foi utilizado para a liberação de solução aquosa de sacarose.

Método

Sujeitos

Seis ratos machos ingênuos (*Rattus norvegicus*, *Wistar*) provenientes do ICB/USP foram utilizados como sujeitos experimentais. No início do experimento, os ratos tinham idade de 75 dias e pesavam em média 350 g. Durante o período do experimento, os animais foram alocados em trios em microisoladores de poliuretano transparente (25 cm x 40 cm x 20 cm), em ciclo diário claro-escuro de 12 h. O alimento diário foi disponibilizado no microisolador 30 min após as sessões experimentais, com água disponível *ad libitum*.

Equipamentos

Foram utilizadas caixas de condicionamento operante *Med Associates* (32 x 25 x 21 cm) alocadas cada uma dentro de gabinetes atenuadores de som. As paredes do fundo da caixa (esquerda e direita) eram feitas de aço inoxidável e o teto e paredes laterais de policarbonato. O piso da caixa era formado por uma grade de aço inoxidável de 0,5 cm de diâmetro, com 1,5 cm de espaçamento entre si. A 6 cm do piso ficava uma barra retrátil, e a 8 cm acima dela no interior da caixa estava disposta uma lâmpada de 2 w e no exterior equidistante à barra um *buzzer* (2,5 kHz) e um sonalarme (1,5 kHz) foram alocados para emissão de estímulos sonoros. Abaixo da barra, um compartimento quadrado (5,1 x 5,1 x 5,1 cm) permitia o acesso ao bebedouro que, quando ativado, disponibilizava 0,02 ml da solução de sacarose. Interligado às laterais desse compartimento havia um sensor infravermelho que registrava as entradas da cabeça do animal no momento de acesso a essa região.

A apresentação dos estímulos e o registro de respostas foram realizados via interface Med-PC[®] ligada a um computador compatível IBM-PC controlado por um programa desenvolvido em Med-PC IV[®] da *Med. Associates Inc.*

Estímulos

Dois estímulos visuais e dois estímulos auditivos foram apresentados. Os estímulos visuais foram: (a) uma luz piscante (L1) com 500 ms ligado/desligado, e (b) a luz contínua da *housetlight* (L2). Os estímulos auditivos foram: (a) um tom contínuo de 2,5 kHz (T1) e tom contínuo de 1,5 kHz (T2). A quantidade 0,02 ml de solução aquosa de sacarose (SAC) 10% foi utilizada como a consequência reforçadora (S^r).

Procedimento

Os animais passaram inicialmente por treino ao bebedouro em dois dias consecutivos, durante os quais a solução de sacarose foi disponibilizada 20 vezes, independente do responder, em esquema de tempo variável 60 segundos (VT-60s). Em seguida, sessões diárias de treino Pavloviano com os estímulos AB_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e D_{25%} foram conduzidas conforme especificado na Tabela 1. Cada sessão de treino consistiu de 96 tentativas (6 blocos de 16 tentativas) com apresentações CS-US sob um esquema de tempo variável 10 s (VT-10 s – intervalos de 2-18 s). Cada estímulo foi apresentado quatro vezes por bloco (i.e., 24 vezes/sessão) em ordem pseudoaleatória¹³. A duração de cada tentativa correspondia ao valor do intervalo sorteado.

Durante todo o experimento, a barra retrátil esteve ausente. A medida de interesse foi a ocorrência da resposta de inserir a cabeça na região do bebedouro (RIC). A duração de 500 ms com a cabeça nessa região foi considerada como uma resposta. Os animais passaram por sessões diárias de treino, sete dias por semana.

¹³ Foi programado para que um mesmo estímulo não aparecesse mais do que três vezes consecutivas. Sempre que for usado o termo pseudoaleatório nesse texto, o critério usado é o mesmo.

Tabela 1

Proporção programada de US e estímulos apresentados nas tentativas de treino

	Nome	%(US CS)	Estímulos
Treino	AB _{100%}	100% (24/24)	L1+T1
	B _{50%}	50% (12/24)	T1
	C _{50%}	50% (12/24)	T2
	D _{25%}	25% (6/24)	L2
Sonda	A _{EXT}	-	L1

Nota: L1: luz piscante; L2: *houcelight*; T1: tom 2,5 KHz; T2: tom 1,5 KHz

Em cada sessão de treino, as apresentações do estímulo composto AB_{100%} foram seguidas pela liberação de SAC em 100% (24) das tentativas com esse estímulo, enquanto que nas tentativas com B_{50%} (T1) e C_{50%} (T2) as apresentações desses estímulos foram seguidas por SAC em 50% (12) das vezes. Por sua vez, nas tentativas com D_{25%} (L2), esse estímulo foi seguido por SAC em 25% (6) delas. As apresentações dos estímulos foram separadas por um IET de 10 s, em média, (intervalos 2-18 s, pseudoaleatoriamente), durante o qual todos os estímulos permaneciam desligados (*blackout*). Após a estabilidade da taxa de RICs¹⁴, quatro tentativas de sonda foram adicionadas ao treino diário por 10 sessões consecutivas (sessões 37-46). Cada sonda consistiu na apresentação aleatória do estímulo A (L1) durante 10s, sob condição de extinção (i.e., SAC nunca foi apresentada após A).

Resultado e Discussão

A Figura 1 (a) mostra a taxa média de RICs nos estímulos AB_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e D_{25%} ao longo das sessões de treino, antes e após a introdução das tentativas de sonda com o estímulo A. A taxa de RICs começou a se diferenciar de acordo com a relação

¹⁴ Variação máxima 10%, em seis sessões finais - critério Schoenfeld et al (1956), por meio do programa Stability Check (Costa & Cançado, 2012)

proporção de reforço na sessão 16, logo após uma queda na taxa de resposta em todos os estímulos.

Figura 1. (a): taxa média de resposta (r/s) no estímulo composto AB_{100%} e nos elementais B_{50%}, C_{50%} e D_{25%} e sonda A por sessão. **(b):** taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) aos estímulos do treino e sonda nas 10 sessões finais do experimento.

As sessões finais (37-46) foram conduzidas com a adição de quatro tentativas de sonda com o estímulo A. Pode ser observado na Figura 1(b) a taxa média de resposta durante as 10 sessões com apresentação das tentativas de sonda A e o treino de AB_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e D_{50%}. Uma ANOVA de medidas repetidas revelou um significativo efeito principal dos estímulos $F_{(1,7)} = 9,20$, $p = 0,014$, $\eta^2 = 0,65$. O teste de Dunnett, *post-hoc*, foi realizado para comparar a taxa de resposta durante a sonda A com a taxa de resposta durante os demais estímulos. O teste *post-hoc* revelou que o responder em A foi significativamente diferente do responder em AB_{100%} ($t = 5,13$, $p < 0,001$) e D_{25%} ($t = -9,45$, $p < 0,001$), mas não para B_{50%} ($t = 1,03$, $p = 0,63$) e C_{50%} ($t = 1,97$, $p = 0,17$).

Harris et al. (2012) sugerem que a taxa de reforço em cada estímulo é o determinante no condicionamento com estímulo composto. Nesse sentido, o que os animais aprenderam sobre A durante o composto AB_{100%} deve ser similar ao que eles

aprenderam sobre B_{50%}. Como mostrado na Figura 1(b), a taxa de resposta em A (0,68 r/s) foi marginalmente inferior a B_{50%} (0,71 r/s) e a C_{50%} (0,73 r/s). Uma vez que essa pequena diferença não foi estatisticamente significativa, pode-se considerar que o responder nas tentativas de sonda A foi similar ao responder nos estímulos B_{50%} e C_{50%}. Consequentemente, é possível dizer que os ratos responderam em A com base no que aprenderam nas contingências AB_{100%}–SAC e B_{50%}–SAC (ou predisseram a taxa de reforço, conforme dito por Harris et al, 2012), de acordo com a fórmula $r_A = r_{AB} - r_B$ (diferença na taxa de reforço entre AB_{100%} e B_{50%}). Portanto, os resultados encontrados nesse estudo replicaram aqueles obtidos por Harris et al. (2012, Exp. 1), usando um US diferente e ampliando a evidência que apoiam a RET de Gallistel e Gibbon (2000, 2002).

Experimento 2

No Experimento 1, foi possível replicar os resultados de Harris, Andrew e Livesey (2012, Exp. 1) utilizando solução de sacarose como US. A partir de confirmada a adequação do procedimento aos equipamentos do laboratório, o Experimento 2 foi realizado para verificar se os dados obtidos com condicionamento Pavloviano também são reproduzíveis em condicionamento operante.

Método

Sujeitos

Oito ratos machos ingênuos (*Rattus norvegicus*, Wistar) foram alocados em quádruplos nos microisoladores. A origem dos sujeitos, as condições de alocação, cuidados e alimentação foram semelhantes às descritas no Experimento 1.

Equipamentos e Estímulos

Os equipamentos e os estímulos foram os mesmos do Experimento 1.

Procedimento

Os animais do experimento passaram inicialmente por treino ao bebedouro em dois dias consecutivos durante os quais a solução de sacarose foi disponibilizada 20 vezes, independente do responder, em esquema de tempo variável 60 segundos (VT-60s). Após essa etapa, os sujeitos passaram pelo treino de resposta de pressão à barra (RPB) até o estabelecimento dessa resposta em esquema de intervalo variável 10 segundos (VI-10s). Em seguida, o treino com os estímulos discriminativos (S^D) foi realizado com diferentes taxas de proporção de reforço do responder na presença dos estímulos, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2
Proporção programada de reforços e estímulos apresentados nas tentativas de treino

	Nome	%(S^r S^D)	Estímulos
Treino	AB _{100%}	100% (24/24)	L1+T1
	B _{50%}	50% (12/24)	T1
	C _{50%}	50% (12/24)	T2
	D _{25%}	25% (6/24)	L2
Sonda	A _{EXT}	-	L1

Nota: L1: luz piscante; L2: *housetlight*; T1: tom 2,5 KHz; T2: tom 1,5 KHz

Cada sessão de treino discriminativo era composta de 96 tentativas (6 blocos de 16 tentativas). Cada estímulo foi apresentado quatro vezes por bloco (i.e., 24 vezes por sessão) de forma pseudoaleatória. A duração de cada estímulo correspondeu exatamente ao intervalo do VI sorteado; por exemplo, se o intervalo sorteado fosse 18 s, a tentativa com o estímulo sorteado durava esse tempo, e o responder ao final do intervalo era seguido de SAC.

Durante as sessões diárias de treino (sete dias/semana), RPBs na presença do estímulo AB_{100%} (L1+T1), em VI-10s, foram seguidas da liberação de SAC em 100% (24) das tentativas com esse estímulo, enquanto que nas tentativas com B_{50%} (T1) e C_{50%}

(T2) as RPBs eram seguidas por SAC em 50% (12) delas. RPBs durante D_{25%} (L2) foram seguidas por SAC em 25% (6) de suas apresentações. Nas tentativas em que a SAC estava disponível, ela foi liberada após o responder de acordo com o VI-10S. As apresentações dos estímulos foram separadas por um IET de 10 s (intervalos 2-18 s, pseudoaleatórios), durante o qual a caixa experimental ficava escura e ocorrências de RPB eram mantidas em extinção. Após a estabilidade da taxa das RPBs, quatro tentativas de sonda foram acrescentadas ao treino por 10 sessões consecutivas. As tentativas de sondas consistiam na apresentação do estímulo A (L1) por 10 s, e ocorrências de RPBs em sua presença eram mantidas em extinção (i.e., SAC nunca foi apresentada após RPB).

Resultados e Discussão

A Figura 2(a) mostra a taxa média de resposta durante a apresentação do estímulo composto AB_{100%}, dos estímulos elementares B_{50%}, C_{50%} e D_{25%} e nas tentativas com a sonda A, ao longo do experimento. Como pode ser observado, a taxa de resposta não se iniciou próxima de zero, isso porque antes da introdução das sessões com os estímulos os animais foram treinados em VI-10s e apresentavam uma taxa considerável de resposta. Ao se iniciar o treino, com a diferenciação da proporção de reforço, o responder foi se distribuindo a cada condição de estímulo, ocasionando decréscimo no responder nas sessões iniciais. Com o avançar das sessões, a taxa de resposta se distribuiu em função da proporção de reforço, estabelecida para cada estímulo.

Figura 2. (a): taxa média de resposta (r/s) no estímulo composto AB_{100%} e nos elementais B_{50%}, C_{50%} e D_{25%} e sonda A. (b): taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) aos estímulos do treino e sonda nas 10 sessões finais do experimento.

Nas 10 sessões finais (49-58) houve a adição de quatro tentativas de sonda com o estímulo A. A Figura 2(b) mostra a taxa média de resposta durante a sonda A e nos estímulos AB_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e D_{50%} ao longo dessas sessões finais. A taxa de média de resposta nesses estímulos foram: AB_{100%} (1,27 r/s), B_{50%} (1,02 r/s), C_{50%} (1,14 r/s), D_{25%} (0,58 r/s) e A (1,02 r/s). Uma ANOVA dos dados revelou um significativo efeito principal dos estímulos $F_{(2,14)} = 28,79$, $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,80$. O teste *post-hoc* de Dunnett foi realizado para comparar a taxa de resposta durante as tentativas de sonda A com a taxa de resposta durante os demais estímulos. Os resultados revelaram que o responder em A foi significativamente diferente do responder em AB_{100%} ($t = 3,67$, $p = 0,02$) e D_{25%} ($t = -6,59$, $p < 0,001$). Entretanto, não houve diferenças estatisticamente significativas entre sonda A e B_{50%} ($t = 0,03$, $p = 1$), com taxa média de respostas idênticas, e C_{50%} ($t = 1,77$, $p = 0,24$).

Sob esquemas de VI o animal precisa responder em média a um dado intervalo, que pode ocasionar perda de reforçadores e, conseqüentemente, produzir diferenças da taxa de reforço obtida na presença de cada estímulo. A análise dos reforçadores obtidos

nas sessões indicou que a taxa de obtenção de reforçadores entre B_{50%} e C_{50%} era igual até a sessão 48. Porém, a partir das sessões com sonda A (49-58), os animais obtiveram em média 5% a mais de reforçadores em cada sessão durante o estímulo C_{50%} comparado ao estímulo B_{50%}, embora a programação da proporção de reforço tenha se mantido igual, 50% para B_{50%} e C_{50%}. Os animais perdiam mais reforçadores em B_{50%}, e essa diferença, mesmo que pequena, pode ter produzido a leve queda de respostas observada em B_{50%}.

Os resultados encontrados nesse experimento replicaram aqueles obtidos no Experimento 1 e em Harris et al. (2012, Exp. 1), sugerindo que, pelo menos nos arranjos experimentais utilizados, ambos os tipos de aprendizagem, operante e Pavloviana, são descritas e preditas por funções matemáticas similares (Gallistel & Gibbon, 2000, 2002). Especificamente, dado um treino com estímulo composto AB_{100%} e estímulo elemental B_{50%}, a *R* operante ao outro componente do composto (i.e., A) pode ser predita a partir da *R* em B_{50%}, com base na *r* sinalizada pelos estímulos, como estabelecido pela fórmula $r_A = r_{AB} - r_B$.

Experimento 3

O Experimento 2 mostrou evidências em condicionamento operante que o responder a um dado estímulo (e.g., A), pode ser predito com base na relação entre *R* e *r* estabelecida no treino com o estímulo composto AB_{100%} e um de seus elementos (e.g., B_{50%}). De acordo com a RET isso ocorre porque durante o treino com estímulos compostos as taxas de reforço dos elementos se somam, e o responder se diferencia em função da taxa de reforço sinalizada por cada estímulo (Andrew & Harris, 2011; Harris & Carpenter, 2011), conforme relatado por Andrew e Harris (2011) em condicionamento Pavloviano. O Experimento 3 foi realizado para verificar se a somação da taxa de reforço encontrada por Andrew e Harris (2011) com condicionamento

Pavloviano também é obtida com condicionamento operante de discriminação de estímulos. Os dados desse experimento são de importância para a proposta do Estudo 2, uma vez que ela envolve verificar somação a partir da combinação de ambos os condicionamentos, e até o momento havia apenas dados com condicionamento Pavloviano, nas configurações de treino utilizada (i.e., Andrew & Harris, 201, Exp. 3).

Método

Sujeitos

Quatro ratos machos ingênuos (*Rattus norvegicus*, Wistar) mantidos em condições semelhantes às descritas no Experimento 1. Durante o período do experimento, os animais foram alocados em quádruplos em microisoladores iguais ao do Experimento 1.

Equipamentos

Os equipamentos foram os mesmos do Experimento 1.

Estímulos

Três estímulos foram utilizados, dos quais dois foram auditivos, um tom de 2,5 kHz (T1) e outro de 1,5 KHz (T2) e um visual, luz piscante (L) com 500 ms ligado/desligado. A quantidade 0,02 ml de solução aquosa de sacarose (SAC) 10% foi utilizada como a consequência reforçadora (S^r).

Procedimento

Os sujeitos passaram inicialmente por treino ao bebedouro, em VT-60 s e, em seguida, por treino de RPB até o estabelecimento do responder em VI-10 s (2-18s). Em sequência, as sessões de treino com os S^D s foram realizadas, com diferentes proporções de reforço do responder na presença dos estímulos, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3
Proporção de reforço e estímulos apresentados durante o treino

	Nome	%($S^r S^D$)	Estímulos
Treino	A _{100%}	100% (24/24)	T1
	B _{50%}	50% (12/24)	T2
	C _{50%}	50% (12/24)	L
Sonda	BC _{EXT}	-	T2+L

Nota: T1: tom 2,5 KHz; T2: tom 1,5 KHz, L: luz piscante.

As sessões diárias (sete dias/semana) de treino discriminativo eram formadas por 72 tentativas (6 blocos de 12 tentativas) de apresentação, pseudoaleatória, dos estímulos. Cada estímulo foi apresentado quatro vezes por bloco (i.e., 24 vezes por sessão). A duração do estímulo em cada tentativa correspondeu ao intervalo do VI sorteado; por exemplo, se o intervalo sorteado fosse 18 s, a tentativa com o estímulo sorteado durava esse tempo, e o responder ao final do intervalo era consequenciado.

Durante o treino discriminativo, RPBs na presença do estímulo A_{100%} (L1) foi seguida por SAC em 100% (24) das tentativas. Para as tentativas com os estímulos B_{50%} (T2) e C_{50%} (L), RPB foi seguida por SAC em 50% delas. As RPBs foram reforçadas sob um esquema VI-10 s (intervalos de 2-18 s). As apresentações dos estímulos foram separadas por um IET de 20s em média (intervalos 2-38s), durante o qual a caixa experimental estava escura e RPBs foram mantidas em extinção. Uma vez obtida similaridade na taxa de RPB na presença dos estímulos elementares B_{50%} e C_{50%} (1,25 r/s e 1,26 r/s, respectivamente nas sessões 14 a 19), quatro tentativas de sonda foram acrescentadas às sessões de treino (sessões 20 a 24). Cada sonda consistiu na apresentação aleatória do estímulo BC (T2+L) com duração fixa de 10 s, e RPB na presença desse estímulo foi mantida em extinção (i.e., SAC nunca foi apresentada após RPB).

Resultados e Discussão

A taxa média de resposta em cada estímulo ao longo das 24 sessões experimentais é mostrada na Figura 3(a). Pode se observar que o responder se diferenciou em função da proporção de reforço a partir da sessão 11, quando o responder aos estímulo B_{50%} e C_{50%} tornaram-se similares, ficando mais evidente nas seis sessões (14-19) que antecederam a introdução da sonda BC, cuja taxa média de resposta foi de 1,25 r/s para B_{50%} e de 1,25 r/s em C_{50%}.

Figura 3. (a): taxa média de resposta (r/s) no estímulo A_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e sonda BC. (b): taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) aos estímulos do treino e sonda nas 5 sessões finais do experimento.

A Figura 3(b) mostra a taxa média de resposta durante os estímulos A_{100%}, B_{50%} e C_{50%} e sonda BC. A taxa média de resposta nesses estímulos foram: A_{100%} = 1,70 r/s, B_{50%} = 1,20 r/s, C_{50%} = 1,25 e BC = 1,71 r/s, cujo resultado indica que A_{100%} e BC foram praticamente idênticos, quanto à taxa média de resposta durante as sessões finais. A ANOVA de medidas repetidas dos dados revelou diferenças significativas entre as taxas de repostas emitidas na presença dos estímulos, $F_{(1,6)} = 77,62$, $p < 0001$, $\eta^2 = 0,95$. O teste *post-hoc* de Dunnett, realizado para comparar a taxa de resposta durante a sonda BC com a taxa de resposta nos demais estímulos, mostrou diferença significativa entre

BC e os estímulos B_{50%} e C_{50%} ($t = -8,58, p < 0,001$; $t = -7,74, p < 0,001$, respectivamente), mas não entre A_{100%} e BC ($t = 0,10, p = 0,99$).

Os resultados obtidos sugerem que, como proposto por Andrew e Harris (2011), uma vez que os animais aprenderam a responder na presença de um estímulo B_{50%} e C_{50%} sob controle da taxa de reforço r_B e r_C , respectivamente, eles responderam ao estímulo composto BC como se estivesse respondendo a um estímulo com taxa de reforço $r_B + r_C$, que foi exatamente a taxa programada de reforço do estímulo A_{100%}. Assim, o responder ao estímulo composto BC pode ser predito a partir da relação entre a taxa de resposta e taxa de reforço observadas na presença de seus componentes (i.e., B_{50%} e C_{50%}).

Assim como no Experimento 2, foi encontrada também nesse experimento a evidência que os princípios comportamentais de condicionamento Pavloviano com estímulos compostos podem também ser aplicados ao condicionamento operante, como pode ser visto os dados sobre somação. O fenômeno de somação tem sido observado anteriormente em experimentos de discriminação operante (e.g., Cohn & Weiss, 2007; Miller, 1971; Weiss, 1964; Wolf, 1963). Porém, os dados obtidos no presente experimento tornam-se inovadores por ter mostrado, em condicionamento operante, que a taxa de resposta ao um estímulo composto é diretamente relacionada à taxa de reforço que mantém o responder aos seus componentes.

Outros dados relevantes são mostrados na Figura 4: a taxa de resposta durante o IET foi também função da taxa de reforço do estímulo que o precedeu (i.e., o responder nos IETs de A_{100%}, B_{50%} e C_{50%}). A taxa de resposta em cada período de IET foi: A_{100%} = 0,60 r/s, B_{50%} = 0,46 r/s, C_{50%} = 0,46 r/s e sonda BC = 0,64 r/s. Como pode ser visto na Figura 4, a taxa de resposta nos IETs de A_{100%} e BC foram praticamente idênticas e as taxas nos IETs de B_{50%} e C_{50%}, a mesma relação demonstradas no período com os

estímulos. Como as mesmas condições de estímulos foram programadas para todos os IETs (i.e., escuro com RPB em extinção), a melhor explicação para a distribuição de resposta encontrada é a taxa de reforço da tentativa prévia com o estímulo (e.g., IET antecedido por A_{100%} e IET antecedido por B_{50%}) Esta hipótese se ajusta esses dados, considerando que de acordo com a RET o tempo de espera até a próxima tentativa (e.g., IET), assim como a duração de estímulos em que o reforço é liberado são determinantes na taxa de resposta (Gallistel & Gibbon, 2000).

Figura 4. Taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) durante o período de IET, após apresentação dos estímulos A_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e sonda BC.

Discussão Geral Experimentos 1, 2 e 3

Os experimentos realizados nesse estudo cumpriram o objetivo de avaliar a relação entre R e r em treino discriminativo envolvendo estímulos compostos e comparar os dados com aqueles obtidos em experimentos com condicionamento Pavloviano. Os resultados dos Experimentos 2 e 3 replicaram o estudo de Harris et al. (2012, Exp. 1) e Andrew e Harris (2011, Exp. 3) fornecendo evidências que a relação aritmética $r_{AB} = r_A + r_B$ também ocorre em condicionamento operante de discriminação de estímulos. A R a um estímulo composto (e.g., AB) é controlada pela r dos componentes que formam o estímulo, conforme foi obtido anteriormente em condicionamento Pavloviano.

Uma das principais conclusões sobre os resultados é que eles apoiam a hipótese da RET sobre não haver diferenças entre condicionamento Pavloviano e operante, pelo menos no que se refere à relação entre R e r , em estudos com estímulos compostos. De fato, foi possível estimar a taxa de resposta no estímulo A (experimentos 1 e 2) e BC (Exp. 3), com base na taxa de reforço estabelecida no treino com os estímulos compostos e elementares, conforme predito pela teoria. Ainda foi observado que a relação entre R e r se mantém no período do IET (Exp. 3). Por outro lado, uma explicação alternativa para as similaridades entre os dados seria que no procedimento Pavloviano *Magazine approach* o que foi medido como CR (as respostas de inserção de cabeça) envolve, sem treino direto, componentes operantes (Delamater, 1996; Lattal & Nakajima, 1998; Rescorla, 2000; Ricker & Bouton, 1996): as respostas de ida ao comedouro podem anteceder a liberação do reforçador e, portanto, ficar sob controle da consequência, uma vez que essa resposta é pré-requisito para o animal ter acesso à comida. Entretanto, uma série de experimentos realizados por Harris, Andrew, and Kwok (2013) demonstrou que a resposta de ida ao comedouro, no procedimento *Magazine approach*, é dependente de condicionamento Pavloviano e não de condicionamento operante.

Os estudos realizados tanto em condicionamento Pavloviano quanto em operante mostraram resultados similares, convergindo com as previsões da RET e a discussão trazida por Harris e colaboradores (Andrew & Harris, 2011; Harris et al., 2012) sobre a relação linear entre R e r . Entretanto, vale destacar, que ambos os procedimentos foram realizados de forma independente. Uma possibilidade de pesquisa seria verificar se a predição da taxa de resposta com base na taxa de reforço, e os efeitos de somação obtidos neste estudo são reproduzidos também em um estudo combinando ambos os procedimentos em uma mesma sessão. Na literatura de condicionamento operante é

sabido que quando o reforçador é liberado independente da resposta (treino Pavloviano), o responder operante é alterado, a depender da proporção de reforço dependente e independente da resposta (Lattal, 1974) e dos esquemas de reforço utilizados (Lattal, 1973; 1972; Lattal & Maxey, 1971; Rachlin & Baum, 1972). Por fim, a obtenção de dados combinando os procedimentos de condicionamento Pavloviano e operante poderia suscitar discussões sobre o efeito da interação dos estímulos de ambos os tipos de procedimento sobre o responde a estímulos compostos.

**Estudo 2 – Somação da Taxa de Reforço a partir da Combinação de Estímulos
Condicionais (CS) e discriminativos (S^D) no Responder Discriminado de Ratos**

A proposta de interação entre treino Pavloviano (PV) e Operante (PV) apresentada na introdução dessa tese focou na combinação entre estímulos condicionais (CS+) e discriminativos (S^D) por meio de condicionamento com estímulos compostos. A taxa de reforço correlacionada aos estímulos foi sugerida como a variável comum na interação entre os estímulos de ambos os treinos. Os Experimento 4 e 5 desse estudo foram realizados com esse propósito, a partir do qual se avaliou o responder discriminado resultante da interação dos estímulos CS e S^D , por meio do procedimento de somação. O procedimento de ambos os experimentos foi delineado com base em estudos prévios da literatura (Andrew & Harris, 2011; Harris, Andrew, & Livesey, 2012) e no Estudo 1 desta tese. Esses estudos indicaram que com base na taxa de reforço de cada estímulo utilizado no condicionamento (e.g., A e B) é possível prever a taxa de resposta quando esses estímulos são apresentados como um estímulo composto (i.e., AB). A combinação dos estímulos resulta em somação da taxa de reforço (Andrew & Harris, 2011), que por sua vez produz uma maior taxa de resposta na presença do estímulo composto comparada à taxa de resposta nos seus elementos. Os estudos de Harris e colaboradores, em treino Pavloviano, e os experimentos do Estudo 1, com treino operante, fundamentam a proposta do Estudo 2 de estudar a interação entre os estímulos de ambos os treinos.

Experimento 4

O objetivo desse experimento foi verificar se interação de um CS e um S^D produz efeito de somação sobre o responder discriminado de ratos a estímulos compostos. Especificamente, se a combinação de um CS (e.g., B_{50%}) e um S^D (e.g., C_{50%}), ambos com taxa programada de reforço de 50%, evocariam um responder discriminado similar a outro estímulo (e.g., A_{100%}) com taxa programada de 100%, indicando um efeito de somação com os estímulos de treinos Pavloviano e operante. A

somação na presença do estímulo composto será considerada como um resultado da interação entre o CS e o S^D.

Método

Sujeitos

Foram utilizados 16 ratos machos (*Rattus norvegicus*), Wistar, de idade aproximada de 75 dias, alocados em quádruplos na caixa-viveiro. A origem dos animais e as condições de alimentação foram os mesmos descritos no Experimento 1.

Equipamentos

As caixas de condicionamento operante e controle dos eventos experimentais foram iguais ao Experimento 1.

Estímulos

Três estímulos foram utilizados, dos quais dois foram auditivos, um tom de 2,5 kHz (T1) e outro de 1,5 KHz (T2) e um visual, luz piscante (L) com 500 ms ligar/desligar. A quantidade 0,02 ml de solução aquosa de sacarose (SAC) 10% foi utilizada como a consequência reforçadora (S^r) no treino operante e como US no treino Pavloviano.

Procedimento

Os ratos passaram inicialmente por uma sessão diária de treino ao bebedouro por dois dias consecutivos. Nesse treino, a solução de sacarose foi disponibilizada 20 vezes no bebedouro, em esquema VT-60 s. Após essa etapa, os sujeitos passaram por treino de RPB até seu estabelecimento em esquema VI-10 s, (variando de 2 s – 18 s). Em seguida, o procedimento com as contingências de treino OP e treino PV foi realizado com

diferentes taxas programadas de reforço nas condições dos estímulos discriminativos (S^D) e condicionais (CS), conforme apresentado na Tabela 4.

Durante todo o experimento, a barra retrátil esteve ausente no treino PV e presente no treino OP. As medidas de interesse foram a taxa de resposta de RIC, com duração ≥ 500 ms, durante o treino PV, e a taxa de RPB durante o treino OP. Os animais passaram por sessões diárias de treino, sete dias por semana.

Tabela 4
Proporção de reforço e estímulos apresentados por contingência de treino

	Nome	%	Contingência	Estímulos
Treino	A _{100%}	100% (24/24)	OP($S^r S^D$)	T1
	B _{50%}	50% (12/24)	PV(US CS)	T2
	C _{50%}	50% (12/24)	OP($S^r S^D$)	L
Sonda	B _{EXT}	-	OP($\sim S^r S^D$)	T2
	BC _{EXT}	-	OP($\sim S^r S^D$)	T2+L

Nota: T1: tom 2,5 KHz; T2: tom 1,5 KHz, L: luz piscante. PV: contingência Pavloviana; OP: contingência operante; $\sim S^r$ – ausência de S^r .

Em cada sessão, os estímulos foram apresentados pseudoaleatoriamente com duração média de 10 s (intervalos de 2-18 s), em 4 tentativas de cada estímulo por bloco (6 blocos de 12 tentativas, 72 tentativas por sessão). A duração dos estímulos em cada tentativa correspondeu ao intervalo sorteado do VI-10 s em OP e VT-10 s em PV; por exemplo, em uma tentativa de treino OP, se o intervalo sorteado fosse 18 s, a tentativa com o estímulo sorteado durava esse tempo, e o responder ao final do intervalo era conseqüenciado.

No treino OP, durante as apresentações do estímulo A_{100%} (T1), o responder RPB sob esquema VI-10 s foi conseqüenciado por SAC em 100% das vezes (24), enquanto que para o estímulo C_{50%} (L) o responder sob o mesmo esquema foi seguido por SAC em 50% das tentativas (12). O estímulo B_{50%} (T2) foi apresentado em tentativas de treino PV, em esquema VT-10s (intervalo 2-18s), nas quais a SAC foi liberada em 50% de suas apresentações, independente da ocorrência de RIC. As apresentações dos

estímulos foram separadas por um IET de 20 s em média (2-38 s), durante o qual a caixa experimental estava escura e a barra disponível em OP e ausente em PV. Dessa forma, estava em vigor um esquema *Mult VI-EXT* no treino operante e um esquema similar *Mult VT-EXT* no treino Pavloviano. O treino foi finalizado após a obtenção da estabilidade do responder¹⁵ nos estímulos A_{100%} e C_{50%} e a proporção de acertos acima do acaso¹⁶, durante esses estímulos. Após o critério de finalização da fase anterior, deu-se início as sessões com apresentação aleatória das Sondas. Os treinos com os estímulos A_{100%}, C_{50%} em contingência OP e B_{50%} em PV permaneceram idênticos. A partir do terceiro bloco da sessão, o estímulo B_{50%}, além de aparecer na sessão em contingência PV, foi apresentado também em contingência OP, como Sonda B, em uma tentativa por bloco (total de 4 tentativas por sessão). Da mesma forma, foi apresentada uma tentativa por bloco com o estímulo composto Sonda BC (formado por B_{50%} do treino PV e C_{50%} do treino OP). As Sondas foram apresentadas com a barra presente, ao longo de 10 sessões, com duração fixa de 10s, separadas das tentativas seguintes por um IET com duração fixa de 20s.

Com a finalização das sessões 29-38, em que a taxa de RPB foi avaliada durante os estímulos em contingência operante, uma sessão de Teste foi adicionada ao experimento. Após dois blocos de treino anterior sem as Sondas, o teste foi realizado em quatro blocos seguintes, no qual os estímulos A_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e o estímulo composto BC foram apresentados com a barra ausente, sem apresentação de SAC, e as respostas RIC foram avaliadas. O número de tentativas de cada estímulo por bloco permaneceu o mesmo dos treinos anteriores. O objetivo foi verificar se haveria

¹⁵ Variação máxima 10%, em seis sessões finais - critério Schoenfeld et al (1956), por meio do programa Stability Check (Costa & Cançado, 2012)

¹⁶ Responder conforme o intervalo do VI - obtenção do reforçador programado; realizado por meio de teste binomial (nível de confiança 0,95).

mudanças nas ocorrências de RIC em uma contingência em que não houvesse possibilidade de emissão de RPB.

Resultados e Discussão

A análise será apresentada inicialmente com os dados de RPB e RIC nas sessões de aquisição (Figuras 5a e 6a) e em seguidas as sessões de sonda (Figuras 5b e 6b).

O treino operante com os estímulos $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$ e o treino PV com o estímulo $B_{50\%}$ foram realizados ao longo das sessões de 1 a 28. A Figura 5(a) mostra as taxas médias de resposta RPB durante os estímulos $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$. Após as sessões iniciais, a taxa de resposta em ambos os estímulos foi crescente, variou com o decorrer das sessões de treino e atingiu a estabilidade nas seis sessões precedentes à introdução das tentativas com Sondas. As curvas de aquisição do responder em $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$ sugerem que o responder a esses estímulos se distribuiu em função da proporção programada de reforço.

A taxa de RIC foi a medida de interesse durante o estímulo $B_{50\%}$, apresentado em treino PV, com a barra ausente. Nas tentativas com esse estímulo, a SAC era liberada, independente da ocorrência de resposta, em 50% das tentativas. Como pode ser observado na Figura 6(a), a aquisição de RIC durante $B_{50\%}$ também indicou crescimento contínuo na taxa de resposta, conforme ocorreu com a taxa de RPB de $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$ no treino operante.

Figura 5. (a): taxa média de resposta RPB (r/s) nos estímulos do treino operante e Sondas ao longo do experimento por sessão. (b): taxa média ($\pm$ SEM) de resposta RPB (r/s) aos estímulos do treino A_{100%}, C_{50%} e Sondas B e BC nas dez sessões finais do experimento.

Embora os estímulos A_{100%} e C_{50%} tenham sido apresentados em treino OP, cuja resposta a ser estabelecida era a RPB e não a RIC, emissões ocasionais de RIC durante esses estímulos também eram possíveis de ocorrer, haja vista que a região do bebedouro sempre permanecia de livre acesso e era o mesmo local em que o S^r do treino OP era liberado. Contudo, as taxas médias de RIC em A_{100%} e C_{50%} emitidas durante o treino OP foram baixas e claramente inferiores à taxa de RIC em B_{50%} como pode ser observado na Fig. 6(a). A ANOVA de medidas repetidas mostrou um significativo efeito principal entre esses estímulos $F_{(1,16)} = 64,41$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,81$ e comparações múltiplas, *post hoc* (ajuste de Bonferroni), revelaram diferenças significativas entre B_{50%} e A_{100%} (0,50, $p < 0,001$) e em relação a C_{50%} (0,057, $p < 0,001$).

Figura 6. (a): taxa média de resposta (r/s) RIC durante o treino PV com estímulo B_{50%}, nos estímulos A_{100%} e C_{50%} em treino OP e tentativas de Sonda com os estímulos B e BC ao longo do experimento. **(b):** taxa média (± SEM) de resposta (r/s) RIC durante os estímulos nas sessões finais com a adição das Sondas B e BC (29-38).

A diferença na taxa de RIC entre os estímulos (Fig. 6a) indica que as respostas específicas dos animais, RPB ou RIC, estavam sob controle de cada tipo de treino (i.e., OP ou PV), estabelecidos de forma independentes na mesma sessão. Considerando que o US no treino PV e o S^r no treino OP foram iguais (i.e., SAC), a liberação de SAC, sem exigência do responder no treino PV poderia alterar a relação de dependência resposta-consequência do treino operante e, por conseguinte, afetar a aquisição do responder (Lattal, 1974; Lattal & Maxey, 1971) nos estímulos A_{100%} e C_{50%}. Entretanto, como pode ser observado, as entregas livres de SAC durante o treino PV e as emissões ocasionais de RIC durante o treino operante não impediram o estabelecimento de RPB no treino OP, que exigia um responder para a liberação da SAC.

As tentativas de Sonda em contingência OP com os estímulos B e BC foram adicionadas nas sessões de 29 a 38. Durante essas sessões, as taxas de RPB e de RIC foram registradas e são apresentadas, respectivamente, nas figuras 5(b) e 6(b).

As taxas médias de RPB durante os estímulos foram $A_{100\%} = 1,32$ r/s, $C_{50\%} = 1,17$ r/s, Sonda BC = 1,20 r/s e Sonda B = 0,93 r/s. A ANOVA de medidas repetidas desses dados indicou um significativo efeito principal nas diferentes condições de estímulos, $F_{(2,18)} = 69,4$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,88$. Comparações múltiplas, *post hoc* (ajuste de Bonferroni), da taxa média de RPB entre os estímulos revelaram diferenças significativas entre os estímulos Sonda BC e $A_{100\%}$ (0,122, $p = 0,003$) e entre Sonda BC e Sonda B (0,273, $p < 0,001$). Houve também diferença significativa entre as taxas médias de $C_{50\%}$ e Sonda B (0,239, $p < 0,001$). Por outro lado, não houve diferença significativa entre os estímulos Sonda BC e $C_{50\%}$ (0,034, $p = 0,44$), cujas taxas médias de RPB foram praticamente idênticas (Fig. 5b).

Como pode ser observado na Fig. 5(b) houve ocorrência de RBP quando o estímulo $B_{50\%}$ do treino PV foi apresentado em tentativas de Sonda com a barra presente (i.e., estímulo Sonda B) e durante o seu respectivo IET (0,42 r/s, não mostrado na figura), embora esse estímulo não tenha sido apresentado em treino OP, anteriormente. A diferença significativa entre a taxa média de resposta no estímulo Sonda B e a taxa média durante o IET ($t_{\text{pareado}} = 5,3$, $p < 0,001$) sugere que a emissão de RPB estava sob controle discriminativo desse estímulo, e evidencia a transferência do controle do estímulo estabelecido em treino PV (tentativas $B_{50\%}$ –SAC) para o responder operante (RPB $\rightarrow$ SAC): o CS $B_{50\%}$ assumiu a função de estímulo discriminativo, exercendo controle sobre uma resposta operante, cujo estímulo consequente (SAC) funcionou também como US na contingência PV. Esse resultado não é novidade, e replica os estudos reportados na literatura sobre transferência de controle de estímulos adquiridos por treino Pavloviano sobre o responder operante (e.g., Colwill & Rescorla, 1988; Holmes, Marchand, & Coutureau, 2010; Rescorla, 1994).

A RET (Gallistel & Gibbon, 2000), os resultados reportados por Harris e colaboradores (Andrew & Harris, 2011; Harris et al., 2012) e os do Estudo 1 deste trabalho permitiriam predizer que a taxa média de RPB durante a Sonda B fosse equivalente à taxa média em $C_{50\%}$, uma vez que para ambos os estímulos o evento subsequente (i.e., US e S^r) foi apresentado em 50% das tentativas com $C_{50\%}$ e $B_{50\%}$. Entretanto, a taxa de RPB durante a Sonda B (0,93 r/s) foi inferior à taxa de $C_{50\%}$ (1,17 r/s), quando o estímulo $B_{50\%}$ foi apresentado em contingência OP (i.e., estímulo Sonda B). Ainda, era também esperado que a taxa média de RPB durante a Sonda com o estímulo composto BC fosse equivalente à taxa de $A_{100\%}$. Porém, contrariando as predições, a taxa média de RPB em BC (1,20 r/s) foi inferior à taxa em $A_{100\%}$ (1,32 r/s) e praticamente idêntica à taxa em $C_{50\%}$ (1,17 r/s). Esses resultados sugerem que a RPB estava apenas sob controle do elemento $C_{50\%}$, e indica uma clara ausência de somação no controle da resposta RPB.

Esses dois resultados juntos são contrários à tese levantada de que a igualdade na taxa de reforço correlacionada ao CS (i.e., $B_{50\%}$) e ao S^D (i.e., $C_{50\%}$) produziria somação da taxa de reforço e, por conseguinte, um responder maior no composto BC, comparado aos seus elementos. Entretanto, isso não inviabiliza discutir quais possíveis variáveis foram determinantes no resultado da interação desses estímulos. A ausência de somação pode estar relacionada aos seguintes fatores: (a) o estímulo B não ter sido apresentado junto à barra antes da sua apresentação como Sonda; diferente disso, o estímulo $C_{50\%}$ tinha história prévia com a barra desde o início do experimento; e (b) a RPB estar sob extinção quando esse estímulo era apresentado na mesma sessão na Sonda como estímulo elementar (i.e., Sonda B) ou como composto com $C_{50\%}$ (i.e., Sonda BC). Assim, essa diferença na história prévia, em relação à barra, entre $B_{50\%}$ e $C_{50\%}$, pode ter refletido também nas tentativas com Sonda BC, em que o animal

respondeu a esse estímulo como se estivesse respondendo apenas ao elemento $C_{50\%}$, indicando um efeito de bloqueio de estímulos (Holman & Mackintosh, 1981; Kamin, 1969; Seraganian, 1974; vom Saal & Jenkins, 1970), ao invés de somação. Assim, a despeito do controle discriminativo da Sonda B sobre o responder RPB evidenciado na transferência, ele não foi suficiente para produzir uma taxa similar à de $C_{50\%}$ e nem produzir somação durante as tentativas com Sonda BC.

A diferença nas taxas de RPB entre Sonda B e $C_{50\%}$ sugere que, apesar de ter ocorrido transferência de controle, o estímulo sonda B foi menos efetivo do que $C_{50\%}$ em controlar RPB, embora a programação a taxa programada de reforço tenha sido igual. Diferença entre CS e S^D no controle da resposta durante o teste de transferência já foram reportados na área (e.g., Colwill & Rescorla, 1988; Rescorla, 1994), indicando também menor taxa na resposta durante o CS, comparado ao S^D . Um dos pontos levantados na área é que no teste de transferência com o CS, além dele sinalizar a disponibilidade do reforçador, criando ocasião para a emissão da RPB, ele evoca também a RIC. As possíveis ocorrências de RIC no período dos estímulos em que a barra estava disponível podem ter concorrido com a emissão de RPB, afetando sua taxa.

É provável que nesse experimento a ocorrência de RIC tenha interferido na taxa de RPB durante a Sonda B, produzindo menor taxa de resposta do que $C_{50\%}$, assim como ter interferido no responder à Sonda BC. Levando isso em conta, as taxas médias dessa resposta durante as sessões com Sonda (Fig. 6b) foram analisadas com o objetivo de avaliar possíveis efeitos sobre o desempenho no responder RPB durante as Sondas B e BC. A taxa média de RIC durante o estímulo $B_{50\%}$ (0,93 r/s) em contingência PV manteve-se praticamente inalterada com a introdução das sessões com Sonda. O mesmo ocorreu nas taxas de RIC em contingência OP nos estímulos $A_{100\%}$ (0,18 r/s) e $C_{50\%}$ (0,11 r/s). A taxa de RIC durante a Sonda BC foi 0,16 r/s, e 0,49 r/s na Sonda B.

Como pode ser observado na Fig. 6(b), a taxa média de RIC durante a Sonda B foi superior à taxa na Sonda BC e nos demais estímulos, A_{100%} e C_{50%}. Uma ANOVA de medidas repetidas revelou um significativo efeito principal, quanto às taxas de RIC durante a apresentação desses estímulos em contingência OP, $F_{(2, 17)} = 266,45$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,97$. Comparações múltiplas, *post hoc* (ajuste de Bonferroni), da taxa de RIC entre esses estímulos revelou diferença estatisticamente significativa entre Sonda B e os estímulos A_{100%}, C_{50%} e Sonda BC (0,30; 0,38; e 0,32, respectivamente; todos com $p < 0,001$) e entre Sonda BC e C_{50%} (0,05, $p = 0,035$). Não houve diferença significativa entre Sonda BC e o estímulo A_{100%} (0,19, $p = 1$).

A considerável taxa de RIC no estímulo Sonda B pode ter concorrido, em termos de alocação de resposta, com as emissões de RPB quando tal estímulo era apresentado junto com a barra, afetando a taxa geral de RPB nesse estímulo. Isto porque, a emissão de um tipo de resposta inviabilizava a emissão da outra. Portanto, embora ambos os estímulos tenham sido correlacionados a taxas programadas de reforço iguais, as emissões de RIC dificultaram que a taxa de RPB ocorresse em função da taxa de reforço apenas. Por outro lado, a baixa ocorrência de RIC (0,16 r/s) na Sonda BC, que não diferiu estatisticamente de A_{100%} (0,18 r/s) parece descartar a hipótese que a concorrência de respostas tenha prejudicado a ocorrência de somação com a resposta RPB. Dado isso, a ausência de somação com a RPB é sustentada mais pela diferença na história prévia em relação à barra, que embasa a hipótese de bloqueio de estímulo, sobre os animais estarem respondendo à Sonda BC como se estivessem apenas sob controle do estímulo C_{50%}, dadas as taxas de RPB similares entre esses dois estímulos.

Diferente do que ocorreu com a taxa de RPB entre A_{100%} e Sonda BC, não houve diferença significativa entre a taxa média de RIC em A_{100%} (0,18 r/s) e Sonda BC (0,16 r/s), sugerindo um efeito de somação (Figura 6b) com essa resposta. Esse efeito fica

mais evidente quando os dados da última sessão são analisados (Figura 7). Nessa sessão foram realizados dois blocos de treino, e em quatro blocos seguintes a barra foi removida e os estímulos apresentados. Pode-se observar na Figura 7 que a média da taxa de RIC dos blocos que precederam a remoção da barra na presença dos estímulos $A_{100\%}$ (0,19 r/s) e $C_{50\%}$ (0,08 r/s) foi menor do que a taxa de RIC após a remoção da barra (0,73 r/s e 0,36 r/s, respectivamente). Por outro lado, taxa de RIC no estímulo $B_{50\%}$, que foi previamente treinado em contingência PV, ficou praticamente inalterada (0,99 r/s durante 2bl com a barra e 0,94 r/s no teste sem a barra).

A taxa de RIC na presença de BC após a remoção da barra é também apresentada na Figura 7. Como nos dois blocos iniciais da sessão 39 não havia apresentação de Sonda, a comparação da taxa de RIC em BC com ou sem barra foi feita entre essa sessão e a sessão 38 (última sessão de Sonda BC com barra presente). A taxa de RIC nessa última foi de 0,16 r/s, enquanto que na sessão 39 aumentou para 0,70 r/s.

A análise estatística por meio de uma ANOVA de medidas repetidas das médias mostradas na Figura 7 mostrou significativo efeito principal quanto às taxas de RIC em $A_{100\%}$, $C_{50\%}$ e BC durante os quatro blocos de teste, $F_{(1,21)} = 36,02$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,71$. Comparações múltiplas *post hoc* (ajuste de Bonferroni) entre os estímulos mostraram diferença significativa entre BC e $C_{50\%}$ (0,373, $p < 0,001$), mas não entre BC e $A_{100\%}$ (0,066, $p = 1$). A similaridade entre a taxa de RIC em BC (0,70 r/s) e $A_{100\%}$ (0,74 r/s) indica a ocorrência do efeito de somação quando os estímulos $B_{50\%}$ e $C_{50\%}$ foram combinados na forma de composto BC.

Figura 7. Taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) RIC durante os estímulos A_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e BC nos dois blocos (2 bl) de treino com a barra presente e nos quatro blocos de teste com a barra ausente. * Sessão 38.

Em resumo, os resultados do experimento replicaram dados sobre transferência de controle, que apesar da proporção programada de SAC nos distintos treinos PV e OP com os estímulos B_{50%} e C_{50%}, respectivamente, as taxas de RPB dos estímulos C_{50%} e Sonda B diferiram estatisticamente. A interação entre os estímulos de treino PV e OP, com taxas programadas de reforço similares (i.e., B_{50%} e C_{50%}) não produziu o efeito de somação em relação a RPB, como observado na literatura só de condicionamento operante (e.g., Cohn & Weiss, 2007; Miller, 1971; Weiss, 1964; Wolf, 1963), que indica uma maior taxa de resposta na presença do estímulo composto. Também, não foi possível obter a somação da taxa de reforço segundo relação aritmética $r_B + r_C$, demonstrada por Andrew e Harris (2011) e replicada no Experimento 3 com RPB. Por outro lado, houve somação com a RIC na presença de BC, quando os estímulos de treino PV e OP foram combinados. A somação ficou mais evidente ainda na sessão de Teste, quando a barra foi removida e a RIC foi avaliada na presença dos estímulos. Nesse sentido, a proposta de que a taxa de reforço correlacionado ao CS e ao S^D é a

variável determinante na interação entre esses estímulos se aplica, pelo menos, na avaliada da resposta medida no treino Pavloviano (RIC).

A ausência de somação com a RPB sugere que questões do procedimento relacionados à contingência operante podem também ter interferido na interação entre os estímulos dos treinos OP e PV. É possível que as diferenças entre os treinos possa ter produzido variáveis não controladas experimentalmente que interferiram no resultado.

Por exemplo, ao longo de todo o experimento, as tentativas em treino OP ($A_{100\%}$ e $C_{50\%}$) eram sinalizadas pela apresentação da barra, e as de treino PV ($B_{50\%}$) pela apresentação do próprio estímulo e a remoção da barra quando a tentativa anterior era de um estímulo OP. Por outro lado, nas Sondas (sessões 29-38) o estímulo B era apresentado também simultaneamente com a barra, mas o responder era mantido em extinção. Assim, na mesma sessão, apresentações de B sem barra eram seguidas de SAC ($B_{50\%}$) e apresentações de B com barra não eram seguidas de SAC quando RPBs aconteciam. Essa história pode ter ocasionado que a barra adquirisse função de estímulo negativo em termos de probabilidade condicional: $P(\text{SAC}|B_{50\%} + \text{barra}) = 0$ e $P(\sim\text{SAC}|B_{50\%} + \text{barra}) = 1$. Dessa forma, a apresentação de $B_{50\%} + \text{barra}$ sinalizou ao longo do treino uma ocasião em que o responder durante esse estímulo resultaria em ausência de SAC em 100% das vezes, desde o início das primeiras tentativas. A predição de SAC na presença de $B_{50\%}$ que era 0,5 no treino PV passou para o quando esse estímulo foi apresentado como Sonda B. Seguindo esse raciocínio, quando as tentativas com a Sonda BC foram apresentadas, o elemento $C_{50\%}$ sinalizava $P(\text{SAC}|C_{50\%} + \text{barra}) = 0,50$, enquanto que o elemento $B_{50\%}$ na presença da barra sinalizava $P(\text{SAC}|B_{50\%} + \text{barra}) = 0$. A evidência disso é a taxa similar de RPB entre BC e $C_{50\%}$. Portanto, avaliar ao mesmo tempo Sonda B e Sonda BC na mesma sessão pode

ter interferido, em termos de predição do reforçador, na forma como os estímulos B e C interagiram, dado que B sinalizava ocasião para não responder em ambas as sondas.

Os resultados de somação com RIC corroboram com a discussão sobre a predição de SAC de cada estímulo durante as Sondas ter interferido na ocorrência de somação com a resposta RPB. Diferente do que ocorreu com a resposta RPB, a RIC era possível de ocorrer na presença de todos os estímulos, a despeito da barra estar presente ou não. Com a introdução das Sondas não houve mudanças nas predições de liberação de SAC, uma vez que ela era liberada independente do responder em $B_{50\%}$ e a emissão de RIC não estava programada para produzir SAC em $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$ ao longo das sessões em que a barra era apresentada na presença desses dois estímulos. Dessa forma, quando a barra foi eliminada na sessão de teste, a resposta RIC ficou sob controle dos estímulos presentes no ambiente, cada um com a mesma predição de SAC estabelecida anteriormente no treino ($A = 100\%$, $B = 50\%$, $C = 50\%$ e $BC = A$).

Em suma, além da diferença de treino prévio com a barra entre $C_{50\%}$ e $B_{50\%}$, justificativa para a ocorrência de bloqueio de estímulo, a configuração de treino realizada durante as sessões de 29 a 38 pode ter sido uma variável crítica que impossibilitou o efeito de somação das taxas de reforço com RPB, na combinação entre os estímulos de treino PV e OP, bem como interferido na emissão de RPB durante a Sonda B.

Levando em conta as discussões apresentadas, seria necessário realizar um experimento com a finalidade de avaliar, se dados os ajustes no procedimento, a interação resultante da combinação de estímulos treinados em contingência PV e OP produziria somação ou outro efeito observado em condicionamento com estímulo composto.

Experimento 5

O Experimento 5 foi uma replicação do Experimento 4 com ajuste no procedimento para controlar as variáveis que poderiam explicar a ausência de somação com RPB observada no Experimento 4. Como foi discutido anteriormente, a apresentação das Sondas B e BC na mesma sessão pode ter alterado a predição de SAC do estímulo B e interferido na somação.

As mudanças realizadas foram as seguintes: (a) as sessões de Sonda BC foram realizadas inicialmente para avaliar se ocorria ou não somação; (b) após isso, as sessões com a Sonda B foram acrescentadas, para se avaliar a transferência de controle de B_{50%} sobre o responder operante. Em (a) é possível verificar se a ausência de somação em RPB no Experimento 4 foi devido à história prévia de treino com a barra (i.e., estímulo C_{50%}), conforme a hipótese de bloqueio de estímulo, ou a interferência da Sonda B em extinção; em (b) pode-se avaliar o efeito da adição das tentativas da Sonda B em extinção sobre o responder em BC e comparar as taxas de resposta na Sonda B e estímulo C.

Ainda, com a mudança no procedimento, uma vez ocorrendo somação em BC (i.e., responder similar a A_{100%}), e a Sonda B passar a ser apresentada individualmente na mesma sessão, cada estímulo do composto BC sinalizará uma taxa de reforço igual a 50%. Nesse sentido, é esperado que as taxas de RPB na Sonda B e no estímulo C_{50%} sejam similares, uma vez que o controle individual desses dois elementos serão avaliados apenas após terem sido apresentados na forma de composto BC. Conforme o estudo de Harris et al (2012, Exp. 1) e os resultados do Experimento 2 no Estudo 1 deste trabalho, se um estímulo composto sinaliza uma taxa de reforço de 100% (e.g., BC) e um dos seus elementos sinaliza uma taxa de 50% (e.g., C), o elemento restante (i.e., B)

sinalizará uma taxa de reforço também de 50%. Dessa forma, as taxas de respostas em B e C serão similares.

As mudanças foram realizadas para possibilitar a interação entres os estímulos, com base na taxa de reforço programada, sem interferência de outras variáveis.

Método

Sujeitos, Equipamentos e Estímulos.

Dezesseis ratos machos (*Rattus norvegicus*, Wistar, idade aproximada de 75 dias) em condições de alojamento e alimentação semelhantes aos do experimento 4. As sessões experimentais com esses sujeitos foram realizadas com os mesmos equipamentos do Experimento 4, bem como os mesmos estímulos, a forma de apresentação e o registro de respostas.

Procedimento

Os procedimentos realizados no Experimento 4 foram replicados com os sujeitos do Experimento 5. Após os procedimentos de treino ao bebedouro e de resposta RPB em VI-10s, o treino com os estímulos em contingência Pavloviana (PV) e operante (PV), mostrados anteriormente na Tabela 4, foi realizado com o mesmo número de tentativas de cada estímulo por bloco. A medida de interesse foi a RPB no treino OP e a RIC no treino PV. Nas tentativas de treino OP, o responder RPB sob esquema VI-10 s foi consequenciado por SAC em 100% das vezes (24) durante as apresentações do estímulo A_{100%} (T1), enquanto que para o estímulo C_{50%} (L) o responder sob o mesmo esquema foi seguido por SAC em 50% das tentativas (12) com esse estímulo. No treino PV, o estímulo B_{50%} (T2) foi apresentado em esquema VT-10s (intervalo 2-18s), no qual a SAC foi liberada em 50% de suas apresentações (12), independente da ocorrência de RIC. A duração das tentativas com os estímulos e do IET foi a mesma do

Experimento 4. Após o encerramento dessa fase, segundo os mesmos critérios do experimento anterior, deu-se inícios as sessões com a apresentação das Sondas.

As Sondas foram apresentadas durante as sessões de 17 a 27, uma tentativa por bloco (4 Sondas por sessão). Diferente do Experimento 4, apenas a Sonda BC foi apresentada, com uma tentativa por bloco, em extinção, ao longo de sete sessões (17 a 23), com duração fixa de 10s, separadas por um IET com duração fixa de 20s. O treino com os demais estímulos $A_{100\%}$, $B_{50\%}$, $C_{50\%}$ continuou da mesma forma. Da sessão 24 a 27, as tentativas de Sonda B foram adicionadas, uma tentativa por cada bloco (4 tentativas por sessão), com duração fixa de 10s, durante as quais o responder era mantido em extinção e o treino com os demais estímulos e Sonda BC continuou igual.

Com a finalização das sessões 24-27, uma sessão de Teste foi adicionada ao experimento para avaliar o responder RIC, a partir da impossibilidade de emissão de RPB, no mesmo formato realizado no Experimento 4. Após dois blocos de treino anterior sem as Sondas, o Teste foi realizado com quatro blocos de tentativas, no qual os estímulos $A_{100\%}$, $B_{50\%}$, $C_{50\%}$ e o estímulo composto BC foram apresentados com a barra ausente, sem apresentação de SAC, e as respostas RIC foram registradas. O número de tentativas de cada estímulo por bloco permaneceu o mesmo dos treinos anteriores.

Resultados e Discussão

A análise será apresentada inicialmente com os dados de RPB e RIC nas sessões de aquisição (Figuras 8a e 9a) e em seguidas nas sessões com as Sondas (Figuras 8b, 8c, 9b e 9c).

Como pode ser observado na Figura 8(a), houve diferença nas curvas de aquisição de RPB durante os estímulos $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$, ao longo das sessões, indicando que o responder a esses estímulos se distribuiu em função da proporção de reforço em cada estímulo, com crescimento contínuo até apresentar estabilidade.

A figura 9(a) mostra as taxas médias de RIC durante o estímulo $B_{50\%}$ apresentado em treino PV e nos demais estímulos em treino OP. Da mesma forma como ocorreu com RPB no treino com os estímulos $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$, a aquisição de RIC durante $B_{50\%}$ também indicou crescimento contínuo na taxa de resposta, a partir das sessões iniciais. As taxas de RIC durante os estímulos de treino OP foram inferiores comparadas à taxa durante o estímulo $B_{50\%}$ apresentado em treino PV, mostrando uma clara diferenças entre esses estímulos: ($p < 0,001$; $B_{50\%}$ comparado a $A_{100\%}$ e $C_{50\%}$, comparações múltiplas com ajuste de Bonferroni).

As taxas de RPB durante os estímulos nas sessões com apenas a Sonda BC são apresentadas na Figuras 8(b). Nas sessões de 17 a 23, as taxas médias de RPB durante os estímulos foram $A_{100\%} = 1,36$ r/s, $C_{50\%} = 0,88$ r/s, Sonda BC = 1,26 r/s. A ANOVA de medidas repetidas desses dados indicou um significativo efeito principal nas diferentes condições de estímulos, $F_{(2,11)} = 100,03$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,94$. Comparações múltiplas, *post hoc* (ajuste de Bonferroni), da taxa média de RPB revelaram que houve diferença significativa entre os estímulos Sonda BC e $C_{50\%}$ (0,38, $p < 0,001$) e que não houve diferença significativas entre os estímulos Sonda BC e $A_{100\%}$ (0,094, $p = 0,052$), indicando somação em BC.

Figura 8. (a): taxa média de resposta RPB (r/s) nos estímulos do treino operante e Sondas ao longo do experimento; **(b):** taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) nos estímulos de treino operante A_{100%}, C_{50%} e Sondas BC nas sessões 17-23; **(c):** taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) aos estímulos treino operante, Sondas BC e Sonda B nas sessões 24-27.

As taxas de RIC durante os estímulos nas sessões com apenas a Sonda BC são apresentadas na Figuras 9(b). Durante as sessões 17 a 23, a taxa de RIC no estímulo B_{50%} permaneceu alta (0,69 r/s). Nos estímulos apresentados em contingência OP a taxa de RIC foi A_{100%} = 0,16 r/s, C_{50%} = 0,14 r/s e Sonda BC = 0,22 r/s. A ANOVA de medidas repetidas mostrou um significativo efeito principal quanto ao responder a esses estímulos ao longo das sessões, $F_{(2,14)} = 452,6$; $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,98$. Comparações

múltiplas, *post hoc* (ajuste de Bonferroni), revelaram diferenças significativas entre B_{50%} e os demais estímulos ($p < 0,001$) e que não houve diferenças significativas entre A_{100%}, C_{50%} e Sonda BC ($p = 0,78$ e $p = 0,17$, respectivamente).

Figura 9. (a): taxa média de resposta RIC (r/s) nos estímulos do treino operante e Sondas ao longo do experimento; **(b):** taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) do aos estímulos treino operante A_{100%}, C_{50%} e Sondas BC nas sessões 17-23; **(c):** taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) aos estímulos treino operante e Sondas BC nas sessões 24-27 com a adição da Sonda B.

Como pode ser observado nos dados das sessões 17 a 23 (Fig. 8b), não houve diferença estatisticamente significativa entre as taxas de RPB de A_{100%} e Sonda BC.

Esse resultado indicou a ocorrência do efeito de somação com a resposta operante (i.e.,

RPB), a partir da combinação de um estímulo de treino PV (i.e., CS, B_{50%}) com um estímulo de treino OP (i.e., S^D, C_{50%}). Na interação entre esses estímulos, o responder obtido (taxa de RPB) ocorreu em função da taxa de reforço sinalizada pela Sonda BC, produto da interação das taxas de reforço correlacionada aos estímulos elementares (i.e., B_{50%} e C_{50%}), conforme a relação aritmética $r_{BC} = r_B + r_C$, já demonstrada em condicionamento Pavloviano (Andrew & Harris, 2011) e operante (Exp. 3, Estudo 1 dessa tese) sozinhos.

No Experimento 4, uma das hipóteses sobre a ausência de somação com RPB foi que a apresentação da Sonda B, em extinção, interferiu com o controle do estímulo BC sobre a RPB, em termos de alterar a predição de SAC que o elemento B do composto sinalizava nas tentativas com a Sonda BC com a barra presente. i.e., $P(\text{SAC}|\text{C}_{50\%} + \text{barra}) = 0,50$ e $P(\text{SAC}|\text{B}_{50\%} + \text{barra}) = 0$. Essa hipótese pode ser verificada com base nos dados obtidos após a inserção da Sonda B nas sessões de 24-27 (Fig. 8c). Nessas sessões, observou-se uma diminuição na taxa média de RPB durante a Sonda BC, a partir da introdução da Sonda B. As taxas de respostas em BC e nos demais estímulos nas quatro sessões finais são mostradas na Fig. 8(c): A_{100%} = 1,41 r/s, os estímulos C_{50%} e Sonda B com taxas idênticas de 0,76 r/s e Sonda BC com taxa de 1,06 r/s. A ANOVA de medidas repetidas mostrou um significativo efeito principal nas diferentes condições de estímulos ao longo das sessões, $F_{(2,5)} = 40,46$, $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,93$. As comparações múltiplas entre os estímulos (ajuste de Bonferroni), mostrou diferenças estatisticamente significativas entre a taxa de respostas de BC e os estímulos C_{50%} ($p = 0,019$) e Sonda B ($p = 0,034$) e ausência de diferença estatisticamente significativa entre Sonda BC e A_{100%} ($p = 0,1$). Isto é, a adição da Sonda B diminuiu a taxa de resposta mantida pela Sonda BC, porém não o suficiente para eliminar o efeito de somação. Dessa forma, acredita-se que a ocorrência de bloqueio de estímulos e, por conseguinte, a ausência de

somação no Experimento 4 estavam relacionadas mais à diferença na predição de SAC que cada elemento de BC sinalizava, tentativa a tentativa, do que unicamente pela diferença na história prévia de treino com a barra entre B_{50%} e C_{50%}.

A ocorrência de RPB durante a Sonda B, como pode ser observado na Fig. 8(c), replica a transferência de controle de estímulos observada no Experimento 4. A Comparação entre a taxa de RPB em Sonda B (0,76 r/s) e o IET (0,34 r/s, não mostrada na figura) revelou uma diferença estatisticamente significativa: $t_{(15)\text{pareado}} = 5,71, p < 0,001$. Nesse experimento, a taxa de RPB durante a Sonda B foi idêntica à taxa durante o estímulo C_{50%}.

No experimento 4 foi discutido que a diferença obtida na taxa de resposta entre C_{50%} e Sonda B teria relação com a concorrência entre as respostas RIC e RPB, uma vez que esse último estímulo era apresentado em treino PV no qual somente a RIC era possível de ocorrer. Nesse experimento (Fig. 9c), entretanto, houve também uma taxa considerável de RIC durante Sonda B (0,42 r/s) e, ainda assim, as taxas de RPB em C_{50%} e Sonda B foram idênticas. As taxas de RIC nos demais estímulos foram: A_{100%} = 0,15 r/s, B_{50%} = 0,71 r/s, C_{50%} = 0,15 r/s e Sonda BC = 0,26 r/s. A ANOVA de medidas repetidas revelou um significativo efeito principal, quanto às taxas de RIC durante a apresentação desses estímulos em contingência OP, $F_{(1,5)} = 105,8, P < 0,001, \eta_p^2 = 0,96$. Comparações múltiplas, *post hoc* (ajuste de Bonferroni), mostrou diferenças significativas entre Sonda B e os demais estímulos ($p = 0,004$ em relação a A_{100%}; $p < 0,001$ quanto a C_{50%} e $p = 0,002$ comparado à Sonda BC). Esses resultados sugerem que embora seja possível a concorrência entre RIC e RPB, levando em conta que a emissão de uma resposta impossibilita a ocorrência de outra, talvez isso não tenha sido a variável crítica que interferiu na taxa de RPB na Sonda B, resultando na diferença entre esse estímulo e C_{50%} no Experimento 4.

Diferente do Experimento 4, no presente experimento o efeito de transferência de controle do estímulo $B_{50\%}$ sobre o responder RPB foi avaliado apenas após a verificação de somação com o estímulo Sonda BC. Dessa forma, uma vez que os animais estavam emitindo RPB na presença de Sonda BC como se estivessem respondendo a um estímulo que sinalizava taxa programada de reforço 100% (i.e., $A_{100\%}$), o responder posterior a apenas um elemento do composto (sessões 24-27) seria equivalente ao responder a um estímulo com taxa de reforço programada em 50% (i.e., $C_{50\%}$ e $B_{50\%}$ apresentado como Sonda B), conforme foi demonstrado por Harris, Andrey e Livesey (2012) e no Experimento 2 do Estudo 1. Assim, com a mudança no procedimento de apresentar primeiro apenas a Sonda BC a transferência de controle de B sobre RIC para RPB ficou mais evidente, quando o elemento B foi separado e o responder na barra foi avaliado.

Harris et al. (2012) demonstraram que dado um treino Pavloviano com estímulo composto $AB_{100\%}$ e um estímulo elemental $B_{50\%}$, a taxa de resposta ao outro elemento do composto (i.e., A) pode ser predita a partir da taxa de resposta em $B_{50\%}$, como estabelecido pela relação aritmética das taxas de reforço, i.e., $r_A = r_{AB} - r_B$. Da mesma forma, essa relação foi demonstrada em treino operante no Experimento 2 do estudo 1. No presente experimento, ficou demonstrado que essa relação aritmética também ocorre em estímulo composto BC cujos elementos B e C foram estabelecidos em treinos distintos (i.e., Pavloviano e operante), se for garantida igualdade na taxa programada de reforço.

Figura 10. Taxa média ($\pm$ SEM) de resposta (r/s) RIC durante os estímulos A_{100%}, B_{50%}, C_{50%} e BC nos dois blocos (2 bl) de treino com a barra presente e nos quatro blocos de teste com a barra ausente. * Sessão 27.

Assim como no Experimento 4, uma sessão de teste foi realizada, na qual a barra foi retirada, impossibilitando a emissão de RPB e a taxa de RIC foi registrada durante os estímulos treinados em contingência PV (i.e., B_{50%}) e OP (i.e., A_{100%} e C_{50%}) e na combinação de estímulos de ambas as contingências (i.e., estímulo composto BC). Como pode ser observado na Figura 10, houve aumento na taxa de RIC durante os estímulos, A_{100%} (de 0,19 r/s em 2bl para 0,70 r/s no teste) e C_{50%} (de 0,11 r/s em 2bl para 0,29 r/s no teste). Houve pouca mudança da taxa de RIC no estímulo B_{50%} (0,78 r/s durante 2bl e 0,69 r/s no teste). A verificação da mudança na taxa de RIC em BC foi feita a partir da comparação entre a taxa da sessão 27 (última sessão de Sonda BC com barra presente). A taxa de RIC nessa sessão foi de 0,30 r/s, enquanto que no teste a taxa aumentou para 0,74 r/s. A análise estatística por meio de uma ANOVA de medidas repetidas mostrou um significativo efeito principal quanto às taxas de RIC em A_{100%}, C_{50%} e BC durante os quatro blocos de teste, $F_{(2,29)} = 12,22$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,45$. A partir de comparações múltiplas entre os estímulos, *post hoc*, (ajuste de Bonferroni) foi observada diferença significativa entre BC e C_{50%} (0,45, $p < 0,001$), mas não entre BC e

$A_{100\%}$ (0,038, $p = 1$). A similaridade entre a taxa de RIC em BC (0,70 r/s) e $A_{100\%}$ (0,74 r/s) indicou a ocorrência do efeito de somação na medida de RIC, replicando os resultados obtidos no Experimento 4.

Em resumo, após os ajustes de procedimentos implementados no Experimento 5, pode-se observar que os resultados se alinharam às previsões da teoria da estimação da taxa (RET), proposta por Gallistel e Gibbon (2000). De acordo com a RET, o responder do organismo a um estímulo composto pode ser predito com base na soma da taxa de reforço dos elementos que o formam. Como mostrado anteriormente, estudos prévios em condicionamento Pavloviano demonstraram que se dois estímulos (e.g., $B_{50\%}$ e $C_{50\%}$), com a mesma taxa programada de US (e.g., 50% cada), forem combinados na forma de estímulo composto (i.e., BC) é possível prever o responder ao estímulo BC, com base na taxa de resposta de outro estímulo ($A_{100\%}$), cuja taxa de US seja exatamente a soma das taxas nos elementos separados (e.g., Andrew & Harris, 2011; Harris et al., 2012). Na mesma linha de investigação, esses achados foram replicados em condicionamento operante, mostrando a relação entre a taxa de reforço (r) e a taxa de resposta (R) a estímulos compostos, como foi apresentado nos Experimentos 2 e 3. Complementar a esses estudos, os resultados obtidos nos Experimentos 4 e 5 tornam-se inovadores ao mostrarem que a relação obtida em condicionamento Pavloviano e operante em separado, ocorreu também quando ambos os procedimentos foram combinados e o controle de estímulos sobre o responder foi avaliado com base na taxa programada de reforço.

Discussão Geral dos Experimentos 4 e 5

Os experimentos 4 e 5 foram realizados partindo da proposta de interação entre estímulos condicionais (CS) e discriminativos (S^D) por meio de condicionamento com estímulo composto $CS+S^D$. A taxa de reforço correlacionada a cada estímulo foi

manipulada de forma a igualar a predição de reforço entre os estímulos. O procedimento de somação foi tomado como um meio de combinar os estímulos e avaliar a interação entre eles sobre o responder discriminado com as respostas RPB, de treino OP e a RIC, de treino PV.

Em ambos os estudos ficou demonstrado a ocorrência de somação sobre a resposta RIC (Exp. 4 e 5) e a resposta RPB (Exp. 5). Já havia na literatura diversos estudos reportando a ocorrência de somação, em que os animais respondem mais na presença do estímulo composto do que nos estímulos elementares (e.g., Cohn & Weiss, 2007; Miller, 1971; Weiss, 1964; Wolf, 1963). Os resultados apresentados nesse trabalho foram inovadores, pois além de demonstrar a ocorrência de somação, eles possibilitaram uma predição quantitativa do responder na presença do estímulo composto e dos estímulos elementares que o compõem. Mais ainda, demonstrou a ocorrência de somação envolvendo estímulos de treino PV e OP, a partir dos quais a taxa de reforço foi manipulada de forma a predizer a taxa de resposta nos estímulos de ambos os treinos e durante a interação entre deles.

Na Introdução foram apresentadas algumas teorias que se propõem a discutir interação, a partir do procedimento de somação. O modelo TFC de Weiss (1978, 2014), por exemplo, ressaltou as propriedades discriminativas (S-R) e motivacional de incentivo (S-S^r), derivadas na contingência de três termos $S-R \rightarrow S^r$, como variáveis responsáveis pela interação entre condicionamento Pavloviano e operante. A ausência de somação no Experimento 4 poderia ser atribuída, a priori, ao fato de que no momento da apresentação do estímulo BC, o elemento C_{50%} apresentava as propriedades S-R[↑] e S-S[↑] indicando aumento, enquanto para o estímulo B_{50%}, o aumento era sinalizado apenas pela propriedade motivacional S-S[↑], considerando que esse estímulo não teve treino na barra (i.e., S-R[↓]). Dessa forma, a propriedade S-R[↓] de B_{50%} não sinalizaria

uma condição para responder na barra na presença desse estímulo, e quando em interação com $C_{50\%}$ nas tentativas de Sonda BC impediria a ocorrência de somação. Entretanto, nas tentativas de Sonda B, os animais demonstraram um responder discriminado na barra, como pode ser evidenciado pela transferência de controle. Esse resultado evidencia a propriedade S-R de $B_{50\%}$ e, portanto, invalida a hipótese de diferença entre as propriedades S-R e S-S do modelo TFC, como responsável pela ausência de somação, pelo menos para esse estudo. Com as mudanças procedimentais realizadas a hipótese da mudança na predição de reforço apresentada na discussão do Experimento 5 parece se ajustar mais aos dados do que o modelo TFC.

Há na literatura de condicionamento Pavloviano, alguns modelos preditivos baseados em aprendizagem associativa. O modelo de Rescorla e Wagner – R-W (1972) prediz que quando dois estímulos (e.g., A e B) são treinados em separado e depois combinados (i.e., AB), o responder será maior na presença do composto AB, comparados aos elementos A e B. Essa predição é baseada no constructo de que cada estímulo tem uma força de associação com o US, que atinge uma assíntota, à medida que os estímulos são associados tentativa a tentativa. De acordo com o modelo, quando dois estímulos (e.g., A e B) previamente condicionados interagem na forma de composto, as forças associativas se somam e resultam no responder de maior magnitude (força da resposta) na presença do composto AB, como demonstrada em somação.

O conceito de força associativa é um constructo puramente teórico, sem medida física, o que impossibilita verificar diretamente, no próprio modelo, com uma variável – e.g., força associativa do estímulo, afeta outra variável – e.g., força da resposta (Harris, 2011). Para fins de uma medida mais direta, Andrew e Harris (2011) compararam o modelo R-W com a RET (Gallistel & Gibbon, 2000), em termos de predição sobre a somação, relacionando taxa de reforço com o conceito de força associativa. Nesse

aspecto, segundo as previsões de R-W, o responder a um composto BC seria maior do que em A, embora a relação aritmética entre as taxas de reforço $r_A = r_B + r_C$ fosse estabelecida. Isto porque, segundo o modelo R-W, as forças associativas de dois estímulos se somam (*overexpectation*), mas a taxa de reforço que cada estímulo sinaliza não é preservada (Andrew & Harris, 2011). Assim, embora a soma das r s de dois estímulos (e.g., B e C) seja igual a r de outro estímulo (e.g., A), a força associativa da combinação dos estímulos será maior. Diferentemente de R-W, a RET propõe que o responder a um estímulo composto BC será igual ao responder de outro estímulo A, se r desse último estímulo for igual à soma das r s dos elementos B e C. Neste modelo, a previsão da taxa de reforço correlacionada a cada estímulo é a variável que determina o responder dos animais tentativa a tentativa.

Levando em conta a discussão acima, os resultados de somação em RIC (Exp. 4 e 5) e de somação de RPB (Exp. 5) se ajustam ao modelo proposto pela RET. E considerando que a r é uma variável passível de manipulação experimental, e não um constructo inferencial, foi possível verificar no Experimento 5 se a ausência de somação com RPB do Experimento 4 tinha relação com a mudança de previsão da taxa de reforço na Sonda B, que interferiu na interação dos estímulos durante a Sonda BC. Esses dados reafirmam a relação linear entre r e R , envolvendo estímulos dos treinos Pavloviano e Operante, demonstrada previamente nos estudos de Harris e colaboradores com treino Pavloviano (e.g., Andrew & Harris, 2011; Harris et al., 2012) e replicados no Estudo 1 com treino operante.

Os resultados obtidos fortalecem a tese de que a manipulação da taxa de reforço correlacionada aos estímulos CS e S^D pode ser uma variável que permite a interação desses estímulos e, ao mesmo tempo, possibilita uma previsão quantitativa do responder na presença dos estímulos combinados e em cada um dos elementos envolvidos na

interação. Partindo dos resultados, considera-se que a interação entre os estímulos CS e S^D demonstrada deu-se por meio da somação das taxas de reforços as quais ambos os estímulos estavam correlacionados. Ademais, vale destacar que além de se considerar a taxa programada de reforço correlacionada a cada estímulo, é necessário garantir que a predição de reforço estabelecida durante o treino se mantenha no momento em que os estímulos foram combinado na forma de composto.

Embora a transferência de controle evidenciada na Sonda B não seja o foco nesse estudo, mas sim a interação entre os estímulos de treino PV e OP, B_{50%} e C_{50%}, respectivamente, é válido destacar alguns pontos relevantes. Como discutido nos Experimentos 4 e 5, pode-se observar que o estímulo B_{50%}, utilizado em treino PV, exerceu controle sobre um responder operante RPB, replicando dados sobre a transferência de controle de estímulo, demonstrados previamente na literatura (e.g., Colwill & Rescorla, 1988; Holmes, Marchand, & Coutureau, 2010; Rescorla, 1994). Entretanto, os resultados de transferência de controle obtidos entre os experimentos foram diferentes, em termos da predição da RET de que a taxa de RPB entre Sonda B e o estímulo C_{50%} seriam similares, dado que a taxa programada de reforço foi a mesma.

Como discutido anteriormente, alguns estudos mostram que há maior taxa de resposta na presença do S^D do que durante o período do CS (e.g., Colwill & Rescorla, 1988; Rescorla, 1994). Holmes et al (2010), em uma metanálise sobre os estudos na área, discutem que, além da hipótese de concorrência entre as respostas de ambos os treinos, a diferença encontrada pode se dá pela ordem dos treinos e a quantidade de sessões em cada um deles. Por exemplo, quanto o treino Pavloviano é realizado antes, uma quantidade maior de treino operante, posterior ele, pode prejudicar a transferência de controle e o inverso também ocorre. Além disso, é discutido que o excesso de treino com a resposta operante a torna menos suscetível à transferência de controle de

estímulos. Acredita-se que o procedimento utilizado nesse estudo ficou isento dessas variáveis apontadas por Holmes et al. (2010), uma vez que ambos os treinos foram realizados ao mesmo tempo com as mesmas quantidades de tentativas para os estímulos B_{50%} e C_{50%}. A diferença obtida entre Sonda B e C no experimento 4 deveu-se a forma com as Sondas foram inseridas, como se discutiu anteriormente. Ainda, vale ressaltar que a igualdade na taxa de resposta entre C_{50%} e Sonda B no Experimento 5 é um resultado inédito, pelo menos comparado aos estudos sobre transferência de controle de estímulos com animais analisados por Holmes et al (2010). Considera-se aqui, que a manipulação programada da taxa de reforço tenha sido o diferencial na produção desse resultado.

Em resumo, os experimentos 4 e 5 foram realizados para investigar a interação entre os treinos Pavloviano e operante por meio da combinação dos estímulos CS e S^D. Adotar esse procedimento possibilitou que aspectos dos treinos PV e OP atuassem como variáveis independentes na produção de um fenômeno comportamental comum. Os resultados permitiram verificar que a taxa de reforço correlacionado aos estímulos pode ser uma variável envolvida na interação entre esses estímulos. Ainda, a diferença entre os treinos PV e OP, de exigir ou não o responder, pareceu ser determinante apenas se houver mudança na predição da taxa de reforço, como ocorreu quando o estímulo B_{50%} foi apresentado em contingência operante durante as Sondas para avaliar a transferência e a somação. Embora não haja estudos prévios similares à proposta apresentada aqui, e a literatura com a qual ela foi baseada é principalmente em condicionamento Pavloviano, foi possível discutir os dados com base na literatura apoiada e nos dados do Estudo 1, sem enfatizar unicamente na influência de um tipo de treino sobre o outro ou recorrer a constructos motivacionais, como tradicionalmente se encontra na área de interação.

Conclusões

Neste trabalho foi analisado que os estudos da área conhecida como interação entre condicionamento Pavloviano e condicionamento operante enfatizavam a influência do primeiro sobre o segundo, como apresentado na proposta da TDPA (Rescorla & Solomon, 1967), e não a interação entre eles. Essa influência é sustentada basicamente no papel do CS em alterar o nível motivacional no responder operante. Foi discutido que se basear em constructos motivacionais não permite informar quais são as variáveis responsáveis pela interação, uma vez que eles não são passíveis de uma verificação experimental direta (Trapold & Overmier, 1972).

Com base na análise de Davis e Hurwitz (1977), pode-se concluir que a interação deveria ser estudada de modo que aspectos dos treinos Pavloviano e Operante atuassem como variável independente na produção de um fenômeno comportamental comum. Especificamente, que os estímulos CS e S^D fossem combinados e o efeito da interação deles avaliado por meio de estímulos compostos. Nesse sentido, o procedimento de somação foi adotado na proposta desse trabalho e a manipulação da taxa de reforço correlacionada aos estímulos foi considerada como a variável responsável pela interação, com base em estudos de condicionamento Pavloviano com estímulo composto (Andrew & Harris, 2011; Harris, Andrew, & Livesey, 2012).

Como a proposta da tese apresentava um procedimento que envolvia a combinação de treino Pavloviano e operante, com base em dados apenas do primeiro tipo de treino, foi proposto, primeiramente, a realização de estudos prévios para replicar dados com os dois tipos de treino em separado e, em seguida, realizar estudos com a combinação dos dois.

Considerando todos esses aspectos, os Estudos 1 e 2 foram realizados, e os dados resultantes permitem fazer as seguintes conclusões:

1. Os experimentos do Estudo 1 demonstraram que tanto em condicionamento Pavloviano (Experimento 1) quanto em condicionamento operante (Experimentos 2 e 3) foi possível prever a R na presença de estímulos condicionais e discriminativos com base na r programada correlacionada aos estímulos. Com esses resultados, pode-se concluir que as previsões da RET (Gallistel & Gibbon, 2000) sobre a relação linear entre R e r se aplicavam também a treino de discriminação operante. Essa conclusão foi imprescindível para a realização do Estudo 2.
2. No Estudo 2, os Experimentos 4 e 5 permitiram avaliar as taxas de RPB, de treino OP, e de RIC, treino PV, a partir combinação dos estímulos CS e S^D . Considerou-se que a taxa dessas respostas na presença de um estímulo composto $CS+S^D$ seria um resultado da somação das taxas de reforço, correlacionada individualmente a cada estímulo nos treinos Pavloviano e operante. De forma geral, os resultados dos experimentos 4 e 5 desse estudo mostraram a ocorrência de somação conforme previsto pela RET (Gallistel & Gibbon, 2000) e foi possível concluir que as previsões sobre a relação entre R e r também se aplicam a situações em que ambos os tipos de treino são combinados. Pode-se concluir também, que a ocorrência da somação não depende apenas da taxa de reforço programada em relação ao CS e S^D , mas também é necessário manter a previsão de reforço dos estímulos quando a interação for programada na combinação $CS+S^D$.
3. Os dados de transferência de controle de estímulos mostraram que é possível obter taxa de resposta similar entre CS e S^D , acrescentados novos dados na literatura.

4. De forma geral, os procedimentos apresentados nos experimentos permitiram estudar interação, de forma que aspectos de ambos os tipos de condicionamento possam atuar como variável independente (Davis & Hurwitz, 1977) na produção de um fenômeno comportamental comum, e não apenas a influência de um sobre o outro. Os dados obtidos possibilitaram uma discussão com base em variáveis experimentalmente verificáveis, sem recorrer a constructos inferenciais.
5. Por fim, considera-se que os dados obtidos não fecham a questão sobre a interação entre condicionamento Pavloviano e operante. Eles apresentam apenas uma proposta de procedimento específico, que se adequa a uma discussão conceitual de como se deveria estudar interação. Para que a proposta se torne mais abrangente, sugere-se que outros fenômenos na área de estímulos compostos sejam estudados, tais como bloqueio, sombreamento, inibição condicionada, *occasion setter*, entre outros. Além disso, formular modelos matemáticos para contribuir com as previsões dos resultados.

Referências

- Agresti, A., Finlay, B. (2012). *Métodos Estatísticos para as Ciências Sociais*. (Trad. Lori Viali). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Andrew, B. J., & Harris, J. A. (2011). Summation of reinforcement rates when conditioned stimuli are presented in compound. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37(4), 385–393.
<http://doi.org/10.1037/a0024553>
- Bindra, D. (1972). A unified account of classical conditioning and operant Training. In: A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Black, A. H., Osborne, B. & Ristow, W. C. (1977). A note on the operant conditioning of autonomic responses. In H. Davis & Harry M. B. Hurwitz (Eds.), *Operant-pavlovian interactions* (pp. 27-45). New Jersey: LEA.
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(1), 1–8.
<http://doi.org/10.1901/jeab.1968.11-1>
- Burgos, J. E. (2018). Selection by reinforcement: A critical reappraisal. *Behavioural Processes*. <http://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.019>
- Cartoni, E., Balleine, B., & Baldassarre, G. (2016). Appetitive Pavlovian-instrumental Transfer: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 829–848.
<http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.09.020>
- Cartoni, E., Moretta, T., Puglisi-Allegra, S., Cabib, S., & Baldassarre, G. (2015). The Relationship Between Specific Pavlovian Instrumental Transfer and Instrumental Reward Probability. *Frontiers in Psychology*, 6(NOV), 1–7.

<http://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01697>

Cartoni, E., Puglisi-Allegra, S., & Baldassarre, G. (2013). The three principles of action: a Pavlovian-instrumental transfer hypothesis. *Frontiers in Behavioral*

Neuroscience, 7(November), 1–11. <http://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00153>

Catania, A. C. (1999). *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição*, 4ª Ed.

(D. das G. de Souza et al, Trad.) . Porto Alegre: Artmed. (Obra original publicada em 1998)

Clark, R. E. (2004). The Classical Origins of Pavlov ' s Conditioning. *Integrative*

Physiological and Behavioral Science, 39(4), 279–294.

<http://doi.org/10.1007/BF02734167>

Cohn, S. I., & Weiss, S. J. (2007). Stimulus control and compounding with ambient

odor as a discriminative stimulus on a free-operant baseline. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87(2), 261–273.

<http://doi.org/10.1901/jeab.2007.35-06>

Colwill, R. M., & Rescorla, R. a. (1988). Associations between the discriminative stimulus and the reinforcer in instrumental learning. *Journal of Experimental*

Psychology: Animal Behavior Processes, 14(2), 155–164.

<http://doi.org/10.1037//0097-7403.14.2.155>

Davidson, T. L., Aparicio, J., & Rescorla, R. A. (1988). Transfer between Pavlovian

facilitators and instrumental discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 16(3), 285–291. <http://doi.org/10.3758/BF03209078>

Davis, H. & Hurwitz, H. M. B. (1977). Introduction. In H. Davis & Harry M. B.

Hurwitz (Eds.), *Operant-pavlovian interactions* (pp. xiii-xiv). New Jersey: LEA.

Delamater, A. R. (1996). Effects of several extinction treatments upon the integrity of

- Pavlovian stimulus-outcome associations. *Animal Learning and Behavior*, 24(4), 437–449. <http://doi.org/10.3758/BF03199015>
- Delamater, A. R., & Holland, P. C. (2008). The influence of CS-US interval on several different indices of learning in appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, 34(2), 202–222. <http://doi.org/10.1037/0097-7403.34.2.202>
- Delgado, D., & Hayes, L. J. (2013). The integration of learning paradigms by way of a non-causal analysis.... *Conductual, Revista Internacional de Interconductismo y Análisis de Conducta*, 1(2), 39–54.
- Delgado, D., & Hayes, L. J. (2014). An Integrative Approach to Learning Processes: Revisiting Substitution of Functions. *The Psychological Record*, 64(3), 625–637. <http://doi.org/10.1007/s40732-014-0071-6>
- Domjan, M. (2015). *The Principles of Learning Behavior (7thed)*. Wadsworth Cengage learning: Belmon.
- Domjan, M. (2016). Elicited versus emitted behavior: Time to abandon the distinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, n/a-n/a. <http://doi.org/10.1002/jeab.197>
- Donahoe, J. W., Burgos, J. E., & Palmer, D. C. (1993). A Selectionist Approach to Reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60(1), 17–40.
- Estes, W. K. (1943). Discriminative conditioning. I. A discriminative property of conditioned anticipation. *Journal of Experimental Psychology*, 32(2), 150–155. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/h0058316>
- Estes, W. K. (1948). Discriminative conditioning. II. Effects of a Pavlovian conditioned stimulus upon a subsequently established operant response. *Journal of*

- Experimental Psychology*, 38(2), 173–177. <http://doi.org/10.1037/h0057525>
- Estes, W. K., & Skinner, B. F. (1941). Some quantitative properties of anxiety. *Journal of Experimental Psychology*, 29(5), 390–400. <http://doi.org/10.1037/h0062283>
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2000). Time , Rate , and Conditioning, *107*(2), 289–344. <http://doi.org/10.1037//0033-295X.107.2.289>
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2002). *The Symbolic Foundations of Conditioned Behavior. Psychological Review*. Mahwah -NJ: LEA.
- Harris, J. A. (2011). The acquisition of conditioned responding. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37(2), 151–164. <http://doi.org/10.1037/a0021883>
- Harris, J. A., Andrew, B. J., & Kwok, D. W. S. (2013). Magazine approach during a signal for food depends on Pavlovian, not instrumental, conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 39(2), 107–116. <http://doi.org/10.1037/a0031315>
- Harris, J. A., Andrew, B. J., & Livesey, E. J. (2012). The content of compound conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 38(2), 157–166. <http://doi.org/10.1037/a0026605>
- Harris, J. A., & Carpenter, J. S. (2011). Response rate and reinforcement rate in Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37(4), 375–384. <http://doi.org/10.1037/a0024554>
- Hearst, E. (1975). The classical-instrumental distinction: reflexs, voluntary behavior, and categories of associative learning. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes (Vol 2): conditioning and behavior theory*. New York: Psychology Press.

- Henton, W. W. & Iversen, I. H. (1978). Empirical analysis of concurrent classical-operant schedules. In W. W. Henton & I. H. Iversen (Eds.), *Classical conditioning and operant conditioning: a response pattern analysis*. New York: Springer-Verlag.
- Holman, J. G., & Mackintosh, N. J. (1981). The control of appetitive instrumental responding does not depend on classical conditioning to the discriminative stimulus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33B, 21–31.
<http://doi.org/10.1080/14640748108400826>
- Holmes, N. M., Marchand, A. R., & Coutureau, E. (2010). Pavlovian to instrumental transfer : A neurobehavioural perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34(8), 1277–1295. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.03.007>
- Jeffs, S., & Duka, T. (2017). Predictive but not emotional value of Pavlovian stimuli leads to pavlovian-to-instrumental transfer. *Behavioural Brain Research*, 321, 214–222. <http://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.12.022>
- Kamin, L. J. (1969). Predictability, surprise, attention and conditioning. In B. Campbell & R. Church (Eds.). *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Koek, W. (2011). Drug-induced state-dependent learning: review of an operant procedure in rats. *Behavioural Pharmacology*, 22(5–6), 430–40.
<http://doi.org/10.1097/FBP.0b013e328348ed3b>
- Konorski, J., & Miller, S. (1937a). Further remarks on two types of conditioned reflex. *Journal of General Psychology*, 17(2), 405–407.
<http://doi.org/10.1080/00221309.1937.9918010>
- Konorski, J., & Miller, S. (1937b). On Two Types of Conditioned Reflex. *The Journal*

of *General Psychology*, 16(1), 264–272.

<http://doi.org/10.1080/00221309.1937.9917950>

Lattal, K. A. (1972). Reponse-reinforcer independence and conventional extinction after fixed-interval and variable-interval schedules¹. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18(1), 133–140. <http://doi.org/10.1901/jeab.1972.18-133>

Lattal, K. A. (1973). Response-reinforcer dependence and independence in multiple and mixed schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20(2), 133–142. <http://doi.org/10.1901/jeab.1973.20-265>

Lattal, K. A. (1974). Combinations of response-reinforcer dependence and independence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(2), 133–142. <http://doi.org/10.1901/jeab.1974.22-357>

Lattal, K. A., & Maxey, G. C. (1971). Some effects of response independent reinforcers in multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16(2), 225–231. <http://doi.org/10.1901/jeab.1971.16-225>

Lattal, K. M., & Nakajima, S. (1998). Overexpectation in appetitive pavlovian and instrumental conditioning. *Animal Learning and Behavior*, 26(3), 351–360. <http://doi.org/10.3758/BF03199227>

LoLordo, V. M., Jacobs, W. J., & Foree, D. D. (1982). Failure to block control by a relevant stimulus. *Animal Learning & Behavior*, 10(2), 183–192. <http://doi.org/10.3758/BF03212268>

Mackintosh, N. J. (1974). *The Psychology of Animal Learning*. London: Academic Press.

Mackintosh, N. J. (1975). A theory of selective attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82(4), 276–

298. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/h0076778>
- Matell, M. S., & Della Valle, R. B. (2018). Temporal specificity in Pavlovian-to-instrumental transfer. *Learning and Memory*, 25(1), 8–20.
<http://doi.org/10.1101/lm.046383.117>
- Miller, S., & Konorski, J. (1928). Sur une forme particuliere des reflexes comditionnels. *Compte Rendu Hebdomadaire Des Séances et Mémoires de La Societé de Biologie*, 99, 1155–1157.
- Miller, L. (1971). Compounding of discriminative stimuli from the same and different sensory modalities. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16(3), 337–342. <http://doi.org/10.1901/jeab.1971.16-337>
- Mowrer, O.H. (1947). On the dual nature of learning: A re-interpretation of "conditioning" and "problem-solving." *Harvard Educational Review*, 17, 102-148.
- Pear, J. J., & Eldridge, G. D. (1984). The operant-respondent distinction: Future directions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42(3), 453–467.
<http://doi.org/10.1901/jeab.1984.42-453>
- Rachlin, H., & Baum, W. M. (1972). Effects of alternative reinforcement: does the source matter?. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18(2), 133-148.
<http://doi.org/10.1901/jeab.1972.18-231>
- Rehfeldt, R. A., & Hayes, L. J. (1998). The operant-respondent distinction revisited: Toward an understanding of stimulus equivalence. *Psychological Record*, 48(2), 187–210. <http://doi.org/10.1007/BF03395266>
- Rescorla, R. A. (1994). Control of instrumental performance by Pavlovian and instrumental stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20(1), 44–50. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/0097->

7403.20.1.44

Rescorla, R. A. (2000). Extinction can be enhanced by a concurrent excitator. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26(3), 251–260.

<http://doi.org/10.1037/0097-7403.26.3.251>

Rescorla, R. A., & Solomon, R. L. (1967). Two-process learning theory: Relationships between Pavlovian conditioning and instrumental learning. *Psychological Review*, 74(3), 151–182. <http://doi.org/10.1037/h0021465>.

Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Ricker, S. T., & Bouton, M. E. (1996). Reacquisition following extinction in appetitive conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 24(4), 423–436.

<http://doi.org/10.3758/BF03199014>

Seraganian, P. (1974). A within and between modality analysis of blocking. *Canadian Journal of Psychology*, 28(2), 225–238. <http://doi.org/10.1037/h0081989>

Skinner, B. F. (1937). Two Types of Conditioned Reflex: A Reply to Konorski and Miller. *Journal of General Psychology*, 16(1), 272–279.

<http://doi.org/10.1080/00221309.1937.9917951>

Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms: an Experimental Analysis*. Oxford, England: Appleton-Century.

Solomon, R. L., & Turner, L. H. (1962). Discriminative classical conditioning in dogs paralyzed by curare can later control discriminative avoidance responses in the normal state. *Psychological Review*, 69(3), 202–219.

<http://doi.org/10.1037/h0049385>

Trapold, M. A., & Overmier, J. B. (1972). The second learning processes in instrumental learning. In: A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II*. New York: Appleton-Century-Crofts.

vom Saal, W., & Jenkins, H. M. (1970). Blocking the development of stimulus control. *Learning and Motivation*, 1(1), 52–64. [http://doi.org/10.1016/0023-9690\(70\)90128-1](http://doi.org/10.1016/0023-9690(70)90128-1)

Walker, K. C. (1942). The effect of a discriminative stimulus transferred to a previously unassociated response. *Journal of Experimental Psychology*, 31(4), 312–321. <http://doi.org/10.1037/h0062929>

Weiss, S. J. (1964). Summation of response strengths instrumentally conditioned to stimuli in different sensory modalities. *Journal of Experimental Psychology*, 68(2), 151–155. <http://doi.org/10.1037/h0049180>

Weiss, S. J. (1978). Discriminated response and incentive processes in operant conditioning: a two-factor model of stimulus control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30(3), 361–381. <http://doi.org/10.1901/jeab.1978.30-361>

Weiss, S. J. (2014). Instrumental and classical conditioning: intersections, interactions and stimulus control (pp. 1–27). In McSweeney, F. K., & In Murphy, E. S. (Eds.). *The Wiley Blackwell Handbook of Operant and Classical Conditioning*. West Sussex, UK : Wiley Blackwell.

Wolf, M. M. (1963). Some effects of combined SDs. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 6(3), 343–347. <http://doi.org/https://doi.org/10.1901/jeab.1963.6-343>