

## Aquecimento no condicionamento da esQUIVA: dados experimentais e hipóteses explicativas

*Warm-up in avoidance conditioning: experimental data and explanatory hypotheses*

 AMILCAR RODRIGUES FONSECA-JÚNIOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

### Resumo

Ratos submetidos a procedimentos de esQUIVA apresentam um padrão comportamental denominado aquecimento (*warm-up*). Esse fenômeno, de natureza cíclica, caracteriza-se por uma diminuição na frequência de respostas de esQUIVA entre sessões e aumento na frequência intrasessão. Conseqüentemente, a quantidade de estímulos aversivos a que sujeitos experimentais são expostos no início de uma sessão de condicionamento tende a ser regularmente maior do que a quantidade registrada ao final da sessão anterior. Uma prática decorrente disso é a exclusão dos períodos iniciais das sessões da análise de dados. Apesar de suas implicações para o estabelecimento do comportamento de esQUIVA e de não haver teorias que integrem satisfatoriamente a totalidade dos dados disponíveis, o aquecimento deixou de ser consistentemente investigado após a década de 70, havendo poucos avanços desde então. Considerando isso, o presente trabalho busca familiarizar a leitora e o leitor com parte relevante dos achados experimentais relacionados ao fenômeno e das hipóteses explicativas já formuladas. Assim, espera-se estimular novas investigações que permitam ampliar a compreensão sobre o aquecimento.

Palavras-chave: aquecimento, esQUIVA, reforçamento negativo, controle aversivo.

### Abstract

Rats exposed to avoidance procedures exhibit a behavioral pattern called warm-up effect. This phenomenon, cyclical in nature, is characterized by a decrease in the frequency of avoidance responses between sessions and an increased frequency intrasession. Consequently, the number of aversive stimuli that experimental subjects are exposed to at the beginning of a conditioning session tends to be regularly higher than the number recorded at the end of the previous session. A practice arising from this is the exclusion of the early periods of the sessions from data analysis. Despite its implications for the establishment of avoidance behavior and the lack of well-developed theories integrating all available data, warm-up stopped being consistently investigated after the 1970s, with little progress since then. Considering this, the present work aims to familiarize the reader with a relevant part of the experimental findings related to the phenomenon and the explanatory hypotheses already formulated, stimulating new investigations and allowing a better understanding of the warm-up effect.

Keywords: warm-up, avoidance, negative reinforcement, aversive control.

 fonseca.junior@alumni.usp.br

DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.18542/REBAC.V20i0.16465](http://dx.doi.org/10.18542/REBAC.V20i0.16465)

A frequência de respostas emitidas por um organismo permite ao analista do comportamento inferir a probabilidade de ocorrência do comportamento operante (Skinner, 1953/1965). É principalmente por meio desse parâmetro que os efeitos de contingências de reforçamento e de punição são acessados.

Diferentes condições experimentais (e.g., diferentes esquemas de reforçamento) produzem padrões de frequência de respostas distintos, em parte controlados por variáveis diretas, formalmente programadas pelo experimentador, em parte controlados por variáveis indiretas, que fogem ao controle do experimentador ou são por ele permitidas. Em um esquema de razão fixa, por exemplo, o número de respostas exigidas para a produção do estímulo reforçador é uma variável direta, enquanto o tempo entre respostas, não especificado pela contingência, é uma variável indireta (Zeiler, 1977). A interação entre variáveis diretas e indiretas pode culminar em um processo comportamental dinâmico (i.e., sistematicamente mutável ao longo do tempo). Considerando isso, parte da literatura destinada à compreensão do comportamento operante tem se debruçado sobre as variáveis que controlam oscilações na frequência de respostas durante o curso de uma sessão ou entre sessões (ver McSweeney & Hinson, 1992; McSweeney & Roll, 1993).

No campo de estudo do comportamento de esquiva, o *aquecimento* (*warm-up*), também denominado *decréscimo do aquecimento* (*warm-up decrement*) ou *efeito de aquecimento* (*warm-up effect*), se destaca como um dos fenômenos de mudança de desempenho intra e entre sessões mais estudados<sup>1</sup>, embora investigações recentes sejam pouco frequentes. Esse fenômeno, de natureza cíclica, é caracterizado por um declínio na frequência de respostas de esquiva entre sessões e aumento intrasessão. Desse modo, a frequência de respostas registrada no início de uma sessão se mostra regularmente menor<sup>2</sup> do que a frequência registrada ao final da sessão anterior. Conseqüentemente, a exposição à estimulação aversiva é consistentemente maior no início de uma sessão do que ao seu final (Hoffman, 1966), o que leva alguns pesquisadores a excluírem os períodos iniciais das sessões de sua análise de dados (e.g., Neffinger & Gibbon, 1975; Sidman, 1953).

Considerando o exposto, o presente artigo tem como objetivo apresentar à leitora e ao leitor a generalidade do aquecimento em esquiva, as variáveis que podem favorecer ou inibir a sua ocorrência e as principais hipóteses explicativas formuladas para explicá-lo. Por fim, são apontadas (in)compatibilidades entre dados experimentais e hipóteses explicativas.

### Contingências de esquiva

Antes de adentrar os estudos sobre aquecimento, é importante que breves considerações sobre as duas principais categorias de procedimentos de esquiva sejam feitas, uma vez que se fazem presentes nas descrições de experimento que se seguirão.

#### Procedimentos de tentativas discretas

Nos procedimentos de tentativas discretas, há períodos demarcados por um estímulo exteroceptivo (pré-aversivo) nos quais as respostas são efetivas para prevenir o contato com a estimulação aversiva programada (Hoffman, 1966). Nele, o estímulo exteroceptivo é apresentado e, não havendo a emissão da resposta de esquiva após um período pré-estabelecido, o estímulo aversivo é apresentado. Esse estímulo pode ser de longa duração, cessando apenas após a emissão de uma resposta de fuga com a mesma topografia da resposta de esquiva (Hoffman et al., 1961), ou de curta duração (Hurwitz, 1964). No primeiro caso, a emissão da resposta de fuga cessa o estímulo aversivo e interrompe a apresentação do estímulo exteroceptivo imediatamente, dando início a um intervalo entre tentativas (IET). No segundo caso, o estímulo aversivo cessa em menos de 0,5 s e o estímulo exteroceptivo permanece presente, sendo iniciada uma nova oportunidade para a emissão da resposta de esquiva. Por outro lado, quando a resposta de esquiva é emitida, ela cancela a apresentação do estímulo aversivo programado para ser apresentado ao final do período e interrompe o estímulo exteroceptivo, iniciando um IET. Respostas emitidas durante o IET não possuem qualquer consequência programada. Cada período de apresentação do estímulo exteroceptivo que precede um estímulo aversivo programado, no qual a emissão da resposta é efetiva, é denominado *tentativa*. Em uma mesma sessão, múltiplas tentativas são apresentadas ao sujeito experimental ou participante.

#### Procedimentos de operante livre

Nos procedimentos de operante livre, não há um período pré-definido no qual a emissão da resposta de esquiva é efetiva, tampouco um período no qual as respostas não possuem consequências programadas. De outro modo, a resposta de esquiva pode ocorrer a qualquer momento, sendo consequenciada com o adiamento do estímulo aversivo (Sidman, 1966). No arranjo mais conhecido dessa categoria (esquiva não sinalizada; Sidman, 1953), estímulos aversivos são apresentados periodicamente sem qualquer sinalização, de acordo com um intervalo pré-definido (e.g., de 5 s), denominado intervalo SS (ou intervalo choque-choque). A emissão da resposta de esquiva inicia um novo intervalo (e.g., de 20 s), denominado intervalo RS (ou *intervalo resposta-choque*). Respostas de esquiva emitidas durante esse intervalo o reiniciam; caso ele se encerre sem a emissão de uma resposta, um estímulo aversivo é apresentado e o intervalo SS volta a vigorar. Em uma versão alternativa desse arranjo (esquiva sinalizada), um estímulo exteroceptivo é apresentado pouco antes do estímulo aversivo (e.g., 5 s antes de sua ocorrência; Sidman, 1955). Respostas emitidas na ausência desse estímulo têm como consequência o seu adiamento, assim como o do estímulo

<sup>1</sup> Embora o foco do presente trabalho resida sobre o comportamento de esquiva, pode-se observar aquecimento, também, em estudos destinados à investigação do comportamento de fuga (Hendry & Hendry, 1963).

<sup>2</sup> O comportamento de esquiva pode ocorrer em baixa frequência ou mesmo não ocorrer no período inicial da sessão (Hineline, 1978b).

aversivo; respostas emitidas em sua presença tem como consequência a sua interrupção, bem como o adiamento do estímulo aversivo. Não havendo emissão da resposta de esquiva, o estímulo aversivo é apresentado e o estímulo exteroceptivo é imediatamente cessado.

### **Generalidade do aquecimento**

O aquecimento pode ser observado tanto em estudos que empregam procedimentos de tentativas discretas (Hoffman et al., 1961) quanto em estudos que empregam procedimentos de operante livre, com sinalização (Spear et al., 1973, Experimento I) ou não (Hineline, 1978a). Além disso, se faz presente em estudos de curta duração, compostos por uma sessão de treino e uma sessão de teste (Spear et al., 1973, Experimento I), e em estudos de longa duração, com múltiplas sessões e foco em estados estáveis (Hineline, 1978b).

O fenômeno é observado com variadas respostas, como pressionar a barra (Powell, 1972), correr (Vanderwolf, 1966), focinhar (Spear et al., 1973, Experimento I), girar uma roda (Anderson & Nakamura, 1964) e bicar (Foree & LoLordo, 1974), majoritariamente mantidas por contingências em que estímulos elétricos são utilizados como estimulação aversiva – todos os estudos aqui citados fizeram uso de estimulação elétrica, sendo o exame sobre o fenômeno altamente restrito a esse tipo de estimulação. Em estudos que utilizam o procedimento de tentativas discretas, observa-se aquecimento tanto com estímulos pré-aversivos sonoros (Kamin, 1963) quanto visuais (Fonseca Júnior et al., 2014).

O aquecimento pode ser observado com diferentes espécies, como pombos (Foree & LoLordo, 1974) e, de forma mais recorrente, alguns tipos de roedores, como esquilos da Mongólia (Powell, 1972) e ratos (Hineline, 1978a). Com outras espécies, o efeito pode ser de baixa magnitude ou mesmo inexistente (e.g., com peixes dourados; Scobie, 1970). Como analisa Higgins e Morris (1984), o relato de aquecimento com seres humanos é escasso; em um dos poucos estudos identificados na literatura (Stone, 1961), não foi apresentada análise rigorosa sobre o fenômeno.

No que se refere ao sexo dos animais, nota-se que o fenômeno pode ocorrer tanto em ratos machos (Vanderwolf, 1966) quanto fêmeas (Hoffman et al., 1961). A idade dos animais também não se mostrou um fator relevante, de modo que há relatos de aquecimento com ratos de dois meses de idade (Perrotti et al., 2013) a dois anos de idade (Leander, 1973).

Embora a ocorrência de aquecimento seja consistente entre roedores, o fenômeno não ocorre de forma similar entre diferentes linhagens. Powell (1972) comparou ratos de três diferentes linhagens e esquilos da Mongólia submetidos a um procedimento de operante livre<sup>3</sup>; como resultado, ratos Hooded e Albino, considerados domésticos, receberam maior quantidade de estímulos elétricos no período inicial da sessão do que ratos Black e esquilos da Mongólia, considerados, respectivamente, selvagens e semidomésticos. Mais recentemente, Perrotti et al. (2013) demonstraram que ratos Sprague-Dawley submetidos a um procedimento de tentativas discretas apresentaram menor porcentagem de estímulos elétricos evitados no período inicial da sessão do que ratos Wistar-Kyoto. De forma análoga, em Servatius et al. (2008), ratos Sprague-Dawley apresentaram aquecimento, enquanto ratos Wistar-Kyoto não (ver Myers et al., 2014, para um exame sobre essas diferenças). Relatos de aquecimento com ratos Long-Evans (Hineline, 1978a) e Wistar (Fonseca Júnior et al., 2014) também estão disponíveis na literatura.

Por fim, é importante destacar que a duração do aquecimento varia entre sujeitos experimentais e, também, entre sessões de um mesmo estudo. Em Badia et al. (1971), a duração variou de 1 min a 53 min entre animais. Em Hineline (1978b), por seu turno, a duração variou entre sessões realizadas regularmente com um mesmo animal, ainda que os parâmetros do procedimento tenham sido mantidos constantes.

### **Variáveis que favorecem ou inibem o aquecimento**

Como todo fenômeno comportamental, o aquecimento é multideterminado. Variáveis que favorecem a sua ocorrência, assim como variáveis que o inibem, têm sido direta ou indiretamente investigadas em pesquisas sobre comportamento de esquiva. A seguir, é apresentado um panorama geral, que busca familiarizar a leitora e o leitor com o amplo conjunto de dados produzido em décadas de pesquisa. Devido à diversidade de medidas empregadas na área, há variação no tipo de resultado reportado entre investigações. Em todos os estudos descritos, ratos foram sujeitos experimentais.

---

<sup>3</sup> Sempre que a expressão “procedimento(s) de operante livre” for empregada sem qualquer menção ao uso de estímulo exteroceptivo, referir-se-á ao procedimento de esquiva não sinalizada.

## Intervalo intrasessão

Hineline (1978a, Experimento II), utilizando um procedimento de operante livre, demonstrou que a duração do intervalo imposto entre as duas metades de uma sessão de esquiva de 100 min (i.e., entre os 50 min iniciais e os 50 min finais) é uma variável crítica para determinar a magnitude do aquecimento. Os seguintes intervalos, durante os quais a luz da caixa experimental foi apagada e o equipamento permaneceu inoperante, foram manipulados: 0, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120 e 240 min. Como resultado, foi observado maior número de exposições a estímulos elétricos no início sessão quando intervalos intrasessão mais longos foram empregados. Na condição controle, em que não houve qualquer intervalo intrasessão, o fenômeno não foi observado.

## Intensidade do estímulo elétrico

Sagvolden (1981) observou que a magnitude do aquecimento é controlada pela intensidade do estímulo elétrico empregado. Após terem sido treinados em um procedimento de operante livre com estímulos elétricos de 1 mA, os animais foram submetidos às seguintes intensidades: 0,10, 0,25, 0,50, 1, 2 e 4 mA. Ao se comparar o número de exposições a estímulos aversivos no primeiro terço da sessão com aquele obtido nos outros dois terços, obteve-se que o aquecimento foi mais pronunciado quando intensidades mais altas foram empregadas (2 e 4 mA). Diante da intensidade mais baixa (0,10 mA), foi observado um efeito inverso àquele característico do aquecimento, nomeado pelo autor como *resfriamento (cooldown)*: o número de exposições a estímulos aversivos foi menor no início da sessão, se comparado ao fim. As intensidades intermediárias (0,25, 0,50 e 1 mA) não produziram aquecimento ou resfriamento.

Leander (1973), por sua vez, manipulou duas variáveis concomitantemente em um procedimento de operante livre: intensidade (1, 1,5, 2, 2,5, 3 e 4 mA) e duração (0,30, 0,50 e 0,75 s) do estímulo aversivo. Como resultado, obteve que, quanto maior a intensidade e a duração do estímulo elétrico, combinadamente, maior a proporção de estímulos elétricos recebidos na etapa inicial da sessão.

Os dados de Sagvolden (1981) e Leander (1973) se contrapõem àqueles reportados no estudo de Hoffman et al. (1961, Experimento II), no qual foi empregado um procedimento de tentativas discretas. Nele, o aumento na intensidade da estimulação elétrica (de 92 para 292 v e de 103 para 393 v) não teve efeito sobre a porcentagem de estímulos elétricos evitados no período inicial da sessão. Do modo similar, Powell (1970) não identificou diferença na porcentagem de estímulos elétricos recebidos no início da sessão ao comparar os efeitos de estímulos elétricos de 1 mA e 2 mA em um procedimento de operante livre.

## Frequência do estímulo elétrico

Hineline (1978b) apresentou evidências de que a frequência com que estímulos elétricos são programados e administrados tem efeito sobre a magnitude do aquecimento. Os animais foram expostos a um procedimento de operante livre em que os intervalos SS e RS possuíam a mesma duração, tendo sido manipulados os seguintes intervalos: 5, 10, 20, 40 e 60 s. Foram observados períodos de aquecimento mais longos – considerados encerrados quando o desempenho típico da segunda metade sessão era alcançado – diante de intervalos menores, correlacionados à maior frequência de apresentação de estímulos aversivos.

## Requerimento da resposta

Três estudos sugerem que o requerimento da resposta controla diferentes magnitudes de aquecimento. No estudo de Hineline (1966), os animais foram submetidos a um procedimento de operante livre em que deveriam, a depender da fase experimental, pressionar uma barra e soltá-la ou mantê-la pressionada. O número de exposições a estímulos elétricos no início da sessão foi maior quando a resposta de pressionar e soltar a barra foi exigida.

Em Bersh e Alloy (1978), os animais foram submetidos a um procedimento em que estímulos elétricos inevitáveis eram apresentados. Caso o tempo entre respostas (IRT) fosse inferior a um valor pré-fixado, eram expostos a um estímulo de 0,75 mA; caso o IRT excedesse esse valor, eram expostos a um estímulo de 1,6 mA. Os valores de IRT foram: 3, 6, 9, 12 e 15 s. Observou-se, no início da sessão, menor frequência de IRT que permitiam esquiva – e, conseqüentemente, maior exposição a estímulos elétricos de 1,6 mA – quando valores mais baixos de IRT foram exigidos.

Mais recentemente, Fonseca Júnior et al. (2014) submeteram animais a um procedimento de tentativas discretas com diferentes exigências de resposta entre fases: razão fixa (FR) 1, FR 2, FR 3, FR 1 e FR 3. A exposição a estímulos elétricos no período inicial da sessão foi maior sob FR 3, intermediária sob FR 2 e menor ou mesmo nula sob FR1. Além disso, a magnitude do aquecimento foi menor na segunda exposição a cada esquema.

### Estímulo exteroceptivo (pré-aversivo)

Ulrich et al. (1964) demonstram que a adição de estímulo exteroceptivo sistematicamente precedendo a ocorrência do estímulo elétrico pode *per se* inibir o aquecimento. Nesse estudo, os animais foram treinados em um procedimento de operante livre sem sinalização. Posteriormente, um estímulo exteroceptivo foi adicionado ao procedimento (i.e., houve transição de uma contingência de esquiva não sinalizada para esquiva sinalizada), precedendo regularmente a apresentação do estímulo aversivo. Como efeito, essa manipulação eliminou a ocorrência de aquecimento, produzindo uma frequência de respostas constante ao longo da sessão, que se mostrou suficiente para prevenir a exposição à estimulação aversiva.

### Tratamento pré-sessão

Uma forma de tentar inibir a ocorrência de aquecimento se dá pela exposição dos sujeitos experimentais a um tratamento pré-sessão. No estudo de Hoffman et al. (1961, Experimento III), animais que falharam em atingir o critério de aprendizagem em um procedimento de tentativas discretas foram expostos, em dias alternados, a um tratamento composto pela apresentação de 40 estímulos elétricos imprevisíveis (i.e., sem sinalização e com intervalos irregulares entre si) que podiam ser evitados ou interrompidos após a sua ocorrência<sup>4</sup>. Após cada exposição ao tratamento, uma etapa com 40 tentativas do procedimento padrão de tentativas discretas era imediatamente iniciada – assim, os estímulos elétricos voltavam a ser precedidos por um estímulo exteroceptivo. Como resultado, houve pouco ou nenhum aquecimento (medido pela porcentagem de estímulos elétricos prevenidos) pós-tratamento; na ausência de tratamento, níveis acentuados de aquecimento foram registrados.

Uma vez que no experimento descrito o efeito do tratamento podia ser atribuído tanto à exposição aos estímulos elétricos quanto ao controle sobre esses estímulos, Hoffman et al. (1961, Experimento IV) conduziram uma replicação, com duas principais mudanças: (1) o *operandum* esteve inacessível durante o tratamento e (2) os estímulos elétricos tiveram duração fixa de 0,75 s. Terminado o tratamento, o *operandum* foi inserido na caixa, sem qualquer interrupção na sessão. Os resultados foram similares aos obtidos anteriormente, sugerindo que a exposição a estímulos elétricos incontroláveis é suficiente para reduzir os níveis de aquecimento.

Hoffman et al. (1961) testaram, ainda, se a mera exposição à caixa experimental poderia ser a variável crítica, submetendo os animais a essa situação por 25 min antes de o procedimento de tentativas discretas ser iniciado, sem qualquer manipulação adicional. Esse tratamento não produziu redução nos níveis de aquecimento.

Spear et al. (1973, Experimento I), por seu turno, avaliaram o efeito de diferentes tratamentos pré-sessão sobre o desempenho de animais submetidos a um procedimento de operante livre com estímulo exteroceptivo (i.e., esquiva sinalizada). Após 24h da etapa de aquisição da resposta de esquiva, os animais foram submetidos a 5 min de um de dois tipos de tratamento, que ocorreram imediatamente antes da sessão de teste: (1) exposição a 15 estímulos elétricos incontroláveis e previsíveis (sem sinalização, mas com intervalos regulares entre si) ou (2) exposição a 15 pareamentos entre estímulo exteroceptivo e estímulo elétrico. Durante os tratamentos, não havia *operandum* disponível. Animais de um terceiro grupo (controle) não foram expostos a qualquer tratamento. Como efeito, os sujeitos expostos ao primeiro tratamento emitiram maior frequência de respostas do que aqueles do grupo controle, porém não apresentaram diferença significativa em relação ao tempo necessário para atingir o critério de aprendizagem fixado e à quantidade de estímulos elétricos recebidos nos primeiros 4 min de sessão. Por outro lado, os sujeitos submetidos ao segundo tratamento apresentaram maior frequência de respostas e menor tempo para atingir o critério de aprendizagem se comparados àqueles do grupo controle, porém não apresentaram diferença significativa em relação à quantidade de estímulos elétricos recebidos no mesmo período.

A aparente divergência entre os dados reportados por Hoffman et al. (1961) e por Spear et al. (1973) no que diz respeito aos efeitos da exposição ao tratamento com estímulos elétricos não sinalizados pode ser fruto do tipo de procedimento de esquiva empregado nesses estudos (i.e., tentativas discretas e operante livre, respectivamente), da duração do tratamento (mais breve em Spear, 1973) e/ou da previsibilidade dos estímulos elétricos apresentados. Em relação a esse último aspecto, em Hoffman et al. (1961, Experimento IV), os estímulos elétricos eram imprevisíveis, uma vez que os intervalos entre apresentações eram irregulares. Em Spear et al. (1973), por outro lado, os intervalos entre apresentações eram regulares.

---

<sup>4</sup> Durante o tratamento pré-sessão, menos de 1% dos estímulos elétricos programados foram prevenidos, de modo que os animais foram repetidamente expostos à estimulação aversiva.

## Hipóteses explicativas do aquecimento

Diversas hipóteses destinadas a explicar o aquecimento estão disponíveis na literatura. Na maioria das formulações, parece subjazer a compreensão de que o aquecimento é um fenômeno indesejado ou um déficit comportamental. Neste artigo, serão abordadas as seguintes hipóteses: *hipótese da motivação*<sup>5</sup> (Hoffman et al., 1961), *hipótese da memória* (Spear et al., 1973), *hipótese da habituação* (Hineline, 1978a) e *hipótese da indução* (Baum, 2020). Adiante, cada uma dessas hipóteses é brevemente apresentada e suas (in)compatibilidades com os achados experimentais são apontadas. Antes disso, faz-se necessário enfatizar que as hipóteses explicativas não devem ser tomadas como causas do aquecimento, mas sim como descrições das possíveis variáveis que determinam o fenômeno.

### Hipótese da motivação

A hipótese da motivação (Hoffman et al., 1961), presente especialmente nos experimentos iniciais da área, assume que o aquecimento é produto de um déficit motivacional característico dos momentos iniciais da sessão experimental. Hoffman (1966) a coloca nos seguintes termos: “(...) à medida que os choques ocorrem, seus efeitos motivadores persistem e somam-se para criar um estado emocional que, de alguma forma, facilita a esquiva” (p. 512). Prossegue indicando que esse estado motivacional se dissipa quando o animal é removido da caixa experimental, sendo reestabelecido novamente na sessão seguinte, quando o animal faz novo contato com a estimulação aversiva. Essa hipótese, embora possa promover compreensões internalistas sobre o fenômeno, é em algum grau compatível com a análise sobre variáveis motivacionais de Michael (1982), segundo a qual a apresentação do estímulo aversivo estabelece a sua remoção ou prevenção como reforçadoras.

A hipótese da motivação é compatível com os dados que demonstram que os níveis de aquecimento são mais acentuados quando o intervalo intrasessão e o requerimento da resposta são maiores. No primeiro caso, pode-se supor que intervalos intrasessão mais amplos levariam a uma maior dissipação do “estado motivacional”<sup>6</sup>. No segundo caso, que a emissão de respostas mais custosas demandaria “maior motivação”. É compatível, também, com os dados sobre tratamento pré-sessão, cujo efeito seria “aumentar a motivação” dos animais antes da exposição à contingência de esquiva e, assim, reduzir a magnitude do aquecimento.

Por outro lado, a hipótese da motivação parece não abranger explicitamente os dados sobre adição de estímulo exteroceptivo ao procedimento de operante livre e se mostra incompatível com os dados sobre intensidade e frequência do estímulo elétrico. Diante de estímulos mais intensos ou mais frequentes, seriam esperados “níveis de motivação mais elevados” e, com isso, menor aquecimento.

### Hipótese da memória

A hipótese da memória atribui o aquecimento a uma dificuldade de retenção da aprendizagem de esquiva (Spear et al., 1973) – assim como com a hipótese anterior, faz-se necessário um cuidado especial para não atribuir a causa do aquecimento a eventos internos. Segundo os proponentes dessa hipótese, o fenômeno resultaria de “eventos não especificados que ocorrem entre a aprendizagem e os testes” (p. 602), podendo ser tratado como “um déficit na recuperação da memória” (p. 613).

A hipótese da memória é compatível com os dados sobre intervalo intrasessão, requerimento da resposta, adição de estímulo exteroceptivo ao procedimento de operante livre e tratamento pré-sessão. Pode-se interpretar que intervalos intrasessão mais longos poderiam ampliar o contato do organismo com eventos não especificados que interferem no comportamento de lembrar e que respostas com maior requerimento seriam recordadas com maior dificuldade. Essa última consideração, porém, demanda cautela, pois nos estudos que analisaram o requerimento da resposta apenas respostas de pressão à barra foram exigidas, sendo manipulados parâmetros como duração, periodicidade ou repetição dessas respostas. Pode-se considerar, ainda, que a adição de estímulo exteroceptivo, devido à sua correlação positiva com o estímulo aversivo, poderia “sinalizar” a sua ocorrência, atuando como um “lembrete”. De modo similar, a exposição a estímulos aversivos antes da exposição à contingência de esquiva, característica do tratamento pré-sessão, poderia favorecer a ocorrência do comportamento de lembrar por fornecer ao animal uma condição em algum grau semelhante àquela do treino.

<sup>5</sup> Os nomes atribuídos às hipóteses não são encontrados como tal nos estudos que as apresentam. Buscou-se, aqui, nomeá-las a fim de tornar a comunicação mais didática.

<sup>6</sup> Os termos entre aspas, embora sabidamente imprecisos, foram empregados para tornar a análise da hipótese compatível com a terminologia empregada pelos autores.

Em contrapartida, a hipótese da memória é incompatível com os dados sobre intensidade e frequência do estímulo elétrico. Supostamente, estímulos mais intensos deveriam atuar como “lembretes” mais efetivos, reduzindo a magnitude do aquecimento. Estímulos mais frequentes, por sua vez, deveriam favorecer o comportamento de lembrar.

### **Hipótese da habituação**

A hipótese da habituação parte da compreensão de que comportamentos respondentes incompatíveis com a resposta de esquiva (e.g., *freezing* e agressão), eliciados, por exemplo, por estimulação elétrica, são responsáveis pela ocorrência do aquecimento (Hineline, 1978a; ver Sagvolden, 1981, para uma versão alternativa dessa hipótese). Segundo essa concepção, a exposição repetida aos estímulos aversivos no início da sessão levaria a um processo de habituação (i.e., redução do responder eliciado por um estímulo em função de sucessivas apresentações; Catania, 1998/1999), o que viabilizaria a emissão de respostas operantes em momentos mais tardios da sessão.

A hipótese da habituação é compatível com os dados de intensidade do estímulo elétrico, intervalo intrasessão, requerimento da resposta e tratamento pré-sessão. A magnitude da resposta eliciada tende a se correlacionar positivamente com a intensidade do estímulo eliciador (Catania, 1998/1999). Desse modo, seria esperado que estímulos mais intensos, por eliciarem respostas de maior magnitude, interferissem de forma mais acentuada no comportamento de esquiva. Além disso, estímulos intensos podem, em alguns casos, tornar o processo de habituação mais demorado (Thompson & Spencer, 1966) ou produzir potenciação (i.e., aumento do responder eliciado por um estímulo em função de sucessivas apresentações; Catania, 1998/1999) em vez de habituação (Sagvolden, 1981). Em relação ao intervalo intrasessão, é relevante considerar que o processo de habituação não é permanente: quanto maior o intervalo sem exposição ao estímulo incondicional, maior é o efeito eliciador desse estímulo quando reapresentado (Catania, 1998/1999), resguardados alguns limites. Assim, a competição entre respostas eliciadas e respostas de esquiva seria maior após intervalos intrasessão maiores. Por sua vez, respostas de esquiva com maior requerimento seriam supostamente mais suscetíveis à interferência de respostas eliciadas. Por último, a apresentação repetida ao estímulo incondicional, característica do tratamento pré-sessão, se configuraria como um procedimento típico de habituação. Com isso, reduziria os efeitos das respostas eliciadas sobre o comportamento de esquiva.

Em compensação, não é clara a relação entre a hipótese da habituação e os dados sobre adição de estímulo exteroceptivo ao procedimento de operante livre. Os dados sobre frequência do estímulo elétrico, por seu turno, parecem ser incompatíveis com essa hipótese. Como aponta Hineline (1978b), o processo de habituação tende a ser mais rápido quando a exposição à estimulação elétrica é mais frequente (Thompson & Spencer, 1966).

### **Hipótese da indução**

A hipótese da indução assume que o início da sessão experimental é único por possuir condições de estímulo particulares (e.g., remoção do animal da caixa-viveiro e transporte até a sala de coleta) e por concentrar maior número de exposições a estímulos elétricos – particularmente, no processo de aquisição do comportamento de esquiva, quando respostas de esquiva são infrequentes. Assume-se, assim, uma correlação entre as condições de estímulo próprias do início da sessão e a apresentação de estimulação aversiva, havendo maior probabilidade de indução de respostas que competem com a resposta operante nesse período. Ao longo da sessão, as respostas induzidas se tornariam menos frequentes, dando lugar a respostas de esquiva (Baum, 2020).

A hipótese da indução é compatível com os dados de intensidade e frequência do estímulo elétrico, requerimento da resposta e tratamento pré-sessão. Parece plausível supor que estímulos tipicamente presentes no início da sessão, por estarem correlacionados a estímulos elétricos de diferentes intensidades, mais ou menos frequentes, poderiam induzir níveis distintos de respostas competitivas e, assim, produzir graus variados de aquecimento. Parece igualmente plausível supor que respostas induzidas poderiam interferir de forma mais pronunciada sobre respostas operantes com maior dificuldade de emissão. Ainda, como sugere Baum (2020), o tratamento pré-sessão poderia reduzir os níveis de aquecimento por criar uma condição de início de sessão – correlacionada à apresentação de estímulos elétricos incontroláveis – distinta daquela que é introduzida quando a resposta operante passa a ser permitida. Segundo o autor, respostas induzidas cessariam na segunda etapa.

Por outro lado, a hipótese da indução, tal como apresentada por Baum (2020), com foco nas condições de estímulo próprias do início da sessão, parece não lidar explicitamente com os dados sobre intervalo intrasessão e adição de estímulo exteroceptivo ao procedimento de operante livre. Faz-se necessário considerar o papel da indução de respostas competitivas por estímulos antecedentes sutis, como a alteração na iluminação da caixa experimental no intervalo intrasessão ou a manipulação do estímulo pré-aversivo.

### Considerações finais

O presente trabalho demonstra que a compreensão sobre o efeito de aquecimento no condicionamento da esquiva demanda teorizações que contemplem o amplo conjunto de dados disponíveis na literatura – alguns dos quais divergentes entre estudos, o que sugere a necessidade de investigação experimental adicional. Uma revisão sistemática sobre o tema pode ser um passo importante em direção a um conhecimento mais amplo sobre o fenômeno, assim como um exame minucioso da proposição de Hineline (1978b), segundo a qual o aquecimento é produto de múltiplos processos. Ao compreender as variáveis que modulam o aquecimento, obter-se-á melhores condições para prevê-lo e controlá-lo, evitando, assim, o descarte de dados obtidos nos momentos iniciais de uma sessão (ver Neffinger & Gibbon, 1975; Sidman, 1953). Por fim, mostra-se relevante avaliar a generalidade do aquecimento em arranjos que utilizem estímulos alternativos ao estímulo elétrico, assim como a sua generalidade com participantes humanos, de modo a estimular reflexões sobre eventuais implicações práticas desse fenômeno, ausentes na literatura consultada.

### Questões de estudo

1. Defina o efeito de aquecimento no condicionamento da esquiva. Em sua resposta, considere as variações na frequência de respostas e de exposição a estímulos aversivos.
2. Diferencie os procedimentos de tentativas discretas e operante livre, relevantes para a compreensão da literatura sobre aquecimento.
3. Sobre a generalidade do aquecimento, aponte quais variáveis foram amplamente investigadas e quais variáveis carecem de investigação.
4. Aponte quais variáveis favorecem e quais variáveis inibem o aquecimento. Descreva (in)compatibilidades entre dados de diferentes estudos quando existirem.
5. Indique quais medidas de aquecimento foram empregadas nos diferentes estudos.
6. Apresente a racional de cada uma das quatro hipóteses explicativas mencionadas no texto.
7. Crie uma tabela comparativa na qual são indicados os dados experimentais compatíveis, incompatíveis e sem relação aparente com cada uma das hipóteses explicativas apresentadas.

### Declaração de conflito de interesses

O autor declara que não há conflito de interesses relativos à publicação deste artigo.

### Direitos Autorais

Este é um artigo aberto e pode ser reproduzido livremente, distribuído, transmitido ou modificado, por qualquer pessoa desde que usado sem fins comerciais. O trabalho é disponibilizado sob a licença Creative Commons 4.0 BY-NC.



### Referências

- Anderson, N. H., & Nakamura, C. Y. (1964). Avoidance decrement in avoidance conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 57(2), 196-204. <https://doi.org/10.1037/h0042221>
- Badia, P., Culbertson, S., & Lewis, P. (1971). The relative aversiveness of signalled vs unsignalled avoidance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16(1), 113-121. <https://doi.org/10.1901/jeab.1971.16-113>
- Baum, W. M. (2020). Avoidance, induction, and the illusion of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 114(1), 116-141. <https://doi.org/10.1002/jeab.615>
- Bersh, P. J., & Alloy, L. B. (1978). Avoidance based on shock intensity reduction with no change in shock probability. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30(3), 293-300. <https://doi.org/10.1901/jeab.1978.30-293>
- Catania, A. C. (1999). *Aprendizagem: Comportamento, linguagem e cognição* (4th ed.; D. G. Souza et al., Trans.). Artmed. (Trabalho original publicado em 1998)
- Fonseca Júnior, A. R., Souza, E. J., & Hunziker, M. H. L. (2014, setembro). *Reforçamento negativo em razão fixa: Efeitos da exigência de resposta sobre a pausa entre razões* [Apresentação em congresso]. XXIII Encontro da Associação Brasileira de Psicologia e Medicina Comportamental, Fortaleza, CE, Brasil.

- Foree, D. D., & LoLordo, V. M. (1974). Transfer of control of the pigeon's key peck from food reinforcement to avoidance of shock. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *22*(2), 251-259. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.22-251>
- Hendry, D. P., & Hendry, L. S. (1963). Partial negative reinforcement: Fixed-ratio escape. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*(4), 519-523. <https://doi.org/10.1901/jeab.1963.6-519>
- Higgins, S. T., & Morris, E. K. (1984). Generality of free-operant avoidance conditioning to human behavior. *Psychological Bulletin*, *96*(2), 247-272. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.96.2.247>
- Hineline, P. N. (1966). *The warm-up effect in avoidance conditioning* [Tese de doutorado não publicada]. Harvard University.
- Hineline, P. N. (1978a). Warmup in avoidance as a function of time since prior training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *29*(1), 87-103. <https://doi.org/10.1901/jeab.1978.29-87>
- Hineline, P. N. (1978b). Warmup in free-operant avoidance as a function of the response-shock = shock-shock interval. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *30*(3), 281-291. <https://doi.org/10.1901/jeab.1978.30-281>
- Hoffman, H. S. (1966). The analysis of discriminated avoidance. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 499-530). Appleton-Century-Crofts.
- Hoffman, H. S., Fleshler, M., & Chorny, H. (1961). Discriminated bar-press avoidance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *4*(4), 309-316. <https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-309>
- Hurwitz, H. M. B. (1964). Method for discriminative avoidance training. *Science*, *145*(3636), 1070-1071. <https://doi.org/10.1126/science.145.3636.1070>
- Kamin, L. J. (1963). Retention of an incompletely learned avoidance response: Some further analyses. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *56*(4), 713-718. <https://doi.org/10.1037/h0043941>
- Leander, J. D. (1973). Shock intensity and duration interactions on free-operant avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *19*(3), 481-490. <https://doi.org/10.1901/jeab.1973.19-481>
- McSweeney, F. K., & Hinson, J. M. (1992). Patterns of responding within sessions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *58*(1), 19-36. <https://doi.org/10.1901/jeab.1992.58-19>
- McSweeney, F. K., & Roll, J. M. (1993). Responding changes systematically within sessions during conditioning procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *60*(3), 621-640. <https://doi.org/10.1901/jeab.1993.60-621>
- Michael, J. (1982). Distinguishing between discriminative and motivational functions of stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*(1), 149-155. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-149>
- Myers, C. E., Smith, I. M., Servatius, R. J., & Beck, K. D. (2014). Absence of "warm-up" during active avoidance learning in a rat model of anxiety vulnerability: Insights from computational modeling. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *8*, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00283>
- Neffinger, G. G., & Gibbon, J. (1975). Partial avoidance contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *23*(3), 437-450. <https://doi.org/10.1901/jeab.1975.23-437>
- Perrotti, L. I., Dennis, T. S., Jiao, X., Servatius, R. J., Pang, K. C. H., & Beck, K. D. (2013). Activation of extracellular signal-regulated kinase (ERK) and  $\Delta$  FosB in emotion-associated neural circuitry after asymptotic levels of active avoidance behavior are attained. *Brain Research Bulletin*, *98*, 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2013.07.004>
- Powell, R. W. (1970). The effect of shock intensity upon responding under a multiple-avoidance schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *14*(3), 321-329. <https://doi.org/10.1901/jeab.1970.14-321>
- Powell, R. W. (1972). Analysis of warm-up effects during avoidance in wild and domesticated rodents. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *78*(2), 311-316. <https://doi.org/10.1037/h0032191>
- Sagvolden, T. (1981). "Warmup" and "cooldown" in Sidman avoidance behavior of rats: A dual-process interpretation. *Scandinavian Journal of Psychology*, *22*(1), 117-122. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1981.tb00386.x>
- Scobie, S. R. (1970). The response-shock-shock-shock interval and unsignalled avoidance in goldfish. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *14*(2), 219-224. <https://doi.org/10.1901/jeab.1970.14-219>
- Servatius, R. J., Jiao, X., Beck, K. D., Pang, K. C. H., & Minor, T. R. (2008). Rapid avoidance acquisition in Wistar-Kyoto rats. *Behavioural Brain Research*, *192*(2), 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.04.006>
- Sidman, M. (1953). Two temporal parameters of the maintenance of avoidance behavior by the white rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *46*(4), 253-261. <https://doi.org/10.1037/h0060730>
- Sidman, M. (1955). Some properties of the warning stimulus in avoidance behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *48*(6), 444-450. <https://doi.org/10.1037/h0047481>

- Sidman, M. (1966). Avoidance behavior. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (448-498). Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1965). *Science and human behavior*. Free Press. (Trabalho original publicado em 1953)
- Spear, N. E., Gordon, W. C., & Martin, P. A. (1973). Warm-up decrement as failure in memory retrieval in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *85*(3), 601-614. <https://doi.org/10.1037/h0035314>
- Stone, G. C. (1961). Nondiscriminated avoidance behavior in human subjects. *Science*, *133*, 641-642. <https://doi.org/10.1126/science.133.3453.641>
- Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation: A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review*, *73*(1), 16-43. <https://doi.org/10.1037/h0022681>
- Ulrich, R. E., Holz, W. C., & Azrin, N. H. (1964). Stimulus control of avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *7*(2), 129-133. <https://doi.org/10.1901/jeab.1964.7-129>
- Vanderwolf, C. H. (1966). Warm-up effects in the avoidance performance of rats with medial thalamic lesions. *Animal Behaviour*, *14*, 425-429. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(66\)80041-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(66)80041-6)
- Zeiler, P. N. (1977). Schedule of reinforcement: The controlling variables. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 201-232). Prentice-Hall.

---

Submetido em: 10/04/2023

Aceito em: 19/01/2024