

Evidências empíricas da lei do menor esforço: considerações sobre o custo da resposta¹

(Empirical evidences for the law of least effort: considerations about the response cost)

Tiago de Oliveira Magalhães*² e Luan Mendes Teixeira**

***Universidade Federal do Ceará**

****Universidade Estadual de Londrina**

(Brasil)

RESUMO

O princípio do menor esforço pode ser compreendido como uma sumarização de observações que apontam para uma maior probabilidade dos organismos se comportarem dependendo o menor esforço possível. Essas observações usualmente comparam as taxas de resposta sob diferentes condições de esforço que podem variar entre fases do experimento ou apresentadas simultaneamente em esquemas de reforço concorrentes. O objetivo deste ensaio é revisar pesquisas que investigam os efeitos do esforço sobre a taxa de resposta e discutir se seus achados permitem endossar ou refutar o princípio do menor esforço. Algumas pesquisas parecem indicar que os efeitos supressivos do esforço não são universais e que existem circunstâncias e arranjos metodológicos que, mediante o aumento na exigência física, ocasionam aumento na taxa de respostas. Concomitantemente, há dados em delineamentos de escolha que mostram uma preferência consistente pela opção de maior esforço. Entretanto, o conjunto desses achados, apesar de oferecer uma maior diversificação no estudo dos efeitos do esforço sobre o comportamento, não permite refutar definitivamente o princípio do menor esforço. As pesquisas que aparentemente contrariam o princípio do menor esforço apresentam problemas conceituais e metodológicos que precisam ser superados para que suas hipóteses sejam devidamente submetidas à testagem experimental.

Palavras-chave: custo da resposta, esforço, força da resposta, princípio do menor esforço, taxa de resposta.

1 O autor Luan Mendes Teixeira recebe bolsa da Capes pelo programa de pós-graduação em Análise do Comportamento (Mestrado) da Universidade Estadual de Londrina.

2 Universidade Federal do Ceará, Instituto de Cultura e Arte (ICA). Av. Humberto Monte, s/n Pici 60440593 - Fortaleza, CE - Brasil. E-mail: tiagoomagalhaes@gmail.com

ABSTRACT

According to the principle of least effort, organisms tend to behavior in order to avoid unnecessary expenditure of energy or resources. This principle was tested through different experimental designs, with distinct concepts of effort. It is usually operationalized consider the effort as the amount of responses required to obtain reinforcement, what makes the notion of effort closer to the concept of ratio schedule of reinforcement. Effort can be also defined as the minimum force required during the emission of each response, concept that is often found in its experimental literature. In both possibilities, most experts defend that the principle of least effort, inherently to operant behavior, is an accurate description of broad functional relations. The purpose of this essay is to revisit researches that investigate the effects of effort on response rate and discuss whether its findings support the principle of least effort or not. The results of this research show that the suppressive effects of increasing effort are not unanimously accepted by behavioral scientists. Some experimental data imply that there are circumstances and methodological arrangements in which increasing the physical demand of the operandum can lead to an increase of the response rate. Concomitantly, there are data on choice designs showing a consistent preference for the highest effort option. Something similar is observed in the phenomenon known as contrafreeloading, in which the subjects emit operant responses for the production of food, even when food is freely available. These studies are relevant because they broaden the set of experimental phenomena pertinent to the discussion of the principle of least effort and raise important methodological issues. These contributions, however, are not enough to state that the principle of least effort is invalid or outdated. Phenomena like contrafreeloading can be interpreted in a way that they are not in conflict with the principle of least effort. In addition, methodological limitations of some experiments that support this principle do not necessarily refute the principle itself. The studies whose results supposedly contradict the principle of least effort themselves have important methodological limitations, what shows that this topic demands a considerable amount of empirical research.

Keywords: effort, principle of least effort, response cost, response force, response rate.

O estudo do esforço e seus efeitos sobre o comportamento humano interessa a Psicologia desde os seus primórdios (Dewey, 1897). Diversas pesquisas com o propósito de quantificar os efeitos comportamentais dos diferentes tipos de esforço foram desenvolvidas já na primeira metade do século XX (Tsai, 1932; Waters, 1937; Zipf, 1949). Em linhas gerais, popularizou-se o que ficou conhecido como princípio do menor esforço, a ideia segundo a qual, em situações de escolha, os organismos preferem as opções mais curtas (em casos de maior ou menor distância), mais rápidas (em casos de diferença temporal) ou que exigem menos Newtons (N) ou Libras (lb) de força no operandum (em caso de diferença de forças) (Pinkston, 2021).

Na Análise do Comportamento, a variável esforço foi primeiramente apresentada como uma dimensão da resposta, como uma variável dependente (Skinner, 1938). No livro *The Behavior of Organisms* Skinner enfatiza que a dimensão do esforço (tratada também como intensidade da resposta) é sensível ao reforçamento diferencial e que, em suas pesquisas, era possível medir tal esforço por meio do deslocamento de um pêndulo ligado à barra, de forma que a extensão do deslocamento do pêndulo é uma função da força com que o animal pressiona a barra.

Com o avanço dos estudos experimentais em Análise do Comportamento, o esforço enquanto dimensão do comportamento passou a receber menos atenção do que outras variáveis (Zarcone et al., 2009). O trabalho de Chung (1965) é um dos pioneiros, em Análise do Comportamento, na investigação dos efeitos do esforço sobre o comportamento. Diferentemente de Skinner (1938), Chung (1965) trata o esforço como variável independente, investigando como a taxa de respostas em pombos se altera de acordo com as variações na força física requerida pelo operandum. Os efeitos observados por Chung (1965) foram: (a) ao substituir um componente de alta força por um de baixa força, há um aumento temporário na taxa de respostas; (b) o inverso também ocorre, ao substituir um componente de baixa força por um de alta força, um decréscimo temporário na taxa de respostas é observado.

Posteriormente, outras pesquisas avaliando os efeitos do aumento do esforço sobre a taxa de respostas foram realizadas na literatura analítico-comportamental (cf. Alling & Poling, 1995; Elsmore, 1971; Elsmore & Brownstein, 1968; Irvin et al., 1998; Miller, 1970; Zhou et al., 2000) Em comum, tem-se uma conformidade entre esses dados da Análise do Comportamento e o princípio do menor esforço, formulado sinteticamente na afirmação de que o aumento do esforço requerido em uma contingência, compreendido como uma forma de custo da resposta, é acompanhado de decréscimos na taxa de resposta (Soares et al., 2017) Contudo, pesquisas recentes têm questionado a pertinência dos dados comportamentais acerca da relação entre esforço e taxa de respostas, evidenciando que, a depender das estratégias de mensuração do comportamento, o aumento do esforço é consistentemente acompanhado por um aumento, e não uma diminuição, da taxa de respostas (Pinkston & Foss, 2018; Pinkston & Libman, 2017; Pinkston & Moore, 2020) we could detect subcriterion forces that fell short of the force criterion. Eight rats .

O objetivo deste estudo é revisar artigos que investigam a manipulação do esforço sobre a taxa de respostas. Mais especificamente, o que se busca é avaliar se os diferentes delineamentos experimentais utilizados por analistas do comportamento permitem endossar ou refutar o princípio do menor esforço. Esse recorte se justifica, pois os reais efeitos do esforço sobre a taxa de resposta ainda são nebulosos (Pinkston, 2021) e uma comparação entre as perspectivas que endossam ou contrariam o princípio do menor esforço pode elucidar as diferentes relações funcionais em que essas variáveis se inserem.

Para atingir este objetivo, o texto seguirá o seguinte roteiro: em primeiro lugar, serão apresentadas pesquisas analítico-comportamentais que endossam o princípio do menor esforço, com destaque para as pesquisas experimentais. Em seguida, serão apresentadas pesquisas que aparentemente contrariam o princípio do menor esforço, realçando os problemas metodológicos relativos à mensuração do esforço

e discutindo fenômenos não intuitivos rotulados de paradoxo do esforço (Inzlicht et al., 2018). Por fim, serão traçadas considerações acerca das duas abordagens, isto é, a que endossa o princípio do menor esforço e a que o contraria, mostrando que novas concepções sobre a relação entre o esforço e a taxa de respostas podem fornecer um panorama mais completo para lidar com a complexidade do comportamento.

Dados que endossam o princípio do menor esforço

A ideia de que os seres vivos, de modo geral, economizam recursos, especialmente energia, parece evidente (Inzlicht et al., 2018). E não apenas o mundo biológico, mas o próprio funcionamento dos objetos inertes sugere que os fenômenos naturais ocorrem desse modo. Essa ideia é de tal maneira difundida que integra sistemas explicativos tão diversos quanto a física aristotélica e a física newtoniana (da Silva & Martins, 2007). Para Aristóteles (1995), os corpos têm um lugar natural, para onde tendem a ir, de acordo com sua composição. O movimento que um corpo realiza ao ir para seu lugar natural traça sempre o percurso mais simples possível: uma reta ou um círculo, a depender dos elementos que o constituem. No século XVIII, as explicações teleológicas viriam a perder relevância, mas Maupertuis e diversos outros estudiosos da época, atuando em diferentes áreas, como a óptica e a mecânica, ainda concordavam com princípios gerais como “quando ocorre qualquer mudança na natureza, a quantidade de ação necessária para essa mudança é a menor que seja possível” (da Silva & Martins, 2007, p. 627)f.

O princípio do menor esforço inspirou as mais diversas formas de teorização em Psicologia e áreas afins, como a psicodinâmica freudiana, que frequentemente procura explicar os fenômenos em termos de “economia energética” (Fontes, 2008), e a extrapolação deveras literal do gestaltista R.H. Wheeler, segundo o qual “(...) o ser humano é um sistema de energia que responde como um todo a forças que atuam de fora e perturbações que vêm de dentro. Presumivelmente, seu comportamento segue as mesmas leis básicas do comportamento da energia em outros lugares” (1929, p. 80). Para Wheeler, a “lei da ação mínima” seria tão infalível que “nos termos da lei, não há movimento ineficaz ou desperdiçado, nem tentativa e erro” (p. 83).

Essas propostas, dado seu acentuado caráter especulativo e baixa propensão a testagem empírica, distanciam-se significativamente dos padrões epistemológicos do Behaviorismo Radical. Um uso da concepção de “lei do menor esforço” mais afeito a essa tradição de pensamento pode ser encontrado, por exemplo, na ideia, defendida por Ernst Mach (1907/1960), de que a natureza é um sistema frugal. O próprio evolucionismo darwiniano, uma das principais influências de Mach, permite identificar sólidas razões para a tendência generalizada à evitação de custos que se observa nos seres vivos (Mayr, 2001). Num ambiente em que há concorrência por recursos, têm maiores chances de sobreviver e se reproduzir os indivíduos que otimizam o uso de seus recursos, evitando investimentos com baixa probabilidade de retorno. Esse aspecto filogenético torna muito plausível a seguinte generalização de Hull:

XV. Se duas ou mais sequências de comportamento, cada uma envolvendo uma quantidade diferente de consumo de energia ou trabalho, forem igualmente bem reforçadas um número igual de vezes, o organismo gradualmente aprenderá a escolher a sequência de comportamentos menos trabalhosa que levará a obtenção do reforço. (Hull, 1943, p. 294)

O postulado XV de Hull indica uma das duas principais estratégias que permitem testar a lei do menor esforço: criar condições em que o sujeito possa escolher entre contingências alternativas. O deslocamento de ratos em labirinto, por exemplo, de acordo com Ciancia (1991), segue o padrão de evitar becos sem saída – esforço desnecessário – à medida que ocorre a familiarização do sujeito com o aparato. Essa condição pode ser compreendida como uma espécie de esquema de reforço concorrente, em que o sujeito tem de optar por caminhos distintos. De fato, diversas pesquisas avaliaram como o esforço impacta na distribuição de respostas em esquemas de reforço concorrentes (Chung, 1965; Hunter & Davison, 1982; Sumpter et al., 1998). Dessa maneira, se o mesmo esquema de reforço (ex. VI 3 min) estivesse em vigor nos dois componentes de um esquema concorrente, seria esperado uma taxa de resposta praticamente igual nas duas opções (Herrnstein, 1961). No experimento II, Chung (1965) utilizou esquemas concorrentes e o mesmo programa de reforço nos dois componentes, VI 1 min., no entanto, variou as forças necessárias para bicar a chave de resposta entre os dois componentes. Com sete combinações de forças diferentes, variando os lados do requerimento mais pesado e as magnitudes das diferenças de força exigida, o resultado foi que, consistentemente, ocorreram mais respostas na opção mais leve, apesar do mesmo esquema de reforço estar em vigor e a taxa de reforço permanecer constante (Chung, 1965). Esse resultado em delineamentos de escolha parece ser o efeito mais comum encontrado na literatura, conforme aponta a revisão de Pinkston (2021).

É importante salientar que outras variáveis envolvidas, que não a força exigida, podem estar relacionadas ao esforço. Pode-se tomar o número de respostas totais para a produção de uma consequência como indicativo do grau de esforço requerido. Nesse sentido, o esforço, ou o custo da resposta, seria medido em termos do esquema de razão em vigor. Apesar de não serem tão estudados quanto os esquemas concorrentes de intervalo, existem pesquisas que investigam esquemas concorrentes de razão (Hall-Johnson & Poling, 1984) As investigações nessa área apontam para dados muito intuitivos. Diante de um esquema concorrente com duas razões diferentes em vigor nos componentes, o organismo irá responder exclusivamente na razão menor, sejam os esquemas de razão fixa (FR) ou razão variável (VR) (Herrnstein, 1958; Herrnstein & Loveland, 1975) O mesmo acontece em situações de escolha entre uma razão fixa e uma razão variável progressivamente maior, em que há uma preferência por essa última até o momento em que se iguala ao número de respostas exigido no FR, ponto no qual as respostas passam a ocorrer mais frequentemente no componente de razão fixa (Wanchisen et al., 1988) Esses dados permitem argumentar que a razão requerida por reforço, em determinados contextos, é um parâmetro válido para estimar a magnitude do esforço e sua manipulação apresenta mais uma evidência comportamental do princípio do menor esforço.

A outra estratégia fundamental no estudo da influência do esforço físico sobre a taxa de respostas consiste em investigá-la sem exposição a esquemas concorrentes, mas avaliando um mesmo comportamento em condições diferentes de esforço. Chung (1965) no Experimento I, por exemplo, apresentou um único disco para os pombos e alterou, em diferentes fases, a força requerida para que as bicadas fechassem o circuito, levando, assim, à obtenção do reforço. Observou-se que, quando o esforço requerido era reduzido, a taxa de resposta elevava-se. Alling e Poling (1995) chegaram à mesma conclusão, estudando como ratos pressionavam a barra sob esquemas múltiplos em que os componentes se diferenciavam pela força necessária para fazer a barra fechar o circuito do alimentador.

No experimento de Fischer, Viney, Knight e Johnson (1968) todos os sujeitos foram submetidos ao mesmo treinamento, recebendo reforços contingentes à transposição de rampas com variados níveis de inclinação (0°, 20° ou 40°). Na fase de teste, eles foram divididos em três grupos, cada um deles expostos a uma sessão de extinção em uma das inclinações utilizadas na fase anterior. Como resultado, a taxa de respostas se mostrou inversamente proporcional ao nível de inclinação do aparato, ou seja, inversamente proporcional ao esforço requerido. Durante uma pesquisa aplicada, Zhou, Goff e Iwata (2000) conseguiram, por meio da elevação do custo, reduzir a taxa da resposta de levar a mão à boca emitida por indivíduos com desenvolvimento atípico. O procedimento consistiu em colocar, nos braços dos sujeitos, envoltórios flexíveis, que dificultavam, mas não impediam, a emissão da resposta-alvo, exigindo maior esforço para sua execução. Dados como esses confirmam a intuição do senso comum a respeito da correlação entre o esforço e a taxa de respostas.

Em suma, nota-se que pesquisas experimentais em Análise do Comportamento envolvendo tanto situações de escolha quanto delineamentos que avaliam apenas uma variável em diferentes condições fornecem dados que corroboram o princípio do menor esforço. No entanto, esse princípio, que parece intuitivo em um primeiro momento, parece apresentar exceções demonstradas experimentalmente tanto em pesquisas analítico-comportamentais quanto de outras ciências do comportamento.

Dados que parecem contrariar o princípio do menor esforço

O problema do limiar

A demonstração das relações funcionais entre a quantidade de esforço e a taxa de uma resposta requer alguns cuidados metodológicos. Alling e Poling (1995) por exemplo, em diferentes experimentos com ratos, chegaram à conclusão de que a taxa média de respostas de pressão à barra caía à medida que forças maiores eram exigidas. Contudo, como observa Kimble (1961), esse tipo de repertório impõe uma dificuldade relacionada às “respostas parciais”, ou seja, aquelas emitidas com força insuficiente para ativar o mecanismo de dispensação do reforço. Se os sujeitos passam de uma fase em que a liberação do reforço requer uma força de 20g para uma fase em que são necessários 60g, as respostas que exercem apenas 20g de força não serão mais computadas. Assim, pode ser que, sob essas condições, a suposta re-

dução da taxa de resposta se deva aos diferentes critérios que definem uma resposta e não ao aumento da força necessária.

Notterman e Mintz (1965) propuseram que, ao utilizar a resposta de pressão à barra (RPB) para investigar relações funcionais dessa natureza, se proceda à distinção entre o limiar de detecção da resposta e o critério de força exigido para o reforçamento. O limiar estabelece um valor mínimo de força que deve ser exercido sobre o operandum para que o movimento do sujeito conte como uma resposta. Já o critério estabelece o valor mínimo necessário para que as respostas sejam relevantes para a produção do reforço. Com a especificação de um limiar de resposta que permaneça constante – por exemplo, 5g –, é possível comparar as taxas das fases caracterizadas por critérios de reforçamento distintos – 20g e 60g, no caso do exemplo hipotético descrito acima – sem que a contagem seja enviesada pela modificação da definição da resposta. É importante salientar que o valor do limiar é determinado arbitrariamente pelos experimentadores, assim como o valor do critério para reforçamento. Notterman e Mintz (1965) realizaram estudos exploratórios com valores tão baixos quanto 0,3g e chegaram à conclusão de que 2,5g é um valor alto o suficiente para excluir toques ocasionais na barra com a cauda ou as vibrissas, por exemplo, e baixo o suficiente para excluir apenas uma quantidade ínfima de RPB com as patas.

Seguindo a recomendação de Notterman e Mintz (1965), Pinkston e Libman (2017) estudaram a relação entre a quantidade de esforço requerido e a taxa de RPB. Na linha de base, as respostas foram mantidas em FR5, com critério e limiar de 5,6g, ou seja, era preciso que o sujeito fizesse uma pressão de 5,6g sobre a barra tanto para que seu movimento contasse como uma resposta, como para que fosse relevante para produzir reforço. Posteriormente, o critério para produção de reforço foi modificado para 18g, 24g, 32g, 42g, 56g e 75g, mas permaneceu o registro de todas as respostas acima do limiar de 5,6g. Quando se leva em conta apenas os dados das respostas com força igual ou superior ao critério (respostas que levavam à produção do reforço), os resultados coincidem com os de Alling e Poling (1995): a taxa de resposta diminuía quando a exigência física era aumentada. No entanto, quando se levam em conta todas as respostas acima do limiar (5,6g), observa-se, pelo contrário, que o aumento da força exigida ocasionou o aumento da taxa de resposta.

É possível, então, concluir, a partir dos dados de Pinkston e Libman (2017) o inverso do que diz o senso comum, ou seja, que, de modo geral, quanto mais esforço, maior a taxa de resposta? Isso parece pouco plausível, sobretudo quando se observa que Pinkston e Libman (2017) exploraram um espectro de forças significativamente inferior às capacidades físicas da espécie estudada, chegando a um máximo de apenas 75g. Nos procedimentos de Alling e Poling (1995) 15 responses were required to produce food in both components. A downward force of 0.25 N (25 g, os valores foram de 25g, 50g, 100g e 200g. É necessário verificar empiricamente, com os refinamentos metodológicos propostos por Notterman e Mintz (1965), o que ocorreria se os procedimentos realizados por Pinkston e Libman (2017) se estendessem a valores acima de 75g. Jennings e Collier (1970), por exemplo, mensuraram a taxa de resposta sob condições de 12,5g, 25g, 50g e 100g de esforço e

chegaram à conclusão de que, quando os sujeitos são extensivamente treinados em condições que levam a altas taxas de respostas, observa-se um padrão de U invertido com pico em 25g e 50g. Esse experimento, como ressaltam os próprios autores, apresenta problemas no controle do histórico de treino dos diferentes grupos, bem como nos esquemas de privação, mas oferece um importante indício de que a relação entre essas duas variáveis não é uma função linear. Assim, parece plausível supor que a questão “como a taxa de uma resposta é afetada pela modificação da quantidade de esforço exigida para sua emissão?” não admite uma resposta única válida para todas as condições. Uma abordagem adequada desse problema requer a especificação das condições iniciais e finais da modificação, além de diversas variáveis ontogenéticas.

Escolhendo a opção de maior esforço

Além dos dados apresentados na seção anterior, advindos de pesquisas em que são investigadas as taxas de resposta ao longo de diferentes fases, delineamentos que utilizam esquemas concorrentes para criar situações de escolha também chegaram a resultados que parecem contrariar a intuição de que a elevação do esforço requerido reduziria a taxa de resposta. Um dos exemplos mais claros disso é o que Osborne (1977) chamou de *contrafreeloading*. Esse fenômeno é observado quando o sujeito tem acesso livre a uma fonte de comida que exige apenas a emissão de respostas de consumo, mas, ainda assim, opta por emitir uma resposta extra que produz aquele mesmo tipo de comida no componente concorrente. Em outras palavras, sob certas circunstâncias, o organismo tem maior probabilidade de alimentar-se realizando um esforço que não lhe é imposto pela situação.

Um exemplo de *contrafreeloading* é descrito por Jensen (1963), que relata um experimento em que 200 ratos podiam escolher entre o alimento disponível livremente no comedouro e o mesmo alimento produzido mediante a emissão de uma RPB. Em uma fase preliminar, o acesso ao alimento ocorria somente por meio da RPB, que era reforçada continuamente. Os sujeitos foram distribuídos em grupos que diferiam pela quantidade total (40, 80, 160, 320, 640 ou 1280) de reforços recebidos nessa primeira fase. Observou-se que, com exceção de um sujeito, todos emitiram a RPB quando expostos ao esquema concorrente entre pressionar a barra ou obter o alimento disponibilizado livremente. O consumo relativo foi proporcional à quantidade de reforços obtidos durante a fase preliminar: no grupo que recebeu inicialmente um total de 40 reforços, 20% da comida consumida na fase de teste foi produzida pela RPB e 80% proveio da comida livre; no grupo que recebeu inicialmente 1280 reforços, 75% dos reforçadores consumidos foram produzidos pela RPB, enquanto o consumo de comida livre correspondeu a 25%.

Dados similares aos de Jensen (1963) foram obtidos com camundongos, galinhas, pombos, corvos, gatos e gerbils (Osborne, 1977), mas outros estudos, com gatos (Koffer & Coulson, 1971) e ratos (Taylor, 1972), chegaram a resultados distintos, compatíveis com a lei do menor esforço. Outra observação importante é a de que a taxa de *contrafreeloading* diminui quando a razão do esquema de reforço da resposta que produz a consequência é aumentada (Inglis et al., 1997). Carder e

Berkowitz (1970), por exemplo, constataram uma queda de 80% para 30% na taxa de contrafreeloading, após a alteração da razão de FR2 para FR10. Cabe observar também que, apesar de sua relevância para os estudos sobre a lei do menor esforço, as pesquisas sobre contrafreeloading lidam com um dado significativamente distinto, pois comparam os efeitos da apresentação do reforço dependente e independente da resposta, e não com uma mesma topografia de resposta a ser emitida com diferentes quantidades de esforço (Osborne, 1977).

Pesquisas avaliando o contrafreeloading com respostas mais semelhantes topograficamente sustentam que tal fenômeno só acontece se houver uma assimetria na quantidade de treino e, mesmo assim, tais efeitos são transitórios. No experimento de Larson e Tarte (1976), avaliou-se a resposta de percorrer um labirinto em T. O alimento livre era colocado próximo ao animal de modo que uma pequena resposta de caminhar até o alimento era necessária. Os experimentos avaliaram o que ocorria no comportamento de escolha entre distância curta (alimento livre) e distância longa (reforço dependente da resposta) quando a resposta de percorrer a distância maior era treinada previamente. Os achados mostram que, se houver mais treinos de percorrer a distância longa do que consumir o alimento livre, ou seja, uma assimetria na quantidade de treinos, os ratos optam, nas situações de escolha, por percorrer a distância mais longa, passando direto pelo alimento livre que se encontra mais próximo no labirinto. Porém, essa preferência foi passageira e em poucas sessões a preferência já passou a ser de 90% da opção mais curta (Larson & Tarte, 1976). Osborne (1977) argumenta que o conjunto de achados sobre o contrafreeloading permite argumentar que esses efeitos transitórios ocorrem mais frequentemente quando a diferença no esforço é maior. Quando a diferença de esforço é pequena, como no caso da pesquisa de Jensen (1963), o efeito da diferença de treinos prévios da resposta sobre o contrafreeloading tende a ser mais duradouro.

Outros efeitos do treino prévio da resposta mensurada sobre a escolha pela opção de maior esforço são empiricamente demonstrados (Mitchell et al., 1973; Tarte & Snyder, 1973). Mitchell et al. (1973) realizaram um experimento com ratos para avaliar se a proximidade do treino da resposta de pressão à barra interferia na preferência entre a resposta e o acesso livre ao alimento no teste. Os sujeitos foram expostos a sete sessões de treino de RPB em um esquema de reforço contínuo (CRF) e três sessões de alimentação livre. O primeiro grupo de ratos teve sete sessões de CRF seguidos de três sessões de alimentação livre. O segundo grupo passou primeiro pelas três sessões de alimentação livre e apenas em seguida passou pelas sete sessões de CRF. Após isso os sujeitos eram colocados na situação de teste em que escolhiam entre emitir a RPB e produzir o reforço ou apenas consumir o mesmo alimento livremente disponível. Os dados mostraram que no Grupo 2, em que o treino da resposta de pressão a barra foi mais próximo do teste, houve um contrafreeloading maior, sendo 50% dos alimentos consumidos produzidos pela resposta. Por outro lado, no Grupo 1, em que as sessões mais próximas do teste foram de acesso livre ao alimento, apenas 10% dos alimentos consumidos foram produzidos pela resposta (Mitchell et al., 1973; Osborne, 1977).

Parece claro que a emissão da RPB em vez de acessar o reforço livremente é uma função do treino pelo qual essa resposta passou. É como dizer que o organismo

emite a resposta nessas situações porque ele foi ensinado a fazê-lo. Não foi ensinada a situação de escolha, porém, diante desse contexto, no passado, respostas de pressão à barra foram reforçadas, apesar de alimentos livres estarem disponíveis. Isso é endossado pelo argumento de que, nos dados de Mitchell et al. (1973), as sessões de treino com alimento livre ocorriam com a barra presente, porém, pressioná-la não produzia reforço. Isso pode ter acarretado um processo de extinção, que pôde ser observado na fase de teste do Grupo 1, em que apenas 10% dos alimentos consumidos foi produzido pela resposta (Osborne, 1977).

Um aspecto que também precisa ser considerado na compreensão do *contrafreeloading* são as evidências empíricas de que nas situações de escolha entre alimento livre versus alimento dependente da resposta, existem outros reforçadores que mantêm a resposta que não o alimento (Osborne, 1977; Wallace et al., 1973) pombos foram colocados em uma câmara operante em que havia um disco de resposta e um comedouro de um lado e um copo cheio de pelotas de comida livremente disponíveis do lado oposto. Acima do disco de resposta e do copo de alimentos livremente disponíveis havia uma luz. Dessa maneira, havia duas luzes na caixa, uma em cada extremidade. Os sujeitos passaram por um delineamento ABA em que, na primeira condição, respostas de bicar o disco produziam 3 segundos de acesso ao alimento, no entanto, uma série de eventos ocorriam quando essa resposta era emitida. Primeiro, a luz acima do disco de respostas era apagada, a iluminação da caixa toda também era desligada, e uma luz iluminando o comedouro era acesa. Além disso, a comida era despendida com um som significativamente audível que vinha da parte de trás do comedouro. Na segunda fase, bicadas no disco não produziam nenhuma mudança nesses estímulos. O alimento continuava sendo produzido normalmente, porém, não havia mudanças na iluminação nem a produção do som característico da liberação do alimento. Porém, nessa fase, consumir o alimento do outro lado da câmara, na opção de alimentos livres, produzia uma mudança nos estímulos. Ao comer as pelotas disponíveis livremente no copo, a luz acima desse recipiente era acesa, as outras luzes da câmara eram apagadas e o som que foi usado na primeira condição era apresentado, porém, a fonte do som agora se encontrava atrás do copo de alimentos livres. Na última fase, os experimentadores fizeram a reversão da primeira condição.

Os dados mostram que nas condições 1 e 3, ou seja, nas fases em que a resposta de bicar o disco produzia mudanças nos estímulos, houve uma preferência dos organismos por emitir a resposta e consumir o reforço dependente dessa resposta do que consumir o mesmo alimento disponível livremente do outro lado da câmara. Na condição 2, em que as mudanças nos estímulos ocorriam do lado da alimentação livre, o consumo de pelotas foi maior nessa opção, sendo o número de respostas de bicar o disco drasticamente reduzido, voltando a aumentar na reversão (Wallace et al., 1973). Esses dados demonstram que, o que parece ser uma preferência pelo maior esforço em um primeiro momento, na verdade pode ser entendido como um comportamento mantido por um conjunto complexo de consequências que estão presentes na opção que requer a emissão de uma resposta para produzir o reforço e não estão presentes na opção de alimento livre. Exemplos podem ser os estímulos que acompanham a produção do reforço como o som da barra/disco ou do alimento

caindo no comedouro que podem se tornar reforçadores condicionados. Corrobora essa interpretação o fato de mudanças sensoriais produzidas pelos estímulos serem capazes de manter certa taxa de respostas constante sem a necessidade de reforçadores primários. Experimentos demonstraram a manutenção de respostas de bicar o disco quando a única consequência programada era a mudança na cor do disco (Herrnstein & Loveland, 1972; Osborne, 1977).

Outra evidência de que são as mudanças nos estímulos que mantêm a preferência por responder em vez de acessar o alimento livre é apresentada no segundo experimento de Wallace et al. (1973). Este demonstra que, se os pombos fossem colocados em uma situação de escolha entre duas fontes de alimento livre, haveria preferência pela opção que fosse acompanhada por mudanças mais notórias no ambiente em detrimento da opção que permanecesse inalterada, apesar do alimento estar disponível livre e igualmente nas duas.

Esses achados empíricos mostram que não parece plausível afirmar que o contrafreeloading seja uma exceção à lei do menor esforço. Como mencionado anteriormente, diferentemente do que ocorre nos experimentos clássicos sobre a lei do menor esforço, as condições de escolha em que ocorre o contrafreeloading não consistem em esquemas concorrentes, já que para o sujeito não estão disponíveis respostas de topografia similar às quais se relacionam diferentes níveis de exigência de esforço. Por esse motivo, parece mais apropriado interpretar esses dados à luz do conceito de momentum comportamental (Nevin, 1974; Nevin et al., 2018), compreendendo a apresentação não contingente do reforçador como uma operação disruptora e não como um esquema concorrente. A apresentação não contingente de alimento afeta a resistência à mudança da resposta em estudo e a teoria do momentum comportamental dispõe de um aparato matemático que permite compreender de forma rigorosa o efeito dessa variável em conjunto com o histórico de reforçamento do sujeito. Assim parece desnecessário evocar o conceito de esforço na interpretação dos dados dos experimentos sobre contrafreeloading descritos nesta seção.

Considerações finais

A partir das pesquisas comentadas nas seções anteriores, pode-se dizer que a assim chamada lei do menor esforço se ampara em um robusto conjunto de evidências empíricas. Tanto os delineamentos experimentais que mensuram a taxa de resposta em fases caracterizadas por diferentes níveis de esforço (1) quanto os que utilizam esquemas de reforço concorrente (2) evidenciam que a taxa de resposta tende a ser inversamente proporcional à quantidade de esforço requerida pelas contingências.

Experimentos cujos resultados parecem contrariar a lei do menor esforço, como demonstrado na seção anterior, apresentam relevantes limitações metodológicas e conceituais. Os dados obtidos por Pinkston e Moore (2020), Pinkston e Foss (2018), Pinkston e Libman (2017), por exemplo, não podem ser propriamente interpretados como uma exceção da lei do menor esforço, pois lidam com um espectro de forças consideravelmente inferior ao que se poderia exigir dos sujeitos. Contudo, é válido destacar que os refinamentos metodológicos utilizados naquele delineamento, inspirados nas contribuições de Notterman e Mintz (1965), permitem estudar com

mais rigor os efeitos do esforço sobre a taxa de resposta. A distinção entre a intensidade de força requerida para que certo movimento seja computado como uma unidade de resposta e a intensidade de força requerida para o reforçamento confere maior validade interna ao procedimento. Parece trivial observar, em conformidade com a lei do menor esforço, que a taxa de respostas dos sujeitos estudados por Pinkston e Moore (2020), Pinkston e Foss (2018) e Pinkston e Libman (2017) iria decrescer, caso as forças requeridas fossem elevadas até chegar ao limite físico do sujeito. Por outro lado, os dados mostram, de forma consistente, que nem todo aumento na exigência de esforço físico leva à diminuição da taxa de resposta. Esse parece ser um substancial indício de que a lei do menor esforço, ainda que válida como uma generalização ampla, não cobre toda a diversidade das relações funcionais que se podem estabelecer entre a taxa de uma resposta e o esforço requerido para sua emissão. Cabe, portanto, à pesquisa experimental investigar de forma detalhada os modos como essas variáveis se relacionam.

Ademais, o fenômeno conhecido como *contrafreeloading* não pode ser propriamente caracterizado como uma exceção à lei do menor esforço. A seção anterior apresenta diversas limitações metodológicas dos estudos experimentais a respeito desse fenômeno, bem como dificuldades conceituais particularmente ilustrativas dos desafios inerentes à pesquisa sobre o esforço. Em cada caso, é necessário ponderar cuidadosamente se é pertinente utilizar a noção de esforço para descrever a relação funcional estudada. Os experimentos sobre *contrafreeloading*, por exemplo, parecem ser mais adequadamente descritos com o vocabulário da teoria do momentum comportamental (Nevin et al., 2018). Assim, além de mais refinamentos metodológicos e mais dados empíricos, são necessários, também, trabalhos conceituais que tornem mais nítidos os termos técnicos utilizados pela comunidade analítico-comportamental.

Um exemplo privilegiado dessa necessidade é o uso inespecífico do termo custo da resposta, que pode ter como referência o esforço requerido na emissão de uma resposta, o esquema de reforço empregado ou ainda contingências de punição negativa (Soares et al., 2017). Não é incomum, inclusive, que a noção de custo da resposta se refira ao que corriqueiramente recebe o nome de esforço cognitivo (Eisenberger & Leonard, 1980; Teixeira et al., 2021; Westbrook & Braver, 2015), como nas situações em que o sujeito lida com problemas matemáticos de diferentes níveis de dificuldade. Esse uso demasiadamente amplo de uma expressão técnica é incompatível com os ideais de rigor terminológicos da ciência natural. É fundamental, portanto, que os estudos empíricos sobre diferentes formas de esforço e de fenômenos relacionados sejam acompanhados pelo trabalho de elucidação minuciosa dos termos utilizados para descrevê-los.

REFERÊNCIAS

- Alling, K., & Poling, A. (1995). The effects of differing response-force requirements on fixed-ratio responding of rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63(3), 331–346. <https://doi.org/10.1901/jeab.1995.63-331>
- Aristóteles. (1995). *Física*. Madrid: Gredos.

- Carder, B., & Berkowitz, K. (1970). Rats' preference for earned in comparison with free food. *Science*, 167(3922), 1273–1274. <https://doi.org/10.1126/science.167.3922.1273>
- Chung, S.-H. (1965). Effects of Effort on Response Rate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.1901/jeab.1965.8-1>
- Ciancia, F. (1991). Tolman and Honzik (1930) revisited or the mazes of psychology (1930-1980). *The Psychological Record*, 41(4), 461-472. <http://www.guillau-megronier.com/2021-psychologiegenerale/resources/Cianca1991.pdf>
- da Silva, A. P. B., & Martins, R. de A. (2007). Maupertuis e o princípio mecânico de ação mínima: Uma análise crítica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(4), 625–633. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172007000400022>
- Dewey, J. (1897). The Psychology of Effort. *The Philosophical Review*, 6(1), 43–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2175586>
- Eisenberger, R., & Leonard, J. M. (1980). Effects of conceptual task difficulty on generalized persistence. *The American Journal of Psychology*, 93(2), 285–298. <https://doi.org/10.2307/1422233>
- Elsmore, T. F. (1971). Effects of Response Effort on Discrimination Performance. *The Psychological Record*, 21(1), 17–24. <https://doi.org/10.1007/bf03393984>
- Elsmore, T. F., & Brownstein, A. J. (1968). Effort and response rate. *Psychonomic Science*, 10(9), 313–314. <https://doi.org/10.3758/BF03331536>
- Fischer, G., Viney, W., Knight, J., & Johnson, N. (1968). Response decrement as a function of effort. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20(3), 301–304. <https://doi.org/10.1080/14640746808400166>
- Fontes, F. F. (2008). O conflito psíquico na teoria de Freud. *Psychê*, 12(23). http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-11382008000200011
- Hall-Johnson, E., & Poling, A. (1984). Preference in Pigeons Given a Choice Between Sequences of Fixed-Ratio Schedules: Effects of Ratio Values and Duration of Food Delivery. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42(1), 127–135. <https://doi.org/10.1901/jeab.1984.42-127>
- Herrnstein, R. J. (1958). Some Factors Influencing Behavior in a Two-Response Situation. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 21, 35–45. <https://doi.org/10.1111/j.2164-0947.1958.tb00645.x>
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and Absolute Strength of Response as a Function of Frequency of Reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4(3), 267–272. <https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-267>
- Herrnstein, R. J. (1970). On the Law of Effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2(2), 243–266. <https://doi.org/https://doi.org/10.1901/jeab.1970.13-243>
- Herrnstein, R. J., & Loveland, D. H. (1972). Food-avoidance in hungry pigeons, and other perplexities. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18(3), 369–383. <https://doi.org/10.1901/jeab.1972.18-369>
- Herrnstein, R. J., & Loveland, D. H. (1975). Maximizing and Matching on Concurrent Ratio Schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24(1), 107–116. <https://doi.org/10.1901/jeab.1975.24-107>

- Hull, C. L. (1943). *Principles of Behavior: An Introduction to Behavior Theory*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hunter, I., & Davison, M. (1982). Independence of Response Force and Reinforcement Rate on Concurrent Variable-Interval Schedule Performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(2), 183–197. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-183>
- Inglis, I. R., Forkman, B., & Lazarus, J. (1997). Free food or earned food? A review and fuzzy model of contrafreeloading. *Animal Behaviour*, 53(6), 1171–1191. <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0320>
- Inzlicht, M., Shenhav, A., & Olivola, C. Y. (2018). The Effort Paradox: Effort Is Both Costly and Valued. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(4), 337–349. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.01.007>
- Irvin, D. S., Thompson, T. J., Turner, W. D., & Williams, D. E. (1998). Utilizing Increased Response Effort To Reduce Chronic Hand Mouthing. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 31(3), 375–385. <https://doi.org/10.1901/jaba.1998.31-375>
- Jennings, W., & Collier, G. (1970). Response effort as a determinant of instrumental performance in the rat: Effect of varying force requirements within subjects. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 72(2), 263–266. <https://doi.org/10.1037/h0029473>
- Jensen, G. D. (1963). Preference for bar pressing over “freeloading” as a function of number of rewarded presses. *Journal of Experimental Psychology*, 65(5), 451–454. <https://doi.org/10.1037/h0049174>
- Kimble, G. A. (1961). *Hilgard and Marquis’ Conditioning and Learning*. 2nd Edition. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Koffer, K., & Coulson, G. (1971). Feline indolence: Cats prefer free to response-produced food. *Psychonomic Science*, 24(1), 41–42. <https://doi.org/10.3758/BF03331767>
- Larson, L. D., & Tarte, R. D. (1976). The effects of training and effortfulness on rats’ choice behavior in a modified T-maze. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 7(6), 506–508. <https://doi.org/10.3758/BF03337265>
- Mach, E. (1960). *The science of mechanics: A critical and historical account of its development*. Open court publishing Company. (Obra original publicada em 1907).
- Mayr, E. (2001). *What Evolution Is*. New York: Basic Books.
- Miller, L. K. (1970). Some punishing effects of response-force. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(2), 215–220. <https://doi.org/10.1901/jeab.1970.13-215>
- Mitchell, D., Scott, D. W., & Williams, K. D. (1973). Container neophobia and the rat’s preference for earned food. *Behavioral Biology*, 9(5), 613–624. [https://doi.org/10.1016/S0091-6773\(73\)80055-0](https://doi.org/10.1016/S0091-6773(73)80055-0)
- Nevin, J. A. (1974). Response Strength in Multiple Schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(3), 389–408. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-389>

- Nevin, J. A., Craig, A. R., Cunningham, P. J., Podlesnik, C. A., Shalam, T. A., & Sweeney, M. M. (2018). Quantitative models of persistence and relapse from the perspective of behavioral momentum theory: Fits and misfits. *Behav Processes*, 141(1), 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.04.016>
- Notterman, J. M., & Mintz, D. E. (1965). *Dynamics of response*. New York: John Wiley & Sons.
- Osborne, S. R. (1977). The free food (contrafreeloading) phenomenon: A review and analysis. *Animal Learning & Behavior*, 5(3), 221–235. <https://doi.org/10.3758/BF03209232>
- Pinkston, J. W. (2021). A review of the behavioral effects of response force: Perspectives on measurement and functions. *Behavioural Processes*, 186, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104342>
- Pinkston, J. W., & Foss, E. K. (2018). The role of response force on the persistence and structure of behavior during extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 109(1), 194–209. <https://doi.org/10.1002/jeab.306>
- Pinkston, J. W., & Libman, B. M. (2017). Aversive functions of response effort: Fact or artifact? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 108(1), 73–96. <https://doi.org/10.1002/jeab.264>
- Pinkston, J. W., & Moore, A. (2020). The effects of force requirements on microstructure: Subcriterion responses and the mismeasurement of bouts. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 114(1), 3–23. <https://doi.org/10.1002/jeab.613>
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Appleton-Century-Crofts, Inc.
- Soares, P. G., Costa, C. E., Aló, R. M., Luiz, A., & Cunha, T. R. de L. (2017). Custo da resposta: Como tem sido definido e estudado? *Perspectivas Em Análise Do Comportamento*, 8(2), 258–268. <https://doi.org/10.18761/pac.2017.020>
- Sumpter, C. E., Temple, W., & Foster, T. M. (1998). Response form, force, and number: effects on concurrent-schedule performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70(1), 45–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.1901/jeab.1998.70-45>
- Tarte, R. D., & Snyder, R. L. (1973). Some sources of variation in the bar-pressing versus freeloading phenomenon in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 84(1), 128–133. <https://doi.org/10.1037/h0035048>
- Taylor, G. T. (1972). A limitation of the contrafreeloading phenomenon. *Psychonomic Science*, 29(3), 173–174. <https://doi.org/10.3758/bf03342584>
- Teixeira, L. M., Barbosa, J. I. C., & Magalhães, T. de O. (2021). Revisão do conceito de custo da resposta como esforço ou força física na literatura brasileira. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, 22(1), 1–19. <https://doi.org/10.31505/rbtcc.v22i1.1358>
- Wallace, R. F., Osborne, S. R., Norborg, J., & Fantino, E. (1973). Stimulus change contemporaneous with food presentation maintains responding in the presence of free food. *Science*, 182, 1038–1039. <https://doi.org/10.1126/science.182.4116.1038>

- Wanchisen, B. A., Tatham, T. A., & Himeline, P. N. (1988). Pigeons' Choices in Situations of Diminishing Returns: Fixed- Versus Progressive-Ratio Schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50(3), 375–394. <https://doi.org/10.1901/jeab.1988.50-375>
- Waters, R. H. (1937). The principle of least effort in learning. *Journal of General Psychology*, 16(1), 3–20. <https://doi.org/10.1080/00221309.1937.9917938>
- Westbrook, A., & Braver, T. S. (2015). Cognitive effort: A neuroeconomic approach. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 15(2), 395–415. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0334-y>
- Wheeler, R. H. (1929). *The Science of Psychology*. New York: The Thomas Y. Crowell Company.
- Zarcone, T. J., Chen, R., & Fowler, S. C. (2009). Effects of Differing Response-Force Requirements on Food-Maintained Responding in C57Bl/6J Mice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92(2), 257–274. <https://doi.org/10.1901/jeab.2009.92-257>
- Zhou, L., Goff, G. A., & Iwata, B. A. (2000). Effects of increased response effort on self-injury and object manipulation as competing responses. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33(1), 29–40. <https://doi.org/10.1901/jaba.2000.33-29>
- Zipf, G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort*. Cambridge, MA: Addison-Wesley Press.

(Received: February 1, 2022; Accepted: July 26, 2022)