



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

**RAFAEL SILVA RODRIGUES**

Os efeitos da variabilidade e estereotipia comportamental aprendida  
sobre a resolução de problemas por *insight*

São Paulo

2022

RAFAEL SILVA RODRIGUES

Os efeitos da variabilidade e estereotipia comportamental aprendida  
sobre a resolução de problemas por *insight*

VERSÃO CORRIGIDA

Dissertação de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Psicologia Experimental (PSE) da Universidade de São Paulo (USP), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Psicologia Experimental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Miriam Garcia Mijares.

São Paulo

2022

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

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafael Silva Rodrigues

Título: Os efeitos da variabilidade e da estereotipia comportamental aprendida sobre a resolução de problemas por insight.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Psicologia Experimental (PSE) do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IPUSP) como requisito para a obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Psicologia Experimental.

Apresentado e aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_.

Banca examinadora:

Prof(a) Dr(a). \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof(a) Dr(a). \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof(a) Dr(a). \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

“encontraram um  
cientista do maracatu  
em um laboratório na rua  
  
um alquimista de  
constelações sonoras  
um maniqueísta

trabalhava com amostras  
em estado agudo e estado grave  
e com azeite de dendê

dizia: ou o coco da castanha é grande  
ou é pequeno  
afinal, não tem dois São Bento num jogo só

ou é agudo, agudinho, agudão  
ou grave, gravíssimo, gravezinho  
quem quiser entrar na média que entre  
vai da sua moral  
que bem pode ser de 20  
ou 20000Hz

“vai da sua moral...”

e entrevistaram esse cientista, essa gente da tv  
lhe deram mídia que já tinham  
mas não o convidaram  
para um novo nobel

o cientista falou mas  
o cientista sabe  
que quem não tem ciência  
nem tem malandragem  
nem tem como saber  
o que falar dos outros ou  
para quem

entendam, disse o cientista,  
o repórter do mundo nessa entrevista  
não sou eu  
é meu maracatu  
que sabe de tudo

eu mesmo  
só sou cientista aqui  
porque não sei de nada”

[“fonogênia”, Lucas da Rocha]

## AGRADECIMENTOS

É uma tarefa difícil, e diria que até injusta, resumir um percurso de 2 anos e meio, atravessado por centenas de pessoas, em uma só página. Mas certamente algumas pessoas foram mais decisivas do que outras para fazer com que essa caminhada ocorresse. Por isso agradeço primeiro à minha querida orientadora, Prof.<sup>a</sup> Miriam, que me ensinou a ter um olhar sempre aberto e crítico ao mundo. Miriam me ensinou a questionar até os cânones mais tradicionais da Ciência, mas me ensinou mais ainda a questionar a mim mesmo, às falsas suposições que fui criando ao longo desses quase 5 anos trabalhando juntos. Agradeço também ao seu acolhimento e cuidado de sempre, à disposição em lidar com as inúmeras burocracias da vida acadêmica, em momentos de incerteza e desespero. Que sorte a minha ter encontrado uma orientadora assim!

Em segundo, agradeço à dois pesquisadores que influenciaram decisivamente nos rumos dessa pesquisa, Prof.<sup>o</sup> Lourenço Barba e Prof.<sup>o</sup> Aaron Blaisdell, que deram valiosas sugestões para que um projeto pioneiro como esse pudesse ter o rigor científico necessário. Agradeço também ao Prof.<sup>o</sup> Aaron pela receptividade e abertura em ter me recebido com tanto apoio, paciência e escuta ao longo de meus meses de estágio na Califórnia. Obrigado pelas conversas científicas, pelas receitas culinárias inusitadas, pelos cafés da manhã juntos, e pelas tardes na UCLA caminhando e conversando sobre a vida.

Também não poderia deixar de esquecer de toda equipe lindíssima do LabIC: Luís Henrique Santana, Yulla Knaus, Rodrigo Dicezare, Marcela Prata, Roberto Pessoa Neto e Melissa Guirelli. Quantas reuniões profundamente empolgantes tive com vocês, quantas conversas preenchidas por risadas alegres e de desespero, quantas angústias partilhadas.

Que honra foi fazer parte da caminhada de vocês também! E que pena que a pandemia de COVID-19 tenha impedido tantas outras reuniões presenciais gostosas. Espero vê-los todos juntos pessoalmente, em breve! Nesse laboratório, agradeço especialmente ao meu amigo querido, Luís, com quem tive tantas conversas e que me ensinou tanto, sempre com muito cuidado e carinho! Além de um conselheiro importante, você foi um modelo de ser humano, de pesquisador e de professor, nesse caminho. Sua inteligência e sensibilidade me marcaram profundamente, e espero semear em outras pessoas o que você semeou em mim. Obrigado muito, amigo!

Agradeço também ao grupo de pesquisa do laboratório de Psicologia Comparada da UCLA, que me deu tanto apoio e suporte na minha estadia na Califórnia. Agradeço à Valéria Gonzalez, pelos almoços, discussões científicas, e conversas sempre cheias de piadas irônicas. Agradeço à Aida Longan pelas conversas sobre a vida, pelas festas sempre divertidas, e pelo seu espírito tão acolhedor e festivo! Agradeço também a todo o apoio técnico, conversas e à abertura que os estagiários do laboratório também tiveram: Michael Neumann, Ibrahim Yassine, Sanjana Shanbhag e Spencer Gaut. Por último, agradeço ao meu grande amigo e fundamental companheiro nessa jornada em Los Angeles: Cyrus Kirkmann. Cyrus me ajudou de tantas formas, que é impossível descrever aqui toda minha gratidão por essa pessoa. Aprendi tanto com você, amigo, e jamais esquecerei da alegria que foi nosso encontro! Obrigado por ter sido uma pessoa tão gentil, inteligente e compreensiva. Você é um exemplo de pessoa para mim!

Falando em exemplo, jamais poderia esquecer de minha linda companheira durante esse tempo, Victória de Angelis. Nosso encontro me revirou do avesso e me transformou em muitos sentidos. Você me apoiou em tantos momentos nessa jornada, acompanhou tantas decisões importantes. Obrigado pelas infinitas brincadeiras que

criamos juntos, pelas inúmeras risadas de doer a barriga que demos, pelas aventuras sempre inusitadas que criamos, pelo colo e ombro para chorar que você me deu em tantos momentos. Obrigado por partilhar tanta loucura, poesia e criar tanta magia juntos, apesar de toda a confusão e distâncias espaciais! Enfim, obrigado por tanta intensidade e tanta vida, meu amor! Que evento cósmico foi e tem sido esse nosso encontro!

Agradeço também a meus outros tantos amigos e amigas que estiveram comigo nesse período, partilhando de tanta alegria e angústia. Sou muito agraciado pelas inúmeras amizades que fiz, por tanto carinho que recebi e recebo, de tantas pessoas! Esse projeto também é fruto disso. Entre essas pessoas, não podia deixar de agradecer duas pessoas que também foram essenciais nesse rumo. A primeira, meu poeta favorito, Lucas Costa. Obrigado pelos encontros por esse Brasil, e pelas trocas inesquecíveis e inefáveis de sempre, meu grande amigo. Que explosão é nosso encontro! Que alegria é trocar tantas ideias com você sobre os meus, os seus e os nossos projetos! A segunda, uma das almas mais poéticas que conheci, Ingrid Soga. Sem o seu apoio, escuta e acolhimento, eu jamais teria sequer começado a realizar o mestrado, lá em 2019. Eu sou eternamente grato a você, por todo o suporte, gentileza e carinho que você me deu nesse período!

Agradeço também ao meu alicerce, meu chão, minha âncora fundamental: minha família linda! Sobretudo à minha irmã (Raquel), meu pai (Sergio), minha mãe (Sheila) e minha avó (Vlany). Tudo que sou e consegui devo a vocês! Todo o encanto que encontro no mundo, encontro por causa de vocês! Que família alegre, festiva e apoiadora vocês são e sempre foram! Que felicidade é saber e lembrar o quanto aprendi com vocês! Também faço um agradecimento especial ao meu falecido avô, Vanir, também conhecido como Bocanha. Você me ensinou tanto sobre solidariedade, paciência e perdão, meu avô! Eu diria que você me ensinou sobre as coisas mais importantes que sei. Que tristeza é não



poder conversar sobre tudo isso com você, não poder mostrar a você tudo que aprendi com o mundo! Mas na falta da sua presença, sigo com suas palavras sábias, lembrando sempre que “família não tem limite, e todo mundo que chega a gente abraça”! Espero poder abraçar o mundo, como um dia você abraçou!

Por último, agradeço ao apoio financeiro da FAPESP na modalidade Bolsa no País (processo nº 2019/ 27401-1) e Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior (processo nº 2021/09666-8). Agradeço também ao CNPq e à CAPES, que contribuíram substancialmente para a construção desse projeto, e que fazem a ciência brasileira avançar! Que os próximos anos se traduzam em luta para que esses órgãos se fortaleçam, e a pesquisa e ciência no Brasil e no estado de São Paulo seja cada vez mais pública e aberta à todas e todos. Não há transformação social, nem individual, sem investimento em produção de conhecimento! Que esse trabalho possa inspirar outras pessoas, e que muitas outras vidas possam ser transformadas pelas universidades públicas, e pelo financiamento público à pesquisadores promissores!

## RESUMO

Rodrigues, R. S. (2022). Os efeitos da variabilidade e estereotipia comportamental aprendida sobre a resolução de problemas por insight. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

A variabilidade comportamental aprendida tem sido repetidamente associada a performances criativas e à resolução de problemas. No entanto, não há nenhum estudo avaliando os efeitos da variabilidade aprendida na resolução de problemas do tipo *insight*. O objetivo desta pesquisa foi analisar a relação entre a variabilidade comportamental aprendida e seus efeitos no desempenho e tipo de resolução dos participantes em uma situação problema, utilizando o videogame Portal 2®. O procedimento geral teve duas fases. A primeira fase, ou Fase Treino, consistiu em uma sequência de 12 problemas apresentados em câmaras virtuais. A outra fase, a Fase Teste, consistiu em um novo problema em uma nova câmara virtual. Os participantes foram alocados em cinco grupos: quatro deles passando por uma Fase Treino distinta e um quinto, sem treino algum - grupo linha de base (BL). O grupo Variabilidade Relacionada (VR) aprendia uma nova cadeia comportamental em cada câmara, relacionadas ao problema da Fase Teste; o grupo Estereotipia Relacionada (ER) aprendia duas cadeias comportamentais, em todos os problemas da Fase Treino, relacionadas ao problema da Fase Teste; o grupo Variabilidade Não Relacionada (VNR) aprendia uma nova cadeia comportamental em cada câmara, não relacionadas ao problema da Fase Teste; e o grupo Estereotipia Não Relacionada (ENR) aprendia a mesma cadeia comportamental em todos os problemas da Fases Treino, não relacionadas ao problema da Fase Teste. Após a Fase Treino, todos os participantes passaram pelo mesmo problema na Fase Teste. Para resolver esse problema, os participantes precisavam emitir uma nova cadeia comportamental que não foi aprendida na Fase Treino. Durante a Fase Treino, os grupos VR e VNR apresentaram maior variedade na topografia quando comparados com os grupos ER e ENR. Durante a Fase Teste, o grupo VR apresentou maior ocorrência de resolução por insight, menor tempo de resolução do problema e menor interação com estímulos não-relevantes. Os grupos ER e VNR demonstraram performances similares, com maior ocorrência de resolução por tentativa e erro. Os grupos ENR e BL apresentaram maior ocorrência de não-resolução e maior interação com estímulos não-relevantes. Nós discutimos os efeitos da variabilidade operante e do treino com estímulos relacionados na resolução de problemas, quando separados ou associados. Ainda, algumas considerações são feitas a respeito do possível papel do controle de estímulos sobre a ocorrência ou não de resoluções por insight.

**Palavras-chave:** resolução de problemas; insight; variabilidade comportamental; criatividade; humanos.

## ABSTRACT

Rodrigues, R. S. (2022). The effects of learned behavioral variability and stereotypy on insightful problem solving. (Master's Dissertation). Graduate Program in Experimental Psychology, Institute of Psychology, University of São Paulo, São Paulo.

Operant variability has been associated with creative performances and problem solving behavior. However, as far as we know, there are no studies evaluating the effects of operant variability in insightful problem solving. The objective of this research was to analyze the relationship between operant variability and its effects on participants' general performance and type of resolution during a problem situation, using the video game Portal 2®. The general procedure had two phases. The first phase, or Training Phase, consisted of a sequence of 12 problems presented in virtual chambers. The other phase, the Test Phase, consisted of a new problem in a new virtual chamber. Participants were allocated into five groups: four of them undergoing a distinct Training Phase and a fifth, without any training - baseline group (BL). The Related Variability (RV) group learned a new behavioral chain in each chamber, related to the Test Phase problem; the Related Stereotypy (RS) group learned two behavioral chains, in all the problems of the Training Phase, related to the problem of the Test Phase; the Unrelated Variability (UV) group learned a new behavioral chain in each chamber, unrelated to the Test Phase problem; and the Unrelated Stereotypy (US) group learned the same behavioral chain in all problems in the Training Phase, unrelated to the Test Phase problem. After the Training Phase, all participants were presented with the same problem in the Test Phase. To solve this problem, the participants needed to emit a new behavioral chain that was not learned in the Training Phase. During the Training Phase, the RV and UV groups showed greater variety in behavioral topography when compared to the RS and US groups, respectively. During the Test Phase, the RV group showed higher occurrence of insight resolution, shorter problem resolution time and less interaction with non-relevant stimuli. The RS and UV groups, on the other hand, demonstrated similar performances with each other, with a higher occurrence of resolution by trial and error. The US and BL groups showed a higher occurrence of problem non-resolution and greater interaction with non-relevant stimuli. Therefore, the results suggest that operant variability may facilitate insightful behavior depending on the learning history. We discuss the effects of operant variability and training with related stimuli on problem solving, when separated or combined. In addition, some considerations are made regarding the possible role of stimulus control and behavioral variability on the occurrence of insightful behavior.

**Key-words:** problem-solving; insight; operant variability; creativity; humans.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama do espectro de variabilidade, adaptado de Neves Filho (2018) e Stokes (1999).

Figura 2. Ilustração da dinâmica cinética do Portal 2® e objetos usados durante o experimento.

Figura 3. Diagrama do procedimento geral.

Figura 4. Fase de Comandos Básicos.

Figura 5. Diagrama das relações funcionais treinadas no uso de cada objeto (de forma isolada ou combinada com outros objetos), na produção de cada cadeia comportamental durante a Fase Treino do grupo VR.

Figura 6. Diagrama das relações funcionais treinadas no uso de cada objeto (de forma isolada ou combinada com outros objetos), na produção de cada cadeia comportamental durante a Fase Treino do grupo VNR.

Figura 7. Visão lateral e frontal da arquitetura da Fase Teste.

Figura 8. Diagrama de caixas dos diferentes padrões observados na emissão de tipos distintos de cadeias comportamentais em cada câmara da Fase Treino.

Figura 9. Diagrama de caixas do tempo dispendido em cada câmara da Fase Treino, em cada grupo.

Figura 10. Diagrama de caixas da frequência total de cadeias comportamentais em cada câmara da Fase Treino, em cada grupo.

Figura 11. Quantidade de participantes que resolveram ou tentaram resolver o problema através de tentativa e erro (T.E.) ou insight (INS) na Fase Teste.

Figura 12. Frequência de interações com estímulos não-relevantes na Fase Teste, por cada participante de cada grupo.

Figura 13. Tempo dispendido na Fase Teste, por cada participante de cada grupo.

Figura 14. Frequência total de todas as cadeias comportamentais emitidas durante a Fase Teste.

Figura 15. Porcentagem do tempo dispendido em cada modalidade de locomoção na Fase Teste, em cada grupo.

Figura 16. Distribuição das frequências totais de emissão de cada cadeia comportamental na Fase Teste, em cada grupo.

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1. Cadeias comportamentais do Grupo Estereotipia Relacionada (ER) e Variabilidade Relacionada (VR).

Tabela 2. Cadeias comportamentais do Grupo Estereotipia Não Relacionada (ENR) e Variabilidade Não Relacionada (VNR) (Câmaras 2 a 13).

Tabela 3. Diferenças e semelhanças entre os grupos da Fase Treino.

Tabela 4. Cadeias comportamentais que ocorreram na Fase Teste.

Tabela 5. Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de tipos de cadeias comportamentais entre os grupos, na Fase Treino.

Tabela 6. Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de tipos de cadeias comportamentais entre os grupos, na Fase Treino.

Tabela 7. Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de interações com estímulos não-relevantes entre os grupos, na Fase Teste.

Tabela 8. Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de interações com estímulos não-relevantes entre os grupos, na Fase Teste.

Tabela 9. Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre o tempo dispendido na Fase Teste.

Tabela 10. Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre o tempo dispendido na Fase Teste, por grupo.

Tabela 11. Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre a frequência total de todas as cadeias comportamentais emitidas durante a Fase Teste, entre os grupos.

Tabela 12. Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre a frequência total de todas as cadeias comportamentais emitidas durante a Fase Teste, entre os grupos.

Tabela 13. Resultados Descritivos e do teste Kruskal-Wallis para Comparações entre as respostas dos grupos VR, VNR, ER, ENR e BL ao Questionário de Experiência Prévia com Videogames.

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>p. 1</b>
1.1. O que é Resolução de Problemas?	p. 1
1.2. Variabilidade Comportamental e Resolução de Problemas	p. 9
1.3. Ambientes virtuais no estudo da Resolução de Problemas	p. 21
<b>2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA</b>	<b>p. 23</b>
<b>3. MÉTODO</b>	<b>p. 23</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>p. 40</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>p. 64</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>p. 74</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>p. 84</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. O que é Resolução de Problemas?

“Almost everything in life is a problem. Even when we go on vacations to escape our problems, we quickly discover that vacations merely bring problems that differ in kind or magnitude from the ones of daily living. In addition, we often find that the solution to one problem becomes the basis of the next one.”

Davidson, Sternberg & Sternberg (*The psychology of problem solving*, p. 8)

Consultando a definição da palavra “problema” no Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (s.f.), encontramos: 1) uma "dificuldade ou obstáculo que requer grande esforço para ser solucionado ou vencido”, ou ainda 2) “pessoa, coisa ou situação que causa incômodo ou preocupação”. Isso reflete, em grande parte, o modo como o senso comum se refere ao termo “problema” em situações sociais: uma situação que provoca incômodo, insatisfação ou desconforto para o sujeito.

No entanto, quando nos referimos ao comportamento de resolução de problemas, a literatura científica em psicologia costuma utilizar uma outra definição, mais técnica e menos afetiva, para se referir a um problema. Scandura (1971, p. 35, tradução livre), por exemplo, escreveu que os problemas são "situações que não podem ser resolvidas através de nenhuma regra aprendida anteriormente". Quase igual a isso, Skinner (1984) refere-se a um problema como uma situação em que quaisquer respostas aprendidas anteriormente não resultarão no acesso ao reforçador.

Skinner (1984) apontou pelo menos dois momentos comportamentais distintos ocasionados por um problema, a resolução e a solução:

"Quando estamos com fome nos defrontamos com um problema se não podemos emitir qualquer resposta previamente reforçada com comida; para resolvê-lo precisamos mudar a situação até a resposta ocorrer. O comportamento que produz as mudanças é adequadamente



denominado de resolução do problema e a resposta que ele promove a solução” (Skinner, 1984, p. 583)

Assim, um problema é um ambiente em que há um reforçador, e é composto ou configurado de tal forma que não existe no repertório do organismo comportamentos previamente aprendidos que forneçam acesso a esse reforçador. Por exemplo, se um adulto perguntar para uma criança que decorou a tabuada de multiplicação “quanto é  $2 \times 2$ ?”, a questão não é um problema para a criança, pois ela já tem no seu repertório a resposta que a resolve.

Dito de outra forma, um problema é definido pelo repertório comportamental ou história do organismo em relação ao ambiente atual, e não apenas pelo ambiente em si. Definir um problema desta forma é vantajoso para o estudo do comportamento de resolução de problemas, pois permite distinguir esse comportamento de outros operantes e enfatiza o fato de que não existem problemas “per se”. Tomemos como exemplo o clássico “problema de Maier” (Maier, 1931). Nesse experimento, os indivíduos são apresentados a um ambiente onde duas cordas estão penduradas no teto e então são instruídos a amarrá-las uma na outra. As cordas são separadas de tal forma que os sujeitos não conseguem segurar as duas cordas simultaneamente. A resolução do problema, então, envolve o uso de itens que estão disponíveis nas proximidades das cordas. Por exemplo, um martelo pode ser usado como um peso para fazer balançar uma das cordas: com uma mão o sujeito balança o martelo, e com a outra segura a outra corda, alcançando, então, ambas ao mesmo tempo.

No experimento original do Maier (1931) a história dos participantes não foi controlada previamente ao experimento, portanto, não é possível saber se para um ou mais sujeitos aquilo foi, de fato, um “problema”, e não apenas uma tarefa (*task*). Sem ter controle sobre o repertório prévio do sujeito, juntar as cordas, no “problema de Maier”, envolve a manipulação de ferramentas comuns e cotidianas na vida dos humanos, i.e.

cordas e martelos. Isso por si só pode ser uma variável que interferiu nos resultados da pesquisa, por se tratar de ferramentas que os sujeitos experimentais já estavam, muito provavelmente, familiarizados. Isso, portanto, não garante que os participantes se defrontaram com um problema, já que é preciso garantir que os organismos não possuem contato prévio com as ferramentas da situação para afirmar isso.

O ponto que aqui defendemos é que não existem problemas fora da relação do organismo com o seu ambiente, mesmo que no dia-a-dia chamemos muitas coisas de “problema” que excluem essa premissa, como ao nos referirmos a um livro de exercícios de matemática como um livro de “problemas”, por exemplo. Nesse sentido, se referir à tarefa das duas cordas de Maier como um “problema” é assumir que a situação será um problema para o sujeito, mesmo que não saibamos nada de sua história prévia com os objetos utilizados na tarefa.

Então, o que significa dizer que alguém resolveu um problema? Quer dizer que o organismo produziu uma mudança no ambiente problema e, como consequência, o reforçador ficou disponível. Ainda, quer dizer que a probabilidade de emitir esse comportamento, em uma situação semelhante, é alterada pela obtenção do reforçador. Assim, em geral, resolver um problema envolve aprender sobre as relações entre os estímulos e as respostas do organismo que serão seguidas do reforço em um ambiente similar. A produção acadêmica entorno do comportamento “resolução de problemas” trata de uma porção de fenômenos drasticamente distintos, sob o mesmo termo, como os gatos de Thorndike que precisavam escapar de caixas quebra-cabeça (Thorndike, 1898) até as descobertas na Física feitas por Galileu e Einstein (Holth, 2008). Assim, definir precisamente o que estamos chamando de resolução de problemas nos ajuda a localizar a presente pesquisa nessa vasta produção acadêmica. Dentro do campo de pesquisa da resolução de problemas, o estudo do processo que culmina na solução, ou seja, dos

processos que levam os organismos a resolverem um problema de determinada maneira ou de outras, gerou também distinções conceituais a respeito, sobretudo, no processo que culmina na resolução de um problema, ou seja, nas diferentes formas de se comportar que os organismos apresentavam em uma situação problema (Cziko, 1998; Holth, 2008).

Essa distinção conceitual pode ser encontrada, por exemplo, na introdução do termo *insight* por Wolfgang Köhler (1925/1959) no campo da psicologia comparada (Boakes, 1984; Weisberg, 2006). Seu trabalho com chimpanzés foi concebido no contexto em que Thorndike (e.g. Thorndike, 1911/1970) afirmou que a resolução de problemas em animais acontecia gradualmente, por meio do processo de tentativa e erro, ou seja, lentamente se tornando mais habilidosos com as ferramentas da situação problema (Shettleworth, 2012). Os próprios experimentos das caixas problemas de Thorndike foram baseados diretamente em anedotas de "animais inteligentes" relatados por Romanes (1892) e outros defensores de Darwin no final do século 19, que desejavam mostrar que os animais aprendiam a abrir portões, e outros objetos, raciocinando da mesma forma como humanos fariam (Shettleworth, 2012).

No entanto, na opinião de Köhler e outros psicólogos da Gestalt, os animais de Thorndike só exibiam esse tipo de resolução gradual porque a estrutura do problema não permitia soluções com relações funcionais que fossem facilmente percebidas. Em uma caixa problema onde empurrar um poste no meio do chão abre uma porta na parede, por exemplo, não há nenhuma relação funcional que pudesse ser facilmente perceptível entre o poste e a porta. Ao construir situações problema onde essas relações fossem mais evidentes, Köhler argumentou que um outro tipo de resolução poderia aparecer, a do tipo *insight*. Em uma das tarefas desenvolvidas, uma banana havia sido colocada suspensa, de modo que os 6 chimpanzés que participaram da pesquisa não conseguissem alcançá-la pulando diretamente ou escalando as paredes. Além disso, havia uma caixa a cerca de 2,5

m de distância, que poderia ser utilizada para alcançar a banana. Todos os chimpanzés tentaram obter a comida saltando diretamente em direção à banana, mas Sultão, um dos chimpanzés, “logo desistiu dessa tentativa, andou inquieto para cima e para baixo, de repente parou na frente da caixa, agarrou-a [...]” (Köhler, 1925/1959, p. 38, tradução livre) e mudou-a para uma posição da qual ele pulou e arrancou as bananas.

Em outra tarefa, Köhler colocou Sultão em um ambiente onde uma porção de alimento também se encontrava fora de alcance dos seus braços, e um par de varetas encaixáveis encontrava-se à sua disposição. Depois de uma série de tentativas malsucedidas tentando alcançar a comida com os braços, Sultão afastou-se das ferramentas e, depois de vários minutos, retornou às ferramentas, criou uma vareta longa unindo as duas varetas disponíveis, e usou-a para alcançar a comida, resolvendo a tarefa de forma súbita e contínua, ou seja, sem interrupções ao longo do comportamento da resolução (Köhler, 1925/1959, p. 125). Essas observações de Köhler a respeito do comportamento de Sultão reforçaram a crença da Gestalt de que havia uma distinção entre resolver um problema através da aproximação sucessiva da resolução (presente nos gatos de Thorndike) e através do *insight*, ou seja, de forma súbita e contínua, como nos desempenhos demonstrados por Sultão (Shettleworth, 2012).

As resoluções do tipo *insight*, desde então, têm sido categorizadas por esses dois critérios principais: aparecem em uma única tentativa ordenada, ou seja, não alcançam gradualmente a resolução, mas aparecem de uma vez só, e são controladas pela “lógica” ou função dos objetos do problema em questão, e não por estímulos ou respostas ponto a ponto. Esse segundo critério se tornou ainda mais relevante a partir de um estudo clássico sobre resolução de problemas em humanos desenvolvido por Duncker & Lee (1945). Nesse experimento, os participantes receberam uma vela, uma caixa de fósforos e uma caixa de tachinhas e foram solicitados a fixar a vela acesa na parede. Uma solução eficaz,

embora raramente descoberta, era a de prender a caixa de tachinhas na parede com algumas tachas, usando a caixa como prateleira ou saliência para a vela ficar em pé. Para encontrar esta solução, de acordo com Duncker & Lee (1945), era preciso perceber a caixa servindo para outra função, superando o que o autor chamou de “fixação funcional”: a tendência de ver objetos servindo a funções específicas e tendo dificuldade em imaginá-los sendo utilizados em usos alternativos. A fixação funcional poderia atrapalhar a ocorrência daquilo que os psicólogos da Gestalt descreveram como uma reestruturação perceptiva do problema, que leva à sua resolução (Shettleworth, 2012), ou seja, esse viés impediria que um mesmo objeto pudesse ser usado de maneiras novas, reduzindo a ocorrência de resoluções tipo *insight*.

Dessa forma, ao contrário da resolução adquirida por tentativa e erro, que acontece de forma gradual, a resolução de tipo *insight* é caracterizada pela emergência de uma relação funcional nova (i.e. reestruturação do problema) que resulta em uma cadeia comportamental única e ordenada (Shettleworth, 2012), ou seja, o sujeito não chega gradualmente na solução emitindo comportamentos que o aproximem sucessivamente da resolução, mas parece chegar à solução de uma vez só.

Epstein et al. (1984) conduziram uma das primeiras investigações para testar o quanto as resoluções do tipo *insight* eram dependentes da aprendizagem prévia a respeito da situação problema. Quatro pombos aprenderam dois comportamentos por treino operante. Uma das tarefas era empurrar uma caixa em direção a um cartão verde, localizado em diferentes posições nas paredes de uma câmara. A outra era escalar a mesma caixa fixada no chão e bicar um brinquedo de banana pendurado no teto (análogo ao cacho de bananas original de Köhler) acima da caixa. Ambos os comportamentos foram reforçados com grãos entregues por um dispensador automático. Após esses treinamentos, os pombos foram confrontados com um novo ambiente: a caixa estava

longe do brinquedo-banana e o cartão verde já não estava mais presente. Assim, para subir na caixa e bicar a banana, comportamento que já tinha sido aprendido no treino, o animal tinha que empurrar a caixa em direção ao brinquedo-banana e deixá-la embaixo, um comportamento não aprendido no treino. Todos os pombos resolveram esse problema de forma abrupta e não-gradual, tal como observado em experimentos de resolução tipo insight.

Epstein et al. (1984) também conduziram variações desses treinos usando diferentes pombos. Dois pombos aprenderam a empurrar a caixa até o cartão verde, mas não a escalar e bicar; dois outros aprenderam a escalar e bicar, mas não a empurrar em direção ao cartão verde, e mais dois pombos aprenderam a escalar, bicar e empurrar sem direção. Nenhum desses pombos resolveu o problema quando testado, ou seja, nenhum empurrou a caixa em direção ao brinquedo-banana.

A partir desses experimentos, Epstein e colaboradores (Epstein, 1985; 1987; Epstein et al., 1984) destacaram duas características da resolução de problemas por *insight*. A primeira é a necessidade de treinar comportamentos pré-requisitos para produzir esse tipo de resolução. A segunda característica, chamada de "período de confusão", é o que antecipa a natureza abrupta e não-gradual do insight. Essa última característica é um critério topográfico apontado por Epstein (Epstein et al, 1984; Epstein, 1985; 1987), no entanto, dados do nosso e de outros laboratórios mostraram que não é sempre observado, e, portanto, não parece ser necessário para a produção de resoluções do tipo *insight* (Dicezare & Garcia-Mijares, 2019; Fleck & Weisberg, 2013; Neves-Filho et al., 2015; Neves-Filho et al., 2016; Rodrigues & Garcia-Mijares, 2021; Santos, 2017).

No entanto, apesar dessa e de outras inconsistências (e.g. Rodrigues & Garcia-Mijares, 2021), os trabalhos de Epstein e colaboradores demonstraram de forma rigorosa que a resolução de problemas do tipo *insight* é dependente das condições prévias de

treino, e que esse fenômeno só poderia ser compreendido considerando a história de aprendizagem dos organismos em relação à situação problema (Shettleworth, 2012).

A resolução de problemas tipo *insight* também já foi documentada em uma série de espécies distintas além das estudadas por Köhler e Epstein, como em humanos (Fleck & Weisberg, 2013, Rodrigues & Garcia-Mijares, 2021), macacos-prego (Delage, 2011; Neves Filho, et al., 2016; Renner et al., 2017), camundongos (Arnold & Newland, 2018) e ratos (Dicezare & Garcia-Mijares, 2019; Neves Filho et al., 2016; Neves Filho et al., 2015). Essas investigações empíricas mais recentes não só têm ajudado a compreender de forma cada vez mais minuciosa quais contingências são responsáveis pela ocorrência de *insight*, mas também de que forma esse fenômeno pode estar relacionado com outros processos comportamentais e cognitivos (Santana & Garcia-Mijares, 2021; Runco, 1993).

Um dos processos apontados pela literatura é a capacidade que diversos organismos possuem de variar seu próprio comportamento, sejam essas variações induzidas por mudanças no ambiente, ou por variações no próprio sistema nervoso dos organismos (Neuringer et al., 2000); e, através dessas variações, produzir novas formas de interagir com o ambiente (Stahlman et al., 2013). Esse fenômeno comportamental é denominado de Variabilidade Comportamental e tem sido correlacionada, principalmente em trabalhos teóricos, com a capacidade de resolver problemas e de apresentar desempenhos criativos (Epstein, 1990, 2014; Stokes, 1999, 2014; Stahlman et al., 2013). Isso porque toda situação problema demanda um comportamento novo, uma forma de agir inédita, que não havia sido aprendida ou apresentada até a ocorrência do problema (Santana & Garcia-Mijares, 2021). Assim, resolver um problema é também apresentar comportamentos novos, e apresentar comportamentos novos é uma característica fundamental da variabilidade comportamental. Como veremos na continuação, assim

como a resolução de problemas, a variabilidade comportamental também é influenciada por variáveis ambientais e históricas.

## **1.2. Variabilidade Comportamental e Resolução de Problemas**

Variabilidade e comportamento são termos quase que indissociáveis. Dificilmente um organismo demonstra o mesmo comportamento da mesma forma, e as variações no comportamento, por conta disso, costumam ser esperadas pela própria natureza irregular e randômica do comportamento (Neuringer, 2002; Stokes, 1999; Stahlman et al., 2013). Do ponto de vista evolutivo, inclusive, a variação do comportamento pode apresentar uma série de vantagens, afinal comportar-se de forma variável torna o comportamento de um organismo menos previsível e mais indeterminado para outros organismos à sua volta (cf. Stahlman et al., 2013). É menos provável que um animal seja morto, por exemplo, se um predador que o persegue não conseguir prever facilmente seu próximo movimento, e é mais provável que um animal predador tenha sucesso ao caçar uma presa caso o seu comportamento seja pouco previsível também (Epstein, 2014).

Além disso, de algumas décadas para cá, o campo da pesquisa comportamental também tem descoberto que os padrões e níveis de variação no comportamento podem ser sensíveis às consequências e sendo, portanto, suscetíveis à mudança ao longo do tempo (Neuringer, 2004; Hunziker & Moreno, 2000). No entanto, nem todas as variações no comportamento são sensíveis às consequências da mesma forma, e também nem toda mudança de variabilidade do comportamento está associada às mesmas contingências. Essa distinção entre diferentes influências que determinam as variações no comportamento originou duas categorias distintas que descrevem dois tipos de fenômenos já bem documentados na pesquisa comportamental: a variabilidade induzida e a variabilidade aprendida, ou operante (Souza et al., 2010; Neuringer et al., 2000).



Em situações onde a frequência do reforço é reduzida (por exemplo, sob esquemas intermitentes; Eckerman & Vreeland, 1973; Gharib, Gade, & Roberts, 2004), ou onde o reforço deixa de estar acessível (por exemplo, em extinção; Antonitis, 1951; Morgan & Lee, 1996; Stokes, 1995), é possível observar um aumento na variação do comportamento, por exemplo, em comparação com o que é observado em esquemas de reforço contínuo (CRF). Diz-se, nesses casos, que a variabilidade foi *induzida* pelo contexto (Souza et al., 2010). No entanto, em situações onde os níveis de variação no comportamento aumentam ou diminuem não em função da presença ou não do reforçador, mas em relação a um treino previamente estabelecido, ou seja, quando há relação de dependência entre a variação no comportamento e apresentação ou omissão do reforçador, diz-se que a variabilidade foi aprendida, ou seja, a taxa de variação, nesse caso, está associada ao controle operante (Souza et al., 2010; Neuringer et al., 2000).

Em um estudo pioneiro, Page & Neuringer (1985) relataram 5 experimentos com pombos que tiveram como objetivo demonstrar que a variabilidade é uma dimensão do comportamento passível de ser adquirida por reforço e, como qualquer outro comportamento operante, ficar sob controle de estímulos discriminativos. Em todos os experimentos os pombos foram treinados a emitir 8 respostas (bicadas) em duas chaves (esquerda e direita). A sequência de oito respostas podiam ser distribuída entre ambas as chaves ou apenas emitidas em uma delas, porém cada sequência de respostas tinha que ser diferente de sequências anteriormente emitida de acordo com critérios estabelecidos pelos pesquisadores; por exemplo, no Experimento 3 o critério de variabilidade das sequências foi aumentado progressivamente de forma que no início uma sequência era seguida do reforçador apenas se fosse diferente da última sequência emitida (LAG 1), depois se fosse diferente das últimas 5 sequências (LAG 5), logo se fosse das últimas 10 (LAG 10), e assim por diante. Os resultados mostraram que os níveis de variação das

sequências de respostas mudaram a depender das contingências, indicando que a variação no comportamento ficou sob controle operante.

Em Souza et al. (2010), 80 estudantes universitários entre 17 e 28 anos de idade participaram de uma tarefa que envolvia digitar sequências de três dígitos em um teclado de computador. A variabilidade nas sequências podia ser induzida (por extinção ou por reforçamento independente de variação) ou aprendida (por reforçamento dependente de variação ou repetição das sequências). As condições com variabilidade induzida e operante foram apresentadas de acordo com um desenho reverso entre grupos. No Experimento 1, para dois grupos a contingência de variação operante era apresentada anteriormente à contingência de extinção, e para outros dois grupos, a ordem reversa. No Experimento 2, ao invés de extinção, as contingências de variação operante eram apresentadas anteriormente à contingência de reforço independente de variação, e para outros dois grupos, a ordem reversa. Os resultados demonstraram três conclusões principais: primeiro, a pré-exposição a uma fase sem reforço prejudicou a aquisição da variabilidade operante, mas não teve um efeito significativo na aquisição da estereotipia operante; segundo, a pré-exposição a uma fase de reforçamento independente da variação não afetou a aquisição de nenhum dos dois operantes; e terceiro, a transição entre a contingência de variação operante para as de extinção e reforçamento independente de variação teve menos alterações nos níveis de variação das respostas do que a transição entre a contingência de repetição operante para as de extinção e reforçamento independente de variação. Portanto, os resultados de Souza et al. (2010) mostraram que diferentes contingências de reforçamento alteraram os níveis de variabilidade operante, mostrando que as variações e repetições no padrão de respostas dos participantes foi dependente das condições de reforçamento e, principalmente, da ordem de apresentação dessas diferentes contingências. Outros estudos avaliando outros fatores na variabilidade

operante, como a ordem de apresentação dos treinos (e.g. Hunziker et al., 2002), o intervalo de tempo entre treinos com contingências distintas e regras verbais (Hunziker et al., 2012) demonstraram também como a variabilidade operante pode ser afetada por outras variáveis além do reforçamento.

Em resumo, o conjunto de pesquisas indicam que os reforçadores que fortalecem respostas individuais podem também produzir diferentes níveis de variabilidade no comportamento, e que essas duas funções do reforçamento podem funcionar simultaneamente (Neuringer, 1993, 2002). Isto significa que quando uma resposta operante é condicionada, o reforçamento funciona não apenas para aumentar a probabilidade de ocorrência de uma mesma resposta individual, diminuindo, então, as variações no comportamento e aumentando a repetição dessa resposta, mas também para aumentar a ocorrência de múltiplas respostas novas, controlando os níveis de variabilidade ou estereotipia do qual essas respostas emergem (Blaisdell et al., 2016).

Além disso, os experimentos com variabilidade operante também não se limitam a treinar a emissão de diferentes sequências de respostas que são idênticas (como pressionar uma barra), mas também podem incluir a topografia das respostas, ou seja, a forma delas. Pryor et al. (1969), por exemplo, treinaram a variabilidade comportamental de dois golfinhos, reforçando apenas respostas que nunca haviam sido observadas em uma sessão de treino, ou seja, respostas topograficamente novas. Foram consideradas respostas novas “qualquer movimento que não fosse parte das ações normais de nado do animal e que fosse suficientemente estendida no espaço e no tempo a ponto de poder ser reportada por dois ou mais observadores” (Pryor et al., 1969, p.654, tradução livre). Como o critério era apenas emitir uma resposta nova, os golfinhos passaram a emitir variações do que já haviam feito antes. Ao longo das sessões de treino, o repertório deles foi ficando progressivamente mais complexo, passando a apresentar, nas últimas sessões do

experimento, movimentos peculiares e acrobacias incomuns para a espécie, tanto para sujeitos em cativeiro quanto em vida livre, de acordo com os próprios autores. Os resultados da pesquisa indicaram que a variabilidade comportamental dos golfinhos foi aprendida, através do reforço diferencial.

O estudo de Pryor et al. (1969) mostra como a exposição a diferentes contextos de aprendizagem podem produzir o comportamento de inovar, i.e. alterar a ocorrência de variações sucessivas no comportamento. Goetz & Baer (1973) também investigaram a influência do treino de variabilidade na emissão de respostas novas, avaliando o efeito do reforçador social sobre o comportamento de três crianças de quatro anos, em um conjunto de tarefas onde elas deveriam empilhar e montar blocos, individualmente. O experimento contou com a participação do professor das crianças, que era responsável por chamar cada uma das crianças até a sala onde o experimento foi realizado e reforçar as respostas das crianças com elogios e entusiasmo em momentos específicos e programados, e um observador externo que registrava o comportamento das crianças e do professor. Para registrar a linha de base, os experimentadores primeiro registraram o comportamento das crianças quando o professor era instruído a não demonstrar nem entusiasmo e nem críticas às construções com blocos que as crianças apresentavam. Nessa fase, Goetz & Baer (1973) registraram um baixo nível de interação das crianças com os blocos, além de formas simples e repetidas nas montagens que as crianças realizavam. Após coletarem os dados da linha de base entre 3 e 5 sessões, a contingência mudava, e o professor passava então a emitir reforçadores verbais, com elogios como “muito bom!” só para as construções que diferiam daquelas que as crianças já haviam feito. Os resultados da pesquisa mostraram que apenas com esses reforçadores sociais, as crianças não só começaram a passar mais tempo brincando, como passaram a realizar cada vez mais montagens diferentes ao longo do treino. Duas das três crianças criaram quatro vezes mais

configurações novas quando elogiadas por fazê-las, em comparação com a linha de base. Assim como no caso dos golfinhos e dos pombos, os elogios produziram níveis maiores de variabilidade comportamental ao longo das sessões.

Dessa forma, podemos pensar que há contingências que podem ser mais propícias para o surgimento de comportamentos mais inovadores, e que produziriam comportamentos mais estereotipados (com pouca variabilidade comportamental). Stokes (1999) discute esse espectro de variabilidade de um comportamento: “em um extremo, o comportamento é completamente previsível, invariável; em outro, é completamente imprevisível, aleatório” (p. 2), como demonstra a Figura 1.

**Figura 1.**

*Diagrama do espectro de variabilidade, adaptado de Neves Filho (2018) e Stokes (1999).*



Entre os dois extremos estariam a maior parte dos comportamentos, variando desde comportamentos mais estereotipados e padronizados culturalmente (contar números, tocar uma música simples no violão, etc.), até comportamentos mais aleatórios ou imprevisíveis (deduzir um novo teorema matemático, tocar uma música de improviso, etc.). Assim, como Neuringer (2004) aponta:

“Animais e pessoas aprendem a aumentar ou diminuir a variabilidade; eles respondem de forma estereotipada ou estocástica, dependendo de qual deles melhor enfrenta um

problema ou atinge um objetivo. A variabilidade não desaparece necessariamente à medida que o conhecimento é adquirido, mas é mantida nos níveis mais elevados quando é funcional.” (p.891, tradução livre)

Mas em que contextos níveis de variabilidade aumentada poderiam ser funcionais? Nesse sentido, Gharib et al. (2004) ressaltam que:

“Se as ações de um animal variam muito pouco, ele não encontrará melhores maneiras de fazer as coisas; se elas variam muito, as ações anteriormente recompensadas não serão repetidas. Portanto, a qualquer momento, há uma quantidade ótima de variação, que muda conforme os custos e benefícios da variação mudam. Animais que aprendem instrumentalmente lucrariam com um mecanismo que regula a variação de forma que a quantidade real esteja próxima da quantidade ideal.” (p. 271, tradução livre).

Suponhamos, por exemplo, uma situação naturalística em que uma nova região do espaço de um animal, de repente, se tornou disponível - como um “nicho secreto” de reforço. Por exemplo, depois de uma forte ventania uma árvore é rompida, deixando sua parte interior, cheia de potenciais nutrientes, exposta. No entanto, o acesso a essa fonte de alimento depende que o animal emita as respostas certas para acessar os nutrientes em questão. Caso o animal não possua um repertório prévio relacionado à situação que se encontra, a probabilidade dele obter esse novo recurso será maior se o seu comportamento variar, do que se ele emitir apenas os comportamentos já presentes no seu repertório. De fato, de acordo com Neuringer (2002; 2004) se um novo meio de obtenção de uma recompensa é possível - como uma alteração no tempo ou na sequência das respostas - as chances de sucesso na obtenção dessa recompensa são maiores. Por exemplo, se um método inicialmente bem-sucedido de extrair alimentos embutidos (moluscos enterrados na areia, larvas escondidas na casca de uma árvore etc.) deixa de ser bem-sucedido, talvez alterando a forma da resposta da sua extração (por exemplo, cavando com mais força, torcendo o bico em uma fenda na casca de uma maneira diferente) a probabilidade de sucesso possa ser aumentada (Blaisdell et al., 2016). Dito de forma resumida: maior

variação na forma, tempo ou sequência da resposta pode aumentar a probabilidade de acessar um novo reforçador, ou o mesmo reforçador em uma nova configuração ambiental (i.e. uma situação problema).

No entanto, para que os níveis de variabilidade possam ser mantidos similares entre situações ou contextos distintos, é preciso que a própria variabilidade operante possa ser generalizada para outros contextos, ou discriminada entre contextos específicos, ou seja, os níveis de variabilidade precisam estar sob controle de estímulos que sinalizem quando e em que proporção é vantajoso variar o comportamento (Shahan & Chase, 2002; Souza & Abreu-Rodrigues, 2010). Experimentos já demonstraram que os níveis de variabilidade comportamental podem estar sob controle de estímulos discriminativos (Denney & Neuringer, 1998), e que, inclusive, diferentes contingências de variabilidade no comportamento podem servir como estímulo discriminativo, mostrando que o próprio padrão de variação ou repetição no responder pode ser o sinalizador de uma contingência em vigor (Souza & Abreu-Rodrigues, 2010).

Dessa forma, dado que os níveis de variabilidade comportamental podem ser controlados por estímulos discriminativos, é possível pensar que esses estímulos, ao estarem associados com contingências específicas de variação ou repetição, poderiam produzir mudanças rápidas na taxa de variação no comportamento de um organismo no contexto de uma situação problema, por exemplo, e assim poderiam tornar mais provável que a ocorrência sucessiva de novos comportamentos pudesse, em algum momento, resultar na resolução do problema (Shahan & Chase, 2002). Assim, segundo Shahan & Chase (2002), os níveis de variação no comportamento, durante uma situação problema, poderiam ser influenciados por duas variáveis: por estímulos apresentados, simultaneamente, no treino e na situação problema, e também pelas respostas ocasionadas por esses estímulos ou estímulos relacionados; ambos controles adquiridos através de

processos como generalização, formação de classes conceituais, extensões, abstrações ou mesmo equivalência de estímulos.

Em Holman et al. (1977), por exemplo, cinco crianças com idades entre 3 a 5 anos, participaram de dois experimentos envolvendo a generalização da variabilidade operante para outras tarefas. No Experimento 1, duas crianças tinham acesso ao reforço (verbal) quando, em atividades de pintar, novas formas eram produzidas. Os pesquisadores, então, testaram a generalização dos níveis de variabilidade obtidos na tarefa de pintar para uma tarefa de montar blocos, ou seja, uma tarefa com um tipo de topografia exigida diferente. No Experimento 2, o número de tarefas foi aumentado, e, desta vez, três crianças participaram de 4 tarefas distintas, onde, da mesma forma que no Experimento 1, foi avaliada a generalização da variabilidade para tarefas com topografia diferentes, mas também semelhantes à topografia do treino experimental, reforçando-se o variar em tarefas de pintar e montar blocos e testando a generalização da variabilidade em tarefas de desenhar e montar Lego. Holman et al. (1977) descobriram que a generalização da variabilidade para outras tarefas, após o reforço direto do variar no treino experimental, ocorreu em ambas as tarefas, mas em maior grau para aquelas que eram topograficamente semelhantes ao treino experimental. Em ambos experimentos, cada tarefa era conduzida por um experimentador e em um cenário específico. Portanto, o experimentador e o cenário poderiam ter se tornado os estímulos discriminativos para a elaboração de diferentes formas em todas as quatro tarefas. Assim, a generalização observada muito provavelmente decorreu do processo de aprendizagem das habilidades específicas (i.e. pintar, desenhar, montar blocos e Legos) que haviam sido treinadas em uma tarefa e poderiam ser utilizadas em tarefas relacionadas, e não do cenário ou do experimentador.

No entanto, apesar dessas contribuições teóricas e dessas fontes de evidência, pouquíssimos estudos foram realizados para avaliar como a variabilidade



comportamental aprendida poderia afetar a resolução de problemas, e nenhum foi realizado especificamente, até onde conhecemos, em resoluções do tipo *insight*. O mais próximo desse tipo de investigação foi feita por Delage (2011), onde a relação entre variações no treino e resolução de uma tarefa foi investigada, e por Arnesen (2000, citado por Neuringer, 2002) e Leite & Micheletto (2020), onde foram avaliados os efeitos da variabilidade operante na frequência de comportamentos de resolução de problemas (i.e. múltiplas resoluções) durante uma situação problema.

Em Delage (2011), quatro macacos-pregos (*Sapajus spp.*) foram treinados a manipularem e confeccionarem uma série de diferentes ferramentas feitas de Lego® e varetas encaixáveis. Os problemas desenvolvidos por Delage (2011) envolviam encaixar seis blocos de Lego® e assim construir uma "torre", que poderia ser usada para obter acesso a uma vareta, que por sua vez poderia ser usada para alcançar uma segunda vareta que poderia ser encaixada na primeira, criando uma ferramenta ainda maior. Enquanto dois sujeitos foram repetidamente expostos ao referido problema sem receber nenhum treino adicional, outros dois sujeitos tiveram uma rica história experimental construída, expostos a um treino variado, com diferentes tarefas envolvendo os blocos de Lego® e as varetas, mas distintas da tarefa final. Os sujeitos do primeiro grupo não foram capazes de resolver a tarefa, mas os do segundo grupo resolveram-a, ainda que não tivessem sido diretamente treinados para isso.

Em Arnesen (2000, citado por Neuringer, 2002) foi testada a hipótese de que a variabilidade comportamental aprendida poderia facilitar na resolução de um problema. Arnesen (2000) estudou se o reforço de ratos para novas interações com objetos em um contexto facilitaria a resolução de problemas em uma situação diferente. Um grupo, Var, tinha acesso ao reforço toda vez que demonstrava interações variáveis com novos objetos, e outro grupo, Yoke, tinha acesso ao reforço independentemente de tais interações. Cada

rato Var recebeu treinamento com 12 objetos diferentes, um por sessão. Por exemplo, na presença de uma lata de sopa, o rato tinha acesso ao reforço ao entrar na lata, mas depois era necessário um comportamento diferente, como rolar, subir na lata e assim por diante.

Os ratos do grupo Yoke foram expostos aos mesmos objetos em uma câmara idêntica, mas agora o acesso ao reforço não dependia das variações na interação com objetos, ou seja, eles tinham acesso ao reforçador mesmo quando não variavam o comportamento. Após esse treino, os ratos foram testados em uma sala diferente, com 30 objetos nunca antes experimentados, espalhados pelo chão. Escondido em cada um desses objetos havia um pequeno pedaço de comida. Quando comparados com o grupo Yoke, os animais do grupo Var foram mais ativos durante o teste, exploraram mais, manipularam mais objetos e descobriram mais pellets de comida. Ainda, havia outro grupo controle que não recebeu treino algum com os objetos, e seu desempenho na sessão de teste foi semelhante ao grupo Yoke. Portanto, a mera exposição aos objetos da situação problema sem o treino de variabilidade produziu os mesmos desempenhos do grupo que havia passado pelo treino de variabilidade. Isso sugere que o treino de variabilidade produziu uma tendência aumentada de explorar, manipular e descobrir novas fontes de reforço, a qual foi generalizada para a situação problema, produzindo melhores desempenhos (i.e. acesso a mais reforçadores).

Em Leite & Micheletto (2020) foi investigado os efeitos da variabilidade operante sobre a resolução de problemas em uma tarefa que envolvia compor figuras pré-definidas, combinando cores, formas e localizações na tela do computador. Seis participantes foram submetidos a um treino relacionado a uma situação problema final, envolvendo duas etapas: na primeira, os participantes eram reforçados a variar a composição de figuras (condição VAR) e, na segunda, qualquer composição emitida por eles, repetida ou não,

era reforçada (condição QQ). Outros seis estudantes passaram por um treino similar, mas com a ordem invertida, ou seja, primeiro a condição QQ e depois a VAR.

Os resultados indicaram que os diferentes níveis de variabilidade observados entre as diferentes condições (QQ e VAR) não estavam sob controle exclusivo das variáveis manipuladas, já que não houve uma tendência na porcentagem de composições-alvo formadas em cada fase, tanto nas análises intra e entre sujeitos. Isso, portanto, demonstra que não seria possível atribuir um efeito direto do reforçamento do variar sobre a resolução de problemas, dado que os níveis de variabilidade não estavam sob controle exclusivo das condições apresentadas. No entanto, Leite & Micheletto (2020) apontaram um padrão curioso durante as situações problema: maiores níveis de variabilidade durante o treino acompanharam maior número de composições-alvo formadas em menos tentativas, e menores níveis de variabilidade acompanharam menor número de composições-alvo formadas em mais tentativas, tendência que ocorreu para 11 dos 12 participantes. Portanto, a pesquisa também indica que parece haver um efeito da variabilidade no comportamento na resolução de problemas, sugerindo que, aparentemente, os sujeitos que apresentam maiores níveis de variabilidade comportamental, previamente à situação problema, são aqueles que possuem maior facilidade no momento de resolver.

Apesar dos resultados apresentados em Delage (2011), Arnesen (2000, citado por Neuringer, 2002) e Leite & Micheletto (2020) revelarem pistas importantes sobre a relação entre os dois fenômenos discutidos aqui, nenhuma dessas pesquisas se propôs a avaliar os efeitos da variabilidade operante na *forma* da resolução, ou seja, não apenas avaliar a porcentagem ou taxa de emissão de comportamentos de resolução, mas também analisar de que forma as resoluções apresentadas se deram: de forma gradual e não-ordenada? Ou de forma abrupta e ordenada, por exemplo? Para responder essa questão,

estudaremos o comportamento de resolução de problemas de humanos em ambientes virtuais.

### **1.3. Ambientes virtuais no estudo da Resolução de Problemas**

A resolução de problemas tem sido estudada não apenas a partir de situações experimentais reais, mas também em situações virtuais, com videogames. Sturz et al. (2009), por exemplo, conduziram um experimento usando o videogame Half-life e descobriram que a experiência anterior com habilidades básicas de jogos e videogames em geral facilitou a ocorrência de resolução de problemas em seres humanos.

Quanto aos animais não-humanos, Rodrigues et al. (em preparação) também desenvolveram um procedimento virtual para avaliar a ocorrência de resolução de problemas por *insight* em pombos. O procedimento foi adaptado a partir da ferramenta de Miyata et al. (2006) e Miyata & Fujita (2012), que já haviam criado um procedimento virtual para pombos, mas com o objetivo de avaliar a capacidade de navegação em um ambiente virtual 2D nesses animais, os quais foram capazes de aprender a jogar o jogo após serem realizadas as sessões de treino, demonstrando, inclusive, diferentes estratégias de navegação. Já em Rodrigues et al. (em preparação), o experimento foi modificado para que a resolução de problemas por *insight* fosse o alvo principal da análise. O procedimento, intitulado “Portals and Pacmans” e inspirado no problema desenvolvido por Epstein et al. (1984), foi programado do zero utilizando a linguagem de programação Python e contou com 7 fases distintas - 6 fases de treino e 1 fase de teste. Nas 5 primeiras fases do treino, os pombos foram treinados gradativamente a deslocarem o Pacman (em vermelho) através da arena (fundo preto) usando os guias (círculos cinzas envolta do Pacman) para chegarem até a banana (em amarelo). Em outra fase do treino (Figura Y), os pombos foram treinados a chegarem até um ponto verde na arena, ora utilizando os

portais (em azul turquesa), ora navegando com os guias. Na fase teste, demonstrada na Figura X, os pombos deviam chegar até a banana usando os portais, algo que não haviam feito até então. Os três pombos que participaram do estudo foram capazes de aprender a utilizar o videogame, atravessando todos os estágios do treino, e demonstraram uma performance similar à resolução de problemas por *insight* apresentada pelos pombos do estudo de Epstein et al. (1984).

Ademais, em Rodrigues & Garcia-Mijares (2021) o jogo Portal 2® foi utilizado como método base para a construção do desenho experimental. Algumas pesquisas já haviam indicado o potencial uso do jogo para a avaliação de funções cognitivas (Shute, Ventura, & Ke, 2015; Foroughi et. al, 2016; Vaddi et. al, 2016), mas em Rodrigues & Garcia-Mijares (2021), o procedimento foi desenvolvido para estudar o papel da extinção de aprendizagens discriminativas sobre a resolução de problemas. Os resultados encontrados no experimento de Rodrigues & Garcia-Mijares (2021) demonstraram que a utilização do videogame Portal 2® foi útil e viável ao permitir a construção de um experimento que avaliou fenômenos comportamentais relacionados à criatividade, algo que já tinha sido demonstrado em pesquisas anteriores utilizando o Portal 2® (Neto et al., 2019).

## **2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA**

A proposta da presente pesquisa é preencher a lacuna na literatura sobre a relação entre variabilidade comportamental e o comportamento de resolução de problemas, avaliando como contingências prévias a uma situação problema, que produzam diferentes níveis de variabilidade comportamental nos participantes, poderiam controlar a ocorrência de diferentes formas de resolução, notadamente resoluções do tipo *insight*. Especificamente, partiu-se da hipótese de que os treinos de variabilidade comportamental

poderiam aumentar a probabilidade da ocorrência de resoluções do tipo *insight* em participantes que tem no seu repertório os comportamentos pré-requisitos para a resolução do problema.

Essa investigação traz, no mínimo, duas vantagens principais. Primeiro, pode nos ajudar a compreender melhor ambos os fenômenos, preenchendo uma lacuna na atual literatura, onde ainda não existem trabalhos analisando essa relação, abrindo, portanto, possibilidades futuras de pesquisa que explorem a relação entre esses dois fenômenos. E, segundo, nos ajuda a pensar em procedimentos e intervenções práticas que levem em conta as evidências dessa investigação, auxiliando profissionais da psicologia clínica ou que trabalhem em instituições educacionais ou corporativas, por exemplo, a pensar diferentes formas de influenciar e orientar pessoas a resolverem seus problemas.

### **3. MÉTODO**

#### *3.1. Participantes*

Participaram da pesquisa 25 estudantes universitários, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 30 anos. Os participantes que já jogaram algum dos jogos da série Portal ou assistiram vídeos relacionados à série Portal foram excluídos do experimento. Antes de participar do experimento, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

#### *3.2. Ambiente*

Por conta das condições de distanciamento social impostas pela Covid-19, o experimento inteiro ocorreu à distância, por meio online. Os participantes foram instruídos a baixarem o jogo em seus computadores e, por meio da plataforma Google

Meet, compartilharam a sua tela com o experimentador que, por sua vez, realizava a gravação da sessão. Os participantes foram orientados a realizarem a sessão experimental em um local silencioso e sem a presença de demais pessoas, além de fecharem todos os aplicativos que poderiam vir a estar conectados no seu próprio computador. Os participantes também foram orientados a configurarem a resolução de tela do jogo em um único padrão (1280x720, com os gráficos em qualidade média e opções extras desligadas) para atender a computadores com menor poder de processamento. O Portal 2® foi disponibilizado para cada participante através da plataforma Steam, 24 horas antes da sessão experimental e um tutorial de como instalar o jogo foi fornecido pelo aplicador. Nos casos em que a sessão foi interrompida, por algum problema de conexão com a Internet, por exemplo, por 1 minuto (seguido ou fragmentado) os dados do participante eram excluídos da amostra.

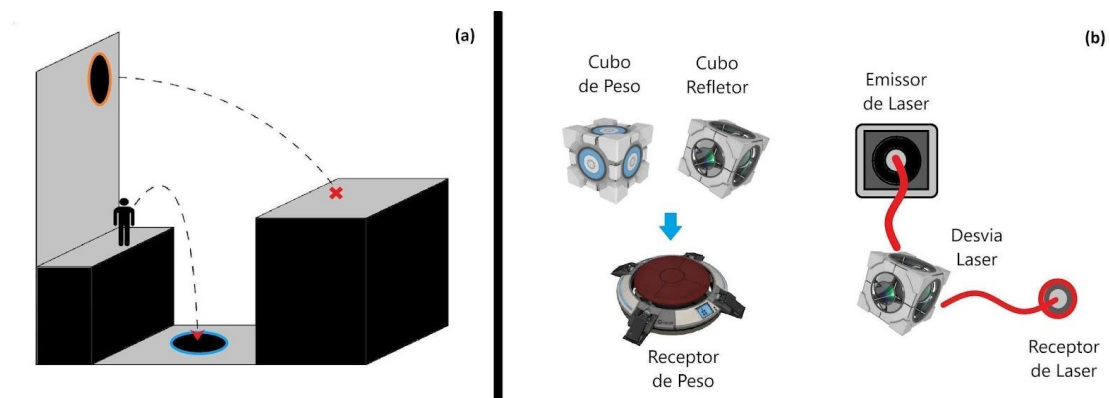
### *3.3. Materiais e equipamentos*

- Um notebook HP com tela de 11,6 polegadas e 4GB de RAM com plataforma Windows 10, e um mouse wireless com dois botões clicáveis e scroll (Multilaser).
- Videogame Portal 2® para plataforma Microsoft Windows (Valve Corporation). Portal 2® pertence a uma série de jogos de puzzle e ação em primeira pessoa. O jogo consiste em controlar o avatar para resolver situações problema para sair de uma ou múltiplas câmaras. O número de comandos básicos que podem ser executados pelo jogador é muito restrito, tornando o Portal 2® um jogo fácil de usar mesmo para iniciantes. O jogador controla um avatar em primeira pessoa por comandos pressionados em um teclado. Esses comandos são emitidos pelo teclado do computador, da seguinte forma: andar para frente (W), andar para trás (S), andar para a direita (D), andar para a esquerda (A), pular (barra de espaço), segurar e soltar objetos (E), olhar e apontar (movimento do mouse) e atirar

portais em superfícies com uma Arma de Portais (botões direito e esquerdo do mouse). O último comando permite a criação de passagens ou portais entre duas superfícies das câmaras se ambas estiverem em superfícies "portaláveis" (i.e. de cor branca). Ao atirar em uma superfície branca com o botão direito do mouse e, em seguida, atirar em outra superfície branca com o botão esquerdo, os jogadores podem criar os portais entre duas superfícies da sala. Ao entrar em um portal o avatar sai pelo outro portal. O jogo desafia o jogador a usar esta função de "tele transporte" para ultrapassar ou desviar de obstáculos. Além disso, a velocidade do jogador pode mudar ao passar pelos portais. Conforme mostrado na Figura 2 (a), a velocidade vertical do avatar em queda é convertida em velocidade horizontal pelo portal.

**Figura 2.**

*Ilustração da dinâmica cinética do Portal 2® e objetos usados durante o experimento.*



*Nota.* (a) Os portais podem converter velocidade vertical em velocidade horizontal, de modo que o avatar em queda possa se jogar para o outro lado da câmara. (b) Cada objeto disponível no experimento interage com os receptores de uma forma: Cubos Refletores podem acionar tanto Receptores de Peso quanto Receptores de Laser, já os Cubos de Peso podem acionar apenas Receptores de Peso, mas não podem acionar um Receptor de Laser, no entanto, podem bloquear a passagem de laser, justamente por não possuírem capacidade reflexiva.

Durante o jogo, o avatar controlado pelo jogador pode realizar os comportamentos: andar, pular, apontar, criar portais, passar por portais, segurar objetos e



interagir com eles. Neste experimento, o jogador (ou seja, o participante) precisará resolver uma série de desafios descobrindo como navegar pelo ambiente usando os portais, mas também localizar, obter e combinar vários objetos, de forma eficaz, para abrir portas e chegar até o portão de saída. Esses objetos incluem um Cubo Refletor, um Cubo de Peso, e dois receptores correspondentes, que podem ser acionados tanto pelo peso do próprio Cubo Refletor ou do Cubo de Peso (no caso do Receptor de Peso), como ao desviar um laser, usando o Cubo Refletor, na direção do receptor (no caso do Receptor de Laser), conforme ilustrado na Figura 2 (b). Uma vez que esses receptores são acionados ou designados (a depender da configuração da câmara), podem abrir portas ou mover plataformas. Outro tipo de objeto incluído na configuração desse experimento foi o Gel, que nesse caso pode ser de cor azul ou laranja. Quando o avatar do jogo entra em contato com o Gel Laranja, ele ganha velocidade, e consegue andar mais rápido, quando entra em contato com o Gel Azul, consegue pular mais alto.

O jogo também permite aos usuários desenvolverem inúmeras disposições e combinações de ações e objetos, proporcionando assim a possibilidade de criar distintas configurações de situações-problema aos experimentadores. Além disso, o jogo oferece a possibilidade de criar câmaras que podem ser conectadas entre si no mesmo ambiente virtual, formando uma série de câmaras dentro de uma única câmara principal (ou seja, sub-câmaras dentro de uma câmara). Cada uma dessas câmaras pode ser criada com diferentes tamanhos e objetos distribuídos por elas.

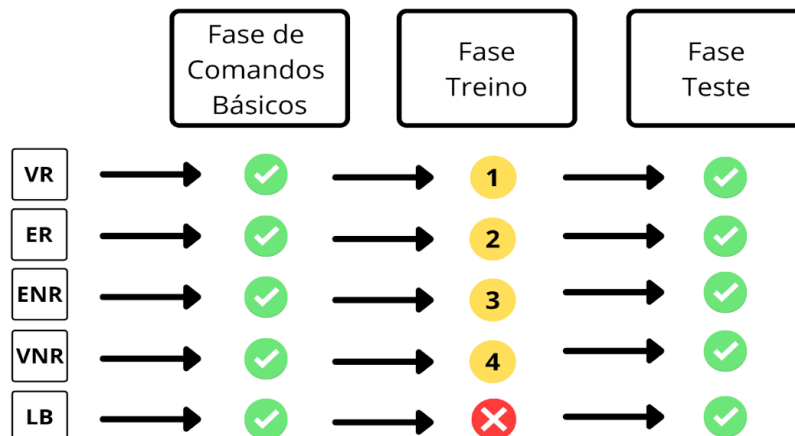
- Gravador de vídeo e áudio CamStudio 2.7.2 do notebook, criado pela RenderSoft.
- Software codificador de vídeo BORIS usado para transcrever os vídeos gravados em dados de cadeia comportamental quantitativa.
- “Questionário de Experiência em Videogames” (Anexo A).

### 3.4 Procedimento

O procedimento experimental foi dividido em três fases: Fase de Comandos Básicos (Câmara 1), Fase Treino (Câmaras 2 a 13) e Fase Teste (Câmara 14). Na Fase de Comandos Básicos, o objetivo era garantir que os participantes conseguissem manipular os comandos básicos do jogo, ensinando-os aos participantes. Na Fase Treino, cada um dos participantes foi alocado em um dos quatro grupos diferentes, cada um com um treino particular: Variabilidade Relacionada (VR), Estereotipia Relacionada (ER), Estereotipia não Relacionada (ENR) e Variabilidade não Relacionada (VNR). Os participantes do grupo Linha de Base (LB) não recebiam nenhum treino, indo direto para a Fase Teste. Na Fase Teste, todos os participantes eram apresentados a uma única situação problema. O tempo limite para saída de cada câmara da Fase Treino e também da Fase Teste foi delimitado em 10 minutos. Assim, caso o participante chegasse a esse limite em alguma câmara a gravação era finalizada e, depois, incluída na análise.

**Figura 3.**

*Diagrama do procedimento geral.*



*Nota.* O círculo verde indica a existência daquela Fase para o grupo, o círculo vermelho indica a ausência, e o círculo amarelo, com seu número correspondente, indica que cada grupo possui uma variação da mesma Fase, ou seja, que o Treino não é idêntico para todos os grupos. O treino do grupo ER, por exemplo, possui algumas semelhanças, mas também diferenças, em relação ao grupo VR.

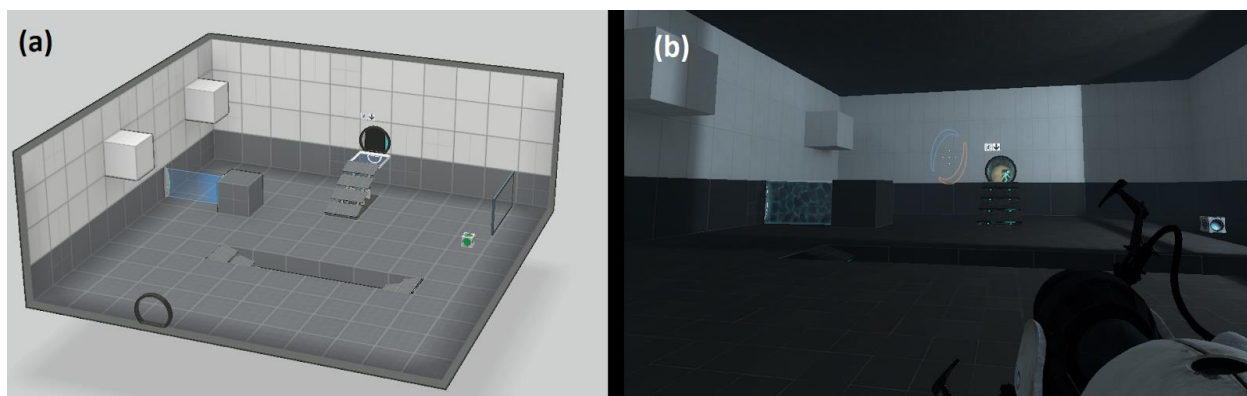
Antes do início de cada sessão, cada participante preenchia primeiramente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o “Questionário de Experiência com Videogames”. Em seguida, o participante era convidado a inicializar o jogo em seu computador e a gravação era iniciada. Assim que o jogo começava, o participante era instruído a selecionar a Fase de Comandos Básicos, e as seguintes instruções eram fornecidas verbalmente pelo experimentador:

"Eu vou te ensinar os comandos básicos do jogo e responder quaisquer perguntas que você tenha sobre os comandos do jogo. Assim que você terminar a Fase de Comandos Básicos, eu desligarei meu microfone e o resto do jogo você não contará mais com a minha ajuda. Seu objetivo é solucionar as câmaras que serão apresentadas a você na tela. Você deve descobrir uma forma de escapar de cada uma delas. Você saberá que o jogo terminou quando a tela inicial sinalizar 'Fase Completa'. É importante saber que não existe uma maneira certa ou errada de resolver cada um dos problemas, apenas resolva da maneira que achar melhor”.

Após essas instruções, o pesquisador ensinava os comandos básicos e esclarecia algumas das dúvidas que os participantes viessem a expressar. Na Fase de Comandos Básicos (Câmara 1), a tela mostra um grande espaço (Figura 4b). O participante pode pressionar as teclas de movimento para explorar o ambiente, pegar um cubo, andar segurando o cubo e usar a arma para criar portais. O critério de aprendizagem usado foi realizar todos os comandos básicos pelo menos 1 vez, sem que o participante pedisse ajuda ao experimentador.

#### Figura 4.

*Fase de Comandos Básicos.*



*Nota.* (a) Mapa da Câmara 1. (b) Tela do jogador na entrada desta Câmara.

Uma vez atingido o critério de aprendizagem na Câmara 1, e o participante verbalizado que não possuía dúvidas, o pesquisador instruiu-o a sair da Câmara 1 e a selecionar a Fase Treino. Então, uma última instrução, antes da Fase Treino começar, era fornecida:

"Diferentemente da Fase que você acabou de participar, na qual você foi introduzido aos comandos básicos, a Fase que você irá participar agora não será composta por apenas uma câmara, com a porta de saída logo no início. Dessa vez, você passará por uma espécie de labirinto, com várias câmaras. Na medida em que você soluciona uma câmara, você ganhará acesso a outra, e assim sucessivamente, até chegar à porta de saída da Fase. Aqui, novamente, seu objetivo é solucionar as câmaras que serão apresentadas a você, como na Fase de Comandos Básicos, mas a porta de saída só estará disponível assim que você completar todas as câmaras”.

A Fase Treino do grupo VR consistiu na apresentação de 12 câmaras (Câmaras 2 a 13) configuradas com estímulos idênticos aos que serão apresentados na Fase Teste (Câmara 14). Cada câmara apresentava os estímulos em uma ordem diferente, e o avatar controlado pelo participante deveria emitir uma cadeia de comportamentos que lhe permitissem desviar um obstáculo e ter acesso à câmara seguinte (Tabela 1). Assim, desviar o obstáculo e acessar uma outra câmara tinha a função de sinalizar que a tarefa da câmara havia sido finalizada com sucesso. Cada uma dessas cadeias deveria ser emitida

apenas uma vez, e ensinavam ao participante alguma propriedade funcional específica de cada estímulo que estará relacionada com a resolução da Fase Teste. As variações entre essas relações funcionais estão ilustradas na Figura 5.

**Tabela 1.**

*Cadeias comportamentais do Grupo Estereotipia Relacionada (ER) e Variabilidade Relacionada (VR).*

Ferramenta Usada	Código das Cadeias	Descrição das Cadeias	Câmara onde a cadeia aparece
<b>Gel</b>	<b>G1</b>	Andar com velocidade, usando Gel Laranja	2, 6, 9, 11 e 12, mas na 2 ela aparece isoladamente
	<b>G2*</b>	Pular com propulsão, do chão, usando Gel Azul	3, 7, 8 e 10, mas na 3 ela aparece isoladamente
	<b>G3</b>	Pular com propulsão, da parede, usando Gel Azul	4
	<b>G4</b>	Pular com propulsão, usando a força da gravidade e Gel Azul	8
<b>Portal</b>	<b>P1*</b>	Abrir um portal em superfície portalável	Todas, exceto 2, 3 e 4, mas na 5 elas aparecem isoladamente
	<b>P2</b>	Atravessar um portal	

	<b>P3</b>	Atravessar um portal com velocidade, usando a força da gravidade	13
	<b>P4</b>	Tentar abrir um portal em superfície não-portalável	Todas**
<b>Gel e Portal, juntos</b>	<b>GP1*</b>	Atravessar um portal com velocidade, usando o Gel Laranja	6
	<b>GP2</b>	Atravessar um portal com propulsão, usando o Gel Azul	7
	<b>GP3</b>	Atravessar um portal com velocidade, usando o Gel Laranja, e pegar mais velocidade ainda, usando passando por outro Gel Laranja	10

*Nota.* As cadeias estão numeradas de acordo com a ordem de apresentação na Fase Treino. \*No Grupo ER, apenas essas cadeias serão seguidas de reforçador. \*\*Essas cadeias não foram seguidas de reforçador, mas foram emitidas por alguns participantes durante o Treino.

**Figura 5.**

*Diagrama das relações funcionais treinadas no uso de cada objeto (de forma isolada ou combinada com outros objetos), na produção de cada cadeia comportamental durante a Fase Treino do grupo VR*



*Nota.* Cada cadeia comportamental foi treinada em uma câmara distinta, os números ao lado da cadeia indicam a câmara em que foi treinada. \*No grupo ER, apenas essas cadeias são treinadas.

\*\*A câmara 14 não faz parte do Treino, e sim do Teste, portanto a cadeia exposta nessa figura é a necessária para resolução do problema final.

A Figura 5 também demonstra que o grupo VR não foi treinado apenas a emitir as cadeias comportamentais pré-requisitos para a resolução do problema final, mas também a explorar variações das propriedades funcionais dos estímulos que resultavam em cadeias comportamentais que não seriam necessárias para a resolução do problema da Fase Teste. As Câmaras 4, 7, 10, 11, 12 e 13, embora tivessem os estímulos relacionados e relevantes para a resolução do problema da Fase Teste, treinavam cadeias que, caso fossem emitidas na Fase Teste tanto isoladamente quanto em sequência, não resolveriam o problema.

Ainda, as cadeias necessárias para escapar das câmaras 2 e 3 eram topograficamente idênticas às cadeias necessárias para escapar das cadeias 12 e 11, respectivamente. No entanto, os estímulos nessas câmaras estavam dispostos de tal forma que a mesma cadeia, ainda que topograficamente idêntica, produzia uma consequência distinta, pois essa disposição alterada dos estímulos também modificava sua função. Assim, é importante ressaltar que, durante a análise de dados, o código da cadeia das câmaras 2 e 12, assim como 3 e 11, mantiveram-se os mesmos. O que totalizou, ao fim, um número total de 10 cadeias comportamentais contabilizadas necessárias a serem emitidas para finalização da Fase Treino, e não 12, ainda que as cadeias possuíssem funções distintas em cada uma dessas câmaras. Por isso, ainda que a análise topográfica aponte um total de 10 câmaras para esse grupo, consideramos que as câmaras 11 e 12 treinavam cadeias funcionalmente distintas das câmaras 2 e 3, mas não topograficamente.

O grupo ER, por sua vez, passou também por uma Fase Treino composta por estímulos e relações entre eles, relacionados à Fase Teste, porém foram ensinados a repetir as mesmas cadeias comportamentais. Para isso, apenas duas cadeias comportamentais foram reforçadas, 6 vezes cada uma. Nas primeiras 6 câmaras (Câmaras 2 a 7) os participantes foram reforçados repetidamente a emitirem a cadeia



comportamental G2, e nas outras 6 (Câmaras 7 a 13) foram reforçados a emitirem a cadeia comportamental GP1. Assim, os participantes desse grupo foram reforçados a realizar 12 vezes apenas duas cadeias comportamentais, de forma estereotipada, relacionadas à Fase Teste. Essas duas cadeias faziam parte da cadeia comportamental completa e necessária para a resolução do problema da Fase Teste, ou seja, apenas o treino da cadeia G2 e GP1 já oferecia aos participantes os comportamentos pré-requisitos para a resolução do problema.

Já o grupo ENR passou por uma Fase Treino semelhante ao grupo ER, porém os estímulos não estavam relacionados com a Fase Teste. Duas cadeias comportamentais foram reforçadas, cada uma 6 vezes.: nas primeiras 6 câmaras (Câmaras 2 a 7) foi reforçada a cadeia comportamental C5, e nas outras 6 (Câmaras 8 a 13) foi reforçada a cadeia comportamental CL1. O grupo VNR passou por uma Fase Treino semelhante à do grupo VR, porém os estímulos das câmaras não estavam relacionados à Fase Teste. Assim, foram treinadas doze cadeias comportamentais distintas, não relacionadas à Fase Teste, cada uma reforçada apenas uma vez. Essas cadeias estão descritas na Tabela 2 e as variações entre as relações funcionais presentes na Fase Treino estão ilustradas na Figura 6.

**Tabela 2.**

*Cadeias comportamentais do Grupo Estereotipia Não Relacionada (ENR) e Variabilidade Não Relacionada (VNR).*

Ferramenta Usada	Código das Cadeias	Descrição das Cadeias	Câmara onde a Cadeia aparece
<b>Cubo</b>	<b>C1*</b>	Pegar Cubo	Todas, exceto 7

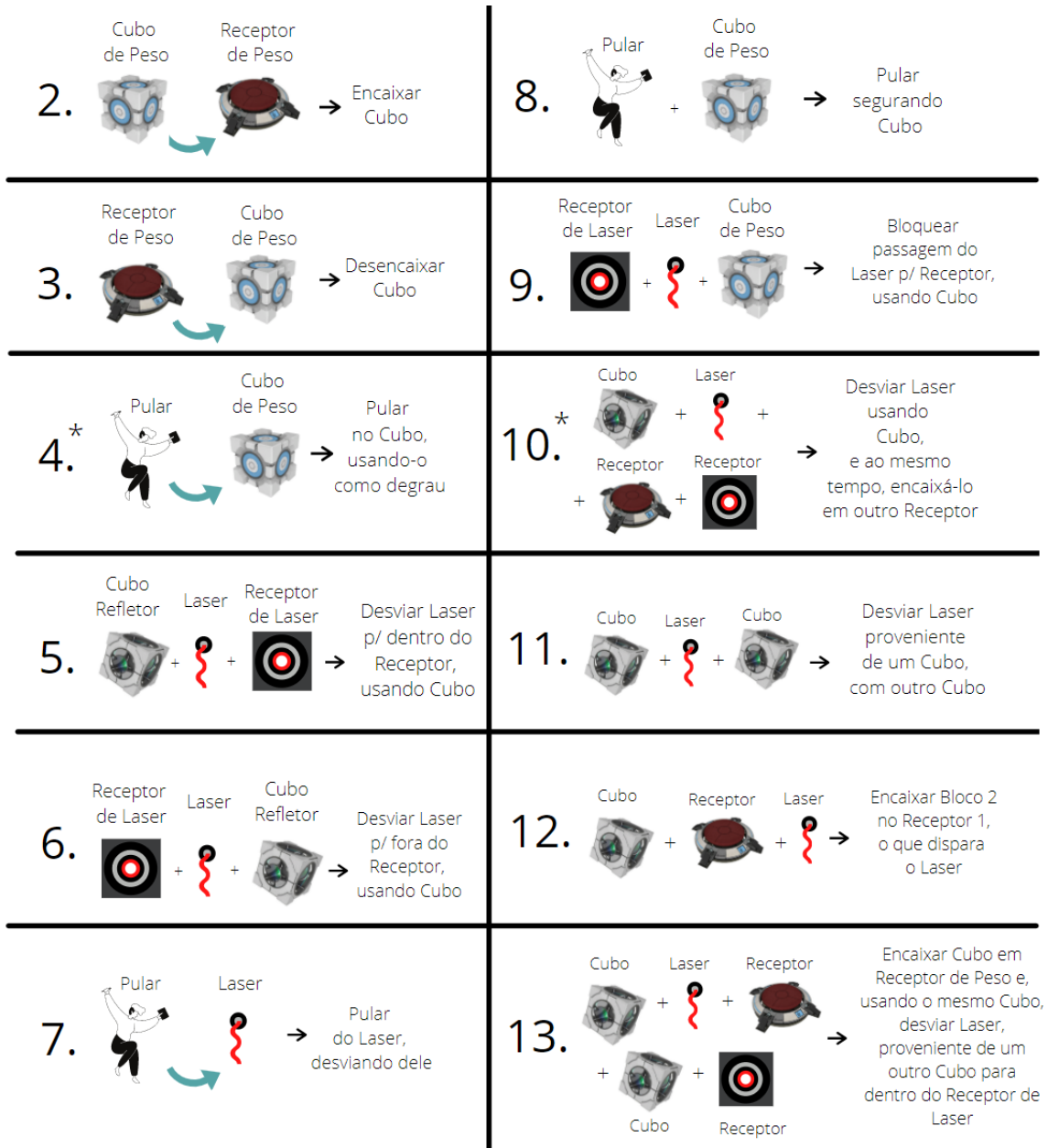
	<b>C2*</b>	Largar Cubo	3
	<b>C3</b>	Encaixar Cubo no Receptor de Peso	2, 9, 11 e 12, mas na 2 ela aparece isoladamente
	<b>C4</b>	Desencaixar Cubo do Receptor de Peso	3
	<b>C5*</b>	Pular no Cubo, usando-o como degrau	4
<b>Laser</b>	<b>L1</b>	Desviar Laser, usando Cubo Refletor, para dentro do Receptor de Laser	5
	<b>L2</b>	Desviar Laser, usando Cubo Refletor, para fora do Receptor de Laser	6
	<b>L3</b>	Bloquear Laser, usando Cubo de Peso	7
	<b>L4</b>	Desviar Laser, proveniente de um Cubo Refletor, com outro Cubo Refletor	8
<b>Pulo</b>	<b>J1</b>	Pular	Todas**
	<b>J2</b>	Pular do Laser	9
	<b>J3</b>	Pular segurando um Cubo	10
<b>Cubo e Laser, juntos</b>	<b>CL1*</b>	Encaixar Cubo Refletor em Receptor de Peso e, usando o mesmo Cubo, desviar Laser para dentro do Receptor de Laser	11

	<b>CL2</b>	Encaixar Cubo Refletor em Receptor de Peso, fazendo com que um Laser seja ativado	12
	<b>CL3</b>	Encaixar Cubo Refletor em Receptor de Peso e, usando o mesmo Cubo, desviar Laser, proveniente de um outro Cubo para dentro do Receptor de Laser	13

*Nota.* As cadeias estão numeradas de acordo com a ordem de apresentação na Fase Treino. \*No Grupo ENR apenas essas cadeias foram seguidas de reforçador. \*\*Essas cadeias não foram seguidas de reforçador, mas ocorreram em algumas câmaras, incluindo nos outros grupos (VR e ER).

**Figura 6.**

*Diagrama das relações funcionais treinadas no uso de cada objeto (de forma isolada ou combinada com outros objetos), na produção de cada cadeia comportamental durante a Fase Treino do grupo VNR.*



*Nota.* Cada cadeia comportamental foi treinada em uma câmara distinta, a cadeia 2 é treinada na câmara 2, e assim sucessivamente. \* No grupo ENR, apenas essas cadeias são treinadas.

Portanto, a Fase Treino de cada um dos quatro grupos foi diferente, como a Tabela 3 ilustra. Os participantes do grupo VR foram treinados a variar cadeias comportamentais sob o controle de estímulos que estavam presentes no Teste, enquanto os do grupo VNR foram treinados a variar sob o controle de estímulos que não estavam presentes no Teste. Os participantes do grupo ER foram treinados a repetir duas cadeias comportamentais sob controle de estímulos que estavam presentes no Teste, enquanto os do grupo ENR foram treinados a repetir sob o controle de estímulos que não estavam presentes no Teste.

**Tabela 3.**

*Diferenças e semelhanças entre os grupos da Fase Treino.*

Grupo	Tipo de Treino	Número de cadeias comportamentais	Estímulos relacionados ao Teste
VR	Variar	12 cadeias	Presentes
VNR	Variar	12 cadeias	Ausentes
ER	Repetir	2 cadeias	Presentes
ENR	Repetir	2 cadeias	Ausentes

Assim que os participantes terminaram a Câmara 13, a mensagem “Fase Concluída” aparecia na tela, e o pesquisador dava as instruções, então, para que ele inicializasse no seu computador a Fase Teste. A Fase Teste (Câmara 14) era idêntica para todos os participantes, que tinham que emitir uma única cadeia de cinco comportamentos para resolver o problema. Essa cadeia será: atirar duas vezes em duas Superfícies Portaláveis (P1) (i.e criar um Portal), correr com velocidade utilizando um Gel Laranja, e atravessar esse Portal (GP1) e saltar com velocidade, sendo impulsionado com muita força do solo, utilizando o Gel Azul. Essa cadeia comportamental, que tem como código

“GP4”, produz a força suficiente, resultante da combinação da propulsão do Gel Azul com a velocidade do Gel Laranja, para o avatar chegar à porta de saída que fica longe do solo. Essa cadeia é nova, não treinada, e combina as propriedades físicas do Gel Azul e Gel Laranja por meio de um Portal, produzindo um salto qualitativamente diferente dos que os participantes podiam produzir durante o treino.

**Tabela 4.**

*Cadeias comportamentais que ocorreram na Fase Teste.*

Código das Cadeias	Descrição das Cadeias
<b>P1</b>	Abrir um portal em superfície portalável
<b>P2</b>	Atravessar um portal
<b>P4*</b>	Abrir um portal em superfície não-portalável
<b>G1</b>	Andar com velocidade, usando Gel Laranja
<b>G2</b>	Pular com propulsão, do chão, usando Gel Azul
<b>GP1*</b>	Atravessar um portal com velocidade, usando o Gel Laranja
<b>GP2*</b>	Atravessar um portal com propulsão, usando o Gel Azul
<b>GP4</b>	Abrir um portal na frente do Gel Laranja e outro portal na frente do gel azul. Passar pelo portal, usando Gel Laranja, com velocidade, e aparecer do outro lado do portal, nessa velocidade, caindo no gel azul, dando um pulo gigante (propulsionado).
<b>GP5*</b>	Sem usar portal, passar pelo Gel Laranja,

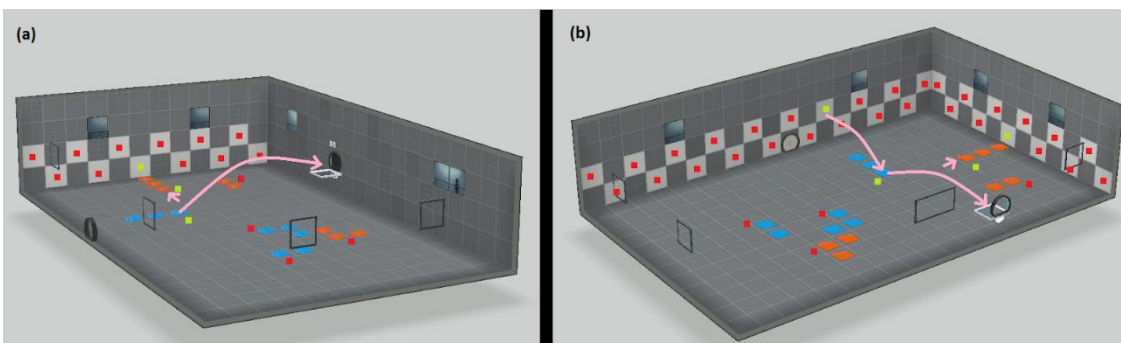
	e depois pelo Gel Azul, combinando o efeito dos dois géis
<b>GP6*</b>	Sem usar portal, passar pelo Gel Azul, e depois pelo Gel Laranja, combinando o efeito dos dois géis

*Nota.* \* Essas cadeias não faziam parte da resolução em si, mas foram emitidas por alguns participantes, por conta dos estímulos não-relevantes inseridos na Câmara 14.

Para diminuir a probabilidade de que o problema fosse solucionado ao acaso foram adicionados outros elementos. Além das duas Superfícies Portaláveis necessárias para produção da resolução, foram colocadas na câmara outras 41 Superfícies Portaláveis e outros quatro géis (dois Azuis e dois Laranjas) não funcionais, isto é, estímulos com os que o avatar controlado pelo participante podia interagir, mas que não estavam relacionados com a cadeia comportamental que resolvia o problema. Ainda, a adição desses elementos nos permitirá diferenciar os participantes que resolveram o problema sob controle da função de cada estímulo relevante daqueles que resolveram sob controle parcial dos estímulos (i.e disparar em qualquer superfície portalável) ou apenas por ensaio e erro. A Figura 7 ilustra a arquitetura e configuração espacial da Câmara 14 da Fase de Teste.

**Figura 7.**

*Visão lateral e frontal da arquitetura da Fase Teste.*



*Nota.* (a) Visão lateral da configuração espacial da Fase Teste (Câmara 14). (b) Visão frontal da configuração espacial da Fase Teste. Os elementos não funcionais estão marcados com vermelho,

os elementos funcionais em verde. A curva rosa indica a forma como o pulo com propulsão acelerada deve ser dado para que os participantes alcancem a saída: o participante atira dois Portais, um em cada parede branca (marcadas com verde na imagem), passa com velocidade pelo Gel Laranja, em direção ao Portal criado, e sai com a mesma velocidade pelo outro lado do Portal, que o leva até o Gel Azul, onde cai com velocidade, dando o pulo com propulsão acelerada até a saída.

Os vídeos dos desempenhos dos participantes foram gravados e depois transcritos para as cadeias comportamentais mencionadas anteriormente (nas Tabelas 1, 2 e 4) através do software Boris, em conjunto com outras 3 categorias analisadas somente na Fase Teste: tempo de resolução (em segundos), tipo da resolução (*insight* ou tentativa e erro) e número de interações com estímulos não-relevantes.

Para que a resolução fosse incluída no tipo *insight*, o participante deveria emitir uma cadeia comportamental única e ordenada na resolução, o que poderia indicar que o organismo está sob controle das propriedades funcionais dos objetos na situação problema, de acordo com a discussão proposta por Shettleworth (2012) e Santana & Garcia-Mijares (2021). Dessa forma, sabendo que a propriedade funcional envolvida na emissão da cadeia GP4 estava no “super-pulo” que dava acesso à porta de saída da câmara, a emissão de qualquer cadeia comportamental que não a GP4, e que se aproximasse dessa propriedade funcional, já incluía a resolução no tipo “tentativa e erro”. A cadeia GP1, por exemplo, envolve uma parte da cadeia GP4 (i.e. abrir dois portais e atravessar um deles com velocidade), e explora uma das propriedades funcionais contidas nesta cadeia - a saber, o uso de portais e géis conjuntamente para produzir tele transportes com velocidade aumentada. As cadeias GP2, GP5 e GP6 também exploram propriedades funcionais semelhantes da cadeia GP4, e, ao serem emitidas, faziam com que a resolução fosse enquadrada na categoria “tentativa e erro”. Já a emissão do resto das categorias,



ainda que envolvessem comportamentos que estavam incluídos na cadeia GP4, não exploravam a propriedade funcional que resultava do uso conjunto de géis e portais. A categoria G1, por exemplo, ainda que envolvesse o aumento de velocidade do participante, não tinha como consequência uma propriedade funcional que resultasse do uso de dois ou mais objetos ao mesmo tempo, critério este que estava presente na categoria GP4.

Além disso, foram incluídas na análise da Fase Teste três categorias comportamentais contínuas, ou seja, não-pontuais, denominadas “modalidades de locomoção”: explorando (EXP), interagindo (INT) e observando (OBS). A categoria EXP era registrada toda vez em que o avatar se movia no ambiente sem interagir com os objetos (movimento do mouse e teclas de movimento do teclado apenas). A categoria INT era registrada quando o avatar estava se movendo e interagindo com os objetos do ambiente, ou seja, com os cubos e botões das câmaras (movimento do mouse, movimento, teclas e pressionamento das teclas do mouse e / ou tecla E). A categoria OBS era registrada quando o avatar não se movia pelo ambiente, mas ficava parado, com a tela do jogador em direção a um ponto fixo, ou então movendo apenas a tela (i.e. visão) do avatar, mas não o corpo (apenas movimento do mouse).

A análise estatística foi realizada utilizando o software JASP, seguindo as recomendações feitas por Wagenmakers et al. (2018) e van Doorn et al. (2021), e alguns dos gráficos foram construídos utilizando o software GraphPad Prism. O número de participantes que resolveram (SIM) ou não resolveram (NÃO) o problema, e o número de participantes que apresentaram insight (INS) ou tentativa e erro (TAE) durante a resolução foram analisados usando a Tabela de Contingência Bayesiana para testar diferenças entre os grupos. O tempo de interação (INT), exploração (EXP) e observação (OBS) dos participantes foram analisados separadamente utilizando ANOVA Bayesianas

de uma via, usando os grupos VR, VNR, ENR, ER e BL como fator independente, seguido de testes post-hoc quando pertinentes. O método das ANOVAs Bayesianas, ao contrário do que ocorre na estatística frequentista, compara-se a probabilidade de um modelo inicial descrever melhor os resultados do que um modelo alternativo. O fator de Bayes (BF) é o resultado de múltiplas comparações entre essas duas hipóteses, e quanto maior o valor do BF, maior as chances de que o modelo alternativo explique os resultados em detrimento do modelo nulo.

O mesmo tipo de ANOVA foi feito, separadamente, para o tempo de resolução da Fase Teste, número de interações com estímulos não-relevantes e frequência total de outras cadeias comportamentais emitidas além de GP4. Para analisar as questões 1 a 5 do questionário, valores ordinais foram atribuídos a cada alternativa, do maior ao mais baixo, de acordo com o Anexo A. Para verificar as diferenças entre os grupos em cada questão, a análise de Kruskal-Wallis foi realizada usando os valores ordinais designados.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Questionário*

A análise estatística dos dados do questionário indicou que os grupos não diferiram em sua experiência de jogo. Os detalhes quantitativos de cada questão e da análise são apresentados no Anexo B.

### *Câmeras 1 a 13: Comandos Básicos e Fase Treino*

Nas ANOVAS Bayesianas realizadas para quantidade de tipos de cadeias comportamentais distintas emitidas, tempo dispendido e frequência total de cadeias comportamentais emitidas, não foram observadas diferenças entre os grupos (VR, VNR, ER, ENR e LB) na Fase de Comandos Básicos (Câmara 1).

Já na Fase Treino, diferenças expressivas foram encontradas. Como a variável dependente do estudo eram os níveis de variabilidade em cada grupo, e, mais especificamente, a variabilidade de diferentes tipos de cadeias comportamentais (relacionadas à distintas propriedades funcionais presentes em cada objeto), era esperado que, ao fim da Fase Treino, os grupos tivessem demonstrado diferenças na quantidade de tipos diferentes de cadeias comportamentais. As câmaras virtuais foram programadas para que os participantes em cada grupo tivessem uma quantidade limitada de cadeias comportamentais a serem realizadas, em uma cadeia específica, para que finalizassem a Fase Treino. E esperava-se que cada grupo tivesse um padrão de emissão de cadeias comportamentais distinto, com base nessa programação prévia.

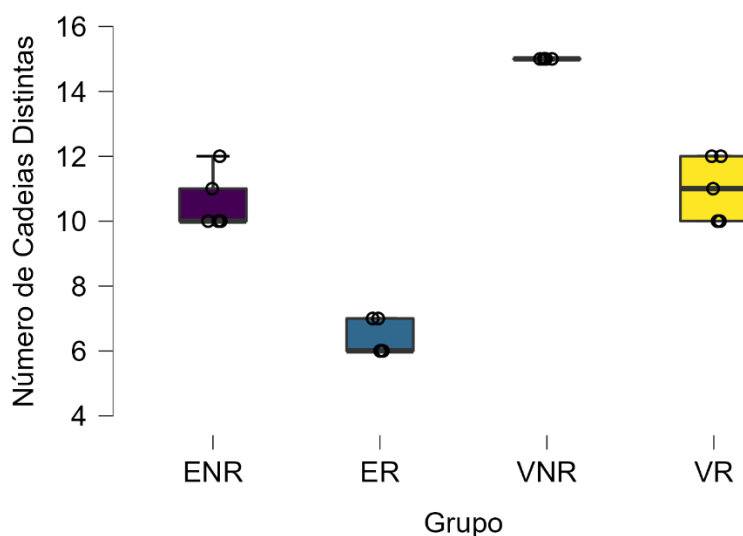
Assim, o grupo VR precisava emitir, no total, 10 cadeias comportamentais distintas, mas era possível que emitissem até 14 cadeias distintas. O grupo VNR precisava emitir 12 cadeias comportamentais distintas, mas era possível que emitissem até 15. O grupo ER precisava emitir 2 cadeias comportamentais distintas, mas era possível que emitissem até 10. O grupo ENR precisava emitir 2 cadeias comportamentais distintas, mas era possível que emitissem até 12. A Figura 6 mostra a diferença observada entre os grupos quanto a essa variável, sugerindo uma diferença notável entre os grupos com treino variabilidade dos grupos com treino estereotipado.

Quanto às diferenças observadas no número de tipos de cadeias comportamentais distintas emitidas em cada grupo o fator de Bayes foi extremamente forte ( $BF_M = 1.291e+8$ ). Isso indica que o modelo alternativo (i.e. os grupos diferiram no número de tipos de cadeias emitidas) tem uma probabilidade muito maior de explicar os resultados do que o modelo nulo (i.e. os grupos não diferiram no número de tipos de cadeias emitidas). Isso indica que as chances de que tenha ocorrido um efeito de grupo são grandes, ou seja, que os padrões de comportamento exibidos por cada participante estão

fortemente relacionados com o grupo do qual fazem parte. A Tabela 5 descreve a comparação entre os dois modelos incluindo outras variáveis da ANOVA Bayesiana.

### Figura 6

Diagrama de caixas do número de tipos de cadeias comportamentais distintas emitidas pelos grupos durante a Fase Treino.



Nota. Cada caixa está alinhada verticalmente com seu grupo correspondente. As cores foram utilizadas para criar uma melhor discriminação visual entre os grupos. Cada ponto representa o dado de um participante, os traços no meio da caixa são a mediana. O tamanho da caixa corresponde ao grau de variação dos tipos de cadeias distintas emitidas por cada participante de um mesmo grupo. Assim, a caixa do grupo VNR é inexistente, por exemplo, pois não há variação entre os participantes, e a caixa no grupo VR é maior, pois houve maior variação.

### Tabela 5.

Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de tipos de cadeias comportamentais entre os grupos, na Fase Treino.

Comparação de Modelos					
Modelos	P(M)	P(M dados)	BF <sub>M</sub>	BF <sub>10</sub>	erro %
Grupo	0.500	1.000	1.291e+8	1.000	
Modelo Nulo	0.500	7.746e-9	7.746e-9	7.746e-9	1.575e-6

Posteriormente, foram realizados testes post-hoc para avaliar qual era o grau desse efeito de grupo quando comparados um a um. Esperava-se que a comparação dos grupos VR e VNR com os grupos ER e ENR, respectivamente, gerasse valores altos de BF, indicando um forte efeito de grupo, já que a variável independente do estudo era a variabilidade no comportamento de cada sujeito, que diferia a depender do grupo ao qual fazia parte. Os testes post-hoc demonstraram que essa hipótese estava certa, indicando um efeito de grupo extremamente forte na comparação entre os grupos ER e VNR ( $BF_{10,U} = 6.024e+6$ ), ENR e VNR ( $BF_{10,U} = 2,342.078$ ), e ER e VR ( $BF_{10,U} = 675.712$ ), o que sugere que o treino foi efetivo em produzir níveis de variabilidade distintos entre esses grupos.

Por outro lado, esperava-se que a comparação entre os grupos ER e ENR revelasse um valor BF baixo, já que ambos os grupos foram treinados para exibirem poucos tipos distintos de cadeias comportamentais. No entanto, encontrou-se um efeito extremamente forte de grupo na comparação entre ER e ENR ( $BF_{10,U} = 645.610$ ), o que pode indicar que o treino não controlou suficientemente bem o nível de variabilidade do grupo ENR, que apresentou um número de tipos distintos de cadeias comportamentais emitidas maior que ER. Em segundo lugar, também foi encontrado um efeito fraco de grupo na comparação entre VR e ENR ( $BF_{10,U} = 0.565$ ), o que também não era esperado, já que esses grupos haviam passado por treinos que reforçavam níveis de variabilidade distintos, e deveriam ter demonstrado níveis diferentes de número de tipos de cadeias comportamentais distintas emitidas. Em terceiro lugar, também foi encontrado um efeito extremamente forte de grupo na comparação entre VR e VNR ( $BF_{10,U} = 641.145$ ), o que também não era esperado, já que esses grupos haviam passado por treinos que reforçavam níveis similares de variabilidade, e, portanto, também deveriam ter demonstrado níveis similares de número de tipos de cadeias comportamentais distintas emitidas.

**Tabela 6.**

Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de tipos de cadeias comportamentais entre os grupos, na Fase Treino.

Comparações Post Hoc - Grupos					
		Probabilidade	Probabilidade	BF <sub>10,U</sub>	erro %
		Anterior	Posterior		
ENR	ER	0.320	206.277	645.610	2.454e-8
	VNR	0.320	748.312	2,342.078	1.191e-5
	VR	0.320	0.180	0.565	8.152e-4
ER	VNR	0.320	1.925e+6	6.024e+6	2.335e-8
	VR	0.320	215.895	675.712	1.992e-7
VNR	VR	0.320	204.851	641.145	9.637e-9

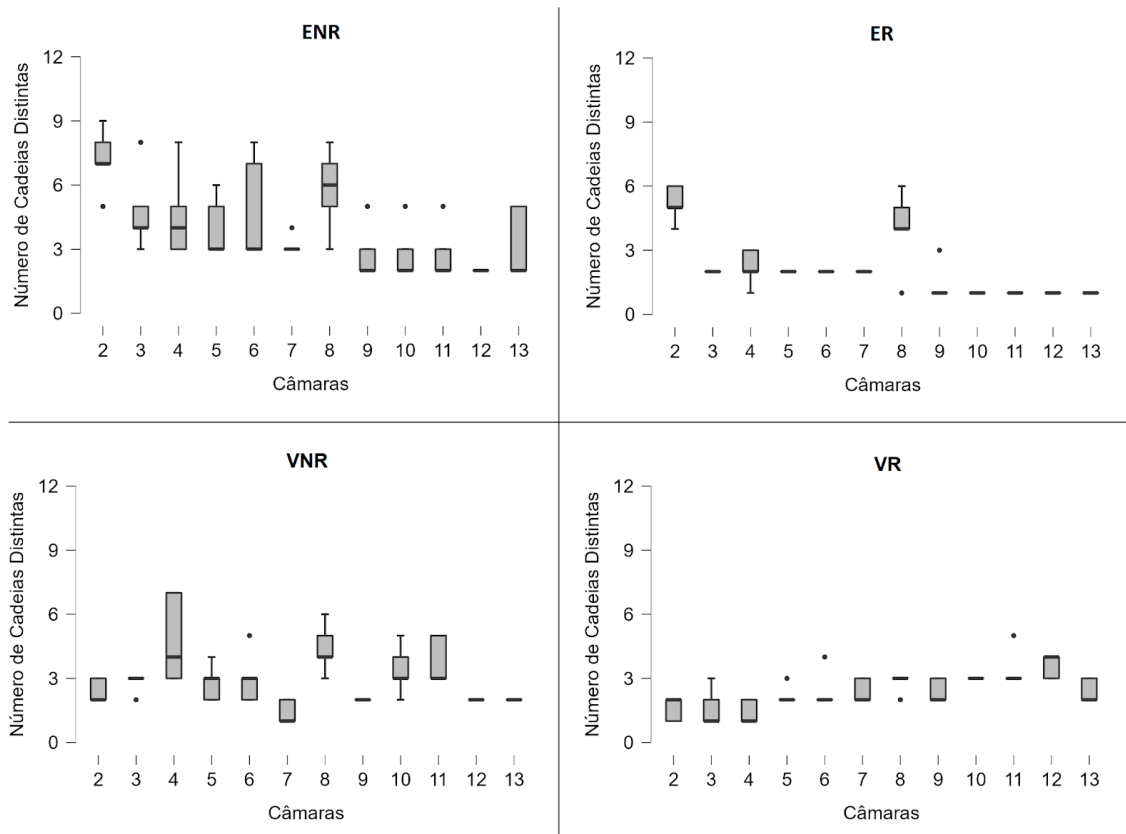
Esses resultados apontam para alguma variável não prevista no método de pesquisa, que estabeleceu algum parâmetro distinto nos tipos de cadeias comportamentais que poderiam ser emitidas, como discutiremos a seguir. Em primeiro lugar, o grupo ENR precisava emitir apenas 2 cadeias comportamentais distintas em sequência para finalizar a Fase Treino. Os participantes desse grupo também poderiam emitir outras 8 cadeias, as quais não eram reforçadas quando emitidas (i.e. não resultavam na saída da câmara). A existência dessas 8 cadeias extras possui dois propósitos: primeiro, os próprios objetos em si, que poderiam ser manipulados de forma distinta, produzindo cadeias comportamentais diferentes daquelas que seriam reforçadas (e.g. um cubo poderia ser agarrado, mas poderia ser usado para pular em cima também, ainda que isso não fosse reforçado); e segundo, o próprio objetivo do treino, que deveria reforçar a repetitividade, colocando em extinção qualquer outro comportamento que não fosse repetir. No entanto, ao contrário do que ocorreu no grupo ER (onde o número de cadeias comportamentais não reforçadas que poderiam ser emitidas era similar ao grupo ENR), o grupo ENR acabou emitindo quase todas as cadeias não reforçadas.

Quando comparados os níveis de variabilidade nos tipos distintos de cadeias comportamentais dos grupos VNR e VR (Figura 6) percebemos a mesma diferença entre esses grupos do que a observada entre os grupos ENR e ER, ou seja, o grupo VNR emitiu um número maior de cadeias “extras” que o grupo VR. Nossa hipótese é que esse efeito ocorreu entre os grupos VNR e ENR, muito provavelmente, em decorrência das diferentes dificuldades entre cada tarefa apresentada: o treino não-relacionado apresentava maior dificuldade do que o treino relacionado. Nesse sentido, o aparente aumento na variabilidade apresentado pelos grupos ENR e VNR parece estar mais relacionada ao processo de adaptação à tarefa proposta que os participantes desses grupos precisavam realizar, do que ao treino de estereotipia ou variabilidade operante em si.

A Figura 8 também aponta para essa interpretação: as câmaras em que são observadas maiores quantidades de tipos de cadeias distintas são aquelas que os grupos encontraram pela primeira vez, ou seja, as câmaras 2 e 8, tanto no ER quanto no ENR. Após esse contato inicial com as câmaras novas os níveis de variabilidade são reduzidos drasticamente e os participantes desses grupos passam a apresentar pouca variação. No entanto, observa-se que desde a primeira câmara da Fase Treino (câmara 2) o grupo ENR já emite um número maior de tipos distintos de cadeia comportamental do que o grupo ER, que se deve, justamente, ao maior nível de dificuldade da tarefa apresentada aos grupos com treino não-relacionado. Comparando-se os grupos VNR e VR, um mesmo padrão é observado: enquanto o grupo VR apresenta menos tipos distintos de cadeias comportamentais apresentadas por câmara, o grupo VNR apresenta mais, principalmente nas câmaras 4, 8 e 11.

**Figura 8.**

*Diagrama de caixas dos diferentes padrões observados na emissão de tipos distintos de cadeias comportamentais em cada câmara da Fase Treino.*



*Nota.* Cada quadrante da figura representa o gráfico de um grupo específico. Outliers estão representados pelos pontos pretos, a média pelo traço preço na área central da caixa e o desvio padrão pelo traço acima e abaixo da caixa.

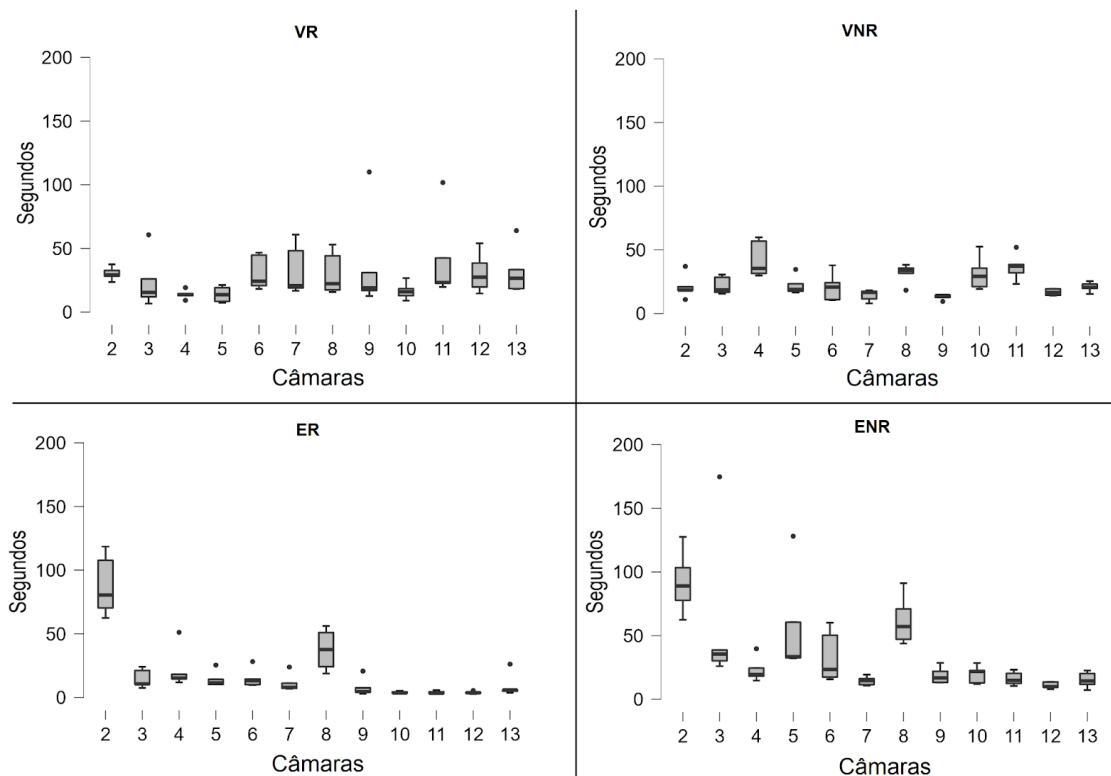
A análise do tempo despendido em cada câmara também revela um padrão que complementa essa interpretação. A Figura 9 mostra que tanto o grupo ER como o ENR passaram mais tempo nas câmaras novas (2 e 8) do que nas outras, um padrão que não ocorre para os outros dois grupos, onde o tempo despendido não apresenta uma mudança tão notável conforme as câmaras mudam. Esse padrão parece ter ocorrido pelo tipo de cadeia comportamental que foi programada para acessar o reforçador em cada câmara. Lembrando o método do nosso estudo, os grupos com treino de estereotipia operante



foram expostos apenas a dois tipos de câmara durante toda a Fase Treino, e ambas as câmaras exigiam que os participantes emitissem apenas cadeias comportamentais que eram mais complexas (i.e. que envolviam maior número de elos) do que boa parte das outras cadeias que poderiam ser emitidas, como pode ser conferido na Tabela 1 e Tabela 2.

**Figura 9.**

*Diagrama de caixas do tempo dispendido em cada câmara da Fase Treino, em cada grupo.*



*Nota.* Cada quadrante da figura representa o gráfico de um grupo específico. Outliers estão representados pelos pontos pretos, a média pelo traço preço na área central da caixa e o desvio padrão pelo traço acima e abaixo da caixa.

Já os grupos com treino de variabilidade operante foram expostos à 12 câmaras distintas, as quais exigiam que os participantes emitissem não apenas cadeias comportamentais complexas, mas também cadeias comportamentais mais simples, para que o reforçador fosse acessado. Isso se deu porque o problema apresentado na Fase Teste

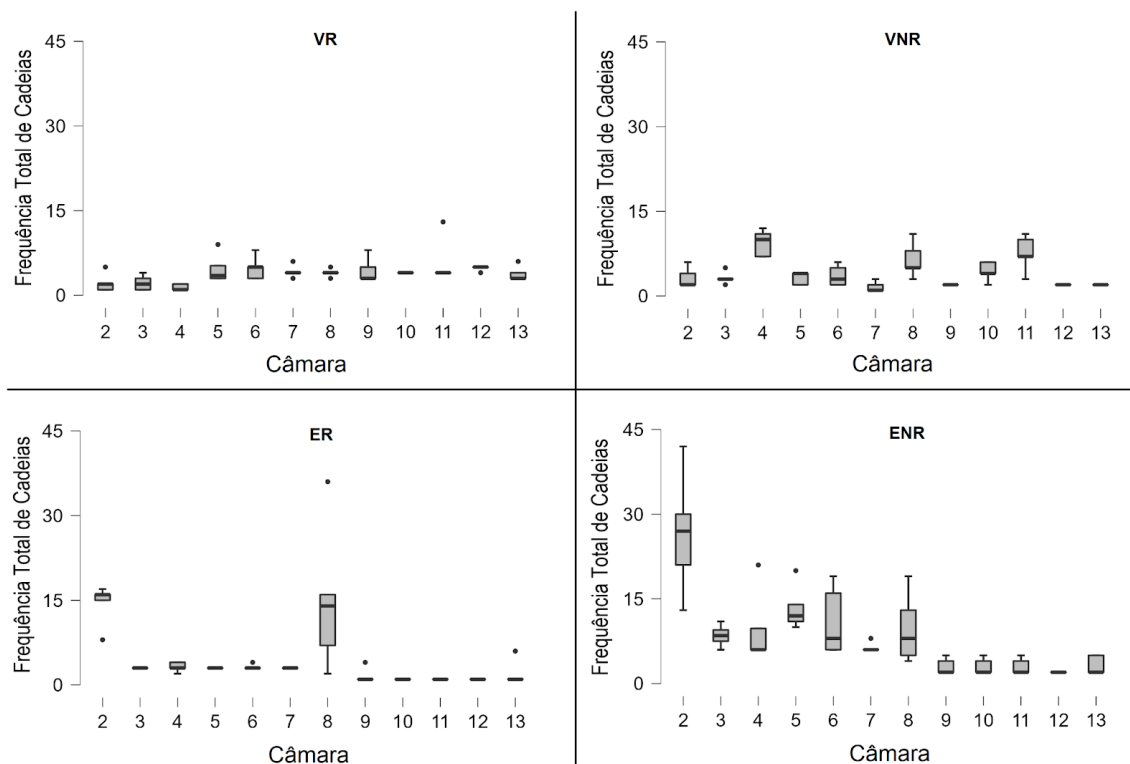
exigia que os participantes emitissem uma cadeia com um número grande de comportamentos (i.e. 4 comportamentos), e como era preciso garantir que o grupo ER tivesse acesso aos mesmos comportamentos dessa cadeia que o grupo VR, o treino de estereotipia foi estruturado tendo em vista atender a esse critério e ser repetitivo ao mesmo tempo. A montagem do treino do grupo ENR foi pensada a partir da mesma lógica, e deveria atender também ao critério de ser similar ao treino do grupo ER quanto ao número de comportamentos presentes nas cadeias treinadas. Por consequência, as câmaras iniciais dos treinos de estereotipia operante demoraram mais para serem aprendidas.

Dessa forma, somado ao grau de dificuldade ligeiramente maior que o treino dos grupos não-relacionados tinham em relação ao treino dos grupos relacionados, a diferença entre os grupos que possuíam treino de estereotipia e treino de variabilidade quanto aos tipos de cadeias comportamentais que acessavam o reforçador em cada câmara parece endossar a interpretação de que a diferença do grupo ENR em relação aos outros grupos quanto à quantidade de tipos distintos de cadeias comportamentais foi um efeito não de uma falha na construção da arquitetura das câmaras de treinos de estereotipia, que acabaram por produzir níveis de variabilidade altos entre os participantes do grupo ENR, mas da variabilidade induzida por extinção provocada pela dificuldade maior que esse grupo enfrentou ao resolver os problemas propostos na Fase Treino.

A Figura 10, que demonstra a frequência total de todas as cadeias que foram emitidas em cada grupo, novas ou iguais, também indica isso e aponta para a mesma interpretação: o grupo ENR apresenta uma frequência muito maior que os outros grupos no início, mas depois, observa-se uma diminuição gradual até a maioria das pessoas emitirem apenas a cadeia que estava sendo treinada (i.e mediana = 1).

**Figura 10.**

*Diagrama de caixas da frequência total de cadeias comportamentais em cada câmara da Fase Treino, em cada grupo.*



*Nota.* Cada quadrante da figura representa o gráfico de um grupo específico. Outliers estão representados pelos pontos pretos, a média pelo traço preço na área central da caixa e o desvio padrão pelo traço acima e abaixo da caixa.

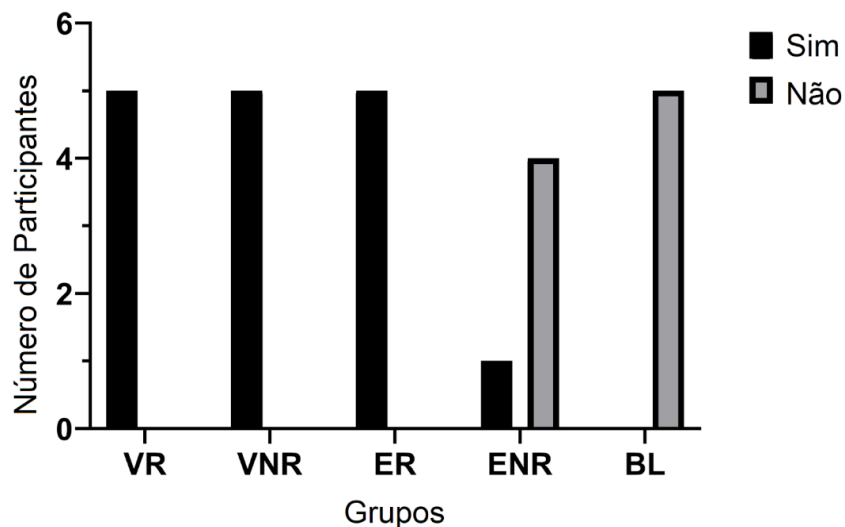
Ademais, como a Figura 8 também demonstra, os níveis de variação nos tipos distintos de cadeias comportamentais emitidas do grupo ENR mudaram ao longo da Fase Treino, e, ao fim dele, esse grupo passou a demonstrar níveis cada vez mais reduzidos e estáveis de variação, o que era o esperado para a um treino de estereotipia operante, e confirma que, ainda que essas diferenças tenham sido observadas, a Fase Treino construída para cada um dos grupos atingiu seu objetivo, e foi capaz de controlar, ao longo tempo, os padrões de variabilidade apresentados por esses grupos.

#### *Câmera 14: Fase Teste*

Quanto à resolução do problema, todas as pessoas dos grupos VR, VNR e ER, e apenas uma do grupo ENR resolveram o problema. Quanto ao grupo BL, nenhuma pessoa resolveu o problema. A análise de Contingência Bayesiana indicou um efeito extremamente forte de grupo ( $BF_{\text{Independent multinomial}} = 1,366.187$ ,  $N = 25$ ) e a Figura 10 ilustra essas diferenças entre os grupos. Em primeiro lugar, dado que nenhum dos participantes do grupo BL foi capaz de resolver o problema da Fase Teste, e apenas um do grupo ENR foi capaz de resolver, isso sugere que o problema possui um nível de dificuldade alta, dado que mesmo participantes que possuíam algum tipo de treino (ENR) não foram capazes de resolver, da mesma forma que aqueles sem treino algum (BL).

**Figura 10.**

*Quantidade de participantes que resolveram (Sim) ou não resolveram (Não) o problema da Fase Teste.*



Na Figura 10 é evidente que o treino das relações relevantes, ainda que sob a forma de repetitiva ou estereotípica, resultou na resolução do problema, o que parece contradizer conclusões dos estudos de Arnesen (2000, citado por Neuringer, 2002) e Leite

& Micheletto (2020), que associaram a estereotipia operante a piores desempenhos durante a resolução do problema (i.e. menor número de resoluções). No entanto, ainda são condizentes com os dados obtidos por outras pesquisas, que a despeito de treinarem de forma estereotípica as relações relevantes, observaram a resolução do problema (Epstein et al., 1984; Epstein, 1987, Neves Filho, 2015; 2016; 2019).

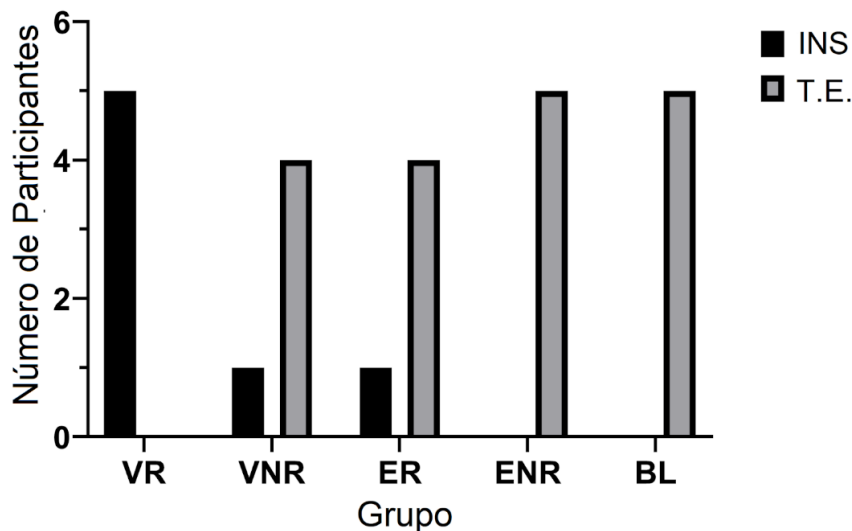
Os dados ainda mostram que, mesmo que a pessoa não tenha aprendido as relações relevantes, a resolução do problema é facilitada apenas pelo treino em variar. Na pesquisa já comentada aqui de Arnesen (2000), os ratos que foram reforçados ao terem interações variáveis com os objetos ao longo do treino tiveram tendência aumentada de explorar, manipular e descobrir novas fontes de reforço no espaço da situação problema. Uma hipótese, portanto, do porquê a variabilidade por si só poderia facilitar na resolução de um problema pode estar relacionada com a exploração dos objetos do problema. Dessa forma, participantes treinados para variar (mas sem treino relacionado) deveriam ter uma alta taxa de ensaio-e-erro, por exemplo, quando comparados com participantes treinados a repetir. Entretanto, como será discutido na continuação, essa hipótese não parece ser a melhor para explicar os resultados, já que a taxa de ensaio-e-erro entre o grupo ENR foi maior do que no grupo VNR.

Quanto ao tipo de resolução (insight ou tentativa e erro), todas as pessoas do grupo VR, apenas uma do grupo VNR e uma do grupo ER mostraram resolução tipo *insight*, o restante mostrou o tipo de resolução tentativa e erro, ou seja, de forma gradual. O único participante que resolveu o problema no grupo ENR resolveu por tentativa e erro também, e o restante dos participantes que não resolveram foram também incluídos na categoria tentativa e erro pois, mesmo que não tivessem chegado à resolução, demonstraram um desempenho similar aos outros participantes incluídos nessa categoria. A análise feita usando a Tabela de Contingência Bayesiana indicou um efeito forte de grupo

( $BF_{\text{Independent multinomial}} = 64.291$ ,  $N = 25$ ) e a Figura 11 ilustra essas diferenças entre os grupos.

**Figura 11.**

*Quantidade de participantes que resolveram ou tentaram resolver o problema através de tentativa e erro (T.E.) ou insight (INS) na Fase Teste.*



A Figura 11 deixa evidente que o treino relacionado associado à variabilidade foi fundamental na ocorrência de resoluções do tipo *insight*. No grupo VNR, é possível observar que ainda que o treino de variabilidade tenha influenciado no fato do problema ter sido resolvido por mais participantes, o mesmo não pode ser dito quando olhamos para as resoluções do tipo *insight*. Isso sugere que o treino relacionado, onde as relações relevantes entre os estímulos e as respostas do organismo são aprendidas, cumpre um papel fundamental na ocorrência de *insight*. No entanto, o grupo ER também mostra que apenas o treino relacionado não é suficiente. Afinal, mesmo que todos os participantes tenham aprendido as cadeias comportamentais necessárias para resolver o problema, não houve uma prevalência tão grande de *insight* nesse grupo como houve no VR. Esse dado conflita com boa parte da literatura de *insight* com animais, onde apenas o treino das

relações relevantes costuma ser suficiente para que haja esse tipo de fenômeno (Epstein et al., 1984; Epstein, 1987, Neves Filho, 2015; 2016; 2019).

Nossa hipótese aqui é que isso pode ser explicado pela configuração do problema da Fase Teste, onde era apresentado um número muito maior de estímulos não-relevantes para a resolução do problema, em comparação com a Fase Treino. Assim, ainda que todos os grupos encontrassem números similares de estímulos não-relevantes em cada câmara, ao longo da Fase Treino, os grupos VR e VNR foram expostos a uma variedade maior de estímulos não-relevantes, i.e. encontraram estímulos que tinham funções diferentes em cada câmara. Como as câmaras do grupo ER (assim como do ENR) se repetiam, as funções dos estímulos eram sempre as mesmas. Então, ao se depararem com uma câmara onde a quantidade de estímulos não-relevantes era muito maior, os estímulos relevantes não foram capazes de controlar a direcionalidade do comportamento do grupo ER da mesma forma que do grupo VR.

Portanto, talvez o que seja tão eficiente em cada um desses treinos (relacionado e variar) esteja relacionado com o estabelecimento de um bom controle dos estímulos relevantes sob o comportamento dos participantes. Nossa hipótese é que esse treino de variabilidade associado ao treino relacionado aumentou esse controle no grupo VR em comparação com o ER, ao apresentar os mesmos estímulos S+ com diferentes S-. Esse procedimento é similar àquele descrito por Terrace (1963), chamado de treino sem erros, que tem justamente o efeito de produzir menos respostas ao S- não através do reforço diferencial, mas através da introdução gradual do S- na contingência. Nesse método gradual chamado de esvanecimento (*fading*), a duração e intensidade da apresentação do S- começa de forma reduzida, mas aumenta gradualmente na medida em que as respostas ao S+ também aumentam e se tornam estáveis. Em um dos grupos experimentais de Terrace (1963), por exemplo, os pombos ganhavam acesso à comida toda vez que

bicavam um ponto com uma luz vermelha, e não ganhavam acesso quando bicavam a luz verde. No entanto, no início do procedimento, Terrace (1963) não introduzia a luz verde, com brilho e intensidade similares à luz vermelha, mas uma luz escura, praticamente preta. À medida que os pombos bicavam a luz vermelha com mais velocidade e precisão, a intensidade da luz verde ia aumentando, tornando-se cada vez mais forte até que diferisse do S+ (luz vermelha) somente pela cor. Terrace (1963) observou que os pombos treinados através do método do esvanecimento apresentaram menos respostas na presença do S- quando comparados aos pombos treinados com reforço diferencial através da introdução direta do S- (luz verde). Assim, a treino sem erros seria uma forma de aumentar as chances do organismo responder menos na presença de S-, ao mesmo tempo em que o controle de S+ é amplificado.

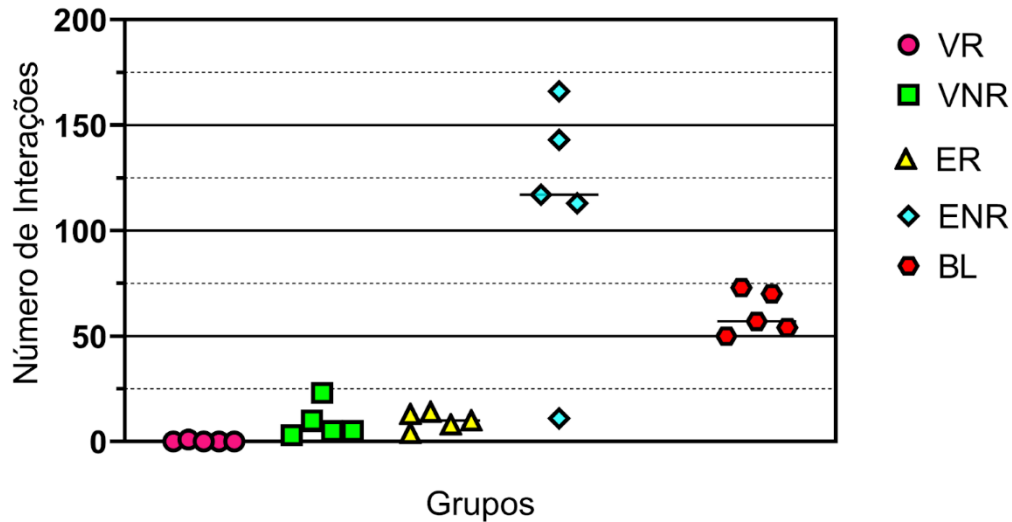
Nossa hipótese é que o treino de variar, associado ao treino relacionado, poderia estar próximo do treino sem erros de Terrace (1963): o grupo VR foi exposto gradualmente a uma série de funções distintas em cada câmara, até chegar à situação problema, enquanto o grupo ER foi exposto diretamente à uma função distinta na situação problema, sem ser exposto a uma variedade delas.

Com a finalidade de averiguar se essa hipótese era plausível ou não, analisamos também o número de interações com estímulos não-relacionados com a resolução do problema. O resultado da ANOVA Bayesiana indica que existe evidência extremamente forte ( $BF_M = 1,885.944$ ) para a nossa hipótese de que diferentes treinos produziram diferentes quantidade de respostas aos estímulos não-relevantes para a resolução do problema (Figura 12).



**Figura 12.**

*Frequência de interações com estímulos não-relevantes na Fase Teste, por cada participante de cada grupo.*



**Tabela 7.**

*Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de interações com estímulos não-relevantes entre os grupos, na Fase Teste.*

Comparação de Modelos					
Modelos	P(M)	P(M dados)	BF <sub>M</sub>	BF <sub>10</sub>	erro %
Grupo	0.500	1.000	1,885.944	1.000	
Modelo Nulo	0.500	5.302e-4	5.302e-4	5.302e-4	0.004

A Tabela 8 mostra os resultados dos testes post-hoc. Observa-se que os dados apoiam a nossa previsão de que ER demonstra um controle de estímulos menos forte em relação aos estímulos relevantes para a resolução (i.e. mais interações com estímulos não-relevantes) comparando-se com VR ( $BF_{10,U} = 34.781$ ). O mesmo foi observado com BL, que mostrou uma evidência forte de um maior controle dos estímulos não-relevantes em relação aos grupos VR ( $BF_{10,U} = 8,267.668$ ), ER ( $BF_{10,U} = 1,698.325$ ) e VNR ( $BF_{10,U} =$

612.715). Já o grupo ENR demonstrou uma evidência moderada de um maior controle dos estímulos não-relevantes em relação aos grupos VR ( $BF_{10,U} = 11.394$ ), ER ( $BF_{10,U} = 7.881$ ) e VNR ( $BF_{10,U} = 7.850$ ), mas fraca em relação ao grupo BL ( $BF_{10,U} = 1.211$ ), o que mostra que o treino de ENR teve efeitos similares no desempenho dos participantes em relação à ausência de treino. A evidência também foi fraca na comparação entre os grupos VNR com VR ( $BF_{10,U} = 2.173$ ) e ER ( $BF_{10,U} = 0.496$ ), o que sugere que esse grupo não teve um controle de estímulos tão diferente quando comparado com esses outros dois grupos.

**Tabela 8.**

*Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre o número de interações com estímulos não-relevantes entre os grupos, na Fase Teste.*

Comparações Post Hoc - Grupos					
		Probabilidade	Probabilidade	BF <sub>10, U</sub>	erro %
		Anterior	Posterior		
BL	ENR	0.320	0.387	1.211	0.010
	ER	0.320	542.628	1,698.325	4.603e-6
	VNR	0.320	195.767	612.715	2.467e-7
	VR	0.320	2,641.585	8267.668	1.167e-6
ENR	ER	0.320	2.518	7.881	4.685e-4
	VNR	0.320	2.508	7.850	7.141e-4
	VR	0.320	3.640	11.394	3.142e-6
ER	VNR	0.320	0.158	0.496	3.536e-4
	VR	0.320	11.113	34.781	3.284e-4
VNR	VR	0.320	0.694	2.173	6.184e-5

Esses resultados indicam que tanto o treino das relações relevantes, quanto o treino de variabilidade, aumentaram o controle dos estímulos relevantes para a resolução do problema sobre as respostas. Note-se que a Fase Teste tinha apenas 4 estímulos relevantes (ver Figura 7) e 48 estímulos não-relevantes para a resolução e, portanto, a

probabilidade de interagir ao acaso com os estímulos não relevantes era maior do que com os relevantes.

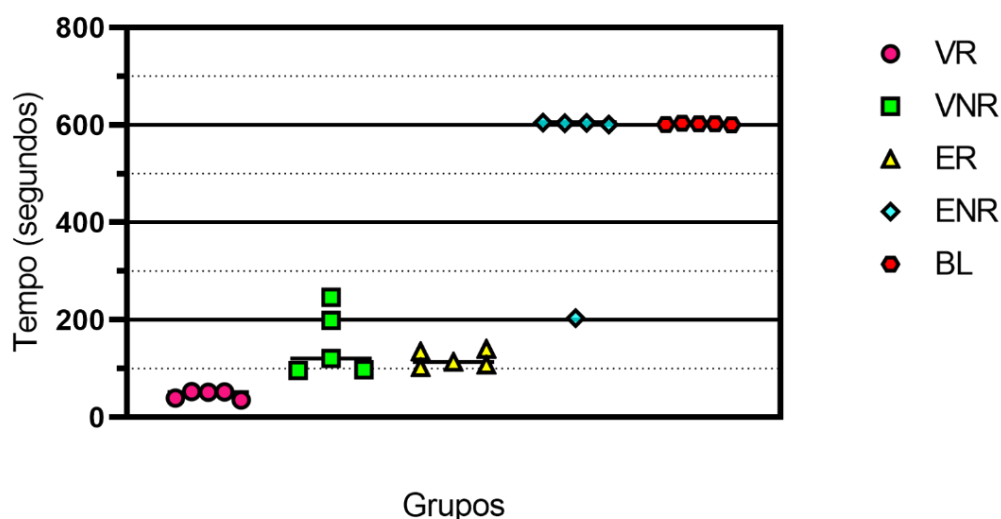
O desempenho do grupo VR e do grupo ER indicam que o treino das relações relevantes foi adequado e suficiente para estabelecer o controle sobre o comportamento dos estímulos relevantes ao problema, ainda que VR demonstrasse um controle maior. Esse resultado é compatível com a literatura de *insight*, na qual as relações relevantes eram pré-requisitos para ocorrência desse fenômeno em uma série de espécies (Epstein et al., 1984; Epstein, 1987, Neves Filho, 2015; 2016; 2019); e também demonstra que o treino das relações relevantes aumenta a eficiência da resolução, mesmo quando não é por *insight*.

O desempenho dos participantes do grupo VNR em comparação com o VR e ER também sugere que apenas o treino de variabilidade diminuiria as interações com estímulos que não são relevantes para a resolução. Isso contradiz a hipótese comentada anteriormente, baseada no estudo de Arnesen (2000), de que a variabilidade poderia aumentar os níveis de tentativa-e-erro, ou seja, maior exploração do ambiente. Os dados mostram que a interação do grupo VNR com os estímulos não-relevantes foi muito baixa, de forma similar ao grupo ER, e muito diferente do grupo ENR. O que sugere que o grupo VNR ficou sob controle das relações relevantes muito rapidamente, com pouco ensaio-erro. Como poderíamos explicar isso? Antes de responder essa questão, analisamos outros parâmetros para poder melhor entender o efeito do treino de variabilidade sobre outras variáveis comportamentais relevantes, como o tempo dispendido e a quantidade e tipo de comportamentos ou cadeias emitidas durante a resolução, para então analisar o comportamento de resolução do problema como um todo.

O parâmetro tempo é uma medida clássica de aprendizagem, pois a aprendizagem de uma tarefa tem sido repetidamente correlacionada com o seu tempo de execução (Daffin Jr, 2021). A Figura 13 mostra o tempo dispendido por cada grupo no ambiente da Fase Teste. A ANOVA Bayesiana indica evidencia extremamente forte para o suposto de que os grupos passariam tempos diferentes na câmara de teste como resultado dos diferentes treinos ( $BF_M = 6.090 \text{ e}+6$ ).

**Figura 13.**

*Tempo dispendido na Fase Teste, por cada participante de cada grupo.*



**Tabela 9.**

*Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre o tempo dispendido na Fase Teste.*

Comparação de Modelos					
Modelos	P(M)	P(M dados)	$BF_M$	$BF_{10}$	erro %
Grupo	0.500	1.000	6.090e+6	1.000	
Modelo Nulo	0.500	1.642e-7	1.642e-7	1.642e-7	0.007

Os testes post-hoc indicam apoio extremamente forte para a proposta de que o tempo do grupo BL seria maior do que os dos grupos VR ( $BF_{10,U} = 1.779\text{e}+11$ ), ER ( $BF_{10,U} = 3.626\text{e}+8$ ), VNR ( $BF_{10,U} = 17,569.079$ ); assim como extremamente forte e forte

de que o grupo ENR seria maior do que os dos grupos VR ( $BF_{10,U} = 62.705$ ), ER ( $BF_{10,U} = 26.839$ ) e VNR ( $BF_{10,U} = 13.960$ ), respectivamente, e fraco na comparação entre os grupos BL e ENR ( $BF_{10,U} = 0.656$ ). Isso apóia a ideia de que a presença do treino não relacionado e de estereotipia em conjunto diminuiu a eficiência na resolução do problema, e que tanto a variabilidade quanto o treino relacionado tiveram um papel importante no aumento dessa eficiência também. Na comparação entre os grupos ER e VR encontramos uma evidência forte de efeito de grupo ( $BF_{10,U} = 556.121$ ) e moderada na comparação entre os grupos VR e VNR ( $BF_{10,U} = 5.999$ ), mas fraca na ER e VNR ( $BF_{10,U} = 0.684$ ), o que também sugere que os treinos relacionados e de variabilidade tiveram um papel similar, ou seja, que ambos aumentaram a eficiência da resolução.

**Tabela 10.**

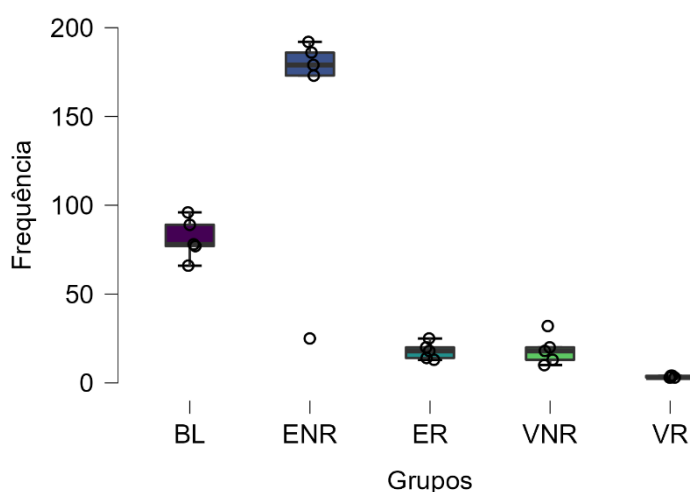
*Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre o tempo dispendido na Fase Teste, por grupo.*

Comparações Post Hoc - Grupos					
		Probabilidade	Probabilidade	$BF_{10,U}$	erro %
		Anterior	Posterior		
BL	ENR	0.320	0.209	0.656	0.002
	ER	0.320	1.158e+8	3.626e+8	7.253e-10
	VNR	0.320	5,613.460	17,569.079	3.779e-6
ENR	VR	0.320	5.683e+10	1.779e+11	6.769e-12
	ER	0.320	8.575	26.839	3.993e-5
	VNR	0.320	4.460	13.960	5.268e-6
ER	VR	0.320	20.035	62.705	2.819e-4
	VNR	0.320	0.218	0.684	0.002
	VR	0.320	177.685	556.121	1.016e-6
VNR	VR	0.320	1.917	5.999	0.007

Quanto à frequência total de cadeias comportamentais emitidas por cada participante, em cada grupo, na Fase Teste, a Figura 14 ilustra as expressivas diferenças também mostradas pela ANOVA Bayesiana ( $BF_M = 7,477.082$ ).

**Figura 14.**

*Frequência total de todas as cadeias comportamentais emitidas durante a Fase Teste.*



**Tabela 11.**

*Valores relativos à ANOVA Bayesiana para diferenças entre a frequência total de todas as cadeias comportamentais emitidas durante a Fase Teste, entre os grupos.*

Comparação de Modelos					
Modelos	P(M)	P(M dados)	$BF_M$	$BF_{10}$	erro %
Grupo	0.500	1.000	7477.082	1.000	
Modelo Nulo	0.500	7.746e-9	1.337e-4	7.746e-9	0.005

Os testes post-hoc na Tabela 12 indicaram evidencia extremamente forte e forte para a nossa previsão de que o grupo VR mostraria menor número de cadeias no momento do teste quando comparada com BL ( $BF_{10,U} = 17,603.791$ ) e ENR ( $BF_{10,U} = 12.009$ ). Por outro lado, as comparações com o grupo ER, que recebeu treino das relações pré-requisitos, mas não de variabilidade; e com o grupo VNR, que foi treinado a variar, mas

não aprendeu as relações pré-requisito, mostraram evidencia fraca ( $BF_{10,U} = 0.495$ ) e moderada ( $BF_{10,U} = 9.969$ ), respectivamente. Esses resultados sugerem que o ensino de um dos dois treinos quase igualou o número de cadeias emitidas, o que reforça a ideia de que o treino de variabilidade poderia ter um efeito similar no controle de estímulos comparado ao treino relacionado, levando a um número menor de comportamentos emitidos durante a resolução. Observa-se também que a maior parte dos participantes do grupo VR emitiu apenas as duas cadeias necessárias para resolver o problema. Se compararmos esses resultados com a Figura 11 e 10 o que também reforça a ideia discutida anteriormente de que o treino de variabilidade associado ao treino relacionado aumentou o controle dos estímulos relevantes sob o comportamento dos participantes.

**Tabela 12.**

*Valores relativos ao teste post-hoc da ANOVA Bayesiana para diferenças entre a frequência total de todas as cadeias comportamentais emitidas durante a Fase Teste, entre os grupos.*

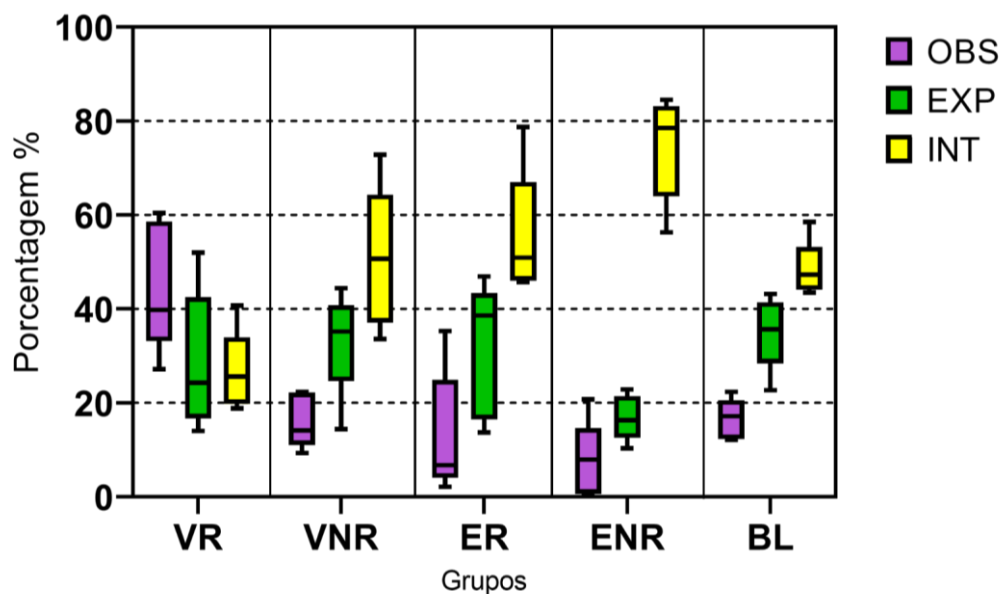
Comparações Post Hoc - Grupos					
		Probabilidade Anterior	Probabilidade Posterior	$BF_{10,U}$	erro %
BL	ENR	0.320	0.527	1.649	0.004
	ER	0.320	857.184	2,682.824	1.177e-5
	VNR	0.320	347.050	1,086.202	1.040e-7
	VR	0.320	5,624.550	17,603.791	3.748e-6
ENR	ER	0.320	3.837	12.009	2.736e-6
	VNR	0.320	3.693	11.558	2.955e-6
	VR	0.320	6.075	19.015	1.617e-5
ER	VNR	0.320	0.158	0.495	3.510e-4
	VR	0.320	37.596	117.668	1.737e-5
VNR	VR	0.320	3.185	9.969	8.936e-6

Finalmente, os dados com relação à locomoção dos sujeitos, ou seja, às categorias OBS, EXP e INT a relação do desempenho dos participantes com o controle de estímulos

ainda mais explícita: enquanto os sujeitos do grupo VR passaram mais tempo, em média, observando a situação problema, do que explorando e interagindo com as ferramentas, todos os outros grupos passaram mais tempo interagindo do que explorando e observando.

**Figura 15.**

*Porcentagem do tempo dispendido em cada modalidade de locomoção na Fase Teste, em cada grupo.*

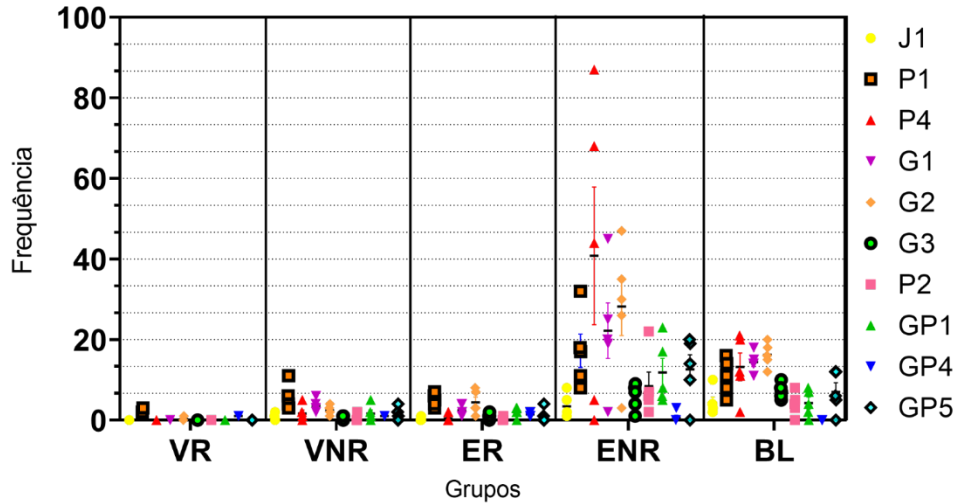


Ademais, a Figura 15 mostra que o grupo ENR passou muito mais tempo interagindo do que explorando ou observando, em média, do que os outros grupos. Somado a isso, ao observarmos as variações individuais na frequência de cadeias comportamentais separadamente por cada grupo, na Fase Teste (Figura 16), observamos uma alta frequência de cadeias comportamentais não apenas irrelevantes para a resolução, mas sobretudo disfuncionais, como a cadeia P4, que consistia atirar portais em superfícies que não abriam portais (ainda que, na Fase de Comandos Básicos, todos os grupos tenham aprendido que emitir a cadeia P4 não resultava em nada).



**Figura 16.**

*Distribuição das frequências totais de emissão de cada cadeia comportamental na Fase Teste, em cada grupo.*



Todas essas diferenças entre os grupos, especialmente se destacarmos a diferença expressiva entre os desempenhos dos grupos VR e ENR, reforça que o que pode estar ocorrendo pode ter haver com o controle de estímulos, envolvendo as funções de cada objeto: enquanto o grupo VR resolve o problema de forma muito mais assertiva, ordenada e eficiente que os grupos VNR e ER, demonstrando estar sob controle das propriedades funcionais mais adequadas para a resolução do problema, o grupo ENR demonstrou uma baixa taxa de resolução, da mesma forma que o grupo BL (que não teve treino algum), demonstrando não estar sob controle das propriedades funcionais mais adequadas para a resolução do problema.

## 5. CONCLUSÕES

Nosso principal objetivo foi avaliar a influência do treino de variabilidade operante sobre o tipo de resolução de problemas. A literatura mostrava evidência de que o treino das relações comportamentais relevantes para a resolução do problema, chamadas

frequentemente de habilidade pré-requisito, era fundamental para observar resoluções do tipo *insight* (Epstein et al., 1984; Epstein, 1987, Neves Filho, 2015; 2016; 2019), entretanto, não havia dados sobre o efeito da história de treino em variar ou repetir.

Partimos do pressuposto de que aprender a variar favoreceria resoluções do tipo *insight*, pois algumas pesquisas prévias mostraram evidência de que treinos de variabilidade operante poderiam facilitar a resolução de problemas (Arnesen, 2000, citado por Neuringer, 2002; Leite & Micheletto, 2020). Para isso, desenvolvemos um procedimento virtual, utilizando o videogame Portal 2®, e submetemos cinco grupos de participantes a treinos específicos. O grupo VR recebeu treino das relações comportamentais relevantes para a resolução do problema e de variabilidade; o grupo VRN recebeu treino de relações comportamentais que não eram relevantes para a resolução do problema e de variabilidade; o grupo ER recebeu treino das relações comportamentais relevantes para a resolução do problema, mas foi ensinado a repetir duas cadeias comportamentais; o grupo ENR recebeu treino de relações comportamentais que não eram relevantes para a resolução do problema e foi ensinado a repetir duas cadeias comportamentais; e por último, o grupo LB que não recebeu treino.

Nossos resultados mostraram que o treino combinado de variabilidade quanto o das habilidades pré-requisitos à situação problema facilitaram a resolução do problema, e que o treino conjunto deles aumentou a probabilidade da resolução apresentada ser do tipo *insight*. Tomados em conjunto, esses resultados corroboram a literatura existente que indicava um efeito facilitador da variabilidade operante em desempenhos criativos ou resoluções de problemas, de maneira geral (Stokes, 1999; Delage, 2011; Arnesen, 2000, citado por Neuringer, 2002, Leite & Micheletto, 2020). Ainda, expandem essa literatura, pois mostram a interação entre aprender a variar e aprender as relações

comportamentais relevantes para resolver o problema, duas histórias de treino que eram investigadas independentemente na pesquisa sobre resolução de problemas.

Uma questão que ainda precisa ser respondida é: como aprender a variar poderia facilitar desempenhos de resolução de problemas do tipo *insight*? Esse estudo foi o primeiro a na literatura comportamental a apresentar esse dado, e por isso outras pesquisas seriam de extrema importância para explorar melhor essa questão. Mas nossa hipótese parte das mudanças que ocorreram ao longo do treino VNR. Ao contrário do grupo ENR, os estímulos presentes em cada câmara da Fase Treino mudavam ou adquiriam uma nova função em cada câmara., ou seja, cada câmara possuía uma lógica distinta, que nunca se repetia. Assim, os participantes do grupo VNR aprenderam que a lógica em cada problema era distinta, e que os estímulos interagiam entre si também de formas distintas em cada câmara, e que prestar atenção a isso era um pré-requisito para uma resolução mais eficiente. Dessa forma, não era apenas o controle de estímulos dos *objetos* para a resolução do problema que estava em jogo, mas o controle do próprio fato de haver uma lógica distinta em cada problema. Dito de outra forma, o grupo VNR foi treinado a discriminar a discriminar, ou seja, a prestar atenção não apenas nos objetos, mas nas regras que estruturavam cada problema. Assim, ao chegarem na Fase Teste, os participantes do grupo VNR perceberam em poucas tentativas de que forma aqueles estímulos completamente novas poderiam interagir para produzir a resolução. Mais pesquisas seriam necessárias para confirmar essa hipótese, sobretudo pesquisas que envolvam um tipo de variabilidade que não seja apenas sobre sequência de respostas somente, mas sobre funções distintas que a relação entre os estímulos e as respostas do organismo podem assumir em cada tentativa.

Isso nos leva a outra questão: como o controle de estímulos pode ter a ver com os resultados de todos os grupos, quando observados em conjunto? Nossa hipótese é que

isso está relacionado a um fenômeno conhecido como formação de *learning sets*. Na origem da construção desse conceito está o trabalho de Harlow (1949), onde foi desenvolvido um procedimento que envolvia a discriminação entre dois estímulos. Nesse procedimento, um estímulo era sempre pareado com alimento, e o outro não. Após atingido um número de apresentações programadas desse par de estímulos, um novo par de estímulos, diferentes do par anterior, era então apresentado. Novamente, apenas um desses novos estímulos estava pareado com alimento, de tal forma que, quando apresentados a um novo par de estímulos, os participantes tinham 50% de chance de acerto.

Harlow (1949) relata que, de forma geral, caso a primeira escolha do sujeito fosse correta (i.e. o estímulo estivesse pareado com alimento), os participantes tendiam a permanecer escolhendo esse estímulo durante todas as outras apresentações desse par de estímulos, e caso a primeira escolha desse novo par de estímulos fosse errada, na segunda tentativa a escolha era imediatamente feita para o outro estímulo. O que mostra que, a partir de repetidas exposições a diferentes situações de discriminação entre dois estímulos os animais aprendiam, eventualmente, a estrutura ou lógica do problema, ou seja, que dado dois estímulos, um sempre seria pareado com alimento e outro não, independentemente de serem estímulos já conhecidos ou totalmente novos.

Harlow (1949), então, desenvolveu o conceito de *learning set* para diferenciar aprendizagens específicas sobre um problema específico, par de estímulos ou posição de estímulos, de aprendizagens que envolvem a lógica ou regras de um problema que são transferidas para outros contextos. A noção de *learning set* indica que repetidas exposições a situações problema diversas podem levar à proficiência da própria capacidade de aprender, a uma melhor aprendizagem sobre como descobrir ou explorar

as possíveis relações funcionais que podem ocorrer entre respostas e estímulos em contextos novos (Neves Filho, 2018).

Dessa forma, o *learning set* é uma aprendizagem de segunda ordem, um “aprender a aprender”, que pode levar a formas mais eficientes de reconhecer e generalizar regras e lógicas distintas, inovar, experimentar e, como consequência, resolver problemas, generalizando essa aprendizagem para outros contextos (Neves Filho, 2018). Isso inclui aquilo que Catania (1999, p.171) chama de uma classe de ordem superior, pois se trata de uma aprendizagem entre relações de estímulos (por exemplo, se X é pareado com comida, Y não é), e não apenas com estímulos ponto a ponto. E, da mesma forma que essa aprendizagem de ordem superior está presente na formação de *learning sets*, o mesmo pode ser observado na ocorrência de resoluções de problema por *insight*.

Harlow (1949), por exemplo, já afirmava que o *learning set* era uma explicação da resolução de problemas por *insight*, pois exemplos de *insight* seriam exemplos de comportamento de sujeitos que entenderam a lógica de uma tarefa, e não uma aprendizagem específica sobre um problema específico:

“O comportamento do ser humano não deve ser entendido em termos dos resultados de situações de aprendizagem únicas, mas sim em termos das mudanças que são afetadas por problemas de aprendizagem múltiplos, embora comparáveis. Nossas características emocionais, pessoais e intelectuais não são o mero somatório algébrico de uma quase infinidade de vínculos estímulo-resposta. A aprendizagem de importância primária para os primatas, pelo menos, é a formação de conjuntos de aprendizagem; é aprender a aprender com eficiência nas situações que o animal frequentemente encontra. Esse aprender a aprender transforma o organismo de uma criatura que se adapta a um ambiente em mudança por tentativa e erro em uma que se adapta por hipóteses e insights.”

(Harlow, 1949, p.51, tradução livre)

Essa descrição é muito próxima da discussão que Shettleworth (2012) realiza, descrevendo o fenômeno do *insight* enquanto uma reestruturação perceptiva do problema o que, por consequência. A pergunta que fica é: o que em um problema é reestruturado

para que a resolução dele ocorra? Uma das respostas pode estar em como um organismo percebe as relações funcionais entre os objetos, ou seja, nas possíveis funções que cada objeto pode assumir, quando em relação à objetos ou à si mesmo, assim como no clássico experimento de Duncker & Lee (1945), onde os participantes precisavam usar uma caixa como suporte, ou em Epstein et al. (1984), onde os participantes precisavam empurrar e subir em uma caixa, ao mesmo tempo. Enquanto em Duncker & Lee (1945) a reestruturação perceptiva do problema estava em perceber que a caixa possuía uma outra função que a de guardar objetos, em Epstein et al. (1984) a reestruturação estava em perceber que a caixa possuía duas funções (que haviam sido aprendidas separadas) ao mesmo tempo. Dessa forma, assim como Duncker & Lee (1945) utilizam o termo fixação funcional quando os sujeitos não conseguem resolver uma tarefa, podemos pensar que a reestruturação perceptiva de um problema envolve uma certa “flexibilidade funcional”: a capacidade de perceber diferentes funções associadas a um ou mais objetos distintos e comportar-se sob controle delas.

Santana & Garcia-Mijares (2021) já apontaram a relação entre flexibilidade comportamental, inovação e resolução de problemas por *insight*, argumentando que a capacidade dos organismos de se adaptarem a novas circunstâncias de maneira apropriada e útil depende, em larga escala, de um controle de estímulos adequado para as situações problema que se depara, o que envolve, por exemplo, discriminar quais ferramentas ou comportamentos podem ser úteis em contextos específicos, mas também ser capaz de generalizar essas mesmas aprendizagens para problemas que possuam algum grau de similaridade. Dessa forma, parece razoável propor que a capacidade de estar sob controle de funções variadas em cada ferramenta ou objeto, flexibilizando, assim, a maneira de comportar-se conforme os estímulos discriminativos disponíveis, é uma capacidade não apenas útil, do ponto de vista da resolução, mas necessária, do ponto de vista da

sobrevivência de um indivíduo ao longo de sua existência, ou ainda da sobrevivência de uma espécie inteira (Santana & Garcia-Mijares, 2021).

Essa flexibilidade funcional poderia explicar o porquê dos grupos com treino relacionado resolveram o problema de forma mais eficiente do que os grupos com treino não relacionado: eles foram expostos e exploraram as funções dos objetos presentes na própria situação problema, o que muito provavelmente facilitou a resolução dela. Uma conclusão bem similar àquela encontrada no trabalho de Birch (1945). E, da mesma forma, ainda que tanto o grupo VR como o grupo ER desconhecessem a função que os objetos do problema final possuíam quando usados combinadamente (o que era necessário para a resolução do problema final), o fato do grupo VR ter demonstrado desempenhos melhores se deu, muito provavelmente, pois os participantes desse grupo foram reforçados a explorar diferentes funções nos mesmos objetos, o que pode ter facilitado na percepção dessa nova função. Dito de outra forma: assim como os treinos relacionados podem ter contribuído para colocar o comportamento dos participantes sob controle das funções adequadas de cada objeto para a resolução do problema (o que, por sua vez, contribuiu para desempenhos melhores, i.e. com menos erros e menos tempo de resolução), o treino de variabilidade relacionada colocou os participantes sob controle de uma ampla variedade de funções que esses objetos tinham, enquanto que o treino da estereotipia relacionada colocou os participantes sob controle de muito menos funções.

Isso parece sugerir que, especialmente nos grupos VR e VNR, houve a formação de um *learning set*. A variabilidade presente em ambos grupos pode ter produzido, como comentado anteriormente para o grupo VNR, uma discriminação de segunda ordem (i.e. discriminar a discriminar), onde aprendia-se que cada câmara apresentava uma lógica de resolução distinta, e, portanto, as interações entre as respostas do organismo e os estímulos possuíam consequências distintas em cada câmara. No caso do grupo VR, esse

tipo de aprendizagem, somado ao fato desse grupo ter ficado sob controle de distintas funções, explicaria a maior ocorrência de *insights*, maior tempo observando o problema, e menor interação com a quantidade expressiva de estímulos não-relevantes quando comparado ao grupo ER. No caso do grupo VNR, essa aprendizagem de segunda ordem impediu que esse grupo insistisse em comportamentos disfuncionais ou em interagir com estímulos não-relevantes em relação a resolução do problema, algo que aconteceu ocorreu no grupo ENR. Assim, ainda que o grupo VNR tivesse repertório mínimo em relação aos objetos da Fase Teste, os dados indicam que esse grupo ficou rapidamente sob controle das relações relevantes para a resolução, de forma muito similar ao grupo ER, que recebeu o treino de relações relevantes.

E, aqui, a relação entre variabilidade operante, controle de estímulos e resolução de problemas por *insight* parece ficar mais evidente: diante de uma história de aprendizagem na qual não apenas a emissão de qualquer variação no comportamento acessa o reforço, mas que essas variações estejam relacionadas à lógica de um problema, ou a um critério pré-estabelecido de funções (i.e. critérios relacionados às propriedades funcionais das ferramentas necessárias para a resolução de um problema), o sujeito pode, então, aprender que, naquele contexto, não somente é necessário inovar, mas que existem formas específicas em se pode inovar para que um problema seja resolvido, reduzindo então a ocorrência de fixação funcional, e aumentando a ocorrência de flexibilidade funcional.

Assim, sujeitos expostos repetidamente a situações nas quais o variar é reforçado poderiam, é claro, se tornar exímios inovadores, como os experimentos de Delage (2011), Arnesen (2000, citado por Neuringer, 2002) e Leite & Micheletto (2020) demonstram, mas sujeitos expostos repetidamente a situações problema distintas onde o variar é necessário, e onde as variações estão relacionadas a um problema ou um conjunto de problemas



específicos, se tornam não apenas exímios inovadores, mas também exímios solucionadores de problemas, capazes de manipular uma variedade maior das funções disponíveis em cada objeto, como nossos dados parecem mostrar. Afinal, não se está reforçando um comportamento específico, mas sim uma classe ampla de respostas, que atende a critérios de inovação e de resolução ao mesmo tempo, o que caracterizaria uma classe de ordem superior (Catania, 1999; Neves Filho, 2018).

A formação de *learning sets* poderia ser, assim, o processo fundamental da transição gradual do amadorismo para o profissionalismo, sendo os treinos relacionados e a variabilidade comportamental aprendida, muito provavelmente, partes essenciais para essa transição, onde o sujeito se torna cada vez mais propenso a perceber e ficar sob controle de relações funcionais variadas entre os objetos ou ferramentas que manipula durante uma situação problema, e, então, a ter maior ocorrência de *insights* dentro do seu campo de especialização. Como Neves Filho (2018) aponta, um instrumentista veterano se diferencia de um amador pelo tempo de exposição e pelas repetidas exposições a variações de formas de interagir com um instrumento, seja por meio de técnicas distintas ou execução de músicas distintas. O mesmo vale para um pintor que domina diferentes estilos, ou um matemático que domina diferentes fórmulas e teorias dos números (cf. Resnick, Wang & Kaplan, 1973).

Dessa forma, além de apontar uma relação que não havia sido investigada antes entre fenômenos já bem estudados, a discussão e os resultados apresentados aqui são apenas um começo, pois abrem um caminho para um novo campo de investigação: a intersecção entre variabilidade operante e controle de estímulos como processos importantes para se produzir resoluções do tipo *insight*.

Algumas limitações deste trabalho limitam a generalidade dos nossos resultados. Por exemplo, poderíamos melhorar o desenvolvimento da Fase Treino, sem alguns dos

problemas que foram observados, e ainda assim observar resultados similares? Os mesmos padrões observados poderiam ser observados em tarefas não-virtuais, ou, ainda, em tarefas virtuais distintas daquela que o Portal 2® oferece? Diferenças na quantidade de tentativas disponíveis ao longo da Fase Treino, ou seja, uma exposição maior ao treino de variabilidade ou ao de estereotipia poderiam afetar na relação entre variabilidade comportamental e resolução de problemas por *insight*, mostrando outros resultados daqueles que foram relatados aqui? O treino de variabilidade poderia de fato ser considerado um *learning set* no caso do grupo VNR? Mais estudos nessa direção, dedicados a compreender a relação entre os fenômenos abordados aqui poderiam ser de grande valia para, por exemplo, entender como o processo de transição do amadorismo para o profissionalismo se dá. Como consequência, poderiam auxiliar a construir um terreno fértil para a elaboração e implementação de uma série de medidas educativas que facilitem essa transição, formando pessoas mais analíticas, criativas e capazes de propor soluções eficientes para os problemas complexos que o século XXI enfrenta.

## 6. REFERÊNCIAS

- Arnold, M.A.; Newland, M.C. (2018). Variable Behavior and Repeated Learning in Two Mouse Strains: Developmental and Genetic Contributions. *Behavioural Processes*. DOI: 10.1016/j.beproc.2018.06.007.
- Birch, H. G. (1945). The relation of previous experience to insightful problem-solving. *Journal of Comparative Psychology*, 38(6), 367. <https://doi.org/10.1037/h0056104>
- Blaisdell, A. P., Stolyarova, A., & Stahlman, W. D. (2016). The Law of Expect or a Modified Law of Effect?. *Conductual*, 4(2).
- Bartlett, R., Wheat, J., & Robins, M. (2007). Is movement variability important for sports biomechanists? *Sports Biomechanics*, 6, 224–243.
- Boakes, R. (1984). *From Darwin to behaviourism*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Carvalho Neto, M. B., Barbosa, J. I., Neves Filho, H. B., Delage, P. E. G. A. & Borges, R. P. (2016). Behavior Analysis, creativity and insight. Em J. C. Todorov. (Ed.). *Trends in behavior analysis: Volume 1*. Brasília: Technopolitik Editora.
- Catania, A. C. (1999). Aprendizagem: Linguagem, comportamento e cognição. *Porto Alegre: Artmed*.
- Csikszentmihalyi, M., & Getzels, J. W. (1971). Discovery-oriented behavior and the originality of creative products: A study with artists. *Journal of personality and social psychology*, 19(1), 47.
- Csikszentmihalyi, M., & Getzels, J. W. (1988). Creativity and problem finding in art.

- Cziko, G. A. (1998). From blind to creative: In defense of Donald Campbell's selectionist theory of human creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 32(3), 192-209.
- Daffin Jr, L. W. (2021). Principles of Learning and Behavior.
- Davids, K., Glazier, P., Araujo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical systems. *Sports Medicine*, 33(4), 245-260.
- Davidson, J. E., Sternberg, R. J., & Sternberg, R. J. (Eds.). (2003). *The psychology of problem solving*. Cambridge university press.
- Davis, G. A. (1966). Current status of research and theory in human problem solving. *Psychological Bulletin*, 66(1), 36.
- Daw, N. D., O'doherty, J. P., Dayan, P., Seymour, B., & Dolan, R. J. (2006). Cortical substrates for exploratory decisions in humans. *Nature*, 441(7095), 876-879.
- Dawson, V. L., D'Andrea, T., Affinito, R., & Westby, E. L. (1999). Predicting creative behavior: A reexamination of the divergence between traditional and teacher-defined concepts of creativity. *Creativity Research Journal*, 12(1), 57-66.
- De Souza Barba, L. (2012). Operant variability: A conceptual analysis. *The Behavior Analyst*, 35(2), 213-227.
- Delage, P. E. G. A. (2011). Transferência de aprendizagem no uso de ferramentas por Macacos-Prego (*Cebus cf apella*). (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- Denney, J., & Neuringer, A. (1998). Behavioral variability is controlled by discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 26(2), 154-162.
- Dicionário Michaelis. (s.f.). Problema. Retirado em 21 de março de 2021 de: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/problema/>

- Duncker, K., & Lees, L. S. (1945). On problem-solving. *Psychological monographs*, 58(5), i.
- Epstein, R. (1983). Resurgence of previously reinforced behavior during extinction. *Behaviour Analysis Letters*, 3(6), 391-397.
- Epstein, R. (1985). The spontaneous interconnection of three behaviours. *The Psychological Record*, 35, 131-141.
- Epstein, R. (1987). The spontaneous interconnection of four repertoires of behaviour in a pigeon (*Columba livia*). *Journal of Comparative Psychology*, 101(2), 197-201.
- Epstein, R. (1990). Generativity theory and creativity.
- Epstein, R. (1991). Skinner, creativity, and the problem of spontaneous behavior. *Psychological Science*, 2(6), 362-370.
- Epstein, R. (1999). Generativity theory. *Encyclopedia of creativity*, 1, 759-766.
- Epstein, R. (2014). On the orderliness of behavioral variability: Insights from generativity theory. *Journal of Contextual Behavioral Science*, 3(4), 279-290.
- Epstein, R., & Medalie, S. D. (1983). The Spontaneous Use of a Tool by a Pigeon. *Behaviour Analysis Letters*, 3, 241-247.
- Epstein, R., Kirshnit, C. E., Lanza, R. P., Rubin, L. C. (1984). 'Insight' in the Pigeon: antecedents and determinants of an intelligent performance. *Nature*, 308, 61-62.
- Fleck, J. I.; Weisberg, R. W. (2013). Insight versus analysis: Evidence for Diverse Methods in Problem-Solving. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(4), 436-463.
- Foerder, P.; Galloway, M.; Barthel, T.; Moore, D.E. Reiss, D. (2011). Insightful Problem Solving in an Asian Elephant. *PLoS ONE* 6(8): e23251. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023251>
- Gharib, A., Gade, C., & Roberts, S. (2004). Control of variation by reward probability. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 271–282.

- Goetz, E. M. & D. M. Baer. "Social Control of Form Diversity and the Emergence of New Forms in Children's Blockbuilding." *Journal of Applied Behavior Analysis* 6 (1973): 209–17.
- Goetz, E. M. & D. M. Baer. "Reinforced Variability in Animals and People: Implications for Adaptive Action." *American Psychologist* 59 (2004): 891–906.
- Gordus, A., Pokala, N., Levy, S., Flavell, S. W., & Bargmann, C. I. (2015). Feedback from Network States Generates Variability in a Probabilistic Olfactory Circuit. *Cell*, 161, 215-227.
- Gruber, H. E. (1988). The evolving systems approach to creative work. *Creativity Research Journal*, 1(1), 27-51.
- Holman, J., Goetz, E. M., & Baer, D. M. (1977). The training of creativity as an operant and an examination of its generalization characteristics. Em B. Etzel, J. Le Blanc, & D. M. Baer (Eds.), *New developments in behavioral research: Theory, method and application* (pp. 441-471). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Holth, P. (2008). What is a problem? Theoretical conceptions and methodological approaches to the study of problem solving. *European Journal of Behavior Analysis*, 9(2), 157-172.
- Hunziker, M. H. L., & Moreno, R. (2000). Análise da noção de variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 16(2), 135-143.
- Hunziker, M. H. L., Caramori, F. C., da Silva, A. P., & de Souza Barba, L. (2012). Efeitos da história de reforçamento sobre a variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 14(2), 149-159.

- Hunziker, M. H. L., Lee, V. P. Q., Ferreira, C. C., Silva, A. P. D., & Caramori, F. C. (2002). Variabilidade comportamental em humanos: efeitos de regras e contingências. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *18*, 139-147.
- Köhler, W. (1925/1959). *The mentality of apes* (E. Winter, Trans.). New York, USA: Vintage Books.
- Kozbelt, A., & Serafin, J. (2009). Dynamic evaluation of high-and low-creativity drawings by artist and nonartist raters. *Creativity Research Journal*, *21*(4), 349-360.
- Janos, P. M., & Robinson, N. M. (1985). Psychosocial development in intellectually gifted children.
- Leite, E. F. D. C., & Micheletto, N. (2020). Reforçamento da variabilidade comportamental na resolução de problemas. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, *72*(1), 204-220.
- Maier, N. R. (1931). The solution of a problem and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, *12*(2), 181.
- Manoel, E. D. J., & Connolly, K. J. (1995). Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, *19*, 129-147.
- McCrae, R. R. (1987). Creativity, divergent thinking, and openness to experience. *Journal of personality and social psychology*, *52*(6), 1258.
- Modlmeiera, A. P., & Foitzika, S. (2011). Productivity increases with variation in aggression among group members in *Temnothorax* ants. *Behavioral Ecology*, *22*, 1026-1032.
- Neto, R. S. P., Araújo, S. A., Oliveira, M. P., Neves Filho, H. B., & Tatmatsu, D. I. B. (2019). Modelo experimental de recombinação de repertórios em humanos em um ambiente virtual. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*.

- Neuringer, A. (1993). Reinforced variation and selection. *Animal Learning & Behavior*, 21(2), 83-91.
- Neuringer, A. (2002). Operant variability: Evidence, functions, and theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 672–705.
- Neuringer, A. (2003). Creativity and reinforced variability. In *Behavior theory and philosophy* (pp. 323-338). Springer, Boston, MA.
- Neuringer, A. (2004). Reinforced variability in animals and people: Implications for adaptive action. *American Psychologist*, 59, 891–906.
- Neuringer, A., Deiss, C., & Olson, G. (2000). Reinforced variability and operant learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26(1), 98.
- Neves-Filho, H. B., Carvalho-Neto, M. B., Taybelbaum, G. P. T., Malheiros, R. S., Knaus, Y. C. (2016). Effects of different training histories upon manufacturing a tool to solve a problem: insight in capuchin apes (*Sapajus* spp.). *Animal Cognition*, 1. DOI: 10.1007/s10071-016-1022-1.
- Neves Filho, H. B., Knaus, Y. C., & Taylor, A. H. (2019). New Caledonian crows can interconnect behaviors learned in different contexts, with different consequences and after exposure to failure. *International Journal of Comparative Psychology*, 32.
- Neves Filho, H. B.; Stella, L. D.; Dicezare, R. H.; & Garcia-Mijares, M. (2015). Insight in the white rat: spontaneous interconnection of two behaviours in *Rattus norvegicus*. *European Journal of Behaviour Analysis*, 16(2). DOI: 10.1080/15021149.2015.1083283.



- Neves Filho, H. B. (2018). *Criatividade: suas origens e produtos sob uma perspectiva comportamental*. Fortaleza: Imagine Publicações.
- Page, S., & A. Neuringer. "Variability Is an Operant." *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 11 (1985): 429–52.
- Pepperberg, I. M. (2015) Creativity and Innovation in the Grey Parrot (*Psittacus erithacus*). In A. B. Kaufman & J. C. Kaufman, (Eds.), *Animal Creativity and Innovation* (pp 3-25) London: Elsevier Academic Press.
- Pryor, K., R. Haag, and J. O'Reilly. "The Creative Porpoise: Training for Novel Behavior." *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 12 (1969): 653–61.
- Raaheim, K. (1961). *Problem solving: A new approach*.
- Raaheim, K., & Kaufmann, G. (1974). Is there a general problem-solving ability?. *The Journal of General Psychology*, 90(2), 231-236.
- Riley, M. A., & Turvey, M. T. (2002). Variability and determinism in motor behavior. *Journal of Motor Behavior*, 34 (2), 99-125.
- Rodrigues, R., & Garcia-Mijares, M. (2021). To fail or not to fail? The effects of extinction on creative problem-solving. *Psychological Record*.
- Romanes, G. J. (1892). *Animal intelligence*. New York, USA: D. Appleton and Company.
- Runco, M. A. (1993). Operant theories of insight, originality, and creativity. *American Behavioral Scientist*, 37(1), 54-67.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity research journal*, 24(1), 92-96.

- Santana, L. H., & Garcia-Mijares, M. (2021). Animal Creativity as a Function of Behavioral Innovation and Behavior Flexibility in Problem-solving Situations. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12124-02009586-5>.
- Scandura, J. M. (1971). A theory of mathematical knowledge: Can rules account for creative behavior?. *Journal for Research in Mathematics Education*, 183-196.
- Shahan, T. A., & Chase, P. N. (2002). Novelty, stimulus control, and operant variability. *The Behavior Analyst*, 25(2), 175-190.
- Shettleworth, S. J. (2012). Do animals have insight, and what is insight anyway?. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 66(4), 217.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Macmillan.
- Skinner, B. F. (1953). Some contributions of an experimental analysis of behavior to psychology as a whole. *American Psychologist*, 8(2), 69.
- Skinner, B. F. (1984). The evolution of behavior. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 41(2), 217.
- Skinner, B. F. (1984). An operant analysis of problem solving. *Behavioral and brain sciences*, 7(4), 583-591.
- Souza, A. D. S., & Abreu-Rodrigues, J. (2010). Discriminative properties of vary and repeat contingencies. *Behavioural Processes*, 85(2), 116-125.
- Souza, A. D. S., Abreu-Rodrigues, J., & Baumann, A. A. (2010). History effects on induced and operant variability. *Learning & Behavior*, 38(4), 426-437.

- Stahlman, W. D., Leising, K. J., Garlick, D., & Blaisdell, A. P. (2013). There is room for conditioning in the creative process: Associative learning and the control of behavioral variability. *The neuroscience of creativity*, 45-67.
- Sternberg, R. J. (2005). Creativity or creativities?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(4-5), 370-382.
- Stokes, P. D. (1999). Learned variability levels: Implications for creativity. *Creativity Research Journal*, 12(1), 37-45.
- Stokes, P. D. (2014). Thinking inside the tool box: Creativity, constraints, and the colossal portraits of Chuck Close. *The Journal of Creative Behavior*, 48(4), 276-289.
- Sturz, B. R., Bodily, K. D., & Katz, J. S. (2009). Dissociation of past and present experience in problem solving using a virtual environment. *CyberPsychology & Behavior*, 12(1), 15-19.
- Taylor, A. H., Elliffe, D., Hunt, G., & Gray, R. D. (2010). Complex cognition and behavioural innovation in New Caledonian crows. *Proceedings of the Royal Society B*, 277, 2637-2643.
- Terrace, H. S. (1963). Discrimination learning with and without "errors" 1. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 6(1), 1-27.
- Thorndike, E. L. (1898) Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals. *Psychological Review Monograph Supplement*, 2, 1-109.
- van Doorn, J., van den Bergh, D., Böhm, U., Dablander, F., Derks, K., Draws, T., ... & Wagenmakers, E. J. (2021). The JASP guidelines for conducting and reporting a Bayesian analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(3), 813-826.

- Vitz, P. C. (1966). Affect as a function of stimulus variation. *Journal of experimental psychology*, 71(1), 74.
- Wallace, D. B., & Gruber, H. E. (Eds.). (1989). *Creative people at work: Twelve cognitive case studies*. Oxford University Press on Demand.
- Wagenmakers, E. J., Love, J., Marsman, M., Jamil, T., Ly, A., Verhagen, J., ... & Morey, R. D. (2018). Bayesian inference for psychology. Part II: Example applications with JASP. *Psychonomic bulletin & review*, 25(1), 58-76.
- Ward, T. B., Smith, S. M., & Finke, R. A. (1999). Creative cognition. *Handbook of creativity*, 189, 212.
- Winner, E. (1996). *Gifted children* (Vol. 1). New York: Basic Books.
- Winston, A. S., & Baker, J. E. (1985). Behavior analytic studies of creativity: A critical review. *The Behavior Analyst*, 8(2), 191-205.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity*. Hoboken, USA: John Wiley and Sons.
- Woodworth, R. S. (1929). *Psychology (Rev. ed.)*. Oxford, England: Holt.
- Wu, H. G., Miyamoto, Y. R., Castro, L. N. C., Ölveczky, B. P., & Smith, M. A. (2014). Temporal structure of motor variability is dynamically regulated and predicts motor learning ability. *Nature Neuroscience*, 17 (2), 312-321.

## ANEXO A

### QUESTIONÁRIO DE EXPERIÊNCIA PRÉVIA COM VIDEOGAMES

Nome:

Idade:

Sexo:

Esse questionário foi desenvolvido para avaliar sua experiência prévia com jogos digitais de maneira geral, incluindo PC, Xbox, PS3, PS4, e qualquer outra plataforma. Marque com um “X” na opção escolhida. Por favor, responda da forma mais precisa possível cada pergunta e adicione comentários no local indicado se achar necessário detalhar melhor sua resposta.

**+ Quando foi a primeira vez que jogou algum jogo digital?**

- 1) Há mais de 15 anos
- 2) Entre 15 anos e 5 anos atrás
- 3) Entre 5 anos e 1 ano atrás
- 4) Há menos de 1 ano

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Desde lá, com que frequência tem jogado?**

- 1) Quase todas as semanas
- 2) Quase todos os meses
- 3) Algumas vezes no ano
- 4) Algumas vezes a cada 3 anos

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Quando você jogou algum jogo digital pela última vez?**

- 1) Entre ontem e semana passada
- 2) Entre semana passada e 2 meses atrás
- 3) Entre 2 meses atrás e ano passado
- 4) Antes ainda do ano passado

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Pense nessa última vez que você jogou, de acordo com a sua resposta anterior. Com qual frequência e intensidade jogou nesse período?**

- 1) Todos os dias da semana
- 2) 1 vez na semana
- 3) 1 vez no mês
- 4) 1 vez no ano

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Quantas horas, quando vai jogar ou jogou pela última vez, costuma passar?**

- 1) Mais de 5 horas
- 2) De 2 horas à 5 horas
- 3) De 1 hora à 2 horas
- 4) Menos de 1 hora

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Com qual tipo de jogo você possui maior experiência ou tem maior preferência? Selecione mais de uma opção, se achar necessário, e elenque-as em ordem decrescente, ou seja, do tipo que você mais jogou para o que menos jogou.**

- 1) Puzzles, problem-solving (Ex.: Candycrush, AngryBirds, Sudoku, Zelda)
- 2) Jogos de edição e simulação (mundo aberto) (Ex.: The Sims, Minecraft, Little Big Planet)
- 3) Jogos de ação ou FPS (Ex.: GTA, FarCry, Mario, Counter Strike)
- 4) RTS (Real Time Strategy) – estratégia (Ex: Red Alert, Starcraft, Warcraft, Age of Empires)
- 5) MOBA (Ex: League of Legends, Dota, Smite)
- 6) RPG (Ex: World of Warcraft, Tibia, Skyrim)

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria sua habilidade com jogos eletrônicos que envolvam o uso de mouse e teclado, ao mesmo tempo?**

- 1) Muito Alta
- 2) Alta
- 3) Média
- 4) Baixa
- 5) Muito Baixa

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria sua habilidade com jogos eletrônicos que envolvam o uso de algum joystick?**

- 1) Muito Alta
- 2) Alta
- 3) Média
- 4) Baixa
- 5) Muito Baixa

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**+ Entre jogos eletrônicos que usam teclado e mouse, e jogos que usam joystick, com que tipo você possui mais experiência ou tem maior preferência?**

- 1) Teclado e mouse
- 2) Joystick

Comentários (opcional) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ANEXO B

### ANÁLISES ESTATÍSTICAS EXTRAS

**Tabela 13.** Resultados Descritivos e do teste Kruskal-Wallis para Comparações entre as respostas dos grupos VR, VNR, ER, ENR e BL ao Questionário de Experiência Prévia com Videogames.

Questão	$\chi^2$	df	p
Quando foi a primeira vez que jogou algum jogo digital?	6.35	4	0.174
Desde lá, com que frequência tem jogado?	3.09	4	0.543
Quando você jogou algum jogo digital pela última vez?	2.82	4	0.588
Pense nessa última vez que você jogou, de acordo com a sua resposta anterior. Com qual frequência e intensidade jogou nesse período?	1.32	4	0.858
Quantas horas, quando vai jogar ou jogou pela última vez, costuma passar?	2.40	4	0.663
Com qual tipo de jogo você possui maior experiência ou tem maior preferência? Selecione mais de uma opção, se achar necessário, e elenque-as em ordem decrescente, ou seja, do tipo que você mais jogou para o que menos jogou.	9.83	4	0.043
Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria sua habilidade com jogos eletrônicos que envolvam o uso de mouse e teclado, ao mesmo tempo?	1.70	4	0.791
Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria sua habilidade com jogos eletrônicos que envolvam o uso de algum joystick?	5.42	4	0.247
Entre jogos eletrônicos que usam teclado e mouse, e jogos que usam joystick, com que tipo você possui mais experiência ou tem maior preferência?	0.00	4	1.000