

**Título do projeto:** Discriminação de durações através de multi estímulos: uma proposta de desenho experimental

**Palavras-chave do projeto:** Percepção Temporal, Cognição

**Área de conhecimento do projeto:** Psicologia Experimental, Neurociência.

## **Resumo**

Nós humanos usamos a percepção de durações de centenas de milissegundos a segundos para processamentos sensoriais, planejamento motor e funções cognitivas. Apesar de estudos identificarem correlatos neurais dessa capacidade de estimar durações, ainda há lacunas no entendimento de como o processamento de estímulos temporais ocorre em nosso sistema nervoso central. Por exemplo, em tarefas de categorização de durações entre curto e longo, alguns estudos com eletroencefalografia captaram padrões que parecem se relacionar às durações, mas mais especificamente, a aspectos decisoriais. Nestes experimentos, são comumente apresentados um estímulo de referência e um de comparação, na modalidade visual ou auditiva, de forma contínua, ou seja, uma duração com um início e um fim. Os sinais eletrofisiológicos correlatos são observados após esses estímulos de comparação, porém parecem estar presentes apenas para durações de categoria “curta”, e ausentes na categoria “longa”. Para poder investigar melhor esse correlato eletrofisiológico, é necessário um novo tipo de desenho experimental que permita avaliar o sinal neural ao longo do intervalo temporal. Portanto, nosso objetivo no presente projeto é desenvolver e testar um desenho experimental em que o estímulo de comparação seja multi estímulos, ou seja, a duração final é composta da soma de diversas durações menores.

## Introdução

A percepção de tempo na escala de centenas de milissegundos a segundos é essencial para animais e humanos em capacidade sensoriais, motoras e cognitivas. Porém, ainda há muitas lacunas no entendimento de como o processamento de estímulos temporais ocorre em nosso sistema nervoso. Estudos com diferentes métodos de captura de atividade neural, como eletroencefalografia (EEG) e ressonância magnética funcional tentam desvendar o processamento temporal nas redes neurais em humanos. Por exemplo, registros de atividade elétrica através do EEG revelam alguns marcadores que se associam com as durações a serem estimadas e a aspectos decisionais (Kononowicz, van Rijn & Meck, 2018).

Discriminar diferentes durações está diretamente ligada à tomada de decisão, e é um assunto bastante estudado dentro do campo de percepção temporal. Propostas recentes aproximaram o processamento temporal com modelo de deriva-difusão de tomada de decisão (Balci & Simen, 2016). Esse modelo, adaptado para discriminação de durações entre curto e longo, postula que evidência é acumulada em direção a um de dois limites decisionais ao longo da apresentação de uma duração de comparação. De maneira geral, a evidência é gradualmente acumulada e cada resposta é representada por limites de decisão separados. No caso de discriminação de intervalos, esse modelo se separa em dois estágios, um durante a apresentação da duração e outro estágio logo após o término da duração, no qual há os limites decisionais (Balci & Simen, 2016).

Em tarefas de discriminação e categorização de durações entre curto e longo, estudos recentes de eletroencefalografia mostraram que potenciais evocados após o estímulo de comparação estão relacionados a distância entre o intervalo de referência e comparação, além de se correlacionarem com a resposta dada (Bueno & Cravo, 2021; Silvestrin, Claessens & Cravo, 2022). No entanto, esses sinais parecem se distinguir bem quando o intervalo de comparação é mais curto que dada referência, mas para durações mais longas, esse componente é ausente (Bueno & Cravo, 2021; Silvestrin, Claessens & Cravo, 2022). Isso pode nos mostrar que, se levarmos em conta o modelo em dois estágios de deriva-difusão (Balci & Simen, 2016), é possível que para estímulos mais longos que a referência, a decisão seja tomada logo no primeiro estágio. Nesse caso, não veríamos o marcador eletrofisiológico após o término do estímulo para intervalos longos.

Um detalhe desses estudos é que a duração é apresentada por um estímulo visual único e constante. Portanto torna-se difícil medir decisões ao longo da apresentação do estímulo de comparação. Nossa proposta nesse projeto é desenvolver uma tarefa de

discriminação de durações em que a duração de comparação seja a soma de intervalos de estímulos visuais consecutivos. O desenvolvimento e testes desse tipo de tarefa são importantes para averiguar se, em termos comportamentais, é uma tarefa factível e semelhante às tradicionais tarefas de discriminação de intervalos temporais únicos. Assim, projetos futuros que queiram medir aspectos decisionais de processamento neural através de métodos como EEG possam usar essa tarefa como base. A realização de tarefas de categorização sensorial através de multi-estímulos é comum em outras áreas de tomada de decisão perceptual, como por exemplo, a decisão sobre a orientação média de uma sequência de padrões espaciais do tipo Gabor (Wyart, de Gardelle, Scholl & Summerfield, 2012). Porém, desconhecemos tarefas de discriminação de durações em si que utilizam esse tipo de desenho. No caso, em vez dos participantes estimarem uma média da magnitude de interesse (duração), ela deverá somar essas magnitudes.

## **Objetivos e metas**

O principal objetivo desse projeto é desenvolver e validar uma tarefa de discriminação temporal através da soma de durações de vários estímulos visuais. Para isso precisaremos realizar testes pilotos e um desenho que seja comparável comportamentalmente com tarefas de discriminação temporal de estímulos visuais únicos e contínuos. O desenvolvimento desse tipo de tarefa é importante para estudos posteriores de tomada de decisão usando técnicas de captura de atividade neural.

Além dos objetivos específicos da pesquisa, o projeto irá proporcionar ao aluno de graduação maior aproximação com a metodologia de desenvolvimento de desenho experimental, coleta e análises de dados. Estas são habilidades importantes no desenvolvimento acadêmico e científico para o estudante.

## **Metodologia**

O protocolo de pesquisa será submetido para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFABC. Mediante aprovação, serão recrutados idealmente 20 voluntários por experimento, com funções visuais e motoras compatíveis com a execução da tarefa. Valem como critérios de exclusão o relato de uso de substâncias psicoativas como medicamentos ansiolíticos ou a

presença auto relatada de problemas neurológicos. Todos os voluntários assinarão termos de consentimento livre e esclarecido e não receberão compensação monetária.

### **Aparato Experimental**

O experimento será desenvolvido através de um computador, usando linguagens que o laboratório já tem grande experiência, como Matlab ou PsychoPy, a depender se a tarefa acontecerá online ou presencial (decisão que será tomada baseada na evolução da situação sanitária devido a Covid-19). Portanto, mesmo que haja novas restrições para atividades presenciais na universidade, o projeto não terá seu andamento afetado. O laboratório no qual o projeto será realizado possui o aparato e software para realização do projeto.

### **Procedimento Experimental**

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento e validação do experimento. Por isso, o experimento apresentado poderá ser adaptado ao longo da execução do projeto. Apresentamos, neste primeiro projeto, o desenho geral do experimento.

### **Desenho Experimental**

Cada participante realizará duas tarefas de discriminação temporal: uma através da apresentação de dois estímulos visuais contantes em sequência e outra da apresentação de um estímulo contínuo e outro, o estímulo de comparação, apresentado de forma descontínua. Em ambas tarefas o participante deverá, em cada tentativa, comparar a duração do segundo estímulo com o primeiro, julgando se durou mais ou menos tempo (se foi mais curto ou mais longo que o primeiro estímulo). Na segunda tarefa, com a apresentação de multi estímulos visuais, o participante deverá somar as durações a fim de realizar seu julgamento. O desenho experimental inicial é apresentado na figura 1.

Em um primeiro momento, a ideia é de usar como intervalos de referência ( $t_1$ ) durações que variam entre 1,2 s e 5,8 s (média de 3,5 s). Na tarefa de estímulos contínuos, o  $t_2$  terá durações que variam entre metade e dobro da referência. Na tarefa de multi estímulos, a soma total dos estímulos assumirá durações também entre metade e dobro da referência, porém esta duração total será dividida aleatoriamente entre quatro estímulos de durações menores. Novamente, cabe ressaltar que escolhas mais precisas sobre a duração de  $t_1$  e como será feita a divisão das durações em  $t_2$  serão feitas durante a realização do projeto. Estas

decisões serão feitas com base em simulações numéricas dos parâmetros e na realização de testes pilotos em participantes voluntários.

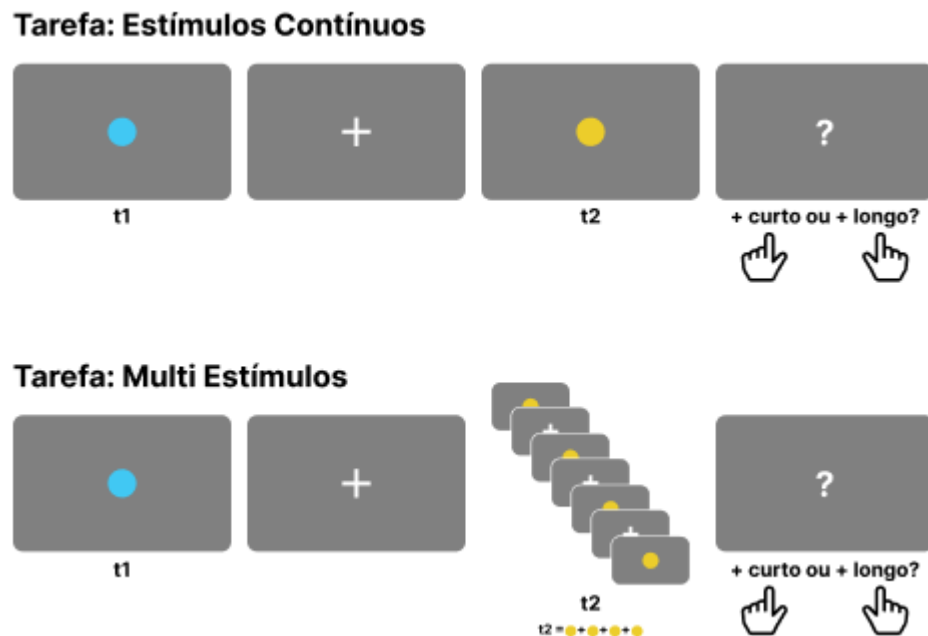


Figura 1. **Desenho Experimental.** O experimento consiste de duas tarefas de discriminação de durações, uma a partir de estímulos contínuos e outra a partir de múltiplos estímulos.

## Análise

A fim de avaliar o novo desenho experimental com multi estímulos, ajustaremos curvas psicométricas para ambos experimentos. Curvas psicométricas representam a relação entre a magnitude de estímulos e a probabilidade de uma certa resposta ser dada. Por exemplo, dadas diversas durações de comparação, podemos relacionar essas magnitudes com a probabilidade de respostas “mais longo”. Assim conseguimos estabelecer medidas derivadas como ponto de igualdade subjetiva que determina a magnitude em que a probabilidade de uma resposta em uma dimensão bidimensional é de 50%, e a diferença meramente perceptível, que é a menor diferença em magnitude percebida. Portanto, através das curvas psicométricas e suas medidas derivadas, podemos comparar as tarefas de estímulos contínuos e multi estímulos. Nosso objetivo é entender se comportamentalmente as tarefas são compatíveis.

## Viabilidade

O projeto foi planejado para ser executado durante o período do programa de iniciação da UFABC, 12 meses, proporcionando iniciação à pesquisa ao estudante de graduação. Além disso, o aluno será orientado tanto pelo professor responsável, como também por um aluno do programa de pós-graduação, com o qual fará reuniões semanais e estará disponível de maneira online ou presencial. Quanto ao aparato experimental e software necessário, o laboratório no qual o projeto será realizado já possui o necessário para realização do projeto, tanto presencialmente, quanto de forma online.

## Cronograma

Meses	Atividade
1-2 , 9-12	Revisão de Literatura
1-7	Desenho Experimental e Testes Piloto
7-9	Coleta de Dados
9-11	Análise de Dados
10-12	Redação de Relatório

## Referências

Balci, F., & Simen, P. (2016). A decision model of timing. *Current opinion in behavioral sciences*, 8, 94-101.

Bueno, F. D., & Cravo, A. M. (2021). Post-interval EEG activity is related to task-goals in temporal discrimination. *PloS one*, 16(9), e0257378.

Kononowicz, T. W., van Rijn, H., & Meck, W. H. (2018). Timing and time perception: A critical review of neural timing signatures before, during, and after the to-be-timed interval. *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience*, 1, 1-38.

Silvestrin, M., Claessens, P. M., & Cravo, A. M. (2022). Temporal learning modulates post-interval ERPs in a categorization task with hidden reference durations. *bioRxiv*.

Wyart, V., de Gardelle, V., Scholl, J., & Summerfield, C. (2012). Rhythmic fluctuations in evidence accumulation during decision making in the human brain. *Neuron*, 76(4), 847-858.