**Comodulação da variabilidade da frequência cardíaca e linguagem**

**Rômulo Damasclin Chaves dos Santos**

*Universidade de São Paulo*

**Mayara dos Santos Nascimento**

*Universidade de São Paulo*

1. **Introdução**

Os seres humanos têm a capacidade única de comunicar e extrair significado através da linguagem falada e escrita. E tal processamento da linguagem é uma das tarefas cognitivas mais complexas em que os humanos se envolvem rotineiramente. Uma parte integrante da linguagem humana é a capacidade de extrair significado das palavras faladas e escritas, mas a relação precisa entre as representações cerebrais das informações percebidas pela audição *versus* leitura não é clara. Estudos anteriores de neuroimagem mostraram que a informação semântica na linguagem falada é representada em várias regiões do córtex cerebral humano, enquanto a informação semântica amodal parece ser representada em algumas regiões cerebrais amplas.

Assim, para explorar a dinâmica neural e comportamental da interação social, os projetos de pesquisa têm focado cada vez mais em avaliar a interação entre dois ou mais indivíduos. O quanto dessas informações processadas pela dinâmica neural podem ser processadas e usadas durante a interação ou no controle do comportamento. Nesse trabalho, revisamos estudos sobre mecanismos neurais e marcadores de interações sociais, entretanto o viés da pesquisa será embasado em realizar um experimento comportamental via análise da variabilidade da frequência cardíaca.

A interação social é uma parte essencial e onipresente da vida humana, além disso, a cognição social (mecanismos que nos permitem compreender os outros) inclui a mentalização, ou seja, a capacidade de representar os estados mentais de outras pessoas, bem como o conhecimento necessário para a interação e a formação de relações sociais. O quanto essas interações, bem como o processo de seletividade em compreender e/ou filtrar essas informações que podem relacionar-se entre si, e na obtição da chamada interação social, sendo estas obtidas e, por sua vez, o quanto podem ser desejadas ou não, ou ainda, o quanto isso pode estar comodulando em um processo uníssono e simbiótico, podem resultar em estímulos atendidos ou em grande parte, o quanto estes estímulos podem estar inconscientes ou não.

No entanto, a dinâmica neural em tempo real do comportamento coordenado interpessoal permaneceu em grande parte inexplorada, presumivelmente refletindo dificuldades em estudar as complexidades da interação social em ambientes experimentais rigidamente controlados. Há uma necessidade de criar e refinar paradigmas experimentais que investiguem os mecanismos de interação social em níveis comportamentais e neurais. Por exemplo, descrever as principais características comportamentais da competição, bem como as limitações no interior do sistema neural *versus* influência cardíaca que tornam ou que podem tornar a competição necessária ou não. Descrever nesse processo, a seletividade, e o quanto isso pode influenciar no nível do comportamento neural e cárdio.

Nesse processo, sob tais circunstâncias, um contraste útil a considerar é o quanto do processo de atenção visual seletiva pode influenciar nessa dinâmica envolvendo o tempo real. Em outras palavras, uma análise de dados é desejável para aprimorar o quanto dessas informações do córtex cerebral *versus* influência cardíaca podem corroborar no campo da neurociência e da cardiologia. Uma leitura desses processos e de tal componente, pode resultar em uma leitura dessa interface, decodificando diferentes, mas importantes características, certamente sendo esta interface, nada elementar no presente objeto de estudo.

Assim, tendo como base este arcabouço entre interfaces citadas, isto é, entre a frequência cardíaca e a linguagem, este trabalho tem como objetivo propor um estudo das interações sociais via análise da variabilidade da frequência cardíaca, empregando técnicas semelhantes às descritas por Dikker et al. (2014). Outrossim, como relatório parcial, este trabalho apresenta outras quatro seções, além desta introdução. A saber, a segunda seção traz uma breve fundamentação teórica, baseada na revisão da literatura, com a conceituação de interações sociais e predição. A terceira, descreve-se a metodologia do trabalho. Na sequência, a quarta seção, são apresentadas as atividades desenvolvidas, e na quinta seção, os resultados que se esperam. A sexta seção, apresenta as referências bibliográficas.

1. **Fundamentação teórica e literatura empírica**

Pesquisas recentes mostraram que o grau em que falantes e ouvintes, exibem padrões semelhantes de atividade cerebral durante a interação linguística humana, sendo esta, correlacionada com o sucesso comunicativo obtida através da natureza altamente preditiva dos processos neurais.

Cérebros, em sua estrutura, possuem feixes de células que suportam a percepção e a ação, tentando constantemente combinar as entradas sensoriais com as expectativas ou previsões de cima para baixo, em que visa minimizar o erro de previsão dentro de uma cascata bidirecional de processamento cortical (Clark, A. 2013). Ao antecipar eventos, ao nosso redor, pode-se preparar respostas comportamentais, sendo rápidas e direcionadas, melhorando o isolamento e a identificação de sinais relevantes em dado ambiente e engajando-se em uma compreensão rápida e eficiente da linguagem (Maess et al., 2016).

Há um consenso de que as previsões baseadas em contexto facilitam o processamento léxico-semântico, com esses dados, modelos internos são gerados em antecipação aos atos de fala tanto na compreensão quanto na produção da linguagem, levando a uma atividade cerebral relativamente maior à medida que a previsibilidade aumenta: a preparação de atos da fala altamente previsíveis foi proposta para aumentar o ganho de atenção para suas consequências perceptivas esperadas em produção de linguagem, e percepções/palavras previsíveis são indiscutivelmente pré-ativadas, antes de serem vistas ou ouvidas durante a compreensão da linguagem (Dikker et al., 2014). Nesse contexto, as previsões no processamento da linguagem foram relatadas para muitos níveis linguísticos, como semântica lexical, sintática e sentencial, onde além disso, informações contextuais têm um impacto imediato nas previsões linguísticas, de acordo com (Hale, 2001).

Nesse consenso, fatores sintáticos podem afetar as respostas comportamentais e neurais durante o processamento da linguagem, no entanto, os mecanismos que permitem essa rápida extração de informações sintaticamente relevantes permanecem pouco compreendida. Durante o processo da compreensão falada ou escrita, cada palavra é totalmente analisada e interpretada em seu contexto. A compreensão da linguagem é um processo exigente, que requer a decodificação de sinais de fala altamente estruturados em um tempo muito curto. O sucesso da percepção da fala é aumentado através da combinação de análise orientada por entrada e baseada em previsão.

Entretanto, já as previsões são derivadas tanto do conhecimento prévio quanto da informação contextual. De acordo com a teoria da codificação preditiva, nosso cérebro antecipa continuamente a entrada sensorial atual, transferindo informações de áreas hierarquicamente mais altas para áreas mais baixas por meio de processamento de cima para baixo. Isso reduz as demandas de processamento em níveis mais baixos de hierarquia, isso se a entrada sensorial corresponder às expectativas. Do contrário, se a previsão estiver errada, o desempenho será inferior ao ideal, pois as ações apropriadas para a entrada prevista podem já ter iniciado, conforme (Friston, 2003).

1. **Metodologia**

Neste trabalho, será realizado o experimento comportamental descrito por Dikker et al. (2014), no qual serão selecionados um orador e 12 ouvintes, todos homens, destros e com idades entre 20 e 40 anos. Todos os participantes deverão apresentar visão normal ou corrigida em relação ao normal, e sem nenhum histórico de distúrbios psiquiátricos ou neurológicos, livres de qualquer medicação psicotrópica.

Durante o experimento, os selecionados deverão visualizar 45 imagens coloridas desenhadas à mão retratando cenas fictícias em que um animal ou objeto realiza uma ação sobre outro animal ou objeto (por exemplo, um pinguim abraçando uma estrela). Serão construídas as cenas com base em frases que serão criadas através da combinação aleatória de 45 verbos transitivos e 90 substantivos, denotando objetos, animais e alimentos comuns. O orador será instruído à descrever as imagens, usando frases declarativas, simples no tempo presente, com um único verbo transitivo e sem adjetivos ou frases adverbiais (por exemplo, "O pinguim está abraçando a estrela / O golfinho está beijando a árvore").

Será atribuído a cada imagem uma pontuação de previsibilidade, derivada de um questionário off-line no qual 40 voluntários descreverão cada uma das 45 cenas com a descrição que consideraram mais apropriada. Nenhum desses 40 voluntários participarão do experimento. Para cada cena, atribuiremos uma pontuação a cada participante, refletindo a porcentagem de participantes que entrarem com a mesma resposta. A previsibilidade será́ calculada como a média entre esses valores. Com base na distribuição da previsibilidade pelos itens, os itens serão atribuídos a uma de duas "condições", contendo 10 itens cada: alta previsibilidade (>0,85, M = 0,9, SD = 0,04) e baixa previsibilidade (<0,35, M = 0,27, SD = 0,06).

Nessa perspectiva, solicitaremos aos participantes que indiquem em uma escala de 1 a 5 o quão certos estão de que outras pessoas que também inseriram exatamente a mesma frase. Gravaremos arquivos de áudio contendo as sentenças durante as sessões do orador, para serem reproduzidos posteriormente para os ouvintes durante suas respectivas sessões de escaneamento. Em seguida, tanto para o orador (N = 1) quanto para os ouvintes (N = 12), apresentaremos cada imagem durante 7,5 segundos, seguida de 7,5 segundos em branco e depois de cruzes de fixação intermitentes (375 ms on/off, 3 segundos no total).

Apresentaremos uma barra de tempo para o orador para que ele pronuncie a frase dentro de 7,5 segundos. Os ouvintes ouvirão as frases gravadas durante este intervalo, que será seguido por outra tela em branco de 7,5 segundos e 3 segundos de cruzes de fixação picantes, anunciando o início do próximo julgamento. Cada participante verá um total de 45 ensaios em ordem aleatória, distribuídos em cinco blocos. Cada sessão durará aproximadamente 45 minutos.

1. **Atividades desenvolvidas**

A seguir, na tabela, é apresentado a descrição das atividades nessa primeira fase do projeto, a saber:

|  |  |
| --- | --- |
| **Período** | **Descrição da atividade** |
| **1** | Revisão bibliográfica; |
| **2** | Revisão bibliográfica; |
| **3** | Estudo de estruturas mapeadas do córtex cerebral que contribuem para a interface entre córtex e linguagem. |
| **4** | Estudo sobre a influência de possíveis lesões multilaterais e síndromes que possam influenciar na negligência, que podem ou não implicar no papel específico do controle de atenção. |
| **5** | Estudo sobre a construção de objetos (representações) bem como a sua influência no campo visual que possam promover ligação atencional. |
| **6** | Estudo da influência da atenção como uma propriedade de interação competitiva em todo campo visual. Confecção de relatório parcial e construção para os próximos resultados esperados, conforme seção 5. |

1. **Resultados esperados**

Para a nova etapa do projeto, a saber, do experimento, será realizado:

* 1. Seleção de um orador e de 12 (doze) ouvintes que estejam na faixa etária dos 20 a 40 anos, considerando as observações presentes na metodologia;
  2. Desenvolvimento de 45 (quarenta e cinco) imagens coloridas apresentando cenas fictícias, com o objetivo de analisar e validar a variabilidade entre a percepção neurológica, cárdio e fala;
  3. Desenvolvimento de uma base de dados com base na elaboração de um questionário a ser elaborado baseado no subitem 4.2, buscando com isso, atribuir uma porcentagem em relação à alta e baixa previsibilidade, e a partir disso, comparar os resultados, validando-os com importantes referências sobre o tema;
  4. Nesse processo de análise, a coleta de ondas sonoras (áudios), também se faz necessária na busca pela comodulação da alta ou baixa previsibilidade durante o processo do tempo de resposta, em outras palavras, o quão certo ou errados ou rápido (os ouvintes) estarão do tempo de resposta em consonante aos mecanismos durante essa extração;
  5. Estudo e análise de uma categoria de palavra(s) previstas que possam gerar alguma sensibilidade a fatores linguísticos durante o processo visual e sua comodulação ao córtex sensorial.

O subitem 4.5, ainda não estudado, pode ser uma componente importante para responder sobre os mecanismos que permitem a extrema rapidez e eficiência da compreensão da linguem. Com isso, este projeto de pesquisa pretende fornecer novas evidências para a comodulação, permitindo um estudo mais aprofundado concerne a frequência cardíaca e a linguagem, mostrando com dados e análise probabilística, os estágios iniciais e finais dessa análise. Esse é um trabalho que visa abordar essa temática, buscando em parte, elucidar os mecanismos subjacentes ao processo apresentado.

Portanto, ao final deste projeto, o presente estudo pretende fornecer uma das primeiras demonstrações com base matemática do papel do córtex neural na previsão contextual relacionando a frequência cardíaca com a linguagem, sob condições naturais.

1. **Referências Bibliográficas**
2. Dale, Anders M., Bruce Fischl, and Martin I. Sereno. "Cortical surface-based analysis: I. Segmentation and surface reconstruction." Neuroimage 9.2 (1999): 179-194.
3. Dikker, Suzanne, et al. "Early occipital sensitivity to syntactic category is based on form typicality." Psychological Science 21.5 (2010): 629-634.
4. Sänger, Johanna, Ulman Lindenberger, and Viktor Müller. "Interactive brains, social minds." Communicative & integrative biology 4.6 (2011): 655-663.
5. Bergerbest, Dafna, Dara G. Ghahremani, and John DE Gabrieli. "Neural correlates of auditory repetition priming: reduced fMRI activation in the auditory cortex." Journal of Cognitive Neuroscience 16.6 (2004): 966-977.
6. Desimone, Robert, and John Duncan. "Neural mechanisms of selective visual attention." Annual review of neuroscience 18.1 (1995): 193-222.
7. Clark, Andy. "Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science." Behavioral and brain sciences 36.3 (2013): 181-204.
8. Maess, Burkhard, et al. "Prediction signatures in the brain: semantic pre-activation during language comprehension." Frontiers in Human Neuroscience 10 (2016): 591.
9. Dikker, Suzanne, et al. "On the same wavelength: predictable language enhances speaker–listener brain-to-brain synchrony in posterior superior temporal gyrus." Journal of Neuroscience 34.18 (2014): 6267-6272.
10. Friston, Karl. "Learning and inference in the brain." Neural Networks 16.9 (2003): 1325-1352.
11. Hale, John. "A probabilistic Earley parser as a psycholinguistic model." Second meeting of the north american chapter of the association for computational linguistics. 2001.