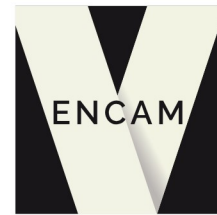




27 A 30 DE MAIO DE 2026

V ENCONTRO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE



Functional Connectivity of the Prefrontal Cortex in Sequential Problem Solving and Learning of Audio and Visual Games.

Joseph William Douglass ^{1,2}, Thenille Braun Janzen ^{1,2}, Patricia Vanzella ^{1,2}, Joao Ricardo Sato ^{1,2}

¹Center for Mathematics, Computation and Cognition, Federal University of ABC, ²Interdisciplinary

Center of Applied Neuroscience, Federal University of ABC

joseph.douglass@fulbrightmail.org, thenille.braun@ufabc.edu.br, joao.sato@ufabc.edu.br,

p.vanzella@ufabc.edu.br

ABSTRACT

RESEARCH QUESTION

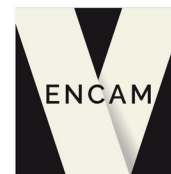
Music perception and production require the ability to process structured sequences: the ability to maintain information in working memory; the detection of patterns over time; and the time-dependent alteration of sequences in relation to those patterns (Patrick et al. 2023). These skills are also central to learning and problem solving in childhood. Such cognitive processes overlap with components commonly described within computational thinking, including decomposition, pattern recognition, abstraction, and sequential reasoning (Wing 2006). Investigating how children process musical and non-musical sequences may provide insight into neural mechanisms involved in sequential processing. It may also clarify how these domains recruit executive networks during development and how musical engagement relates to broader learning processes (Euston et al. 2012). Despite growing interest in music's role in learning, relatively little research has directly compared neural activity associated with musical and non-musical sequential problem-solving tasks in children.

OBJECTIVES

This study aims to:

1. Examine neural functional connectivity associated with sequential problem solving in musical and visual tasks.
2. Investigate how children engage working memory and executive processes when reorganizing musical versus visual sequences.





3. Explore whether musical sequencing tasks recruit executive networks differently from structurally analogous visual problem-solving tasks.

METHOD

Elementary school-aged children with typical development ($n = 6$; 5 males; age: 10 ± 1 years) participated in a pilot experiment using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) to measure prefrontal cortex activity. Participants completed two sequential problem-solving tasks lasting five minutes each. The musical task required participants to reorganize diatonic notes represented by colored squares to reproduce a target melody. The visual task involved arranging colored blocks to create a pathway allowing a “runner” block to pass through wall segments. Task difficulty adapted dynamically based on performance across two analogous dimensions: horizontal complexity (number of blocks placed) and vertical complexity (pitch range or wall height). The tasks were designed to be structurally equivalent, isolating modality (auditory vs. visual) as the primary variable. Functional connectivity within the prefrontal cortex was analyzed using degree centrality metrics and visualized through graph analysis.

RESULTS

Preliminary analyses indicate consistently higher functional connectivity within prefrontal regions during the visual sequencing task compared to the musical sequencing task across multiple threshold levels. These patterns suggest that visual tasks may place greater demands on executive coordination within the prefrontal cortex under the conditions tested. Data collection is ongoing, with a planned sample size of at least 20 participants.

CONCLUSIONS

Although preliminary, these findings contribute to emerging research on how children engage executive networks during musical and non-musical learning activities. Differences in neural connectivity across modalities may reflect distinct cognitive strategies used when processing musical versus visual sequences. By examining these processes during development, this work provides insight into how musical engagement interacts with executive function and learning mechanisms. Such knowledge may inform educational approaches that integrate musical activities in ways that support sequential reasoning and cognitive engagement in childhood.

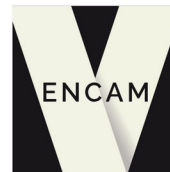
KEYWORDS

Sequential Thinking, Working Memory, Learning, fNIRS, Prefrontal Cortex

REFERENCES

- Euston, D. R., Gruber, A. J., & McNaughton, B. L. (2012). The role of medial prefrontal cortex in memory and decision making. *Neuron*, 76(6), 1057–1070.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.12.002>





- Patrick, M. T., Cohn, N., Mertus, J., & Blumstein, S. E. (2023). Sequences in harmony: Cognitive interactions between musical and visual narrative structure. *Acta Psychologica*, 238, 103981. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2023.103981>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>





Conectividade Funcional do Córtex Pré-frontal na Resolução Sequencial de Problemas e na Aprendizagem de Jogos Auditivos e Visuais.

Joseph William Douglass^{1,2}, Thenille Braun Janzen^{1,2}, Patricia Vanzella^{1,2}, Joao Ricardo Sato^{1,2}

¹Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC, ²Núcleo Interdisciplinar de Neurociência Aplicada, Universidade Federal do ABC

joseph.douglass@fulbrightmail.org, thenille.braun@ufabc.edu.br, pmvanzella@gmail.com, joao.sato@ufabc.edu.br

RESUMO

PROBLEMA

A percepção e a produção musical exigem a capacidade de processar sequências estruturadas: manter informações na memória de trabalho, detectar padrões ao longo do tempo e modificar sequências em relação a esses padrões (Patrick et al. 2023). Essas habilidades também são centrais para a aprendizagem e a resolução de problemas na infância. Tais processos cognitivos se sobrepõem a componentes do pensamento computacional, incluindo decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e raciocínio sequencial (Wing 2006). Investigar como crianças processam sequências musicais e não musicais pode revelar mecanismos neurais envolvidos no processamento sequencial e esclarecer como esses domínios recrutam redes executivas durante o desenvolvimento (Euston et al. 2012). Apesar do crescente interesse no papel da música na aprendizagem, poucas pesquisas compararam diretamente a atividade neural associada a tarefas de resolução sequencial de problemas musicais e não musicais em crianças.

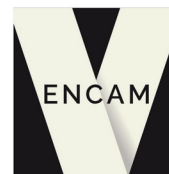
OBJETIVOS

1. Examinar a conectividade funcional neural associada à resolução sequencial de problemas em tarefas musicais e visuais.
2. Investigar como crianças engajam a memória de trabalho e processos executivos ao reorganizar sequências musicais em comparação com sequências visuais
3. Explorar se tarefas de sequenciamento musical recrutam redes executivas de maneira diferente de tarefas de resolução de problemas visuais estruturalmente análogas.

MÉTODO

Crianças em idade de ensino fundamental com desenvolvimento típico (n = 6; 5 meninos; idade: 10 ± 1 anos) participaram de um experimento piloto utilizando espectroscopia funcional no infravermelho próximo (fNIRS) para medir a atividade do córtex pré-frontal. Os participantes realizaram duas tarefas de resolução sequencial de problemas, cada uma com duração de cinco minutos. A tarefa musical exigia que os





participantes reorganizassem notas diatônicas representadas por quadrados coloridos para reproduzir uma melodia-alvo. A tarefa visual consistia em organizar blocos coloridos para criar um caminho que permitisse que um bloco “corredor” atravessasse segmentos de parede. A dificuldade das tarefas foi adaptada dinamicamente com base no desempenho em duas dimensões análogas: complexidade horizontal (número de blocos posicionados) e complexidade vertical (altura das notas ou das paredes). As tarefas foram projetadas para serem estruturalmente equivalentes, isolando a modalidade (auditiva vs. visual) como principal variável. A conectividade funcional no córtex pré-frontal foi analisada por métricas de centralidade de grau e visualizada por meio de análise de grafos.

RESULTADOS

Análises preliminares indicam conectividade funcional mais alta nas regiões pré-frontais durante a tarefa de sequenciamento visual em comparação com a tarefa musical, em múltiplos níveis de limiar. Esses padrões sugerem maiores demandas de coordenação executiva no córtex pré-frontal. A coleta de dados continua, com amostra planejada de pelo menos 20 participantes.

CONCLUSÕES

Embora preliminares, esses achados contribuem para a pesquisa sobre como crianças engajam redes executivas durante atividades de aprendizagem musicais e não musicais. Diferenças na conectividade neural entre modalidades podem refletir estratégias cognitivas distintas no processamento de sequências musicais e visuais. Ao examinar esses processos no desenvolvimento, este trabalho oferece insights sobre como o engajamento musical se relaciona com a função executiva e mecanismos de aprendizagem, podendo informar abordagens educacionais que integrem atividades musicais para apoiar o raciocínio sequencial na infância.

PALAVRAS-CHAVE

Pensamento Sequencial, Memória de Trabalho, Aprendizagem, fNIRS, Córtex Pré-frontal

REFERÊNCIAS

- Euston, D. R., Gruber, A. J., & McNaughton, B. L. (2012). The role of medial prefrontal cortex in memory and decision making. *Neuron*, 76(6), 1057–1070.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.12.002>
- Patrick, M. T., Cohn, N., Mertus, J., & Blumstein, S. E. (2023). Sequences in harmony: Cognitive interactions between musical and visual narrative structure. *Acta Psychologica*, 238, 103981.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2023.103981>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

