

Um Estudo Funcionalista-Neurocognitivo com fMRI: evidências da complexidade metafórica

A Functionalist-Neurocognitive Study with fMRI:
Evidence of Metaphorical Complexity

Un estudio funcionalista-neurocognitivo con fMRI:
evidencia de complejidad metafórica

Renata Barbosa Vicente

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Brasil)
renatab.vicente@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2028-9449>

Maria Célia Lima-Hernandes

Universidade de São Paulo (USP/Brasil)
mceliah@usp.br
<https://orcid.org/0000-0003-2009-3606>

Cristina Lopomo Defendi

Instituto Federal de São Paulo, campus São Paulo (IFSP/Brasil)
crislopomo@ifsp.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-9743-7097>

RESUMO

Este estudo tem por objetivo discutir a interface entre funcionalismo, cognição e neurociências, destacando como técnicas de mapeamento cerebral, especialmente a fMRI, ampliam a compreensão do processamento metafórico na linguagem (Dehaene, 2013). A pesquisa utilizou um equipamento de 7 Teslas para analisar quatro padrões metafóricos situados (Vereza, 2013), aplicados a participantes cegos congênitos e videntes típicos, considerando princípios funcionalistas como marcação e complexidade (Givón, 1995; Lima-Hernandes, 2024). Os resultados contrariaram expectativas teóricas: ditados populares (Padrão IV), considerados mais pesados informacionalmente, foram

reconhecidos mais rapidamente e com maior acurácia, enquanto expressões cotidianas ambíguas (Padrão III) apresentaram maior dificuldade de identificação. Esses achados revelam discrepâncias entre complexidade ensinada e complexidade percebida, evidenciando que atenção, experiência sociocultural e repertório pragmático modulam a recepção metafórica. Portanto, modelos didáticos e análises linguísticas devem reavaliar suposições sobre processamento, incorporando evidências neurocientíficas.

PALAVRAS-CHAVE: Metáfora situada; Funcionalismo; Cognição; Neurociências; Mapeamento cerebral.

ABSTRACT

This study aims to discuss the interface between functionalism, cognition, and neuroscience, highlighting how brain mapping techniques, especially fMRI, broaden the understanding of metaphorical processing in language (Debaene, 2013). The research used a 7 Tesla scanner to analyze four situated metaphorical patterns (Vereza, 2013), applied to congenitally blind and typically sighted participants, considering functionalist principles such as marking and complexity (Givón, 1995; Lima-Hernandes, 2024). The results contradicted theoretical expectations: popular sayings (Pattern IV), considered more informationally heavy, were recognized more quickly and with greater accuracy, while ambiguous everyday expressions (Pattern III) presented greater difficulty in identification. These findings reveal discrepancies between taught complexity and perceived complexity, showing that attention, sociocultural experience, and pragmatic repertoire modulate metaphorical reception. Therefore, teaching models and linguistic analyses must reassess assumptions about processing, incorporating neuroscientific evidence.

KEYWORDS: *Situated metaphor; Functionalism; Cognition; Neuroscience; Brain mapping.*

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo analizar la relación entre el funcionalismo, la cognición y la neurociencia, destacando cómo las técnicas de mapeo cerebral, especialmente la resonancia magnética funcional (RMf), amplían la comprensión del procesamiento metafórico en el lenguaje (Debaene, 2013). La investigación utilizó un escáner de 7 Tesla para analizar cuatro patrones metafóricos situados (Vereza, 2013), aplicados a participantes con ceguera congénita y videntes típicos, considerando principios funcionalistas como la marcación y la complejidad (Givón, 1995; Lima-Hernandes, 2024). Los resultados contradijeron las expectativas teóricas: los refranes populares (Patrón IV), considerados más densos en información, se reconocieron con mayor rapidez y precisión, mientras que las expresiones cotidianas ambiguas (Patrón III) presentaron mayor dificultad para su identificación. Estos hallazgos revelan discrepancias entre la complejidad enseñada y la percibida, demostrando que la atención, la experiencia sociocultural y el repertorio pragmático modulan la recepción metafórica. Por lo tanto, los modelos de enseñanza y los análisis lingüísticos deben reconsiderar los supuestos sobre el procesamiento, incorporando evidencia neurocientífica.

PALABRAS CLAVE: *Metáfora situada; Funcionalismo; Cognición; Neurociencia; Mapeo cerebral.*

1 Introdução

O funcionalismo, nos tempos mais recentes do século XXI, iniciou uma aproximação dialógica com os estudos sobre Cognição. Não foi um casamento perfeito com o que conhecemos de Linguística Cognitiva divulgado no Handbook organizado por Geeraerts e Cuyckens (2007), que revelam as pontes possíveis entre a Linguística prévia aos estudos neurocientíficos e a já embebida de conceitos mentais e cognitivos. Os funcionalistas, que, no final do século XX, se opunham radicalmente ao formalismo, apesar de deixarem uma brecha de diálogo no campo dos estudos sobre Gramaticalização, em especial ao tratarem de categorias cognitivas, processos metafóricos e metonímicos, bem como reanálise fora da sintaxe pura, foram mais cautelosos. Continuaram testando as possibilidades de interação a partir de seu próprio aparato teórico-metodológico. E tiveram um papel fundamentalmente relevante na transposição de leitura de variadas categorias engendradas em seu modelo de aplicação.

Neste texto, abordaremos a relação existente entre a cognição de um ponto de vista da Neurociências e as descobertas derivadas dos estudos funcionalistas.

2 Que é mapeamento cerebral para funcionalistas?

Muitos linguistas nem imaginam o tamanho da contribuição neurocientífica para o estudo da linguagem. Uma das ferramentas mais comuns na neurociência é justamente o mapeamento cerebral. Por meio de um equipamento de ressonância magnética (MRI) estrutural ou funcional (fMRI), a linguagem pode ser visitada mais de perto em seu processamento, seja como uma fotografia, seja como um filme. O problema todo é que aprender a modular o método para conseguir entender o objeto sob estudo é o primeiro desafio de todo linguista.

Ainda hoje no curso de Letras escuta-se falar em apenas duas regiões dedicadas à linguagem no cérebro - Wernicke (mais dedicada ao reconhecimento de *inputs* ou estímulos) e Broca (mais dedicada à produção de *outputs* ou dados produzidos). A primeira localiza-se no giro temporal superior e se envolve em processos de compreensão da linguagem. Já a segunda localiza-se no giro frontal inferior e se envolve na produção da fala e na formação gramatical. Obviamente, todos sabem que, à medida que as

máquinas se tornam mais refinadas em suas imagens, mais podemos ver sobre a interação entre essas regiões e o envolvimento de outras mais.

Do que sabemos até o momento, há um canal de conexão entre tais regiões mesmo porque nenhum processo é isolado, ou seja, não se pode entender nada sem se saber produzir o sentido. Assim, o fascículo arqueado, um conjunto de fibras assume essa função conectora. Se o processamento é monitorado em sua função, então a fMRI recorta em várias fatias de imagens cada um dos movimentos de recrutamento feito na medida exata da mobilização de neurônios. Esse movimento deixa pegadas imagéticas e isso é registrado pela máquina em várias fatias. Depois disso, um técnico que domina a arte de juntar os fascículos, organiza-os em uma única imagem, que o linguista terá condições de apreciar e interpretar.

Assim, é a ressonância magnética funcional (fMRI) que propicia ver o que se processa no cérebro do indivíduo que aceitou participar da pesquisa. Tivemos a sorte imensa de ter uma máquina supermoderna a nosso dispor. Enquanto a maioria das pesquisas utiliza máquinas 3 ou 4 Teslas, pudemos utilizar a única 7 Teslas existente na América Latina. Então, pudemos conhecer a fundo a interação neuronal resultante de nossos experimentos¹. Esse tipo de tecnologia não interfere no processamento cerebral de indivíduos, tampouco os impacta com radiação. Trata-se de uma técnica de baixo risco ao participante, razão pela qual tem grande potencial científico no campo da linguagem, permitindo identificar redes neurais envolvidas no planejamento fonológico, semântico, sintático e até mesmo pragmático, possibilitando a coleta de informações sobre as áreas cerebrais mobilizadas para a realização dessas funções.

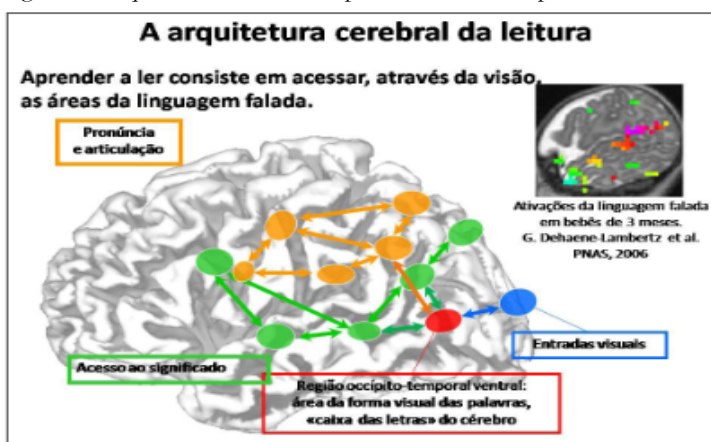
Óbvio está que os linguistas interessados nesse campo precisarão ler continuamente as descobertas de outras áreas conexas, o que nem sempre é confortável. Certa vez, lemos um texto de Dehaene (2013), feito em laboratório francês de altos estudos. Entendemos que havia uma interação enorme entre a região occipital e o campo da leitura ou da alfabetização. Explicamos: a região da visão dedicada desde a idade mais tenra ao reconhecimento de rostos, e, depois, segue identificando objetos, tal como a cadeia de Heine, Claudi e Hünнемeyer (1991) explicava no campo da gramaticalização. Mais tarde, essa mesma região é o lócus da perícia no campo dos rabiscos, ou seja, ganha expertise no reconhecimento de letras. A essa

¹ Pesquisa Projeto Universal Recursos inferenciais na metáfora situada e audiodescrição – estudo contrastivo”, coordenado pela Profa. Dra. Maria Célia Lima-Hernandes (LinC-USP/IEA (Sabático)/ CNPq/FAPESP), Processo CNPq 423337/2021-1.

região situada dentro do ambiente occipital, Dehaene nomeou “Caixa de Letras”. Pessoas alfabetizadas, em qualquer que seja a língua, recrutam em suas redes neurais neurônios saídos dessa mesma região. Caso essa região sofra um abalo grave ou tenha sua funcionalidade perdida num acidente qualquer, não é de se estranhar que o indivíduo perca a capacidade de ler.

Dehaene, nesse sentido, argumenta que essa especialização é fruto da "reciclagem neuronal": "Cada objeto cultural deve encontrar seu nicho neuronal - um conjunto de circuitos suficientemente próximos da função necessária e suficientemente plásticos para serem parcialmente 'reciclados'". (Dehaene, 2013a, p.3).

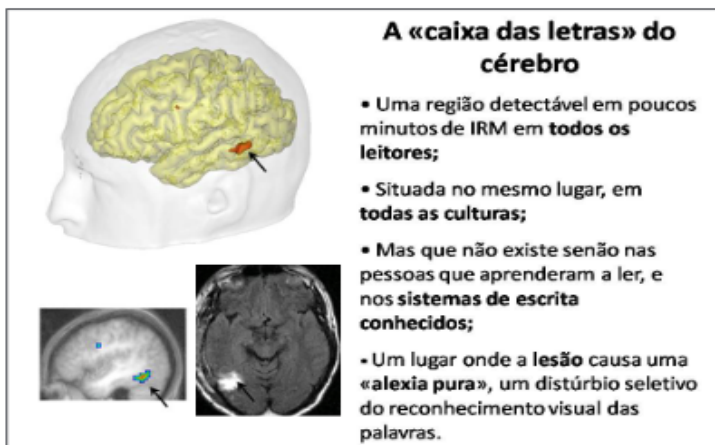
Figura 1. Arquitetura cerebral do processamento da palavra escrita



Fonte: Dehaene, 2013b, p. 149

No cérebro de um leitor, ou seja, do indivíduo que desenvolveu sua “caixa de letras”, a região occipitotemporal ventral esquerda desempenha essa função. Sabendo disso, no caso dos participantes deste estudo, cegos congênitos, os exames com fMRI demonstraram a plasticidade cerebral em que a entrada visual e, conseqüentemente, a capacidade leitora havia sido mobilizada para novas funções.

Figura 2: A caixa de letras no cérebro



Fonte: Dehaene, 2013b, p. 149

3 Delineamento do método

Ao longo do estudo que realizamos fomos delineando quatro tipos de metáfora, sendo que todas dependiam do contexto para serem interpretadas adequadamente, daí falarmos em metáforas situadas, tal como define Vereza (2013). Essa autora explana a primeira virada cognitiva, que foi o deslocamento teórico do lócus da metáfora da linguagem para o pensamento e a segunda virada cognitiva, com uso de *corpora* autênticos e estudo das metáforas depreendidas de contextos e situações reais de uso. Assim, as metáforas situadas consistem no entendimento da “metaforicidade textualmente tecida”, ou seja, tal construção passa a ser entendida como metáfora em dado contexto discursivo específico. Neste caso, há uma relação entre a dimensão discursiva (linguagem em uso) e a interface entre cognição e pragmática.

Nos nossos experimentos, as metáforas foram forjadas a partir de narrativas audiodescritas, diferenciadas pelos seguintes padrões: construções equativas, construções com marcador e expressões cotidianas (com verbo suporte) e construções de decisão pré-frontal, tal como apresentado a seguir:

Quadro 1: Padrões metafóricos

Padrão I: Construção equativa	Resulta numa metáfora em que dois itens diferentes se ligam por meio de um verbo de ligação. Ex.: Você é luz; Esse computador é um dinossauro.
Padrão II: Construção com marcador	Resulta numa metáfora com marcador de símile, ou seja, com o emprego de conectivo comparativo (como, igual, feito, tipo...). Ex.: Pedro come como um leão; Maria é igual uma flor.
Padrão III: Expressões cotidianas	Resulta numa metáfora em que locuções verbais atípicas, ou seja, a sequência de verbo seguida de sintagma nominal conduz a uma interpretação de verbo suporte (Ex.: Ex: Dênis chutou o balde; Lívia comeu bola.)
Padrão IV: Construções pré-frontais	Resulta numa construção pesada, revestida de uma lição social, conhecida como ditados populares. Adapta-se a contextos situados em que a decisão interpretativa é provocada. (Ex.: Quem com ferro fere com ferro será ferido).

Fonte: as autoras

Na linguística funcional, lidamos com critérios que nos ajudam a medir o uso contextualmente. Um deles é o princípio da marcação. Um uso não marcado é aquele que de tão comum no uso cotidiano, já não chama a atenção como cadeia metafórica. É o caso dos padrões I, II e III. Um uso marcado, ao contrário, chama a atenção para si, provocando no interlocutor uma reação típica de quem está com a atenção focada para compreender a razão do uso. É o que provoca o padrão IV.

Dois grupos de participantes nos ajudaram a entender atuação do princípio de marcação dos padrões elencados: cegos congênitos (indivíduos de ambos os gêneros biológicos que perderam a visão até 3 anos de idade, sem comorbidades com formação escolar em níveis diversificados) e videntes típicos (sem comorbidades, mas pareados com os correspondentes cegos em grau de escolaridade e gênero biológico). Um primeiro critério relevante foi a variação etária, pois, à medida dos estímulos recebidos e o tempo de exposição ao longo da vida, há uma especialização progressiva no hemisfério esquerdo (áreas da linguagem - Broca e Wernicke). Dessa forma, optamos por participantes adultos, maiores de 18 anos.

O critério da escolaridade, como demonstrado por Dehaene (2013a e 2013b), pode sinalizar uma diferença entre os participantes, uma vez que a aquisição da leitura modifica a organização cerebral, daí a decisão de recrutar somente participantes alfabetizados. Para parametrizar também o

conhecimento historicamente acumulado, optamos por participantes com Ensino Médio completo ou Ensino Superior.

Todos os participantes que declararam ter implantes metálicos ou sinalizassem algum grau de claustrofobia foram excluídos, justamente porque o uso da máquina exigia um tempo de paralisação corporal e permanência num tubo. Tivemos imensa dificuldade de identificar participantes cegos que atendessem a esses critérios. A grande maioria deles apresenta algum tipo de comorbidade que impediria uma comparação justa.

Do ponto de vista do protocolo de experimentos, preparamos um rol de frases randomizadas dos padrões anteriormente expostos. Antecedeu a audição dessas frases, ainda fora da máquina, a audição da narrativa audiodescrita, bem como a recontagem da história. Esses dados foram gravados para posterior estudo. Essa é a razão por que uma fase prévia de treinamento não pode ser esquecida, conforme revelam os estudos de Vicente (2025) e de Defendi (2025). É nessa fase que verificamos o nível de compreensão do participante e também em que medida esse nível poderia impactar negativamente a coleta de dados. Assegurados de que haverá a cooperação adequada, passamos à segunda fase de coleta, já dentro da máquina 7 Teslas. Para que tivéssemos acesso ao cérebro em repouso entre os blocos de frases, criamos um bloco de silêncio, que funcionou como um momento para conhecermos a ausência de recrutamento neuronal. Vejamos alguns exemplos de inputs utilizados.

Padrão I

- (a) Maria é guerreira.
- (b) A vida de Maria é amarga.

Padrão II

- (c) O sol é quente como fogo.
- (d) O poço é fundo como um túnel.

Padrão III

- (e) Maria deu a cara a tapa.
- (f) Maria rodou a baiana.

Padrão IV

- (g) Deus ajuda quem cedo madruga.
- (h) Filho de peixe, peixinho é.

Os blocos foram construídos com dez frases de cada tipo, randomizadas entre blocos e entre participantes, guardando cuidado em

manter similar extensão das frases. A tempo, cada participante tinha que apertar um botão conectado à máquina para nos informar que reconheceu o trecho ouvido como um padrão metafórico.

Cumprida a etapa de testagem, procedemos ao tratamento dos dados de modo a entender a relação entre tempo de resposta e acurácia, ou seja, não importa o tipo nesse primeiro momento, importa se era ou não metáfora. Só depois, vamos correlacionando os acertos e discriminando os tipos. Então, chegamos à resposta de qual é o padrão em que a acurácia e o tempo nos permitem entender sua complexidade de recepção e reconhecimento.

4 Resultados

O padrão metafórico não marcado, segundo nossas hipóteses baseadas na construção de complexidade orientada por Givón e conforme expõe Lima-Hernandes (2024), foram frustradas. A cadeia sintática mais pesada, referente ao padrão IV (ditados populares), teve identificação mais rápida e com maior número de acertos por todos os participantes. Isso nos causou certo desconforto, pois, quanto mais pesada a cadeia de informação, esperávamos um grau maior de dificuldade, logo um tempo excedente para a decisão de apertar o botão.

O maior índice de erro e de demora no apertar do botão foi correlacionado ao padrão III, ou seja, metáforas cotidianas engendram maior grau de dificuldade na identificação de cadeia metafórica. Coincidentemente, verificáramos esse mesmo padrão de respostas nos testes realizados com estudantes universitários do curso de Letras, que havia um mês antes estudado na disciplina de Sintaxe aquele conteúdo sobre verbos-suporte. A dificuldade que verificamos foi atribuída à validação de duas possibilidades de sentido nas construções, ou seja, frases ambíguas, como “Chutou o balde” significando “meter o pé no objeto balde” ou “perdeu a paciência” poderiam ser aplicados ao contexto narrativo nas frases que foram alvos do protocolo de pesquisa.

Respeitando a correlação tempo x acurácia, reorganizamos os padrões numa cadeia de complexidade metáfora sustentada nos dados de cegos e de videntes, chegamos à seguinte cadeia de complexidade: IV >>>> II >>>> I >>>>> III.

Qual seria a razão para que houvesse a inversão entre os padrões II e I? Essa foi uma pergunta sobre a qual pensamos e, depois, a fizemos aos cegos. Logo, soubemos que o marcador de comparação (vide exemplos *c* e *d*), ou seja, a conjunção subordinativa comparativa tira o foco de atenção para sua

identificação e acurácia dos resultados. Portanto, são mais complexas as construções metafóricas tipicamente ensinadas na escola básica como figura de linguagem (vide exemplos *a* e *b*).

Podemos, com base nesses resultados, afirmar que o grau de complexidade no processo de ensino escolar é diferente do processo de recepção pelos indivíduos. Temos que considerar que um ditado popular (Padrão IV) está enraizado na conversa cotidiana e dentro dos lares muitos desses ditados são veiculados como uma herança cultural. Já os demais dependem de ensino escolar para a associação a construções metafóricas, porque ou são muito frequentes e requerem baixa atenção (Padrão I e II) ou são ignorados pela escola básica e por serem ambíguos encaixam-se em sentidos literais mais frequentemente (Padrão III).

Fica como resultado desse experimento um alerta a linguistas para que considerem a marcação como um princípio que deve ser avaliado em processos interativos, mas observando também o processo de recepção na realidade desses indivíduos. Além disso, colocar em dúvida graus de complexidade baseados em análises de emissão e não de recepção pode gerar resultados muito diferentes. Essa descoberta atinge em cheio o trabalho didático-pedagógico em língua materna, já que a reversão dos padrões demanda a mobilização de gêneros textuais em ordem diferente também.

Agradecimento: O presente trabalho foi realizado com apoio do projeto financiado pelo CNPq, através do Projeto Universal 423337/2021-1, sob coordenação da Profa. Dra. Maria Célia Lima-Hernandes.

REFERÊNCIAS

DEFENDI, Cristina Lopomo. **Relatório: narrativa e recontação de audiodescrições: o papel do repertório.** São Paulo: IEA/USP, 2025.

DEHAENE, Stanislas. Inside the letterbox: how literacy transforms the human brain. **Cerebrum**. 2013a Jun 3;2013:7. PMID: 23847714; PMCID: PMC3704307. Disponível em

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3704307/>. Acesso em 17 nov.2025.

DEHAENE, Stanislas. A aprendizagem da leitura modifica as redes corticais da visão e da linguagem verbal. **Letras de Hoje**, Porto Alegre, v. 48, n. 1, p. 148-152, jan./mar. 2013b. Disponível em [.nov.https://revistaseletronicas.pucrs.br/fale/article/view/12113](https://revistaseletronicas.pucrs.br/fale/article/view/12113). Acesso em 17 nov.2025.

GEERAERTS, Dirk; CUYCKENS, Hubert. **The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics**. Oxford: Oxford University Press, 2007, p. 1175-1202.

LIMA-HERNANDES, Maria Célia (coord.). **Cognição, complexidade e contexto como outras mentes: um tributo a Talmy Givón**. São Paulo: Estige Editorial, 2024.

PAULINO E SILVA, Saulo César; LIMA-HERNANDES, Maria Célia e RODRIGUES, Hernán Joel Cervantes. Os cegos congênitos e o processamento de metáforas equativas audiodescritas mapeado por fMRI. **Revista Moara**, Pará, n°. 67, ago-dez 2024. Disponível em <https://periodicos.ufpa.br/index.php/moara/article/view/e6718/11985>. Acesso em 17 nov.2025.

VEREZA, S. (2013). “Metáfora é que nem...”: Cognição e discurso na metáfora situada. **Signo** [ISSN 1982-2014]. Santa Cruz do Sul, v. 38, n. 65, p. 2-21, jul. dez. 2013. Disponível em: <http://online.unisc.br/seer/index.php/signo>. Acesso em 08 fev.2024.

VICENTE, Renata Barbosa. **Relatório: Ativação dos gatilhos mentais no processo de identificação de metáforas: estudo comparativo entre cegos congênitos e videntes**. São Paulo: IEA/USP, 2025.

Recebido em outubro de 2025.

Aprovado em dezembro de 2025.

Publicado em dezembro de 2025.

SOBRE AS AUTORAS

Renata Barbosa Vicent é doutora e mestre em Filologia e Língua Portuguesa pela Universidade de São Paulo. Realizou pós-doutorado no Instituto de Estudos Avançados da USP – IEA/USP. Atua no Programa de Pós-graduação em Estudos da Linguagem - PROGEL/UFRPE, na linha 1 – Análises linguísticas, textuais, discursivas e enunciativas. É líder do grupo de pesquisa Laboratório Interdisciplinar de Cognição e Neurolinguística – LACIN, com produção destacada no campo da Cognição.

Maria Célia Lima-Hernandes é doutora em Linguística pela Unicamp. Realizou pós-doutorado na Universidade de Macau. É professora Titular da Universidade de São Paulo (USP) e Pesquisadora (Ano Sabático 2024-2025) do Instituto de Estudos Avançados - IEA-USP. Orienta no Programa de Pós-graduação de Estudos da Linguagem (PROGEL/UFRPE). Orientadora de Iniciação Científica e supervisora de pós-doutorandos no Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas-FFLCH. Orientadora de doutorandos e supervisora de Pós-doutorandos junto ao Programa Interdisciplinar Integração da

América Latina (PROLAM-USP). Vice-coordenadora do grupo de pesquisa Laboratório Interdisciplinar de Cognição e Neurolinguística - LACIN.

Cristina Lopomo Defendi é doutora em Filologia e Língua Portuguesa pela Universidade de São Paulo (USP). É professora titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Atua na área de Ensino de Língua Portuguesa e Sintaxe da Língua Portuguesa e no PIBID/CAPES (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência). É líder do grupo de pesquisa GELIFSP (Grupo de Estudos da Linguagem do IFSP).