

## A produção do conhecimento em Neurociência e Teorias atencionais na área de Ensino de Ciências e Educação Matemática

Ademir de Souza Pereira<sup>1</sup>  
Laerte Silva da Fonseca<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa de pós-doutorado cujo objetivo foi investigar como o conhecimento produzido em Ensino de Ciências e Matemática, presente em dissertações e teses, aborda a neurociência cognitiva e as teorias atencionais. A pesquisa tem caráter qualitativo e foi conduzida por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura no Catálogo da CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Os resultados indicam que foram encontradas 78 dissertações e teses oriundas de programas, porém apenas oito atendiam aos critérios de inclusão da pesquisa. Nesse contexto, as pesquisas apontam uma tendência de utilização dessas teorias para melhorar o processo de aprendizagem em diversos níveis de ensino, relacionadas a diferentes estratégias de ensino. Considerando o perfil da pesquisa, a área de Matemática apresentou mais trabalhos, e a investigação aponta uma carência de pesquisas que tenham como fundamentação a neurociência e as teorias atencionais.

**Palavras-chave:** Neurociência cognitiva. Teorias atencionais. Ensino de Ciências. Educação Matemática. Ensino e aprendizagem.

### The production of knowledge in Neuroscience and Attentional Theories in the field of Science Education and Mathematics Education

**Abstract:** This paper presents the results of a postdoctoral research project aimed at investigating how the knowledge produced in Science and Mathematics Education present in dissertations and theses address cognitive neuroscience and attentional theories. The research has a qualitative nature and was conducted through a Systematic Literature Review in the CAPES Catalog and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations. The results indicate that it was possible to find 78 dissertations and theses from programs, but only eight met the inclusion criteria of the research. In this context, the research points out the trend of using these theories to improve the learning process at various levels of education, related to different teaching strategies. Considering the research profile, the mathematics area presented more works, and the investigation indicates a lack of research that is grounded in neuroscience and attentional theories.

**Keywords:** Cognitive neuroscience. Attentional theories. Science Education. Mathematics Education. Teaching and learning.

### La producción de conocimiento en Neurociencia y Teorías de la Atención en el campo de la Educación en Ciencias y Educación Matemática

**Resumen:** Este trabajo presenta los resultados de una investigación de posdoctorado que tuvo como objetivo investigar cómo el conocimiento producido en la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas, presente en disertaciones y tesis, aborda la neurociencia cognitiva y las teorías atencionales. La investigación tiene un carácter cualitativo y se realizó mediante una Revisión Sistemática de la Literatura en el Catálogo de la CAPES y en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones. Los resultados indican que fue posible encontrar 78 disertaciones y tesis de programas, pero solo ocho cumplían con los criterios de inclusión de la investigación. En este contexto, las investigaciones señalan la tendencia de utilizar estas teorías para mejorar el proceso de aprendizaje en diversos niveles educativos, relacionadas con diferentes estrategias de enseñanza. Considerando el perfil de la

<sup>1</sup> Doutor em Educação para a Ciência. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Dourados, MS, Brasil. E-mail: [ademirpereira@ufgd.edu.br](mailto:ademirpereira@ufgd.edu.br) - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3635-7349>

<sup>2</sup> Doutor em Educação Matemática. Instituto Federal de Sergipe (IFS). São Cristóvão, SE, Brasil. E-mail: [laerte.fonseca@uol.com.br](mailto:laerte.fonseca@uol.com.br) - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0215-0606>

investigación, el área de matemáticas presentó más trabajos, y la investigación señala una falta de estudios que tengan como fundamentación la neurociencia y las teorías atencionales.

**Palabras clave:** Neurociencia cognitiva. Teorías atencionales. Enseñanza de las Ciencias. Educación Matemática. Enseñanza y aprendizaje.

## Introdução

A neurociência cognitiva é a área do conhecimento que tem como objetivo investigar os mecanismos do cérebro relacionados aos aspectos neurais, mentais e manifestações comportamentais do ser humano. O entendimento do comportamento humano e de como ocorre a aprendizagem tem sido objeto de estudo em áreas como Ensino e Educação, que buscam investigar temáticas associadas, por exemplo, ao currículo, aos processos de ensino e à aprendizagem, educação especial e formação de professores.

Conforme Grossi *et al.* (2014), a Neurociência Cognitiva estuda o cérebro e suas reações neurais e busca relações com habilidades mais complexas, como linguagem, memória e planejamento. Sternberg (2010) argumenta que o conhecimento dos processos cognitivos e das teorias atencionais pode auxiliar na compreensão do processo de aprendizagem, identificando possíveis dificuldades e potencializando o aprendizado dos alunos.

Além disso, tal conhecimento por parte dos professores pode auxiliar nas ações de ensino em sala de aula, pois é possível criar um ambiente personalizado para o ensino que considere as diferenças cognitivas individuais ou de grupos, em relação às habilidades cognitivas dos estudantes. Nesse sentido, o contexto de ensino pode ser potencializado a partir do conhecimento e aprofundamento da memória, raciocínio e atenção (STERNBERG, 2010).

Nesse contexto, pesquisadores que relacionam os estudos da neurociência cognitiva com aspectos da aprendizagem (FONSECA; SILVA, 2021; COSENZA; GUERRA, 2011; TREISMAN, 1990) apontam que o estímulo é um fator importante para que os estudantes se sintam motivados a interagir com as informações manifestadas em sala de aula.

Conforme Fiolhais e Trindade (2010), componentes do currículo brasileiro são considerados de difícil abstração, o que ocasiona muitas reprovações e estão entre aqueles nos quais os estudantes apresentam os piores desempenhos. Essa problemática é representativa na área de ensino de ciências e matemática quando se trata da superação das dificuldades no processo de ensino e aprendizagem. A partir desse contexto, surge o seguinte questionamento: como os programas de pós-graduação relacionados a essa área têm produzido conhecimento, divulgado por meio de dissertações e teses, relacionados à neurociência cognitiva e às teorias atencionais?

A partir desse questionamento, esta pesquisa adotou a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), aliada aos princípios da pesquisa qualitativa, com o objetivo é investigar como a área de Ensino de Ciências e Matemática tem gerado conhecimento sobre a neurociência cognitiva e as teorias atencionais por meio da análise de dissertações e teses. Dentro desse contexto investigativo, a próxima seção abordará os mecanismos que permitiram a discussão das pesquisas produzidas em Ensino de Ciências e Matemática que exploram essa temática.

### **Metodologia de seleção e análise dos trabalhos**

Conforme Okoli e Duarte (2019), o primeiro passo realizado foi a identificação do objetivo de investigação, o qual se relaciona com a temática e as questões de pesquisa, visando principalmente compreender qual é o foco das pesquisas que abordam a relação entre neurociência e ensino de ciências e matemática. Em seguida, foi realizado o planejamento do protocolo com o propósito de definir o caminho investigativo mais adequado para alcançar os objetivos estabelecidos. A revisão foi conduzida pelos autores deste estudo, denominados revisores, com o objetivo de verificar se os objetivos, a questão de pesquisa, as palavras-chave e a abordagem metodológica estavam de acordo para que a pesquisa fosse considerada sistemática.

O próximo passo realizado foi a seleção, cujo objetivo foi determinar quais trabalhos seriam analisados com base em critérios de inclusão e exclusão. Utilizou-se a abordagem de Okoli e Duarte (2019) com a intenção de contribuir para o mapeamento das produções. Nesse sentido, a investigação se fundamenta na análise qualitativa dos dados de Gil (2008), pois há o propósito de compreender e interpretar o conhecimento produzido.

Os critérios de inclusão incluem trabalhos: (a) que apresentaram relação com a neurociência e a área de ensino de ciências e matemática; (b) produzidos em qualquer ano; (c) que foram publicados e disponíveis, integralmente, na biblioteca brasileira digital de teses e dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES; (d) de qualquer natureza – teórico, aplicado ou de revisão; (e) produzidos por programas de pós-graduação da área de Ensino de Ciências e Matemática, acadêmicos e profissionais; (f) de programas da área de Educação Matemática; e (g) de programas de Ensino e Educação que produzem conhecimento na área de Ensino de Ciências e Matemática e esteja relacionado à temática de investigação.

Os descritores, em português, utilizados nesta pesquisa foram: “neurociência”, “atenção seletiva”, “ensino de química”, “ensino de física”, “ensino de biologia”, “educação

matemática”, “ensino de matemática” e “ensino de ciências”; e em inglês: “neuroscience”, “selective attention”, “chemistry education”, “physics education”, “biology education”, “mathematics education”, and “science education”. É importante ressaltar que também foi realizada a combinação dos descritores por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”.

A partir dessa busca, foram encontradas 238 teses e dissertações. Em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos dos trabalhos com o objetivo de identificar aqueles que estivessem alinhados aos objetivos de investigação e aos critérios de inclusão e exclusão. Durante esse processo, os títulos foram organizados em ordem alfabética pelo autor/a para facilitar a identificação de trabalhos repetidos.

Após as análises, foram identificados 76 trabalhos, os quais foram categorizados de acordo com a abordagem qualitativa proposta por Yin (2001), que compreende as seguintes etapas: (i) compilação; (ii) desagrupamento; (iii) reagrupamento; (iv) interpretação; e (v) conclusão.

## Resultados e Discussão

Os resultados estão organizados em duas seções. A primeira seção realiza um levantamento das produções e das categorias de produções relacionadas com a temática da investigação; enquanto a segunda discute os trabalhos investigados que abordaram teorias da atenção. O Quadro 1 apresenta um mapeamento da produção neurocientífica aplicada ao ensino de ciências e matemática, organizada por instituição de ensino superior (IES), programa, quantidade de produção e porcentagem relativa aos 76 trabalhos encontrados.

**Quadro 1** - Mapeamento da produção neurocientífica na área de ensino de ciências e matemática.

| IES/Programa   | Qt | %     | IES/Programa   | Qt | %    |
|--|----|-------|--|----|------|
| <b>UFMS – FURG – UFRGS:</b> PPG Educação em Ciências e Matemática (M/D - A)* | 9  | 11,8% | <b>UNICID – SP:</b> PPG Educação (M/D -A)                            | 1  | 1,3% |
| <b>UEA:</b> PPG Educação em Ciências na Amazônia (M - A)**                   | 7  | 9,2%  | <b>PUC-SP:</b> PPG Educação Matemática (M/D - A)                     | 1  | 1,3% |
| <b>UFOP:</b> PPG Ensino de Ciências (M - P)***                               | 7  | 9,2%  | <b>UEM:</b> PPG Educação para a Ciência e Matemática (M/D - A)       | 1  | 1,3% |
| <b>UFS:</b> PPG Ensino de Ciências e Matemática (M - A)                      | 5  | 6,6%  | <b>UENF:</b> PPG Ciências Naturais (M/D - A)                         | 1  | 1,3% |
| <b>UFAC:</b> PPG Ensino de Ciências e Matemática (M - P)                     | 4  | 5,3%  | <b>UEPG:</b> PPG Educação em Ciências e Educação Matemática (M - A)  | 1  | 1,3% |
| <b>UFPA:</b> Educação em Ciências e Matemática (M/D - A)                     | 4  | 5,3%  | <b>UFBA:</b> PPG Ensino, Filosofia e História das Ciências (M/D - A) | 1  | 1,3% |
| <b>UFPEL:</b> Educação Matemática (M -                                       | 3  | 3,9%  | <b>UFESSPA:</b> PPG Educação em                                      | 1  | 1,3% |

|   |   |      |   |   |      |
|---|---|------|---|---|------|
| A)  |   |      | Ciências e Matemática (M – A)   |   |      |
| <b>PUC-RS:</b> Educação em Ciências e Matemática (M/D - A)          | 3 | 3,9% | <b>FURG:</b> PPG Matemática (M – P)   | 1 | 1,3% |
| <b>UFMT - UFPA – UEA:</b> Educação em Ciências e Matemática (D - A) | 3 | 3,9% | <b>FURG:</b> PPG Educação Ambiental (M/D – A)   | 1 | 1,3% |
| <b>UFRGS:</b> PPG Educação (M/D - A)                                | 2 | 2,6% | <b>UFFS:</b> PPG Educação (M – P)   | 1 | 1,3% |
| <b>USP:</b> PPG Educação (M/D – A)                                  | 2 | 2,6% | <b>UFG:</b> Educação em Ciências e Matemática (M/D - A)                                       | 1 | 1,3% |
| <b>IFCE:</b> PPG Ensino de Ciências e Matemática (M - A)            | 2 | 2,6% | <b>UFPB:</b> PPG Educação (M/D - A)   | 1 | 1,3% |
| <b>UCS:</b> PPG Ensino de Ciências e Matemática (M - P)             | 2 | 2,6% | <b>UNB:</b> PPG Ensino de Biologia (M – P)  | 1 | 1,3% |
| <b>UEPB:</b> PPG Ensino de Física (M – P)                           | 1 | 1,3% | <b>UNESP:</b> PPG Educação para a Ciência (M/D – A)   | 1 | 1,3% |
| <b>UFRGS (UFSM/UNIPAMPA):</b> PPG Educação em Ciências (M/D - A)    | 1 | 1,3% | <b>UNIPAMPA:</b> PPG Ensino (M – A)   | 1 | 1,3% |
| <b>URI – RS:</b> PPG Educação (M/D – A)                             | 1 | 1,3% | <b>Universidade Franciscana – RS:</b> PPG Ensino de Ciências e Matemática (M - P) e (M/D – A) | 1 | 1,3% |
| <b>ANHANGUERA SP:</b> PPG Educação Matemática (M/D -A)              | 1 | 1,3% | <b>UTP – PR:</b> PPG Educação (M/D - A)   | 1 | 1,3% |
| <b>UFTPR:</b> Ensino de Ciência e Tecnologia (M – P)                | 1 | 1,3% | <b>UEPB:</b> Ensino de Ciências e Matemática (M/D – P)**** e (M – A)                          | 1 | 1,3% |

Fonte: Dados dos autores (2023)

Legenda: (M/D - A)\* = Mestrado e Doutorado Acadêmico; (M - A)\*\* = Mestrado acadêmico; (M – P)\*\*\* = Mestrado profissional; (M/D – P) = Mestrado e Doutorado Profissional.

Conforme o Quadro 01, destacam-se na produção de conhecimento o Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde – UFSM/FURG/UFRGS, com 11,8% de representatividade, seguido pelo Programa de Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da UEA e o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFOP, com 9,2% das produções.

A UFS apresenta 6,6% com o mestrado acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática. O PPG em Ensino de Ciências e Matemática da UFPA e PPG da UFAC contribuem com 5,3% para o desenvolvimento de pesquisa na área. Na PUC-RS, o PPG em Educação em Ciências e Matemática, o PPG em Rede - Educação em Ciências e Matemática UFMT/UFPA/UEA e o PPG em Educação Matemática da UFPEL representam, cada um, 3,9% das pesquisas desenvolvidas.

Os PPG em Educação da UFRGS e USP, em conjunto com os PPG em Ensino de Ciências e Matemática da UCS e IFCE, representam 2,6% das produções da área. É possível verificar que programas em Educação produzem teses e dissertações sobre neurociências aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática. São 23 programas que contribuem, de forma

individual, com 1,3% na produção de conhecimento, de acordo com o contexto desta pesquisa. Além disso, algumas instituições, como FURG, UFRGS e UEPB, possuem mais de um programa com produção na área.

De acordo com esse mapeamento, 36,8% das produções estão na Região Sul, 26,3% na Região Sudeste, 19,7% na Região Norte, 14,5% na Região Nordeste e 2,6% na Região Centro-Oeste. Nesse sentido, temos 25% das produções originárias de mestrados profissionais, 55,3% de mestrados acadêmicos e 19,7% de doutorados acadêmicos. Não foram encontradas produções de doutorados profissionais.

### Aspectos neurocientíficos na Educação em Ciências e Matemática

Os dados desta seção foram organizados e discutidos de forma a atender o objetivo desta pesquisa. No Quadro 2, são apresentados oito trabalhos, bases de pesquisa e termos utilizados na pesquisa.

**Quadro 2** - Mapeamento da produção neurocientífica na área de ensino de ciências e matemática.

| N. | Trabalho   | Bases de dados | Termos utilizados  |
|----|--|----------------|--|
| 1  | CRUZ, A. J. <b>Mecanismos atencionais esperados no processo de aprendizagem de alunos surdos em matemática</b> : uma investigação em livros didáticos do PNLD 2017. 2019. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019                              | BDTD           | atenção seletiva<br>OR<br>"neurociência"<br>AND "ensino"<br>AND "educação"   |
| 2  | MENEZES, T. C. <b>Influências da neurociência cognitiva no ensino de química</b> : como os conhecimentos sobre atenção seletiva poderiam auxiliar na aprendizagem das funções orgânicas?. 2022. 221 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2022.       | BDTD           | atenção seletiva<br>OR<br>"neurociência"<br>AND "ensino"<br>AND "educação"   |
| 3  | OLIVEIRA, C. M. <b>Contribuições da neurociência cognitiva para refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências</b> : conhecendo e reconhecendo as potencialidades do cérebro. 2018. 159 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2018. | Catálogo CAPES | "atenção seletiva"<br>OR<br>"neurociência"<br>AND "ensino"<br>AND "educação" |
| 4  | SANTOS, M. P. <b>Expectativas neurocognitivas da atenção em uma sequência de ensino para a habilitação do raciocínio axiomático durante a aprendizagem da demonstração da lei dos senos</b> . 2019. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.   | Catálogo CAPES | "neurociência"<br>AND "atenção seletiva"                                     |
| 5  | SILVA, J. T. <b>A neurociência cognitiva e as potencialidades de gêneros no desempenho do raciocínio lógico-matemático</b> . 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado em   | Catálogo CAPES | "atenção seletiva"<br>OR<br>"neurociência"                                   |



|   |   |                |  |
|---|---|----------------|--|
|   | Educação em Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2016.   |                | AND "ensino"<br>AND "educação"   |
| 6 | SILVA, K. S. <b>A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular</b> : um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo. 2018. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018. | BDTD           | "atenção seletiva"<br>OR<br>"neurociência"<br>AND "ensino"<br>AND "educação" |
| 7 | SILVA, L. P. <b>Um estudo da atenção seletiva na aprendizagem das funções trigonométricas</b> : etiologias e tipologias de erros na perspectiva da neurociência cognitiva. 2019. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.                 | Catálogo CAPES | "neurociência"<br>AND "atenção seletiva"                                     |
| 8 | SOUZA, N. <b>Investigando o efeito do deslocamento do olhar</b> : implicações para o Princípio da Atenção Dividida. 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2015.  | BDTD           | "atenção seletiva"<br>OR<br>"neurociência"<br>AND "ensino"<br>AND "educação" |

Fonte: Dados dos autores (2023)

Cruz (2019), em sua dissertação intitulada "Mecanismos atencionais esperados no processo de aprendizagem de alunos surdos em matemática: uma investigação em livros didáticos do PNLD 2017"; realizou uma pesquisa de natureza teórico-qualitativa por meio da análise de livros didáticos de matemática destinados a alunos do ensino fundamental. O conteúdo investigado nos livros do nono ano foi Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo. O objetivo da pesquisa foi averiguar os sinais específicos da Língua Brasileira de Sinais (Libras), abordagens metodológicas e instrumentos que auxiliam no processo de avaliação do ensino e aprendizagem de matemática para alunos surdos.

Nos principais resultados encontrados em seu trabalho, Cruz (2019) identificou que os mecanismos atencionais podem auxiliar na aprendizagem de alunos surdos. Nesse sentido, a análise, permeada pelos conceitos de objetos ostensivos e não ostensivos (STERNBERG, 2010) presentes nos livros didáticos de matemática, foi considerada uma ferramenta para identificar os mecanismos atencionais favoráveis à aprendizagem matemática dos alunos surdos (COSENZA; GUERRA, 2011).

Esses resultados destacam a importância de compreender e adaptar estratégias de ensino (como sinais, símbolos, imagens, etc.) que levem em consideração os mecanismos atencionais dos alunos surdos, visando promover uma aprendizagem inclusiva em matemática. A partir disso, compreendemos que a estratégia delineada por Cruz (2019) está relacionada à importância da intervenção didática em sala de aula, com base nos pressupostos da atenção seletiva como um fator relevante no processo de aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011;

TREISMAN, 1990). Isso envolve a capacidade de focar em determinados estímulos que podem facilitar o processo de aprendizagem e, ao mesmo tempo, ignorar possíveis distratores.

No contexto, Cruz (2019) se baseou em Consenza (2011) ao estimular a ativação do sistema atencional, que depende do nível de vigilância, da relevância informacional e da capacidade de manipular a atenção para focar na consciência em diferentes modalidades sensoriais (CONSENZA, 2011). Não foi possível identificar quais dificuldades e limites a autora encontrou na relação da neurociência com o ensino de ciências e matemática.

Menezes (2022) desenvolveu sua pesquisa de mestrado intitulada "Influências da neurociência cognitiva no ensino de química: como os conhecimentos sobre atenção seletiva poderiam auxiliar na aprendizagem das funções orgânicas?". A atividade investigativa foi conduzida com estudantes do terceiro ano do ensino médio, abordando o conteúdo de funções orgânicas. A estratégia de ensino foi organizada por meio de uma sequência didática, na qual foi possível realizar a investigação, cujo objetivo foi analisar os efeitos da utilização de jogos didáticos e sua relação com a função executiva da atenção seletiva.

Entre as contribuições e potencialidades da pesquisa, o autor destaca a associação de fatos e características das funções orgânicas com o cotidiano dos alunos, potencializada pelos recursos multissensoriais do jogo, o que contribuiu para a evocação de memórias em relação ao conteúdo. O pesquisador aponta como dificuldades o tempo disponível para a realização da pesquisa e a disponibilidade e o interesse dos voluntários do estudo.

Nesse sentido, Menezes (2022) aborda a influência da neurociência e os aspectos neurocognitivos da atenção seletiva no ensino de química orgânica. Isso foi possível por meio do planejamento, no qual foram estruturadas as atividades de reconhecimento dos grupos funcionais, baseadas no estímulo do foco atencional para auxiliar os alunos na compreensão de conceitos químicos (STERNBERG, 2010). O autor discute estratégias de ensino (testes, atividades e avaliações) para que os docentes possam auxiliar no processo de aprendizagem.

A investigação de Menezes (2022) destaca a importância de considerar o funcionamento do cérebro dos estudantes ao desenvolver estratégias de ensino. Ao compreender melhor como o cérebro processa informações, os professores podem criar atividades e abordagens de ensino mais eficazes e alinhadas aos processos cognitivos dos alunos. Isso pode ser especialmente útil para promover a compreensão de conceitos específicos, como as funções orgânicas em química, e facilitar a aprendizagem dos estudantes nessa área.

Oliveira (2018) desenvolveu sua dissertação intitulada "Contribuições da neurociência cognitiva para refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências: conhecendo e



reconhecendo as potencialidades do cérebro". O autor aponta que um dos objetivos da investigação foi averiguar os aportes do conhecimento neurocognitivo no processo de ensino e aprendizagem de conceitos biológicos, especificamente, a classificação dos seres vivos. Com isso, foi desenvolvida uma sequência didática com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma instituição pública do Paraná.

Oliveira (2018) destaca que a neurociência cognitiva ajuda a desenvolver estratégias de ensino mais eficazes, alinhadas aos processos cognitivos dos alunos. O autor aponta a necessidade de formação docente para a implementação de práticas pedagógicas embasadas em conhecimentos neurocientíficos. Ele ressalta, assim como Cosenza e Guerra (2011), que a compreensão das bases neurobiológicas da aprendizagem pode orientar a elaboração de currículos alinhados com os processos cognitivos dos estudantes.

Os resultados apontam para a complexidade do ato de aprender e para a importância de conhecer e reconhecer as potencialidades do cérebro. Os fatores que auxiliam no foco atencional e no processo de aprendizagem permitem aos envolvidos, professores e estudantes, especialmente no ensino de ciências, acessar novos caminhos que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos complexos.

Ao relacionar os resultados de Oliveira (2018) com os teóricos da neurociência e da atenção seletiva (FONSECA; SILVA, 2021; COSENZA; GUERRA, 2011), percebemos a importância de que os professores tenham suporte formativo para desenvolver estratégias pedagógicas que estimulem e aprimorem essa habilidade nos alunos, a fim de promover a aprendizagem de forma mais eficaz.

Nesse contexto, os estudos conduzidos por Cruz (2019), Menezes (2022) e Oliveira (2018) oferecem contribuições a respeito de como a neurociência cognitiva pode potencializar o processo de ensino e aprendizagem em diversas áreas do conhecimento. Cada autor aborda uma disciplina específica - matemática, química e ciências biológicas - mas todos convergem para a compreensão da importância dos mecanismos atencionais na educação.

Cruz (2019) concentra-se na inclusão de alunos surdos em matemática, destacando a relevância dos mecanismos atencionais no processo de aprendizagem desses estudantes. Sua pesquisa destaca que a intervenção didática, baseada nos princípios da atenção seletiva, pode facilitar o acesso e a compreensão dos conteúdos matemáticos por parte dos alunos surdos. Por sua vez, Menezes (2022) traz contribuições para o ensino de química, ao explorar como os jogos didáticos podem influenciar a função executiva da atenção seletiva dos alunos. Ao incorporar elementos lúdicos e interativos, sua pesquisa demonstra como é possível engajar os

estudantes de maneira de forma a promover a aprendizagem de conceitos químicos.

Já Oliveira (2018) amplia o escopo para as ciências biológicas, ressaltando a importância da formação docente e do reconhecimento das potencialidades do cérebro no processo de ensino e aprendizagem. Sua pesquisa enfatiza a necessidade de os educadores estarem atualizados sobre os avanços da neurociência cognitiva, a fim de desenvolverem estratégias de ensino mais eficazes e alinhadas com os processos cognitivos dos alunos.

No trabalho de Santos (2019), em sua dissertação intitulada "Expectativas neurocognitivas da atenção em uma sequência de ensino para a habilitação do raciocínio axiomático durante a aprendizagem da demonstração da lei dos senos". A pesquisa teve como objetivo analisar as expectativas neurocognitivas das teorias da atenção durante o desenvolvimento de uma sequência de ensino para acompanhar o processo de construção do raciocínio axiomático do conteúdo curricular da lei dos senos, no ensino de matemática. Os participantes da pesquisa foram estudantes do curso de licenciatura em matemática da UFS. O estudo teve caráter qualitativo e foi desenvolvido dentro do contexto de uma sequência didática que incluiu ações vinculadas à contextualização e ao ciclo trigonométrico móvel.

Dessa forma, Santos (2019) apresenta como resultado o aumento da quantidade de respostas na resolução de situações-problema, indicando um bom desempenho dos estudantes. O autor reforça que o processo de repetição é importante na assimilação e consolidação do aprendizado, pois isso permite a relação do foco atencional com a atividade neural em áreas específicas do cérebro (STERNBERG, 2010). A aplicação de dicas e atividades que enfatizem a atenção seletiva permite que o aprendiz se concentre nos aspectos relevantes do conteúdo, filtrando as informações menos importantes (TREISMAN, 1990).

O autor aponta como resultado evidências de que as funções neurocognitivas atencionais, quando mobilizadas, podem ser observadas quando o aprendiz seleciona e processa as informações relevantes para cada etapa da atividade de ensino, controlando sua atenção para seguir a sequência lógica hierárquica (planejada de forma hierárquica pelo docente) e compreender a relação entre os conceitos matemáticos envolvidos (GAZZANIGA *et al.*, 2006).

O resultado apontou a contribuição e potencialidade para a área de educação matemática, pois foi possível concluir que as intervenções didáticas que permitiram aguçar o sistema atencional do estudante por meio do aspecto visual-tátil aumentaram a atenção e o foco no estudo da lei dos senos.

A dissertação defendida pela Universidade do Estado do Amazonas, por Silva (2016), intitulada "A neurociência cognitiva e as potencialidades de gêneros no desempenho do

raciocínio lógico-matemático". Apresenta a importância de abordar a neurociência focada na relação da mente com o cérebro, com ênfase em habilidades cognitivas. Nesse sentido, a investigação teve como objetivo analisar os novos paradigmas da neurociência e discuti-los à luz do Programa de Avaliação de Estudante Internacional, a fim de destacar peculiaridades do desempenho dos alunos da região Norte do Brasil.

A metodologia pautou-se na abordagem quantitativa dos dados, e os resultados apontaram que as habilidades cognitivas referentes a matemática, ciências e linguagem possuem diferenças de acertos conforme o gênero investigado. A pesquisadora sugere que meninos e meninas podem estar expostos a situações na tenra idade que levam a esse desempenho diferenciado.

No contexto abordado por Silva (2016), há uma análise interdisciplinar da relação entre neurociência e atenção seletiva no processo de aprendizagem. A motivação para tal investigação foi inspirada em diversos estudos, incluindo reflexões de Schopenhauer (2011), que sugeriram limitações intelectuais para mulheres. No entanto, a autora fundamenta sua discussão em trabalhos de Eliot (2013), que delinea discrepâncias de desempenho entre meninos e meninas em áreas como desenvolvimento, saúde, ambiente escolar e aptidões.

A pesquisa revela que o desempenho cognitivo das meninas em ciências representa um avanço na redução das disparidades de aprendizado. Segundo Eliot (2013), ao atingirem a adolescência, as meninas enfrentam desafios cognitivos em matemática e ciências em comparação com os meninos. Embora haja uma pequena diferença no desempenho cognitivo entre meninos e meninas brasileiros no teste PISA de ciências, destaca-se o desempenho superior das meninas em leitura e literacia digital em relação aos meninos. Esse fenômeno também encontra respaldo em pesquisas de neurociência cognitiva, que apontam uma tendência à excelência das mulheres em habilidades verbais.

Silva (2018) desenvolveu sua dissertação "A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular: um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo". A investigação teve como objetivo investigar os efeitos de recursos didáticos, tais como modelos moleculares alternativos e virtuais, e averiguar como se dá o processo de desenvolvimento de habilidades visuais e espaciais associadas ao conteúdo de Geometria Molecular. Os participantes da pesquisa foram nove estudantes do ensino médio que já haviam estudado o conteúdo, os quais participaram de um conjunto de atividades desenvolvidas pelo pesquisador ao longo de um mês.

Nesse contexto, os resultados apontaram que recursos com dimensão multissensorial

proporcionaram maior engajamento dos estudantes, o que foi um fator facilitador do processo de consolidação e evocação de memórias de longo prazo associadas aos conceitos químicos necessários para o entendimento de geometria molecular. Ao aproximarmos os apontamentos do autor com os pressupostos de Cosenza e Guerra (2011), que defendem a eficácia do processo de aprendizagem com base nas condições do sujeito e de seus múltiplos sentidos, reconhecemos tais estratégias como potencializadoras quando estimuladas de forma visual, auditiva, tátil e/ou cinestésica. No entanto, enfatizamos que a aprendizagem é dependente das condições individuais do sujeito.

Nesse sentido, o autor aponta a necessidade de investimento em estudos neurocientíficos e na adequação do ambiente escolar para a utilização de materiais que proporcionem mais engajamento e participação dos alunos nas atividades, pois tais ações estimulam a memória, o foco e a atenção dos estudantes. Silva (2018) explora os principais aspectos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo, enfatizando a consolidação e evocação de memórias episódicas associadas ao aprendizado de conceitos químicos. Destaca-se também a importância dos recursos multissensoriais para facilitar o processo de consolidação de memórias, como a manipulação de modelos moleculares físicos e virtuais para avaliação e correção de erros dos alunos.

A pesquisa de Silva (2018) sugere que a neurociência cognitiva pode contribuir significativamente para melhorar o ensino de geometria molecular, por meio da compreensão dos processos cognitivos, identificação de estratégias didáticas e desenvolvimento de metodologias inovadoras baseadas em evidências científicas. A utilização de recursos multissensoriais, como a manipulação de modelos moleculares físicos e virtuais, demonstrou aumentar o engajamento dos estudantes e contribuir para a avaliação e correção de erros, resultando em um aumento de 20% no rendimento de aprendizagem em um período de um mês.

Assim, a interseção entre neurociência e atenção seletiva no processo de aprendizagem destaca a importância de compreender os mecanismos cerebrais envolvidos na focalização da atenção (TREISMAN, 1990). Isso possibilita o desenvolvimento de estratégias educacionais mais eficazes, que consideram a capacidade do cérebro de processar e selecionar informações relevantes para a aprendizagem (SILVA, 2018).

Os estudos realizados por Santos (2019), Silva (2016) e Silva (2018) exploram diferentes aspectos da neurociência cognitiva aplicados ao ensino de matemática e ciências, oferecendo relevância sobre como compreender e otimizar o processo de aprendizagem dos alunos. Eles destacam a necessidade de compreender as nuances do processo de aprendizagem

dos alunos e adaptar as práticas pedagógicas de acordo, visando promover um ensino mais inclusivo.

Silva (2019) realizou sua pesquisa de mestrado intitulada “Um estudo da atenção seletiva na aprendizagem das funções trigonométricas: etiologias e tipologias de erros na perspectiva da neurociência cognitiva”, defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. A investigação teve como objetivo analisar a etiologia de erros em situações de aprendizagem e testes do conteúdo de funções trigonométricas correlacionada com os níveis de atenção seletiva. A pesquisa foi do tipo exploratória e experimental, cujos participantes foram estudantes do ensino médio da rede estadual do estado de Alagoas. O contexto e a justificativa de investigação se pautam em entender como os estudantes utilizam técnicas para resolver os problemas e as tarefas propostas, visando auxiliar os professores no ensino do conteúdo de funções trigonométricas.

No estudo apresentado, Silva (2019) identifica as etiologias e tipologias de erros na aprendizagem das funções trigonométricas com base na hierarquia dos Níveis de Funcionamento do Conhecimento, relacionando-os aos níveis de Atenção Seletiva. Essa abordagem permite identificar as origens dos erros cometidos pelos alunos ao lidar com as funções trigonométricas e classificá-los de acordo com os diferentes níveis de complexidade cognitiva e atenção seletiva exigidos para sua resolução. Ao analisar as etiologias dos erros e sua relação com a atenção seletiva, o estudo busca compreender como a capacidade de foco e seleção de estímulos influenciam o desempenho dos alunos na aprendizagem das funções trigonométricas (STERNBERG, 2010).

O autor aponta para a necessidade de aprofundamento de pesquisas desse tipo, pois, por meio dos referenciais teóricos atencionais, é possível identificar as dificuldades de aprendizagem, fato que muitas pesquisas não explicitavam os erros ou lapsos em seus fios condutores como um dos fatores preponderantes para o processo de aprendizagem.

A tese de Souza (2015), intitulada "Investigando o efeito do deslocamento do olhar: implicações para o Princípio da Atenção Dividida", foi defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas na Universidade Federal do Pará. O autor discute que a movimentação do olhar em sala de aula, por exemplo, é um indicativo que se relaciona à memória de trabalho utilizada pelos estudantes e apresenta esse contexto como objeto de estudo. Com isso, o objetivo da investigação foi averiguar como a movimentação do olhar é capaz de afetar a retenção de informações espaciais relacionadas à memória de trabalho. Os participantes da pesquisa foram estudantes de um curso de licenciatura em física que

realizaram experimentos com blocos de Corsi.

No contexto investigativo, Souza (2015) destaca que quando os olhos se movem de uma fonte de informação para outra, há um custo cognitivo associado a esse processo, o que pode impactar a capacidade de processamento de informações e a aprendizagem. O autor exemplifica que, ao assistir uma aula e alternar o olhar entre as anotações do professor no quadro e o caderno de anotações, os deslocamentos oculares podem afetar a forma como as informações são codificadas e armazenadas na memória.

Os principais resultados encontrados nesta pesquisa indicam que o deslocamento do olhar durante a aprendizagem afeta: (a) a retenção de informações espaciais em materiais instrucionais; (b) afeta mais a Memória Espacial do que a Memória Visual, indicando uma interação significativa entre os deslocamentos oculares e a Memória de Trabalho Espacial; (c) pode impactar a capacidade de memorização e aprendizagem; e (d) os resultados dos testes realizados indicaram que o número de acertos nos testes diminui à medida que aumenta a demanda da Memória de Trabalho. Esses resultados se aproximam das pesquisas de Fiolhais e Trindade (2010), que apontam a importância da capacidade do cérebro de direcionar e focalizar a atenção para estímulos relevantes em meio a uma grande quantidade de informações.

Esses resultados destacam a importância do deslocamento do olhar na divisão da atenção e na forma como as informações são processadas e retidas, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos mecanismos envolvidos na aprendizagem e na memória em contextos educacionais. Nesse sentido, entendemos que seu trabalho contribuiu para a compreensão dos processos cognitivos, conforme apresentado nos pressupostos e discussões de pesquisas da área (FONSECA; SILVA, 2021; COSENZA; GUERRA, 2011). Isso pode ajudar educadores a desenvolver estratégias mais eficazes para otimizar a atenção e a retenção de informações durante o ensino de Ciências.

Foi possível perceber que alguns pesquisadores, como Cruz (2019), Oliveira (2018), Silva (2016) e Silva (2018) desenvolveram investigações pautadas na neurociência cognitiva, enquanto Menezes (2022), Santos (2019), Silva (2019), Souza (2015) realizaram suas pesquisas com enfoque em teorias atencionais, especificamente atenção seletiva ou atenção dividida. Trabalhos de natureza teórica foram desenvolvidos por Cruz (2019), com a análise de livros didáticos do PNLD 2017, com enfoque no conteúdo de Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo, e Silva (2016), que analisou o resultado do PISA, em que foram verificados conceitos relacionados à matemática, ciências e linguagem. Esses buscaram suporte teórico na neurociência cognitiva.



Em relação ao público participante da pesquisa, Menezes (2022), Silva (2018) e Silva (2019) desenvolveram suas pesquisas com estudantes do ensino médio, Oliveira (2018) com alunos do ensino fundamental, Santos (2019) com curso de licenciatura em matemática e Souza (2015) com estudantes de um curso de licenciatura em física. Isso indica que as pesquisas possuem como enfoque o aluno, ou seja, o processo de aprendizagem. No entanto, alguns autores, como Oliveira (2018) e Souza (2015), discutem a importância de cursos de formação docente sobre neurociência e aspectos atencionais para potencializar tanto o processo de ensino quanto de aprendizagem.

Os conteúdos mobilizados nas pesquisas em matemática foram relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo (CRUZ, 2019), lei dos senos (SANTOS, 2019) e funções trigonométricas (SILVA, 2019). No que se refere ao conteúdo de química, Menezes (2022) abordou o conceito de funções orgânicas e Silva (2018), o conceito de geometria das moléculas. Apesar de Souza (2015) ter realizado sua pesquisa com estudantes do curso de licenciatura em física, sua pesquisa foi voltada, de forma específica, para investigar a memória dos estudantes.

As abordagens de intervenção para realizar a investigação para pesquisas feitas em sala de aula, de forma majoritária, foram sequências didáticas, estruturadas com variadas estratégias didáticas, tais como aula expositiva, resolução de exercícios, manipulação de materiais, montagem de maquetes, realização e observação de experimentos, reforço de conceitos, entre outras.

Considerando o contexto da pesquisa, a região Nordeste é a que mais produz conhecimento, com cinco trabalhos, a região Norte com dois trabalhos e a região Sul com um trabalho de investigação. Nesse contexto, a Universidade Federal de Sergipe apresenta significativa produção de conhecimento sobre neurociência cognitiva e teorias atencionais na área de Ensino de Ciências e Matemática. Os conteúdos mais relacionados são da área de matemática, isso aponta uma tendência de pesquisas em educação matemática para essa área do conhecimento.

No que concerne à convergência de pressupostos em relação à importância da neurociência cognitiva no contexto educacional, podemos observar que tanto Cruz (2019) quanto Oliveira (2018) e Silva (2019) ressaltam a relevância de compreender os processos cognitivos dos alunos para desenvolver estratégias de ensino mais eficazes. Todos eles destacam a necessidade de alinhar as práticas pedagógicas com o funcionamento do cérebro, a fim de promover a aprendizagem.

Além disso, Silva (2016) e Silva (2018) enfatizam a importância de considerar as dimensões educacionais e socioculturais e as evidências científicas na formulação de metodologias de ensino. Ambos os autores apontam para a necessidade de criar ambientes educacionais inclusivos e equitativos, que levem em consideração as diferentes necessidades e potenciais dos estudantes.

Menezes (2022) e Santos (2019) concentram-se mais nas estratégias de ensino e nas interações neurais dos alunos durante atividades pedagógicas. Menezes destaca o uso de estratégias didáticas para aprimorar a conexão entre o conteúdo e as interações neurais dos alunos durante jogos pedagógicos, enquanto Santos (2019) aponta para a importância de mobilizar as funções neurocognitivas atencionais durante o processo de aprendizagem. A partir do exposto, consideramos que as pesquisas fornecem informações relevantes sobre como a neurociência cognitiva pode informar e melhorar as práticas de ensino, destacando a importância de considerar as necessidades individuais dos alunos.

### **Considerações finais**

A presente pesquisa aborda a produção de conhecimento de programas de pós-graduação que atuam no campo do Ensino de Ciências e Matemática em relação à neurociência e teorias atencionais. Os estudos da neurociência cognitiva oferecem um vasto potencial para contribuir com o processo de aprendizagem em diversos contextos educacionais. Ao desvendar os intricados mecanismos cerebrais envolvidos na aquisição, retenção e aplicação de conhecimentos, a neurociência cognitiva fornece insights que podem ser aplicados de maneira prática para otimizar a prática pedagógica.

A partir desses conhecimentos, os educadores podem adaptar suas abordagens pedagógicas para atender às necessidades individuais dos alunos, tornando o ensino relevante e acessível; além disso, os estudos de neurociência cognitiva têm o potencial de contribuir com a formação docente. Ao integrar conhecimentos sobre os fundamentos neurobiológicos da aprendizagem nos programas de formação de professores, pode-se capacitar a equipe escolar a desenvolver práticas pedagógicas mais informadas e eficazes, preparando-os para enfrentar os desafios complexos da sala de aula contemporânea.

Os autores apontam para a necessidade de reconhecer a importância da neurociência cognitiva e das teorias atencionais como conteúdo a ser estudado em cursos de formação inicial e continuada de professores. São esses profissionais que estão à frente da sala de aula e ensinam os conteúdos curriculares, e o conhecimento neurocientífico pode potencializar sua atuação em

sala de aula, principalmente no que se refere à identificação de distúrbios de aprendizagem, à avaliação e aos procedimentos de ensino que possam contribuir com o processo de aprendizagem. Há uma carência de produção de conhecimento em Ensino de Ciências e Matemática que aborde temas investigativos relacionados à neurociência cognitiva e às teorias atencionais.

## Referências

COSENZA, R., GUERRA, L. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CRUZ, A. J. **Mecanismos atencionais esperados no processo de aprendizagem de alunos surdos em matemática: uma investigação em livros didáticos do PNLD 2017**. 2019. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, 2010.

FONSECA, L. S.; SILVA, K. S. Elementos neurocognitivos da atenção seletiva para a compreensão da transição escolar de noções matemáticas. **Ciências & Cognição**, v. 26, n. 1, 2021.

GAZZANIGA, M. S. et al. **Neurociência Cognitiva: a biologia da mente**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GROSSI, M. G. R. et al. Uma reflexão sobre a neurociência e os padrões de aprendizagem: A importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, Maceió, v. 6, n. 12, 2014.

MENEZES, T. C. **Influências da neurociência cognitiva no ensino de química: como os conhecimentos sobre atenção seletiva poderiam auxiliar na aprendizagem das funções orgânicas?**. 2022. 221 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2022.

OKOLI, C.; DUARTE, T. Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. Traduzido por David W. A., & Mattar, R. **Revista EaD Em Foco**, v. 9, n. 1, 2019.

OLIVEIRA, C. M. **Contribuições da neurociência cognitiva para refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências: conhecendo e reconhecendo as potencialidades do cérebro**. 2018. 159 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2018.

SANTOS, M. P. **Expectativas neurocognitivas da atenção em uma sequência de ensino para a habilitação do raciocínio axiomático durante a aprendizagem da demonstração da lei dos senos**. 2019. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2022.

SILVA, J. T. **A neurociência cognitiva e as potencialidades de gêneros no desempenho do**

---

**raciocínio lógico-matemático.** 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2016.

SILVA, K. S. **A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular:** um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo. 2018. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.

SILVA, L. P. **Um estudo da atenção seletiva na aprendizagem das funções trigonométricas:** etiologias e tipologias de erros na perspectiva da neurociência cognitiva. 2019. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

SOUZA, N. **Investigando o efeito do deslocamento do olhar:** implicações para o Princípio da Atenção Dividida. 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2015.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva.** São Paulo: Cengage Learning, 2010

TREISMAN, A. M. Visual coding of features and objects: Some evidence from behavioral studies. In: National Research Council (Ed.), **Advances in the modularity of vision:** selections from a symposium on frontiers of visual science (p. 39- 61). Washington, DC: National Academy Press, 1990.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2001.