

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA - PPGECMAT
Deisiene Gonçala Guedes de Matos**

**INTERVENÇÕES DIDÁTICAS BASEADAS EM NEUROEDUCAÇÃO E
METACOGNIÇÃO: POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

**Diamantina
2025**

Deisiene Gonçala Guedes de Matos

**INTERVENÇÕES DIDÁTICAS BASEADAS EM NEUROEDUCAÇÃO E
METACOGNIÇÃO: POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia – PPGECMaT da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, com requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo W. Rocha Fernandes

Diamantina

2025

Catalogação na fonte - Sisbi/UFVJM

M433i 2025	<p>Matos, Deisiene Gonçala Guedes de</p> <p>INTERVENÇÕES DIDÁTICAS BASEADAS EM NEUROEDUCAÇÃO E METACOGNIÇÃO: [manuscrito] : POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS / Deisiene Gonçala Guedes de Matos. -- Diamantina, 2025.</p> <p>185 p. : il.</p> <p>Orientador: Prof. Geraldo W. Rocha Fernandes.</p> <p>Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia) -- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, Diamantina, 2025.</p> <p>1. Neuroeducação. 2. Metacognição. 3. Princípios da Neurociência. 4. Estratégias de Ensino Metacognitivas. 5. Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências. I. Fernandes, Geraldo W. Rocha. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. III. Título.</p>
---------------	---

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFVJM
com os dados fornecidos pela autora.

Este produto é resultado do trabalho conjunto entre o bibliotecário Rodrigo Martins
Cruz/CRB6-2886
e a equipe do setor Portal/Diretoria de Comunicação Social da UFVJM

DEISIENE GONÇALA GUEDES DE MATOS

**"INTERVENÇÕES DIDÁTICAS BASEADAS EM NEUROEDUCAÇÃO E
METACOGNIÇÃO: POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS"**

Dissertação apresentada ao MESTRADO
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS MATEMÁTICA E
TECNOLOGIA, nível de MESTRADO, como parte
dos requisitos para obtenção do título de MESTRA
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS MATEMÁTICA
E TECNOLOGIA.

Orientador: Prof. Dr. GERALDO WELLINGTON
ROCHA FERNANDES

Data de aprovação: 07/03/2025.

Documento assinado digitalmente
 GERALDO WELLINGTON ROCHA FERNANDES
Data: 10/03/2025 09:54:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. GERALDO WELLINGTON ROCHA FERNANDES (Orientador)

Documento assinado digitalmente
 LUANA PEREIRA LEITE SCHETINO
Data: 11/03/2025 16:26:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a LUANA PEREIRA LEITE SCHETINO (UFVJM)

Documento assinado digitalmente
 LUCIANA HOFFERT CASTRO CRUZ
Data: 14/03/2025 19:32:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a LUCIANA HOFFERT (UFOP)

Documento assinado digitalmente
 CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA
Data: 16/03/2025 08:55:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA (UPF)

DIAMANTINA

Este trabalho é dedicado a Deus, à minha mãe Elizabete, ao meu esposo Talles, ao meu orientador Geraldo e aos meus gatos, que com sua confiança, apoio, paciência e cuidado, me ajudaram a tornar esse sonho uma realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, cuja infinita bondade colocou pessoas maravilhosa em meu caminho para me auxiliarem nesta jornada.

À minha mãe, Elizabete, por suas orações, incentivo e amor incondicional.

Ao Meu amado esposo, Talles, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me apoiando, contribuindo para a aplicação da Sequência Didática e sendo minha força nos momentos de fraqueza.

Aos meus gatos, que tiveram um papel essencial, ajudando a manter minha saúde mental em dia.

Minha profunda gratidão ao professor e orientador, Geraldo Fernandes, por sua confiança, amizade, cuidado, além de ser uma inspiração desde meus tempos de graduação.

Sou imensamente grata aos meus familiares e amigos, em especial a Tia Dete, Tia Teca (*in memorian*), Dona Cida, Vó Maria, pelo apoio e carinho.

Agradeço também às professoras e professores do PPGECMaT UFVJM, assim como à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM e à Pró-Reitoria de Pesquisa e PósGraduação (PRPPG) pelo apoio financeiro.

Às professoras e às escolas que generosamente permitiram o desenvolvimento das atividades com seus alunos e aos estudantes, cuja participação contribuiu significativamente para os resultados desta pesquisa.

Por fim, mas não menos importante, minha sonhada *Banca Show*, composta pelas incríveis e admiráveis professoras Luciana Hoffer, Cleci Rosa e Luana Schetino, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho, muito obrigada pelas contribuições, conselhos e dicas.

A todos, minha admiração, respeito e sincera gratidão. Que Deus os abençoe!

"O educador é quase um neurocirurgião
que, sem abrir o cérebro, consegue mudar
conexões por meio dos órgãos do sentido"

(Leonor Guerra)

RESUMO

Este trabalho visa auxiliar a formação continuada de professores. Com o tema “*Ensino de Ciências a partir da Neuroeducação e da Metacognição*” buscou responder o seguinte problema de pesquisa: *Qual é o papel da Neuroeducação e da Metacognição no ensino e aprendizagem de Ciências?* E, para respondê-lo, foi traçado o objetivo geral: “*Identificar as potencialidades da neuroeducação e da metacognição para o Ensino de Ciências*”. Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram desenvolvidos três estudos, divididos em três partes. A primeira parte é composta por dois capítulos e refere-se a uma fundamentação teórica em profundidade. O Capítulo 1 apresenta uma pesquisa bibliográfica sobre a Neuroeducação e o Ensino de Ciências. O Capítulo 2 segue a mesma linha, concentrando-se na Metacognição e no Ensino de Ciências. Ambos os capítulos contêm introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e considerações finais. A pesquisa sobre Neuroeducação reuniu 71 produções. Apesar do crescente interesse na área, os estudos ainda são incipientes. Há desafios na integração da neuroeducação ao processo avaliativo e à formação de professores, destacando a importância de estratégias como jogos e mapas conceituais, bem como a necessidade de ampliar as discussões sobre educação inclusiva. A pesquisa ressalta o impacto de fatores cognitivos como emoção e motivação no aprendizado, reforçando a necessidade de reformulação curricular para os docentes e garantir sua aplicação nas escolas. Os estudos sobre Metacognição analisou 103 trabalhos. Os dados revelam que a temática encontra-se em crescimento, destacando a necessidade de promover uma mudança no currículo dos cursos de formação de professores, estimulando, desde o início da formação, a participação em pesquisas e projetos. Além disso, é essencial promover um diálogo entre as escolas para reduzir as lacunas tanto da neurociência quanto da metacognição na educação básica. A segunda parte apresenta o Capítulo 3, referente à metodologia da pesquisa e o Capítulo 4, que trata da metodologia de ensino. Este capítulo aborda o Produto Educacional, composto por uma Sequência Didática (SD) baseada em três abordagens pedagógicas pertencentes as Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências (MADECs): Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Estudo de Caso e Ensino de Ciência Baseado em Investigação (ENCI). Essas metodologias foram complementadas por Princípios da Neurociência e Estratégias Metacognitivas. Por fim, a Parte III, intitulada “Resultados e Discussão”, compreende o Capítulo 5, as Considerações Finais e Implicações, além da Bibliografia. A SD foi aplicada a 95 estudantes distribuídos em quatro turmas do sexto ano de três escolas da rede pública de ensino em Diamantina, Minas Gerais, as quais foram identificadas como EA, EB e EC. Os dados foram analisados por meio das etapas da Análise Textual Discursiva (ATD) e organizados em categoria e subcategorias. Os resultados foram significativos nas Escola A e C. Já na Escola B, não foi possível desenvolver as atividades devido ao comportamento dispersos dos estudantes. Os alunos refletiram sobre os problemas apresentados, sugerindo soluções e demonstrando elementos neuroeducativos como emoção, atenção, motivação e memória. Quanto à metacognitivo, alguns alunos manifestaram pensamento metacognitivo, reforçando a necessidade de estratégias que promovam essa habilidade. Dessa forma os resultados reforçam que a Neuroeducação e a Metacognição não fornecem soluções prontas, mas incentivam a reflexão sobre a prática pedagógica, respeitando a individualidade de cada estudante e reconhecendo que uma mesma estratégia pode apresentar resultados diferentes, por vezes não alcançados ou até insatisfatórios. Portanto, é necessário que o professor conheça seus alunos, domine diferentes estratégias pedagógicas e desenvolva a metacognição na sala de aula buscando promover habilidades metacognitivas.

Palavras-chave: Neuroeducação; Metacognição; Estratégias Metacognitivas; Princípios da Neurociência; Metodologias e Abordagens Diferenciadas no Ensino de Ciências.

ABSTRACT

This work aims to assist the continuing education of teachers. With the theme "*Science Teaching from Neuroeducation and Metacognition*" it sought to answer the following research problem: *What is the role of Neuroeducation and Metacognition in the teaching and learning of Science?* And, to answer it, the general objective was outlined: "*To identify the potentialities of neuroeducation and metacognition for Science Teaching*". To achieve the general objective of this work, three studies were developed, divided into three parts. The first part consists of two chapters and refers to an in-depth theoretical foundation. Chapter 1 presents a bibliographic research on Neuroeducation and Science Teaching. Chapter 2 follows the same line, focusing on Metacognition and Science Teaching. Both chapters contain introduction, theoretical foundation, methodology, results and final considerations. The research on Neuroeducation brought together 71 productions. Despite the growing interest in the area, studies are still incipient. There are challenges in the integration of neuroeducation into the evaluation process and teacher training, highlighting the importance of strategies such as games and concept maps, as well as the need to broaden discussions on inclusive education. The research highlights the impact of cognitive factors such as emotion and motivation on learning, reinforcing the need for curricular reformulation for teachers and ensuring its application in schools. The studies on Metacognition analyzed 103 works. The data reveal that the theme is growing, highlighting the need to promote a change in the curriculum of teacher training courses, stimulating, from the beginning of training, participation in research and projects. In addition, it is essential to promote a dialogue between schools to reduce the gaps in both neuroscience and metacognition in basic education. The second part presents Chapter 3, referring to the research methodology and Chapter 4, which deals with the teaching methodology. This chapter addresses the Educational Product, composed of a Didactic Sequence (SD) based on three pedagogical approaches belonging to the Methodologies and Differentiated Approaches in Science Teaching (MADECs): Science, Technology and Society (CTS), Case Study and Inquiry-Based Science Teaching (ENCI). These methodologies were complemented by Principles of Neuroscience and Metacognitive Strategies. Finally, Part III, entitled "Results and Discussion", comprises Chapter 5, Final Considerations and Implications, in addition to the Bibliography. DS was applied to 95 students distributed in four sixth-grade classes of three public schools in Diamantina, Minas Gerais, which were identified as EA, EB and EC. The data were analyzed through the stages of Discursive Textual Analysis (DTA) and organized into categories and subcategories. The results were significant in Schools A and C. In School B, it was not possible to develop the activities due to the dispersed behavior of the students. The students reflected on the problems presented, suggesting solutions and demonstrating neuroeducational elements such as emotion, attention, motivation and memory. Regarding metacognitive, some students manifested metacognitive thinking, reinforcing the need for strategies that promote this skill. Thus, the results reinforce that Neuroeducation and Metacognition do not provide ready-made solutions, but encourage reflection on pedagogical practice, respecting the individuality of each student and recognizing that the same strategy can present different results, sometimes not achieved or even unsatisfactory. Therefore, it is necessary for the teacher to know his students, master different pedagogical strategies and develop metacognition in the classroom seeking to promote metacognitive skills.

Keywords: Neuroeducation; Metacognition; Metacognitive Strategies; Principles of Neuroscience; Differentiated Methodologies and Approaches in Science Teaching.

LISTA DE FIGURAS

PARTE I

Figura 1 - Os caminhos da aprendizagem	35
--	----

PARTE II

Figura 1 - Preenchimento dos passos K e L da Atividade 1	127
Figura 2 - Aula expositiva dialogada na Escola A, Turma 2, utilizando livro didático como recurso	128
Figura 3 - Aula expositiva dialogada na Escola C, Organização do conhecimento	128
Figura 4 - Interação dos estudantes da Escola C, utilizando modelo anatômico do olho humano	129
Figura 5 - Aula expositiva dialogada sobre o sentido audição, na Escola C, T4	132
Figura 6 - Explorando a anatomia da orelha na Escola C, T4.....	132
Figura 7 - Identificando objetos a partir do tato na Escola C, T4.....	135
Figura 8 - Explorando os sabores básicos: umani, salgado e doce, Escola C, T4	135
Figura 9 - Investigação às cegas, Escola C, T4	136
Figura 10 - Explorando os cinco sentidos, Escola C, T4.	136

PARTE III

Figura 1 - Exemplo dos conhecimentos prévios.....	139
Figura 2 - Reflexões sobre o que os estudantes querem aprender	141
Figura 3 - Exemplos de perguntas sobre o funcionamento e a estrutura do olho	142
Figura 4 - Exemplos de perguntas sobre daltonismo e cegueira	142
Figura 5 - Surgimento de novas perguntas durante a leitura e desenvolvimento da aula	144
Figura 6 - Reflexão sobre o conhecimento adquirido	145
Figura 7 - Exemplos das etapas K e L da estratégia metacognitiva KWL	146
Figura 8 - Respostas relacionadas à abordagem CTS	146
Figura 9 - Respostas copiadas do quadro ou livro por alguns estudantes durante a KWL	148
Figura 10 - Desenhos copiados do quadro por alguns estudantes durante a KWL	148
Figura 11 - Resposta copiadas entre os estudantes durante a KWL	149
Figura 12 - Exemplo de elementos emotivos na Abordagem CTS associada a estratégia metacognitiva KWL.....	156

Figura 13 - Exemplo de elementos motivacionais.....	157
Figura 14 - Exemplo de elementos relacionados a memória.....	158
Figura 15 - Exemplo do elemento metacognitivo pessoa sobre conhecimentos prévios.....	159
Figura 16 - Exemplo de uso conhecimento metacognitivo	160

LISTA DE QUADROS

PARTE I **CAPÍTULO 1**

Quadro 1 - Organização da dissertação.....	25
Quadro 2 - Princípios da Neurociência e suas aplicações na sala de aula.	31
Quadro 3- Anos investigados dos respectivos eventos da área de EC.....	38
Quadro 4 - Principais Revistas em EC	39
Quadro 5 - Exemplo prático de Seleção do <i>Corpus</i>	40
Quadro 6 - Exemplo do processo de unitarização	41
Quadro 7 - Exemplo de categorização	41
Quadro 8 - Categorias e subcategorias emergentes	42
Quadro 9 - Síntese da caracterização das Habilidades Cognitivas baseadas nas análises de trabalhos	60

CAPÍTULO 2

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos	68
Quadro 2 - Possibilidades de perguntas metacognitivas segundo Rosa (2011).....	69
Quadro 3 - Níveis metacognitivos e mediatizações do professor.....	72
Quadro 4 - Estratégias de ensino metacognitivas	74
Quadro 5 - Estratégias metacognitivas de autorregulação	75
Quadro 6 - Anos investigados dos respectivos eventos da área de Ensino de Ciências	77
Quadro 7 - Principais revistas em Ensino de Ciências e suas classificações	78
Quadro 8 - Exemplo prático de Seleção do <i>Corpus</i>	79
Quadro 9 - Exemplo de unitarização	79
Quadro 10 - Exemplo de categorização	80
Quadro 11 - Categorias e subcategorias emergentes	80
Quadro 12 - Levantamento bibliográfico de dissertações e teses sobre o EC: total de publicações	83
Quadro 13 - Síntese das principais estratégias metacognitivas	102

PARTE II

Quadro 1 - Exemplo prático de Seleção do <i>Corpus</i>	110
Quadro 2 - Exemplo de unitarização	110
Quadro 3 - Exemplo de categorização	111

Quadro 4 - Categorias e subcategorias emergentes	111
Quadro 5 - Resumo das Metodologias e Abordagens Diferenciadas na perspectiva de práticas educativas para o Ensino de Ciências	116
Quadro 6 - Princípios da Neurociência e suas aplicações na sala de aula	117
Quadro 7 - Estratégias de ensino metacognitivas	118
Quadro 8 - Síntese entre MADECs, Princípios da Neurociência para sala de aula e Estratégias de Ensino Metacognitivas	121
Quadro 9 - Síntese da SD utilizando MADECs, princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas	123
Quadro 10 - Etapas da abordagem CTS organizada pelos 3MP, segundo Fernandes, Allain e Dias (2022).	125
Quadro 11 - Síntese das etapas de desenvolvimento do Estudo de Casos de Ensino de Ciências segundo Fernandes, Allain e Dias (2022).	130
Quadro 12 - Caracterização do estudo de caso.....	131
Quadro 13 - Etapas do ENCI segundo Fernandes, Allain e Dias (2022).....	133

PARTE III

Quadro 1 - Proposta de soluções para o problema social.....	147
Quadro 2 - Fragmentos de falas relacionadas a narrativa Estudo de Caso de Ciências.....	150
Quadro 3 - Fragmentos de falas relacionadas ao estudo de caso de Ciências	152

LISTA DE TABELAS

PARTE I **CAPÍTULO 1**

Tabela 1 - Total de publicações por eventos que abordam Neuroeducação no Ensino de Ciências	42
Tabela 2 - Total de publicações por periódico que abordam a neuroeducação no EC.	43
Tabela 3 - Total de publicações por dissertações que abordam Neuroeducação no EC.....	44
Tabela 4 - Total de publicações por teses que abordam Neuroeducação no EC.....	45
Tabela 5 - Categorias emergentes, subcategorias e número de produções.	50
Tabela 6 - Trabalhos selecionados na categoria “Cenário da Neuroeducação no EC”	50
Tabela 7 - Trabalhos relacionados a avaliação escolar, a formação docente e a educação inclusiva	52
Tabela 8 - Trabalho relacionados a estratégias/recursos para o desenvolvimento de atividades neurocientíficas e os relatos de experiência que envolve ações neuroeducativas	56
Tabela 9 - Trabalhos selecionados na subcategoria “Desenvolvendo Habilidades Cognitivas: o papel do professor na formação do estudante”	58

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Estratégias de Ensino Metacognitivas (EEM)	71
Tabela 2 - Total de publicações por eventos que abordam Metacognição no Ensino de Ciências	81
Tabela 3 - Total de publicações por periódico que abordam a Metacognição no Ensino de Ciências.	82
Tabela 4 - Total de publicações por dissertações que abordam a Metacognição no EC.	83
Tabela 5 - Total de publicações por teses que abordam Metacognição no ensino de Ciências.	84
Tabela 6 - Categorias emergentes, subcategorias e número de produções.	88
Tabela 7 - Trabalhos selecionados na categoria “O cenário da Metacognição no Ensino de Ciências”	89
Tabela 8 - Trabalhos relacionados ao processo avaliativo da aprendizagem sob a perspectiva da Metacognição	90
Tabela 9 - Trabalho selecionado na subcategoria “A formação docente sob a perspectiva da Metacognição”.....	92

Tabela 10 - Trabalho selecionado na subcategoria “Propostas Didáticas com enfoque metacognitivo”.....	93
Tabela 11 - Trabalhos selecionados na subcategoria “A educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva”	95
Tabela 12 - Trabalho selecionado na categoria “A percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo”.....	96
Tabela 13 - Trabalho selecionado na categoria “A percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo”.....	97
Tabela 14 - Trabalho selecionado na subcategoria “O uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências”	98

PARTE II

Tabela 1 - Principais princípios da neurociência a partir de alguns estudos.....	113
Tabela 2 - Principais habilidades neurocognitivas e seus elementos de identificação	155

LISTA DE GRÁFICOS

PARTE I **CAPÍTULO 1**

Gráfico 1 - Quantitativo das produções em Neuroeducação e o EC por anos de produção separados em eventos, periódicos, dissertações e teses	46
Gráfico 2 - Quantitativo das produções em Neuroeducação e o EC por anos de produção.....	47
Gráfico 3- Distribuição das produções sobre Neuroeducação no EC por áreas de conhecimento.....	48
Gráfico 4 - Perfil dos participantes e contextos nas pesquisas sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências	49

CAPÍTULO 2

Gráfico 1- Quantitativo das produções em Metacognição e Ensino de Ciências por anos de produção em eventos, periódicos, dissertações e teses.	85
Gráfico 2 - Panorama das produções em Metacognição no EC em relação às disciplinas	86
Gráfico 3 - Panorama dos objetos ou sujeitos da pesquisa sobre a Metacognição no Ensino de Ciências	87

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	21
Sobre a pesquisadora.....	21
Sobre a temática da pesquisa	21
Sobre o problema e objetivos da pesquisa.....	23
Sobre a organização da dissertação.....	24
PARTE I. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SISTEMÁTICA	26
CAPÍTULO 1. NEUREDUCAÇÃO: UM ESTUDO SISTEMÁTICO SOBRE OS LIMITES E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	27
1 INTRODUÇÃO	27
2 APECTOS TEÓRICOS DA NEUROCIÊNCIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.29	29
2.1 Neurociência e Educação: entendendo a neuroeducação	29
2.2 Neuroeducação e o Ensino de Ciências	30
2.3 Neuroeducação e a formação docente	32
2.4 Afinal, como o cérebro aprende?	33
3. METODOLOGIA	37
3.1 Caracterização da Pesquisa	37
3.2 Caracterização do Objeto da Pesquisa.....	37
3.3 Metodologia para a análise dos dados	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Caracterização das publicações sobre a Neuroeducação e o Ensino de Ciências	42
4.2 Panorama das publicações sobre a Neuroeducação e o Ensino de Ciências	47
4.3 Análise das categorias emergentes	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
CAPÍTULO 2. METACOGNIÇÃO: UM ESTUDO SISTEMÁTICO SOBRE COMO SE ESTIMULA O APRENDER A APRENDER NO ENSINO DE CIÊNCIAS	65
1. INTRODUÇÃO	65

2. ASPECTOS TEÓRICOS DA METACONIÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	66
2.1 Entendendo a metacognição	66
2.2 Metacognição e o Ensino de Ciências	70
2.3 Estratégias de Ensino metacognitivas	73
3. METODOLOGIA	76
3.1 Caracterização da Pesquisa	76
3.2 Caracterização do Objeto da Pesquisa.....	77
3.3 Metodologia para a análise dos dados	79
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	81
4.1 Caracterização das publicações sobre a Metacognição e o Ensino de Ciências	81
4.2 Panorama das publicações sobre a Metacognição e o Ensino de Ciências.....	85
4.3 Análise das categorias e subcategorias emergentes	87
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103

PARTE II. METODOLOGIA DA PESQUISA E DO ENSINO 105

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE PESQUISA: CAMINHOS PARA RESPONDER O PROBLEMA DE PESQUISA..... 107

3.1 Resgatando o problema e objetivos da pesquisa.....	107
3.1 Caracterização da Pesquisa	107
3.2 Cenário e Sujeitos da Pesquisa	108
3.3 Instrumentos de Coleta de Dados.....	109
3.4 Metodologia de análise dos dados.....	109

CAPÍTULO 4. METODOLOGIA DE ENSINO: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA NEUROCIÊNCIA E NAS ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS 113

4.1. Integrando os princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas com as metodologias e abordagens diferenciadas no ensino fundamental: contribuições da neuroeducação e Metacognição para o Ensino de Ciências	113
4.2 Propondo um Produto Educacional no formato de uma Sequência Didática.....	123

4.3 Proposta pedagógica baseada na abordagem CTS organizada a partir dos Três Momentos Pedagógicos	124
4.4 Proposta pedagógica baseada nas etapas de desenvolvimento do Estudo de Casos de Ensino de Ciências	129
4.5 Proposta pedagógica baseada nos níveis de execução do Ensino de Ciências por Investigação	133
4.6 Algumas reflexões.....	137
PARTE III. RESULTADO E DISCUSSÃO	138
CAPÍTULO 5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	139
5.1 Categoria 1 – Reflexão sobre a estratégia de ensino metacognitiva KWL	139
5.1.1 Subcategoria 1.1: Reflexão sobre os conhecimentos preliminares	139
5.1.2 Subcategoria 1.2: Reflexão sobre o que se deseja aprender	140
5.1.3 Subcategoria 1.3: Reflexão sobre o conhecimento adquirido	144
5.2 Categoria 2 - Reflexão sobre a o Estudo de Caso	149
5.2.1 Implicações e Perspectivas Derivadas do Estudo de Caso.....	150
5.3 Categoria 3 - Processo de Investigação dos sentidos baseado na estratégia metacognitiva 4Ex2	152
5.4 Categoria 4 – Aspectos Neuroeducativos no Ensino de Ciências.....	155
5.5 Categoria 5 – Aspectos Metacognitivos no Ensino de Ciências.....	159
CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	161
REFERÊNCIAS.....	166
1 APÊNDICE E ANEXO	185
1.1 Os eletrônicos e a mente dos jovens.....	187
1.2.....	187
Saúde mental em jogo	187
O uso de telas na prática	187
Família 1:.....	187

O papel da família	188
---------------------------------	------------

APRESENTAÇÃO

Sobre a pesquisadora

Minha jornada na pesquisa sobre neuroeducação teve início com um artigo que escrevi durante a graduação em Ciências Biológicas, intitulado: *Implicações da neuroeducação para a educação científica a partir de uma oficina de paleontologia no Ensino Fundamental* (Matos; Fernandes; Coelho, 2019). Esse artigo, posteriormente aprimorado, se tornou meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC); foi nesse momento que nasceu minha paixão pela educação, em especial pelo ensino de Ciências. Durante o curso de licenciatura, realizei um projeto sobre paleontologia, o que possibilitou a aplicação dos conhecimentos e o desenvolvimento de uma oficina de confecção de fósseis sob a perspectiva da neuroeducação, a qual foi replicada em várias escolas da cidade de Diamantina e região.

Entender como o cérebro dos estudantes funciona e como a neurociência e a metacognição podem contribuir para o ensino de Ciências é o que me motiva. Nesse sentido, esta dissertação visa compartilhar minhas descobertas e contribuir para a melhoria da qualidade do ensino público.

Sobre a temática da pesquisa

A história da educação no Brasil sempre foi marcada por desigualdades. Seu início era restrito a indígenas e aos filhos dos colonos, e a esses a educação era apenas a elementar. A educação média era voltada aos homens da classe dominante, porém excluía mulheres e filhos primogênitos (Ribeiro, 1993). Por fim, a educação superior era exclusiva aos filhos dos aristocratas (Ribeiro, 1993).

Após algumas mudanças e discussões políticas, o acesso à educação foi legalmente ampliado e garantido à população pela Constituição Federal de 1988. Porém, mesmo com a criação de leis, diretrizes e documentos em busca de melhorias na qualidade do ensino (Brasil, 2018), a desigualdade educacional persiste e ficou mais evidenciada na pandemia da Covid-19 (Oliveira; Pereira Junior, 2020).

Desigualdade educacional é a diferença no acesso, nos resultados educacionais, na qualidade de ensino, na oportunidade, na estratificação entre grupos com diferentes níveis econômicos, sociais, étnicos, de gênero e regionalidade (Ribeiro, 2011; Araújo, 2014) (Sampaio; Oliveira, 2015; Zacchi, 2016; Stefenon, 2017; Brasil, 2021).

Outros determinantes para a desigualdade educacional são: infraestrutura, recursos educacionais, currículo, remuneração e desqualificação dos professores, desmotivação entre professores e alunos (Araújo, 2014; Sampaio; Oliveira, 2015; Souza, 2015; Galvão, 2017; Zacchi, 2016). Zacchi (2016) ainda acrescenta a esses determinantes as técnicas de ensino não valorizadas na formação inicial e continuada e nem assumidas pelos docentes da educação básica.

Frente a todas essas dificuldades, cabe ao professor lidar com a motivação própria e de seus alunos, pensar na qualidade e melhoria do ensino tornando o estudante protagonista no seu processo de ensino e aprendizagem, adaptar-se à falta de estrutura e materiais e aceitar as diversidades na sala de aula (Grossi; Lopes; Couto, 2014). Considerando essa realidade, o conhecimento dos princípios da Neuroeducação e das estratégias da Metacognição pode se tornar um grande aliado no trabalho docente.

A Neuroeducação é um modelo de aprendizagem que integra as áreas da Neurociência, Psicologia e Educação (Zaro, 2010). Ela tem como objetivo explicar os comportamentos da aprendizagem e se preocupa em compreender como os estudantes podem aprender melhor e como os professores devem ensinar para melhorar esse aprendizado (Zaro, 2010; Tokuhama-Espinosa, 2008).

A Neuroeducação “permite pensar estratégias pedagógicas, tendo como evidências os estudos sobre o cérebro humano, no entanto, é preciso adaptar os estudos conforme as teorias da educação” (Guerra, 2011 *apud* Bortoli; Teruya, 2017, p. 73). Conforme descrito por Guerra (2021), as estratégias pedagógicas que os professores utilizam são estímulos que ativam os neurônios, consolidam as sinapses por meio do processo de neuroplasticidade formando a memória de longa duração e para isso é necessário ter sono, alimentação, boa saúde, tempo e reexposição ao estímulo.

A Metacognição, por sua vez, é a capacidade de aprender a aprender (Gomes, 2020), é tomar consciência sobre seus conhecimentos, seu modo de pensar, promovendo a regulação de suas ações (Rosa, 2011). Ela “atua como estratégia de aprendizagem, permitindo que os estudantes executem ações a partir da identificação de seus conhecimentos” (Rosa, 2011, p.30).

Locatelli (2014, p. 36) afirma que a metacognição é um “processo no qual ocorre à tomada de consciência, o monitoramento, a avaliação e a autorregulação da aprendizagem pelo estudante”. Existem inúmeras possibilidades de estratégias metacognitivas, adequadas a diferentes áreas do conhecimento, desta forma o professor deve ficar atento à escolha das melhores práticas pedagógicas (Locatelli, 2014).

Sobre o problema e objetivos da pesquisa

Na busca de contribuir com a pesquisa em Educação em Ciências, Neuroeducação e Metacognição, este trabalho tem como tema de pesquisa *o Ensino de Ciências a partir da Neuroeducação e da Metacognição* e tem como problema de pesquisa a seguinte questão: *Qual o papel da Neuroeducação e da Metacognição no ensino e aprendizagem de Ciências?*

Tal problema se origina na necessidade de aprofundar os conhecimentos nestas áreas, uma vez que a neuroeducação “traz as evidências científicas de como o cérebro aprende de forma mais efetiva, com o objetivo de aplicá-las na Educação” (Amaral; Guerra, 2022, p.36) e, “a metacognição, alinhada à Educação Científica, pode melhorar efetivamente o ensino e aprendizagem das Ciências Naturais” (Cleophas; Francisco, 2018, p. 11).

Para responder ao questionamento proposto, esta pesquisa tem como objetivo geral: *Identificar as potencialidades da neuroeducação e da metacognição para o Ensino de Ciências.*

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram desenvolvidos três estudos com os seguintes objetivos:

- 1) **Objetivo geral do Estudo 1:** Analisar os limites e possibilidades da neuroeducação para o Ensino de Ciências.
- 2) **Objetivo geral do Estudo 2:** Analisar a contribuição da metacognição para o Ensino de Ciências;
- 3) **Objetivo geral do Estudo 3:** Validar uma proposta pedagógica que integra os princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas com as metodologias e abordagens diferenciadas no ensino fundamental.

Compreendemos que tanto a Neuroeducação quanto a Metacognição se preocupam com a qualidade do aprendizado dos estudantes. Enquanto a Neuroeducação permite ao professor, através do conhecimento do funcionamento do cérebro dos estudantes, pensar estratégias de ensino (Consenza; Guerra, 2011), a Metacognição permite ao professor, através do conhecimento de como o estudante pode pensar sobre seu próprio processo de aprendizagem (Acco, Rosa, 2021), pensar estratégias metacognitivas de ensino.

Ambas, a neuroeducação e a metacognição, facilitam a aprendizagem na sala de aula tornando o estudante mais ativo (Acco, Rosa, 2021). Por este motivo, este estudo torna-se necessário, primeiro para compreender de forma aprofundada tais termos, identificar os elementos facilitadores da aprendizagem e poder contribuir com novas pesquisas para o Ensino de Ciências e que possam ser desenvolvidas no ambiente educacional.

Vale ressaltar que este estudo está amparado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), dentro de um projeto intitulado “Caracterização dos projetos, programas e ações de intervenção

em Ciências Naturais nas escolas vinculadas à Superintendência Regional e Secretaria Municipal de Ensino de Diamantina”, com o número CAAE 64530622.1.0000.5108 e aprovado em 2023.

Sobre a organização da dissertação

Esta dissertação está estruturada em três partes e é constituída por três estudos. Os estudos foram desenvolvidos ao longo do mestrado, em formato de artigos e apresentados em diversos congressos, simpósios e encontros da área de Ensino de Ciências. Cada estudo possui uma introdução (com um objetivo geral e problema de investigação), uma fundamentação teórica, o resumo da metodologia utilizada, a discussão dos resultados encontrados e a conclusão. Os estudos foram distribuídos em três partes: um olhar para a literatura da temática (Parte I), um olhar para a metodologia e o produto educacional (Parte II) e um olhar para os resultados da relação teoria e prática (Parte III) (Quadro 1). As referências bibliográficas de cada estudo são citadas no final desta dissertação.

A primeira parte, intitulada “**Fundamentação Teórica Sistemática**” é composta por dois capítulos. Essa primeira parte refere-se a uma fundamentação teórica em profundidade, ou seja, em vez de citar alguns trabalhos, o estudo também se ocupou de caracterizar a pesquisa da temática no Ensino de Ciências. O **Capítulo 1** apresenta uma pesquisa bibliográfica nacional sobre a Neuroeducação e o Ensino de Ciências. Já o **Capítulo 2** segue a mesma linha, concentrando-se na Metacognição e no Ensino de Ciências. Ambos os capítulos, contêm introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e considerações finais.

A segunda parte, “**Metodologia da Pesquisa e do Ensino**” abrange dois capítulos: o **Capítulo 3** descreve a metodologia da pesquisa e o **Capítulo 4** apresenta a metodologia de ensino desenvolvida na sala de aula. O Capítulo 4 refere-se ao Produto Técnico-Tecnológico, ou Produto Educacional, exigido pelo PPGECMaT.

Por fim, a parte III, denominada “**Resultados e Discussão**”, compreende o **Capítulo 5**, as **Considerações Finais e Implicações**, além da **Bibliográfica**.

O Quadro 1 sintetiza a organização deste trabalho e como as suas partes se relacionam com os capítulos que serão apresentados.

Quadro 1 - Organização da dissertação

Partes da Dissertação	Organização da Dissertação
APRESENTAÇÃO	Sobre a pesquisadora Sobre a temática da pesquisa Sobre o problema e objetivos da pesquisa Sobre a organização da dissertação
PARTE I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SISTEMÁTICA	Capítulo I. Neuroeducação: um estudo sistemático sobre os limites e possibilidades para o ensino de Ciências
	Capítulo II. Metacognição: um estudo sistemático sobre como se estimula o aprender a aprender no ensino de Ciências
PARTE II: METODOLOGIA DA PESQUISA E DO ENSINO	Capítulo III. Metodologia de Pesquisa: Caminhos para Responder o Problema de Pesquisa
	Capítulo IV. Metodologia de Ensino: Proposta de Sequência Didática baseada nos Princípios da Neurociência e nas Estratégias Metacognitivas para o ensino de Ciências
PARTE III. RESULTADOS E DISCUSSÕES	Capítulo V. Resultados e Discussão

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No final, apresentamos algumas perspectivas e reflexões, retomando alguns dos elementos mais importantes da dissertação e apresentamos alguns caminhos para futuros estudos, com foco nesta temática, e com base nas conclusões retiradas da nossa investigação.

PARTE I. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SISTEMÁTICA

A PARTE I desta dissertação é caracterizada por dois estudos que são resultados de uma revisão sistemática da literatura (ou pesquisa bibliográfica), a qual teve como objetivo conhecer como se caracteriza a neurociência, em particular, a neuroeducação e a metacognição no Ensino de Ciências. Essa parte busca compreender a reflexão de Amaral e Guerra (2022), de que a metacognição é um princípio neuroeducativo, ou seja, está vinculada aos princípios neuroeducativos. Dessa forma, o uso de estratégias metacognitivas nas aulas de Ciências pode ajudar a promover a autonomia, o autocontrole e a autoconsciência dos estudantes sobre seus próprios processos de aprendizagem (Lent, 2019).

Nesse sentido, esta primeira parte é composta por uma discussão que fundamenta os pressupostos teóricos que serão utilizados para a elaboração do Produto Educacional – Metodologia de Ensino (Capítulo 3) e para a condução e análise dos resultados da pesquisa (Capítulo 5). Conforme apresentado anteriormente, a fundamentação teórica desta dissertação consiste em um estudo aprofundado sobre a pesquisa nacional relacionada à Neurociência e à Metacognição no Ensino de Ciências. Para isso, optou-se por escrevê-los e apresentá-los em forma de artigos, de maneira separada, estruturados em introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e conclusão.

O Estudo I (Capítulo I) analisa os limites e possibilidades da neuroeducação para o Ensino de Ciências. De acordo com nossa revisão, as pesquisas sobre neurociência educacional ainda se encontram em estágio inicial na área de Ensino de Ciências. Porém, essa temática está ganhando destaque na mídia e vem se proliferando em cursos de extensão, eventos, livros e revistas. No entanto, é necessário um avanço nos estudos para aprofundar a compreensão dos mecanismos de aprendizagem com base na neuroeducação.

O Estudo II (Capítulo II) apresenta a contribuição da metacognição para o Ensino de Ciências, ressaltando a promoção de uma reflexão sobre a prática pedagógica e o processo de aprendizagem dos estudantes. Este capítulo propõe estimular seu uso na sala de aula, apresentando diversas estratégias que podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, beneficiando tanto professores quanto alunos.

CAPÍTULO 1. NEUROEDUCAÇÃO: UM ESTUDO SISTEMÁTICO SOBRE OS LIMITES E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

A educação é um direito universal e fundamental assegurado pela Constituição Federal (Brasil, 1988) e pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) (das Nações Unidas, 1948). Esses documentos, assim como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Brasil, 1996) e o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2014), apresentam uma preocupação com a melhoria da qualidade do ensino.

Objetivando ampliar, melhorar e avaliar a qualidade da educação, o governo federal brasileiro propõe propostas de parâmetros e bases para o currículo da educação básica: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1998 (Brasil, 1998) e suas complementações em 2002 para o ensino médio (Brasil, 2002), hoje substituído pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018).

No que se refere à formação inicial de professores, o governo instituiu a Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015, que “define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada” (Brasil, 2015, p. 1), e a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que “Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)” (Brasil, 2019, p. 1). Atualmente, temos a Resolução CNE/CP nº 4, de 12 de março de 2024, que institui as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissional do Magistério da Educação Escolar Básica (cursos de licenciatura, de formação pedagógica para graduados não licenciados e de segunda licenciatura).” (Brasil, 2024, p. 1).

Pensar nessas reformas curriculares e na formação inicial e continuada dos docentes é extremamente necessário, uma vez que são os professores quem lida diariamente com os alunos (Hoffert, 2021), e que precisa estar atualizado frente às dificuldades e diversidades presentes na sala de aula (Grossi; Lopes; Couto, 2014).

Na formação continuada, os professores “[...] buscam formação para atender às demandas provenientes da própria experiência profissional” (Gomes; Guimarães; Cruz, 2022, p. 199), vivência relacionada ao aperfeiçoamento do ensino para auxiliar na aprendizagem dos estudantes. Na busca por conhecer e desenvolver diferentes estratégias de ensino, dentro da

prática docente, cujo objetivo é a aprendizagem do estudante, Gomes, Guimarães e Cruz (2022) sugerem que “a origem dessas estratégias provém do estudo de áreas específicas, como as Neurociências, bem como do estudo sobre o sistema nervoso” (Gomes; Guimarães; Cruz, 2022, p. 200).

Apresenta-se aqui, uma relação entre prática docente, estratégia didática, aprendizagem e neurociência, tema central deste capítulo. “Os estudos sobre neurociência no campo da educação são uma alternativa para repensar as práticas pedagógicas na contemporaneidade” (Bortoli; Teruya, 2017, p. 70). Segundo Relvas (2012) *apud* Lima *et al.* (2020, p. 362), “a neurociência abrange um conjunto de temas que estudam o sistema nervoso”, temas importantes para o contexto escolar e o trabalho de sala de aula, entre os quais estão os mecanismos da atenção, aprendizagem, memória, emoção, linguagem e comunicação (Ventura, 2010 *apud* Lima *et al.*, 2020). Lima *et al.* (2020) defendem que “estudar esta temática auxilia na compreensão dos processos cognitivos e de aprendizagem” (p. 362).

O cérebro é o órgão responsável pela aprendizagem, logo, faz-se necessário que o/a professor(a) compreenda sua organização, sua função, os mecanismos de cognição (São Leão *et al.*, 2011; Galvão, 2017), bem como as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e as intervenções relacionadas a elas (São Leão *et al.*, 2011); assim, o trabalho do professor será mais eficiente e significativo (Guerra, 2021). Nesse sentido, a neuroeducação é compreendida como a integração dos campos neurocientíficos e educacionais (Lisboa, 2016) e busca compreender os comportamentos relacionados à aprendizagem (Zaro, 2010).

A neuroeducação não propõe uma nova pedagogia, não estabelece regras fixas e não promete resolver as dificuldades de aprendizagem (Guerra, 2011). Porém, ela permite pensar em estratégias que têm como evidência os estudos sobre o cérebro, fundamenta a prática pedagógica que já se realiza e propõe reflexões sobre os planejamentos de ensino, métodos, técnicas didáticas, estrutura e disciplinas escolares (Guerra, 2011).

Na busca por compreender a relação entre Neuroeducação e o Ensino de Ciências, este estudo tem como tema a *Neuroeducação para o Ensino de Ciências*, investigando a seguinte questão: *Como se caracteriza a Neuroeducação no Ensino de Ciências?* Para responder a esta questão, este trabalho tem como objetivo geral: *Analizar os limites e possibilidades da neuroeducação para o Ensino de Ciências*.

Buscando responder ao problema de investigação e alcançar o objetivo geral, traçamos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar, nas principais revistas, anais de congressos, teses e dissertações, em Ensino de Ciências, o que se tem pesquisado sobre Neuroeducação no contexto nacional;
- Caracterizar as principais práticas docentes neuroeducativas para o Ensino de Ciências;
- Identificar as principais habilidades cognitivas da Neuroeducação para o Ensino de Ciências.

Ressalta-se que esta pesquisa se justifica por buscar compreender o avanço das investigações e obter um entendimento mais aprofundado sobre a neurociência e neuroeducação no Ensino de Ciências, uma vez que é essencial que o professor se preocupe com a forma como o aluno aprende e, a partir disso, possa aprimorar suas estratégias de ensino (Guerra, 2021). Assim, o trabalho docente pode se tornar mais eficiente e significativo quando o professor seleciona estratégias pedagógicas adequadas para cada situação de aprendizagem vivenciada nas aulas de Ciências (Guerra, 2021).

2 ASPECTOS TEÓRICOS DA NEUROCIÊNCIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 Neurociência e Educação: entendendo a neuroeducação

A neuroeducação (Zaro, 2010; Tokuhama-Espinosa, 2008) também pode ser chamada de Neurociência Cognitiva (Galvão, 2017), Neuropsicologia Simões (Simões; Nogaro, 2016), Neurociência Educacional (Amaral; Guerra, 2022); Neurociência e Educação (Consenza; Guerra, 2011) e Ciência da Mente, Cérebro e Educação (Ramacciotti, 2021). Ela “estuda as capacidades mentais mais complexas como aprendizagem, linguagem, memória e planejamento” (Grossi; Lopes; Couto, 2015, p. 36).

Amaral e Guerra (2022) afirmam que as contribuições da neuroeducação permitirão que o estudante utilize práticas de estudo que potencializem sua aprendizagem; que o professor adote estratégias pedagógicas inovadoras e efetivas; que os gestores possam desenvolver gestão educacional e políticas públicas para melhoria dos resultados; e, que os “pais criem condições e interações favoráveis ao desenvolvimento pleno das crianças e jovens” (p. 39).

Quando a neuroeducação se volta para o ambiente educacional ou o espaço físico escolar, recebe o nome de neuroarquitetura educacional, que aplica os conhecimentos da neurociência à arquitetura dos espaços escolares (Sartori; Bencke, 2021), sendo essencial para

o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes. De acordo com as autoras, compreender como o cérebro aprende ajuda a identificar, no ambiente escolar, algumas problemáticas que podem afetar a aprendizagem, como ruído, iluminação e a posição das carteiras na sala de aula.

Tanto o silêncio absoluto quanto o aumento de ruídos causam ansiedade, assim como a iluminação inadequada, que pode interferir no aprendizado (Sartori; Bencke, 2021). Para as autoras, estudantes que se sentam próximo às janelas, portas e às áreas verdes podem apresentar melhores resultados cognitivos do que aqueles que se sentam próximos das paredes ou de costas para janelas, portas e áreas verdes.

A alimentação é outro fator neuroeducativo e de extrema importância no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que já se sabe que há alunos que vão à escola para se alimentarem. Noro (2021) e Alves (2021) afirmam que alimentos saudáveis ajudam na cognição já os alimentos ultraprocessados, bem como a obesidade ou o sobrepeso, promovem inflamação generalizada e não ajudam os processos cognitivos.

Assim, para que o aluno tenha um bom rendimento cognitivo, faz-se necessário pensar no ambiente educacional (neuroarquitetura), na nutrição, no sono adequado, em exercícios físicos e no estresse moderado, pois estes são necessários para que as redes neurais se constituam (Noro, 2021). Embora essas características sejam fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, muitas vezes as escolas públicas carecem de uma estrutura física adequada para desenvolver a neuroarquitetura. Além disso, muitas famílias enfrentam dificuldades para proporcionar um ambiente com estresse moderado e que favoreça uma alimentação adequada e um sono de qualidade, devido às limitações financeiras e à falta de acesso a informações sobre a importância desses fatores. Portanto, é importante que políticas educacionais e programas de apoio sejam desenvolvidos para garantir que todos os estudantes, independentemente de sua origem, possam se beneficiar da neuroeducação.

2.2 Neuroeducação e o Ensino de Ciências

Embora o ensino de Ciências possua uma diversidade de conceitos, conteúdos e temas que possibilitam trabalhar a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade por meio de diferentes formas de ensino (Nunes; Coutinho; Moraes, 2015), há um desafio em fazer com que os estudantes se apropriem dos símbolos e instrumentos utilizados para representar o discurso científico (Bica *et al.*, 2018).

A aplicação dos conhecimentos obtidos na área da neurociência aos “temas abstratos de Ciências e Biologia, pode favorecer de forma efetiva a consolidação dos conteúdos” (Silva,

2019, p. 20), uma vez que a neuroeducação permite pensar e desenvolver melhores estratégias de ensino em sala de aula (Filipin *et al.*, 2017; Silva, 2019).

Para que isso ocorra, é necessário que os professores compreendam as dimensões dos temas a serem ensinados e incluam metodologias que explorem as mais variadas habilidades para favorecer a compreensão do conteúdo (De Oliveira, 2013 *apud* Silva, 2019). Silva. (2019) reforçam que:

Apesar de o docente ter o desejo de realizar aulas diferenciadas utilizando diferentes metodologias e ferramentas, é necessário também compreender as limitações que cada uma delas apresentam e que não necessariamente irão alcançar todos os alunos e todos os perfis dentro da sala de aula. (p. 38).

Camilo (2021) observa que muitos professores não possuem conhecimento suficiente sobre como o cérebro aprende e consolida informações. Em sua pesquisa, “Neurociência e a Aprendizagem de Ciências” (Camilo, 2021), o autor revisa o trabalho de Rushton e Larkin (2001) e apresenta alguns princípios da neurociência aplicáveis ao Ensino de Ciências (Quadro 2), ou princípios neuroeducativos, e reforça a necessidade de o docente planejar propostas didáticas para atender as necessidades e a realidade de cada estudante (Camilo, 2021).

Quadro 2 - Princípios da Neurociência e suas aplicações na sala de aula.

Princípio da neurociência	Atividades em Sala de Aula
Cognição e as emoções se interligam quando ativado o processo de aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades sociais, com argumentação, discussão; - Contexto escolar afetivo e tranquilo proporcionando ao aluno expor seus sentimentos e ideias.
O cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente, quando o professor propõe atividades práticas.	<ul style="list-style-type: none"> - Aulas práticas com o envolvimento ativo dos alunos; - Associações entre experiências prévias com o entendimento atual; - Propostas de atividades com metodologia ativas.
Dependendo da atividade, o cérebro se mostra sensível, isto faz com que a aprendizagem ocorra indiferente da idade.	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades didáticas e pedagógicas próprias para cada faixa etária; - Uso de unidades temáticas integradoras.
O cérebro mostra plasticidade neuronal, contudo, maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	<ul style="list-style-type: none"> - O aluno precisa sentir que faz parte das atividades proposta pelo professor; - As atividades precisam ser relevantes para a vida do aluno, para que ocorra a aprendizagem.
Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Levar em conta o cotidiano do aluno (contextualização).
O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.	<ul style="list-style-type: none"> - Promover situações em que se aceitem tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentação de evidências; - Uso de resolução de 'casos' e simulações.
O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar ocasiões para alunos expressarem conhecimento por meio das artes visuais, música e dramatizações.

Fonte: Camilo (2021, p. 6) adaptado de Rushton e Larkin (2001).

De acordo com Camilo (2021), os princípios da neuroeducação mostram que a cognição e a emoção orientam a aprendizagem. No entanto, faz-se necessário o uso de propostas didáticas

bem estruturadas para atingir tal finalidade. Para o autor, as atividades “associadas a estratégias metodológicas ativas por meio de experimentação, investigação e problematização, em que é necessário levar em conta os conhecimentos prévios do aluno e relacioná-los ao cotidiano, fazem parte da construção de saberes proporcionados no Ensino de Ciências” (Camilo, 2021, p. 7).

2.3 Neuroeducação e a formação docente

O cérebro é o órgão da aprendizagem (Consenza; Guerra, 2011). Diante disso, o professor é justamente o profissional que mais deveria entender sobre o cérebro (Guerra, 2021), pois lida com esse órgão diariamente (Hoffert, 2021). Contudo, os conhecimentos sobre a neuroeducação não estão presentes nos cursos de licenciatura (Grossi; Lopes; Couto, 2014), mas sim, em programas específicos de mestrado e doutorado (Oliveira; Silva; Ribeiro, 2017), cursos, congressos, livros “e, também, pelo acesso às diversas mídias digitais” (Amaral; Guerra, 2022, p. 47). Um dos problemas encontrados entre a neurociência e a educação, apresentado por Amaral e Guerra (2022), é a falta de conhecimento dos neurocientistas sobre as teorias educacionais e a dificuldade dos professores em interpretar o significado dos dados e analisá-los criticamente nas pesquisas em neurociências. Para solucionar esses problemas, as autoras concluem que “é imprescindível a inclusão dos fundamentos neurocientíficos do processo de aprendizagem na formação inicial do educador. Estudantes de Pedagogia e das diversas licenciaturas precisam compreender a aprendizagem na perspectiva da Neurociência Cognitiva” (Amaral; Guerra, 2022, p. 46).

“A aplicabilidade dos conceitos da neurociência na educação depende de uma articulação criteriosa por especialistas de ambas as áreas” (Galvão, 2017, p. 56), uma vez que a neurociência “investiga, descreve e interpreta dados, descobrindo os princípios da estrutura e do funcionamento cerebral, proporcionando a compreensão dos processos mentais e comportamentos observados” (Amaral; Guerra, 2022, p. 47).

Segundo Amaral e Guerra (2022), a educação não pode ser explicada e investigada da mesma forma que se pesquisa o funcionamento do cérebro. Para as autoras, a educação:

[...] não é regulada apenas por leis físicas, mas por um conjunto complexo de aspectos, como a formação do professor, a infraestrutura da escola, a dinâmica da sala de aula, as metodologias de ensino, o apoio da família, a participação da comunidade e a implementação de políticas públicas. Nesse sentido, nem todo conhecimento neurocientífico pode ser traduzido diretamente em práticas pedagógicas que garantam melhores resultados, pois o processo de aprendizagem depende de outros fatores influenciadores, para além do funcionamento cerebral. Saber como o cérebro aprende é um aspecto central, mas não suficiente para garantir a “mágica do ensinar e do aprender” (Amaral; Guerra, 2022, p. 47).

Para promover uma aproximação entre a neurociência e os professores, Bedin (2016), Guimarães (2016), Giannella *et al.* (2005), Gomes e Manrique (2015) reforçam a necessidade da reformulação curricular nos cursos de formação de professores e da aproximação entre pesquisadores, educadores e gestores “para discutir a ciência da aprendizagem e suas aplicações políticas e práticas; estimular e conduzir pesquisas sobre aprendizado e ensino; e promover experimentos em escolas e ambientes escolares para testar hipóteses pedagógicas” (Rede CpE, 2015, *apud* Amaral; Guerra, 2022, p. 48).

Assim, para Guerra (2011), a inclusão de fundamentos neurobiológicos do processo ensino-aprendizagem na formação inicial e continuada dos educadores proporcionará uma nova e diferenciada perspectiva sobre a educação e suas estratégias pedagógicas. Para a autora, “isso também influenciará a compreensão dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e antropológicos tradicionalmente estudados pelos pedagogos” (Guerra, 2011, p. 4).

2.4 Afinal, como o cérebro aprende?

A aprendizagem humana deve ser entendida como um processo complexo de construção e reconstrução permanente de significados e tem como consequência a participação ativa do sujeito em contextos sociais. Nesses contextos, desenvolvem-se as práticas culturais que influenciam e moldam sua vida profissional (Simões; Nogaro, 2016). Para que ocorra a aprendizagem, o cérebro recebe estímulos ambientais que ativam os neurônios em áreas relacionadas às sensações e percepções e atribuem um significado a esses estímulos (Amaral; Guerra, 2022). Esse processo desencadeia emoção, motivação e atenção (Guerra, 2021). Os circuitos neurais relacionados à emoção são ativados e dão um valor afetivo aos estímulos recebidos, as áreas relacionadas à motivação, estimulada pela emoção, colocam o cérebro em ação para a aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022).

A atenção e a motivação recrutam redes atencionais, fazendo com que o sujeito oriente sua atenção para a experiência (Guerra, 2021). A atenção, junto com a memória de trabalho¹, processa a informação durante algum tempo no cérebro; nesse momento, ainda não é

¹ Segundo Amaral e Guerra (2022), a memória de trabalho permite guardar uma informação por breve período de tempo (p. 77). Ela “processa vários tipos de informações, tais como, sons, imagens, palavras, pensamentos, mantendo-os disponíveis até serem utilizados” (p.78).

consolidada a memória de longa duração², mas os neurônios que estão processando aquela informação continuam em atividade (Guerra, 2021; Amaral; Guerra, 2022).

As funções executivas³ são ativadas e possibilitam o planejamento, a seleção, a inibição e a flexibilização de ações que levarão a comportamentos em favor da aprendizagem (Amaral; Guerra, 2021). Durante esse processo, o “estudante elabora, repete, relembrar, recupera informações, reflete sobre elas e cria novas ideias” (Amaral; Guerra, 2022, p. 68). À medida que os estímulos são revistos, repetidos e elaborados, ocorre a formação e reorganização de novas sinapses, denominada neuroplasticidade (Amaral; Guerra, 2022). Assim, a experiência é consolidada na memória de longa duração, levando à efetivação da aprendizagem (Guerra, 2021; Amaral; Guerra, 2022). Podemos observar esse caminho da aprendizagem descrito por Amaral e Guerra (2022) na Figura 01.

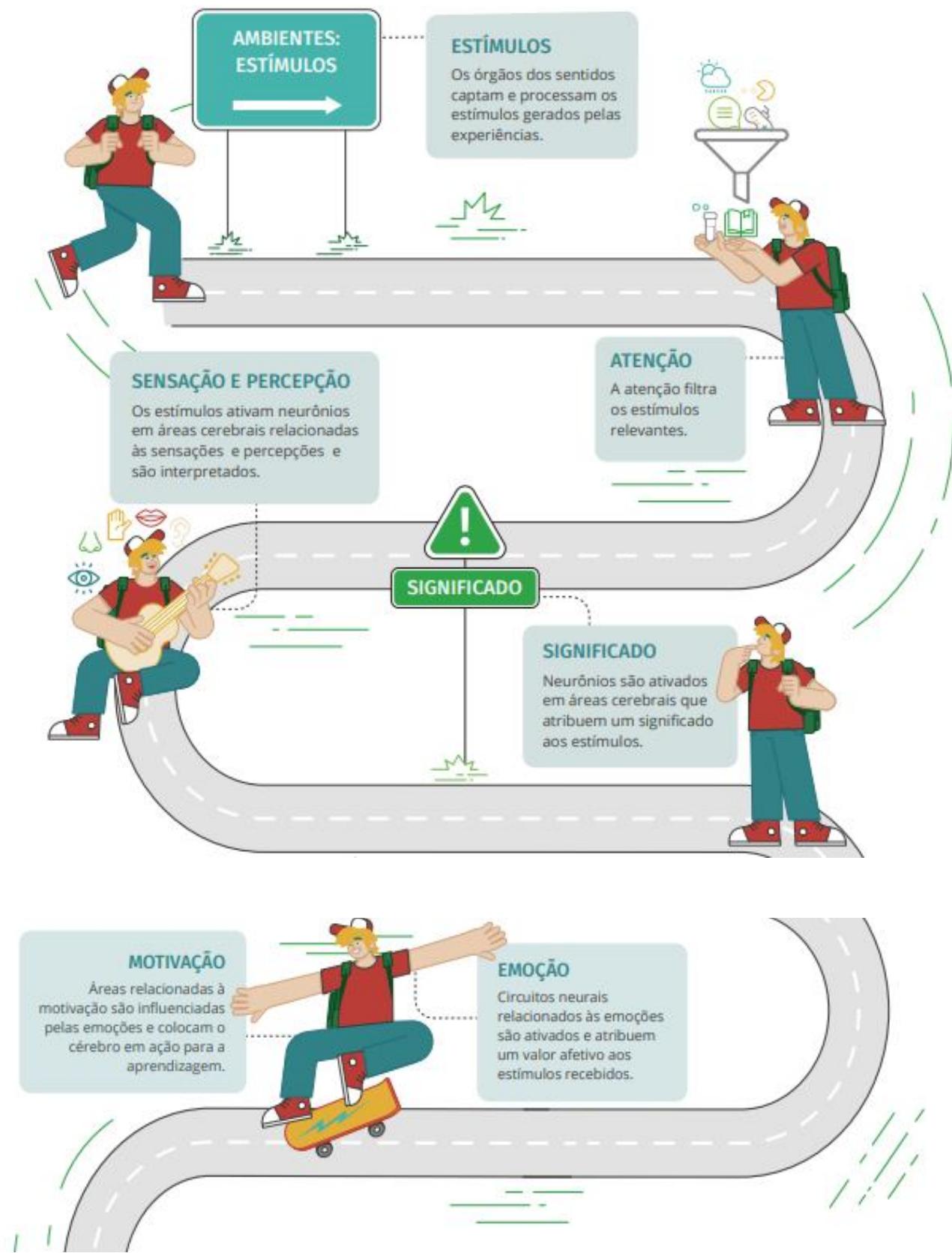
Hoffert (2021) ressalta que o conhecimento é mais facilmente armazenado na memória quando a sua construção é apoiada por diversas modalidades sensoriais, como visão, audição, olfato e movimento. Ramacciotti e Zeggio (2021) reforça que o cérebro só guarda aquilo que utilizamos; o que não é utilizado não é retido. Por isso, o aprendizado deve estar associado à contextualização (Maffi *et al.*, 2019).

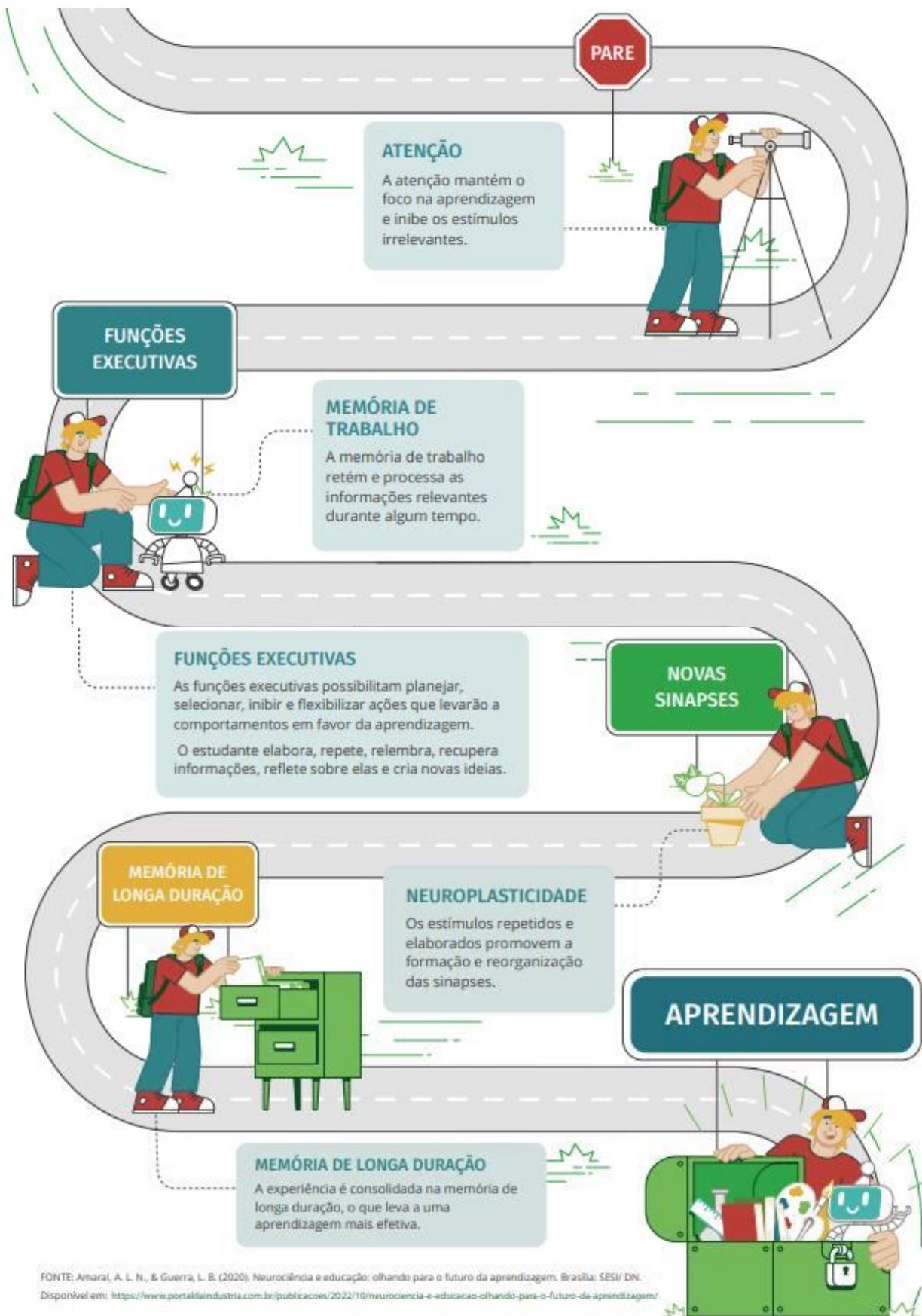
Resgatamos na Figura 1 de Amaral e Guerra (2022) a metáfora da estrada, que representa o aprendizado como um caminho contínuo e progressivo e busca demonstrar as etapas do processo de aprendizagem, desde a recepção de estímulos até a construção do conhecimento do estudante. A figura ilustra o papel da emoção, atenção e memória no ensino, como o aprendizado ocorre no cérebro e que busca embasar práticas pedagógicas que utilizem estímulos sensoriais e emocionais para potencializar a aprendizagem.

² Memória de longa duração “ocorre, pouco a pouco, a cada período de sono, quando as condições químicas cerebrais são propícias à neuroplasticidade”. Neuroplasticidade é a capacidade de modificação do Sistema Nervoso frente a estímulos positivos e negativos (Amaral; Guerra, 2022, p. 79-80; Hoffert, 2021).

³ De acordo com Simões e Nogaro (2016), as funções executivas são “processos responsáveis pelo planejamento e execução de atividades, incluindo iniciação de tarefas, memória de trabalho, atenção sustentada e inibição de impulsos” (p. 33).

Figura 1 - Os caminhos da aprendizagem





Fonte: Amaral e Guerra (2022). Disponível em: <https://porvir.org/os-caminhos-da-aprendizagem-como-o-cerebro-funciona/>

3. METODOLOGIA

3.1 *Caracterização da Pesquisa*

Este estudo utiliza a abordagem de pesquisa qualitativa (Lüdke; André, 2018), que se caracteriza como “um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para a compreensão detalhada do objeto de estudo” (Oliveira, 2005, p. 41).

Quanto ao delineamento da pesquisa, ela se caracteriza como pesquisa bibliográfica (Gil, 2008), do tipo revisão sistemática da literatura brasileira em Educação em Ciências, uma vez que se aprofunda em estudos e pesquisas já elaborados. Para este trabalho, realizamos um levantamento de trabalhos publicados (em formato eletrônico) em eventos, periódicos, teses e dissertações do Brasil, na área do Ensino de Ciências, com a temática “Ensino de Ciências a partir da Neuroeducação”.

Quanto à finalidade, a pesquisa se classifica como exploratória-descritiva (Gil, 2005), uma vez que objetiva descrever a produção brasileira relativa à neurociência e ao Ensino de Ciências, numa perspectiva de neuroeducação nesse campo. Para Gil (2005), a pesquisa descritiva tem como “objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (p. 42).

3.2 *Caracterização do Objeto da Pesquisa*

Para o estudo investigativo desenvolvido nesta pesquisa, foram selecionados artigos publicados em revistas e congressos, além de teses e dissertações nacionais que relacionam-se com a neurociência na área do Ensino de Ciências.

Para a análise dos anais, foram consideradas todas as edições dos seguintes eventos: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) (1997-2023), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) (2004-2022), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) (1994-2022), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) (1970-2023), Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) (2005-2022) e Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREBIO) (2005-2022), sendo os dois últimos encontros da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio). Esses eventos ocorrem a cada dois anos e podem apresentar trabalhos nas modalidades pôster, comunicação oral ou trabalho completo.

O Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREBIO) é realizado pela SBEnBio e ocorre em seis regionais: Regional 1 (São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Regional 2 (Rio de Janeiro e Espírito Santo), Regional 3 (Região Sul), Regional 4 (Minas Gerais, Tocantins e Brasília), Regional 5 (Região Nordeste) e Regional 6 (Região Norte). Desta forma,

consideramos os anais dos eventos de Ensino de Biologia de todas as seis regionais disponíveis no site da SBEnBio. Em alguns momentos, os eventos ENEBIO e EREBIO ocorrem em conjunto; portanto, foram selecionados os EREBIOs que ocorreram apenas nas regionais.

Os trabalhos apresentados nos ENEBIOs III, V e VI também foram publicados nas revistas 3, 7 e 9 da SBEnBio. Para evitar duplicidade, esses trabalhos serão contabilizados apenas nos periódicos, não nos eventos.

O Quadro 3 ilustra os anos investigados e os respectivos eventos, na área de Ensino de Ciências, a partir das palavras-chave: Neurociência e Neuroeducação.

Quadro 3- Anos investigados dos respectivos eventos da área de EC

Eventos	Edições das Atas
ENPEC	1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023.
EPEF	1986, 1988, 1990, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020, 2022.
ENEQ	1982, 1984, 1986, 1998, 1990, 1992, 2002, 2004, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020, 2022.
SNEF	1970, 1973, 1976, 1979, 1982, 1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023.
ENEBIO	2005, 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2019.
EREBIO	Regional 1 - 2017, 2019, 2023. Regional 2 - 2015 e 2017. Regional 3 - 2005, 2008, 2011, 2015, 2019. Regional 4 - 2019. Regional 5 - 2010 e 2017. Regional 6 - 2019.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Para selecionar os estudos publicados em periódicos, utilizamos a ferramenta Qualis Periódicos Capes da Plataforma Sucupira⁴, considerando tanto a área de publicação do quadriênio quanto a área-mãe em Ensino, com publicações em Ensino de Ciências. Dessa forma, levamos em consideração: o Quadriênio 2017-2020, a Área de Avaliação: Ensino, e as categorias de classificação: A1/A2/A3/A4 e B1/B2, definidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Por se tratar de uma pesquisa nacional, as revistas em língua estrangeira foram excluídas.

A partir deste levantamento, foram consideradas todas as edições, desde a criação das revistas até sua última edição em 2023. Esses dados dispostos no Quadro 4

⁴ O Qualis Periódicos Capes da Plataforma Sucupira está disponível em: <https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>

Quadro 4 - Principais Revistas em EC

Nº	Nome da Revista	Período	Classificação
1	Caderno Brasileiro em Ensino de Física	1984-2023	A1
2	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2004-2023	
3	Revista Brasileira em Ensino de Física	1979-2023	
4	Revista Ciência & Educação (Bauru)	1998-2023	
5	Revista de Ensino em Biologia da SBEnBio	2005-2023	
6	Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online)	1999 - 2023	
7	Revista Investigação em Ensino de Ciências - IENCI	1999-2023	
8	Revista Pesquisa Qualitativa	2005-2023	
9	Revista Areté (Manaus) – Revista Amazônica de Ensino de Ciências	2008-2023	
10	AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	2005-2023	A2
11	Revista Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	2008-2023	
12	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2008-2023	
13	Revista de Ensino de Ciências e Matemática - REnCiMa	2010-2023	
14	Revista Química Nova na Escola	1995-2023	A3
15	Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM	2015-2023	
16	Física na Escola	2000-2023	
17	ACTIO: Docência em Ciências	2016-2023	
18	Ensino & Pesquisa	2014-2023	A4
19	Igapó - Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM	2007-2023	
20	Revista Ciência & Ensino	1996-2019	
21	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista - ENCITEC	2011-2023	
22	Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino	2017-2023	B1
23	Formação Docente	2009-2023	
24	Revista de Educação, Ciências e Matemática	2011-2023	
25	Revista Profissão Docente	2001-2023	
26	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática - RBECM	2018-2023	B2
27	Revista Experiência em Ensino de Ciências - EENCI	2006-2023	
28	Revista Ciência e Cognição	2004-2023	
29	Revista Prática Docente	2016-2023	
30	Revista Formação Docente	2009-2023	B2
31	Revista de Educação, Ciência e Tecnologia- Tear	2012-2023	
32	Revista Eletrônica de Ciências - Tema	2008-2023	
33	Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática	2017-2023	

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Após a seleção dos periódicos, realizamos a busca pelos artigos relevantes à temática investigada: Neurociência ou Neuroeducação e o Ensino de Ciências. Esse processo incluiu a análise dos títulos, resumos, palavras-chave e, em alguns casos, a leitura completa dos textos, a partir do termo de busca “Neurociência e Neuroeducação”.

Em relação às teses e dissertações, a busca foi realizada no *Catálogo de Teses e Dissertações da Capes* e no *Banco de Dissertações e Teses*. Foram analisados todos os anos disponíveis, a partir dos termos: “Neurociência e Educação”; “Neurociência e Ensino de Ciências”; “Neuroeducação” AND “Ensino de Ciências”; “Neurociência” AND “Ensino de Ciências”. Foram consideradas as teses e dissertações dos Programas de Pós-Graduação em

Ensino de Ciências, dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e dos Programas de Pós-Graduação em Neurociência.

Para identificar os trabalhos que abordavam nossa temática, analisamos títulos, resumos e, em alguns casos, realizamos a leitura completa dos textos.

3.3 Metodologia para a análise dos dados

Os dados coletados foram organizados em categorias e subcategorias a partir da Análise Textual Discursiva – ATD de Moraes e Galiazzi (2006), que buscaram responder aos objetivos norteadores da pesquisa. Os autores afirmam que:

A análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. Existem inúmeras abordagens entre estes dois polos, que se apoiam de um lado na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto (Moraes; Galiazzi, 2006, p. 2).

Conforme Moraes e Galiazzi (2006), a ATD é abordada em quatro etapas: seleção do *corpus*, unitarização, categorização e metatextos.

I. Seleção do corpus: Para esta pesquisa, foram considerados como *corpus* 71 textos distribuídos entre artigos de anais e periódicos, teses e dissertações. A seleção dos trabalhos ocorreu a partir da análise dos títulos, resumos, palavras-chave e, em alguns casos, da leitura completa do texto. Ressalta-se ainda, que, para os trabalhos divulgados em eventos, foram consultados os anais disponíveis em formato de pôster, resumos e trabalhos completos.

O Quadro 5 apresenta um recorte do processo de seleção do *corpus* para esta pesquisa. Para isso, o *corpus* representa os títulos dos trabalhos selecionados. Para iniciar a análise de cada título, foram estabelecidos códigos de identificação com as iniciais Re (Revista), Co (Congresso), Di (Dissertação) e Te (Tese), seguidas da numeração correspondente ao trabalho encontrado. Por exemplo, Re05 significa o trabalho 05 publicado em revista (Re) e Di11 é o trabalho 11 publicado em dissertação (Di).

Quadro 5 - Exemplo prático de Seleção do *Corpus*

Código	Corpus (Título)
Re08	Discutindo avaliação para estudantes do Ensino Fundamental no Ensino de Ciências: uma estratégia didático-avaliativa baseada em múltiplas representações e neurociência
Di01	Estratégias para elaboração de avaliações adaptadas para alunos com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade: as contribuições da Neurociência à Educação Inclusiva.
Re14	Conhecendo o Sistema Nervoso: Ações de Divulgação e Popularização da Neurociência Junto a Estudantes da Rede Pública de Educação Básica
Co16	Desenvolvimento de uma sequência didática para a construção do conhecimento (neuro)científico

	associado ao uso de substâncias psicotrópicas na adolescência
Te03	Neuroeducação: um diálogo entre a neurociências e a sala de aula.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

II. Unitarização: A unitarização consiste no estabelecimento de relações entre os elementos unitários (Moraes; Galiazzi, 2011). Nesta pesquisa, foi realizada a fragmentação dos textos, em unidades de sentido, a partir da leitura e análise de títulos, resumos, palavras-chave e, quando necessário, de todo o texto. O Quadro 6 ilustra um exemplo de como foi realizada a unitarização. Para cada unidade estabelecida, foram adotados códigos que fazem referência ao *corpus* descrito anteriormente, acrescentando a letra “A”, que corresponde a uma espécie de ordem cronológica da numeração correspondente ao número da unidade.

Quadro 6 - Exemplo do processo de unitarização

Unitarização
Re 08 A1 - Avaliação para estudantes;
Re 08 A2 - Estratégia didático avaliativa
Di 01 A1 - Avaliações Adaptadas;
Re 14 A1 - Popularização; da neurociência;
Re 14 A2 - Divulgação científica
Co 16 A1 – Sequência Didática

Fonte: Organizado pela autora (2025).

III. Categorização: É o processo em que os dados são reorganizados em uma determinada ordem de acordo com sua unidade de significado. Para esta pesquisa, foi o momento em que buscamos identificar as categorias emergentes, a partir da aglutinação das unidades de sentido semelhantes, com o intuito de alcançar os objetivos propostos. O Quadro 7 contém um exemplo de como foi realizada a categorização a partir do agrupamento das unidades.

Quadro 7 - Exemplo de categorização

Unidades	Categorias emergentes	Subcategorias emergentes
Re 08 A1 Re 08 A2 Di 01 A1 Re 14 A1 Re 14 A2 Co 16A1	2. Práticas docentes neuroeducativas no Ensino de Ciências	2.1 - Avaliação da aprendizagem como um aspecto neuroeducativo 2.2 - A neuroeducação como papel fundamental na formação docente 2.3 - Educação inclusiva e perspectivas neuroeducativas 2.4 - As estratégias/ recursos para o desenvolvimento de atividades neuroeducativas 2.5- Os relatos de experiência que envolvem ações neuroeducativas

Fonte: Organizado pela autora (2025).

No Quadro 8 é possível observar três categorias e nove subcategorias, todas emergentes, após a etapa da categorização.

Quadro 8 - Categorias e subcategorias emergentes

Categorias emergentes	Subcategorias emergentes
1. O cenário da neuroeducação no Ensino de Ciências	1.1 O estado atual das pesquisas sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências
2. Práticas docentes neuroeducativas no Ensino de Ciências	2.1 - Avaliação da aprendizagem como um aspecto neuroeducativo 2.2 - A neuroeducação como papel fundamental na formação docente 2.3 - Educação inclusiva e perspectivas neuroeducativas 2.4 - As estratégias/ recursos para o desenvolvimento de atividades neuroeducativas 2.5- Os relatos de experiência que envolvem ações neuroeducativas
3. Habilidades cognitivas vinculadas ao processo de ensino e aprendizagem	3.1 Habilidades cognitivas a partir dos mecanismos de cognição 3.2 Habilidades cognitivas a partir de ferramentas cognitivas 3.3 Habilidades cognitivas a partir da carga cognitiva

Fonte: Organizado pela autora (2024).

IV. Metatextos: Os metatextos contêm a descrição e interpretação, em forma de textos, que analisam as categorias e subcategorias da pesquisa, apresentando a teoria sobre o fenômeno investigado: caracterizar a Neuroeducação no Ensino de Ciências. Assim sendo, os resultados encontrados e discussões das categorias serão apresentados no próximo tópico, em forma de metatextos explicativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo serão apresentados em três etapas. A primeira envolverá a caracterização do quantitativo da pesquisa bibliográfica realizada em periódicos, eventos, teses e dissertações. Na segunda, será traçado o panorama das publicações nacionais sobre Neurociência e o Ensino de Ciências. Finalmente, na terceira etapa, serão apresentados os metatextos das categorias emergentes oriundas da ATD.

4.1 Caracterização das publicações sobre a Neuroeducação e o Ensino de Ciências

Durante a pesquisa bibliográfica, foram encontrados 71 estudos, sendo 22 trabalhos completos ou resumos apresentados em eventos, 22 artigos de periódicos, 19 dissertações de mestrado e oito teses de doutorado. A Tabela 1 apresenta o quantitativo dos trabalhos apresentados nos congressos e simpósios nacionais.

Tabela 1 - Total de publicações por eventos que abordam Neuroeducação no Ensino de Ciências

Nº	Nome do evento	Período	Nº de publicações	Nº de trabalhos encontrados
1	Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC	1997-2023	10.047	13

2	Encontro Nacional em Ensino de Química – ENEQ	2004-2022	5.967	1
3	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF	1994-2022	2.308	2
	Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF	1970 -2022	6.564	2
5	Encontro Nacional do Ensino de Biologia – ENEBIO/ Encontro Regional de Ensino de Biologia – EREBIO	2005-2022	3.634	4
Total			28.520	22

Fonte: Organizado pela autora (2025).

A Tabela 1 revela uma produção considerável em congressos, contudo, o número de 22 trabalhos encontrados é significativamente baixo em relação à produção total, representando 0,07%. Segundo Souza (2012), apesar do notável crescimento das produções e sua constante cobertura na mídia, ainda são poucas as divulgações sobre a neurociência na Educação em Ciências. Dos cinco eventos selecionados, destacam-se o ENPEC, com 13 produções, seguido do ENEBIO/EREBIO, com quatro. Tanto o EPEF quanto o SNEF apresentam duas publicações cada, enquanto o ENEQ contribui com um trabalho, ressaltando a demanda por mais pesquisas voltadas para a Neuroeducação no Ensino de Ciências.

Dando continuidade, na Tabela 2, são apresentados os dados referentes aos periódicos nacionais que contêm artigos relacionados à temática pesquisada.

Tabela 2 - Total de publicações por periódico que abordam a neuroeducação no EC.

Nº	Periódicos	Volumes analisados até 2023	Nº de publicações	Nº de trabalhos encontrados
1	Revista Brasileira em Ensino de Física	1 a 46	2.912	1
2	Revista de Ensino em Biologia da SBEnBio	1 a 16	2.299	2
3	Revista Investigação em Ensino de Ciências - IENCI	1 a 28	779	4
4	Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências	1 a 25	463	1
5	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia - RBECT	1 a 17	674	2
6	Revista de Ensino de Ciências e Matemática - RenCiMa	1 a 14	382	1
7	Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM	1 a 9	337	2
8	Igapó – Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM	1 a 7	119	1
9	Formação Docente	1 a 15	317	1
10	Revista Experiência em Ensino de Ciências - EENCI	1 a 18	774	1
11	Revista Ciência & Cognição	1 a 16	559	2
12	Revista Prática Docente - RPD	1 a 8	487	4
Total			15.271	22

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Dos 33 periódicos listados no Quadro 3, a Tabela 2 apresenta 12 revistas, totalizando 15.271 publicações. Nelas, foram encontrados 22 artigos relacionados à temática pesquisada, o que representa 0,14% do total. Os periódicos selecionados apresentam um número reduzido de trabalhos, variando entre três, dois e até mesmo um artigo por revista, exceto a *Revista Prática Docente* (RPD), que possui quatro publicações.

Segundo Lisboa (2016), o entusiasmo com as neurociências levou a um aumento das

publicações nacionais voltadas para a educação, com destaque para o ano de 2012, quando a Neuroeducação apareceu nas principais revistas de educação. No entanto, ainda se observa um número relativamente baixo de publicações sobre o tema nas principais revistas de Ensino de Ciências.

A Tabela 3 apresenta o número de dissertações relacionadas a cada programa, sendo eles Mestrado Acadêmico e Profissional, totalizando 19 produções.

Tabela 3 - Total de publicações por dissertações que abordam Neuroeducação no EC.

Nº	Programa	Nº de trabalhos encontrados
1	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Universidade Federal do Acre - UFAC	1
3	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia Universidade Federal de Alagoas - UFA	1
3	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Universidade de Brasília - UnB	1
4	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática Universidade Franciscana - UFN	1
5	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG	1
6	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC	1
7	Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática Universidade Estadual de Maringá - UEM	1
8	Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde Universidade Federal do Rio Grande - FURG	2
9	Programa de Pós-graduação em Neurociências Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	2
10	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS	1
11	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (Mestrado Profissional) Universidade Federal de Ouro Preto UFOP	5
12	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática Universidade Federal de Sergipe - UFS	2
Total		19

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Conforme indicado na Tabela 3, oito programas de mestrado contribuíram com uma dissertação cada, enquanto três programas produziram duas dissertações cada. Entre eles, destaca-se o Programa de Pós-Graduação em Neurociência da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que, embora tenha foco nessa área, apresenta um número relativamente baixo de dissertações dedicadas à Neuroeducação e o Ensino de Ciências.

Por sua vez, o Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) apresenta o maior número de dissertações entre os programas analisados, cinco trabalhos. O Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC) da UFOP tem como pesquisadora a professora doutora Luciana Hoffert, que atua na área de Neurociência

e Educação e promove cursos de extensão para atualização de professores em Neurociência e Educação.

Vale destacar que essas buscas ocorreram nos catálogos de Teses e Dissertações da Capes e no Banco de Dissertações e Teses, onde os números encontrados são relativamente baixos. No entanto, observou-se que os repositórios institucionais das universidades apresentavam uma quantidade maior de trabalhos sobre o tema pesquisado. Apesar disso, os demais estudos presentes nesses repositórios não foram incluídos no nosso estudo, por não estarem presentes nos bancos de busca utilizados na pesquisa.

A Tabela 4 mostra que foram identificadas nove teses doutorais, distribuídas entre cinco programas de pós-graduação. É importante observar que todas as pós-graduações estão relacionadas à Educação em Ciências, Educação para a Ciência ou Educação em Ciências e Matemática.

Tabela 4 - Total de publicações por teses que abordam Neuroeducação no EC.

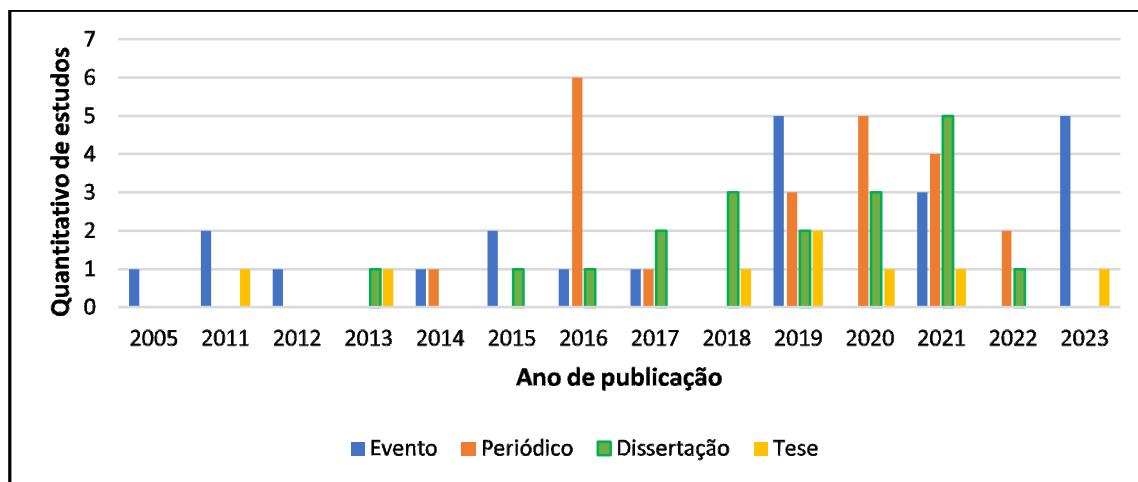
Nº	Programa	Nº de trabalhos encontrados
1	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática Universidade Federal do Pará - UFPA	1
2	Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência Universidade Estadual Paulista - UNESP	1
3	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia Universidade Federal do Paraná - UTFPR	1
4	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS	4
Total		7

Fonte: Organizado pela autora (2025).

O programa da universidade UNESP têm um trabalho; a UFPA possui uma tese, e a UFRGS tem quatro. A presença de um programa de Neurociências na UFRGS pode estimular a produção de pesquisas voltadas para a Neuroeducação no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. No entanto, ainda são poucas as pesquisas desenvolvidas nessa área.

Após examinar toda a produção identificada nos periódicos, eventos, dissertações e teses sobre a Neurociências e o Ensino de Ciências (conforme Tabelas 1 a 4), podemos observar no Gráfico 1 o quantitativo das produções sobre Neuroeducação.

Gráfico 1 - Quantitativo das produções em Neuroeducação e o EC por anos de produção separados em eventos, periódicos, dissertações e teses



Fonte: Organizado pela autora (2025).

A análise do Gráfico 1 revela uma distribuição irregular ao longo dos anos, com picos de atividades em momentos específicos. As primeiras publicações sobre Neurociência surgiram em 2005 nos congressos. Em 2013, nas dissertações e teses, já os periódicos em 2014. Nos anos de 2019 e 2021, houve um aumento significativo no número de publicações, alcançando 12 e 13 trabalhos respectivamente.

A pesquisa sobre a temática é recente e ganhou força apenas nos últimos dez anos, como é possível ver nos Gráficos 1 e 2. O Gráfico 2 apresenta a soma total das produções publicadas ao longo dos anos, englobando congressos, revistas, dissertações e teses. Nos quatorze anos de publicações investigadas, observou-se uma ausência de publicações por seis anos, entre 2005 e 2011, e por um ano, entre 2011 e 2012. A partir de então, estabeleceu-se uma sequência cronológica com publicações anuais.

Gráfico 2 - Quantitativo das produções em Neuroeducação e o EC por anos de produção.



Fonte: Organizado pela autora (2025).

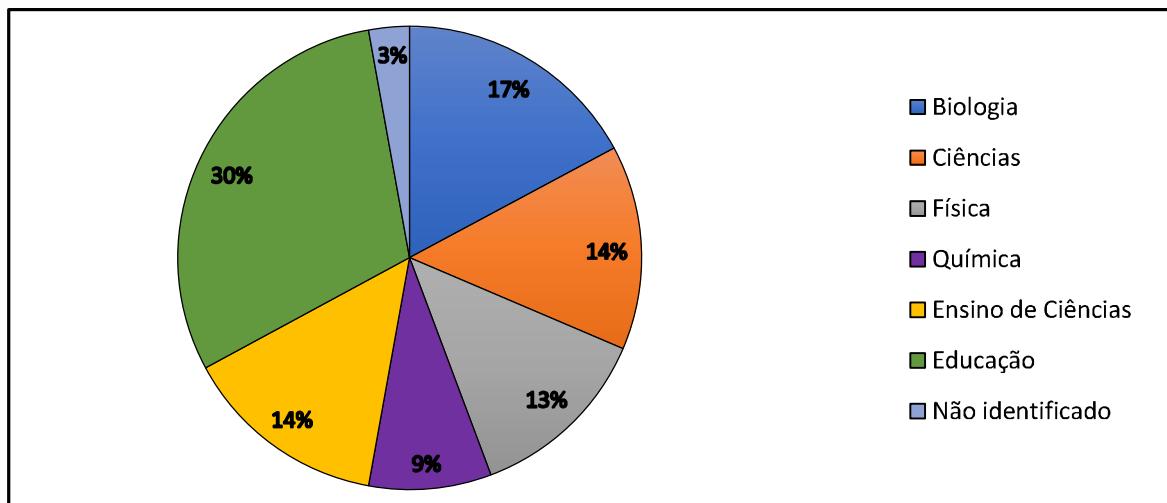
O Gráfico 2 indica uma variação significativa ao longo dos anos, destacando as mudanças mais drásticas de 2018 para 2019, com um aumento de 9 unidades, e de 2021 para 2022, com queda de 10 unidades. O pico de produção foi alcançado em 2021, com 13 trabalhos, seguido por uma queda abrupta para 3 em 2022. Os anos de 2020 e 2023 apresentaram valores relativamente baixos em comparação aos anos anteriores, especialmente após o pico de 2021.

4.2 Panorama das publicações sobre a Neuroeducação e o Ensino de Ciências

Com base na categorização e análise das publicações sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências, apresentamos um panorama detalhado da distribuição desses estudos. O Gráfico 3 destaca as áreas mais recorrentes nos trabalhos analisados, como Ciências, Biologia, Física, Química, Ensino de Ciências e Educação. Além disso, o gráfico inclui estudos que não especificam nenhuma área em particular.

A área Educação reúne trabalhos voltados para a Neuroeducação, abordando temas de forma ampla e desvinculada de disciplinas ou áreas de conhecimento específicas. Por sua vez, o Ensino de Ciências contempla estudos sobre educação científica, conceitos científicos e conteúdos de Biologia, Ciências, Física e Química voltados ao Ensino Fundamental.

Gráfico 3- - Distribuição das produções sobre Neuroeducação no EC por áreas de conhecimento



Fonte: Organizado pela autora (2025).

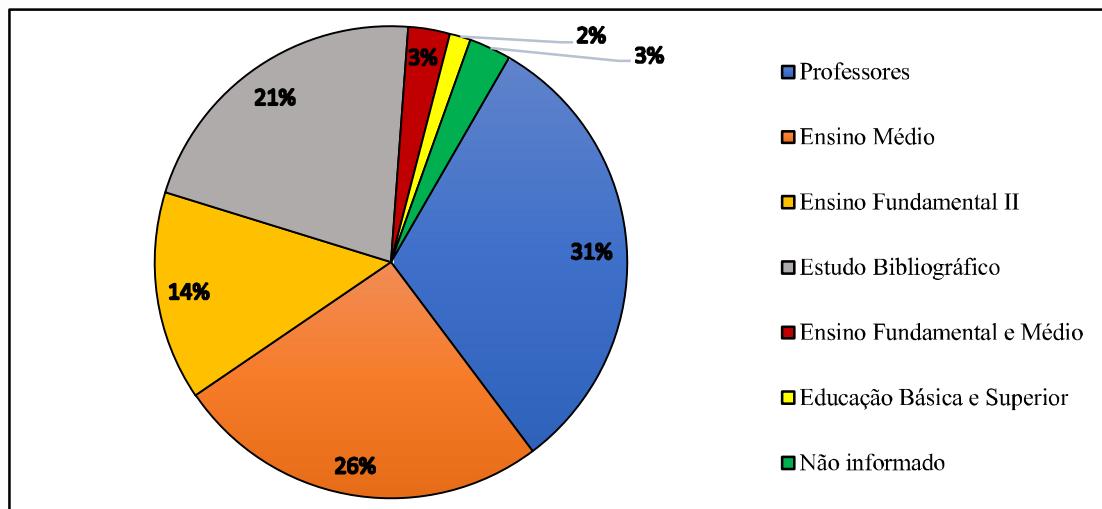
De acordo com o Gráfico 3, a área de Educação concentra o maior número de trabalhos, correspondendo a 29% do total de publicações. Esses estudos têm como foco principal a formação docente e a aplicação da Neurociência no âmbito educacional.

Outros valores relativamente altos são observados nas áreas de Biologia, com 17% das produções, seguida por Ensino de Ciências e Ciências, ambas com 14% e Física com 13%. Por outro lado, Química apresenta um valor comparativamente baixo, com 8% dos trabalhos, indicando menor produção nessa área em relação às outras. Por fim, 4% das publicações não pertencem a nenhuma das áreas.

Os estudos identificados demonstram que a contribuição da Neuroeducação é significativa (Oliveira, 2020). Embora o caminho entre a sala de aula e a Neurociência possa ser longo e complexo, os possíveis benefícios justificam plenamente esse investimento (Costa; Souza, 2021).

Após identificar as disciplinas mais presentes nos trabalhos sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências (Gráfico 3), o Gráfico 4 apresenta a distribuição dos participantes, contextos e níveis de formação dessas pesquisas, englobando Educação Básica, Ensino Superior, produções voltadas à formação de professores e pesquisas bibliográficas.

Gráfico 4 - Perfil dos participantes e contextos nas pesquisas sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências



Fonte: Organizado pela autora (2025).

O Gráfico 4 revela uma ênfase significativa nas pesquisas destinadas aos docentes e na educação no Ensino Médio, enquanto os estudos combinados de Educação Básica e Superior são menos abordados. Nota-se que 42% dos trabalhos estão relacionados à Educação Básica, com 25% focados apenas no Ensino Médio, 14% no Ensino Fundamental II e 3% abrangendo tanto o Ensino Fundamental quanto o Médio. Além disso, 31% das produções são direcionadas aos professores. Destas, sete estudos se concentram em pesquisas com professores em atuação na educação básica, enquanto 15 estão relacionados à formação docente.

As pesquisas bibliográficas ou revisões da literatura representam 21% das publicações. O estudo voltado para o Ensino Superior ou a Educação Básica totaliza apenas 1%. Além disso, 3% das pesquisas não identificaram nenhum participante ou área específica.

Apesar dos poucos dados nacionais sobre a neuroeducação, espera-se que os avanços nessa área possam reduzir esse déficit, promovendo métodos de ensino mais eficazes para professores, além de estratégias de estudo mais adequadas para os alunos (Faria *et al.*, 2022).

4.3 Análise das categorias emergentes

Por meio da análise do *corpus* da pesquisa, que inclui resumos, textos completos e palavras-chave, a partir da ATD, foi possível organizar as unidades de significado em categorias emergentes, as quais detalhamos na Tabela 5, junto ao total de produções envolvidas. Durante

a apresentação dos resultados, as categorias serão analisadas por meio de metatextos contendo a quantidade e referências dos trabalhos selecionados para esta pesquisa.

Tabela 5 - Categorias emergentes, subcategorias e número de produções.

Nº	Categorias	Subcategorias	Nº de trabalhos
1	O cenário da Neuroeducação no Ensino de Ciências	1.1- O estado atual das pesquisas sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências	12
2	Práticas Docentes Neuroeducativas no Ensino de Ciências	2.1- Avaliação da aprendizagem como um aspecto neuroeducativo	2
		2.2- A Neuroeducação como papel fundamental na formação docente para o Ensino de Ciências	11
		2.3- Educação inclusiva e perspectivas neuroeducativas	7
		2.4- As estratégias/ recursos para o desenvolvimento de atividades neuroeducativas	13
		2.5- Os relatos de experiência que envolve ações neuroeducativas	3
3	Habilidades Cognitivas vinculadas ao processo de ensino e aprendizagem	3.1- Habilidades cognitivas a partir dos mecanismos de cognição 3.2- Habilidades cognitivas a partir de ferramentas cognitivas 3.3- Habilidades cognitivas a partir da carga cognitiva	22
TOTAL			71

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nas categorias emergentes, as produções que buscam responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos específicos propostos serão apresentadas nas Tabelas 7 a 9. Os artigos identificados podem se encaixar em mais de uma categoria, sendo agrupados naquelas que apresentarem maior coerência.

4.3.1 Categoria 1: Cenário da Neuroeducação no Ensino de Ciências

Essa categoria surgiu da análise dos estudos que realizaram levantamentos bibliográficos para identificar o estado atual das pesquisas sobre Neuroeducação no Ensino de Ciências. Foram identificadas um total de 12 publicações, sendo seis artigos de revista, cinco trabalhos apresentados em congressos e uma tese. Essas informações encontram-se disponíveis na Tabela 6.

Tabela 6 - Trabalhos selecionados na categoria “Cenário da Neuroeducação no EC”

Nº	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Co1	SOUZA, F. C.; TRÓPIA, G. A produção sobre educação em neurociência nos encontros em Ensino de Ciências e Biologia. IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia - IV ENEBIO e II Encontro Regional de Ensino de Biologia Regional II EREBIO da Regional 4, 2012.
Co2	RICHTER, L. <i>et al.</i> Contribuições da Neurociência para o Ensino e Aprendizagem de Conceitos Científicos. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, 2015.
Re01	DOS SANTOS, F. S. <i>et al.</i> Interlocução entre neurociência e aprendizagem significativa: uma proposta teórica para o ensino de genética. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia – RBECT, v. 9, n. 2, p. 149-182, 2016.

Co3	MOURA, J. S.; BABILÔNIA, L.; CAVALCANTE, M. A. Neurociências e Educação Científica: um estudo bibliográfico. Informa apenas a quantidade e não apresenta os trabalhos. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC, 2019.
Re02	MARTINS, T. O.; EICHLER, M. L. Neurociências Cognitivas no estudo do sistema nervoso: um olhar crítico por meio do livro didático de educação básica. Revista Investigação em Ensino de Ciências – IENCI – v. 25, n. 2, p. 272-292, 2020.
Re03	DAMASCENO JÚNIOR, J. A. O papel do erro no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática: contributos da neurociência. Revista Prática Docente – RPD. V. 5, n. 2, p. 1171-1190, 2020.
Te01	OLIVEIRA, V. L. Um estudo descritivo-analítico sobre aprendizagem em pesquisas doutoriais de neurociências (2007-2018). Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, 2020.
Re04	BROCKINGTON, G. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, suppl. 1, e20200430, 2021.
Re05	MENDES, I. A.; OLIVEIRA, V. L. O Conceito de Aprendizagem na Interlocução Neurociência e Educação em Teses Doutoriais. Revista Prática Docente – RPD. v. 6, n. 1, e001, 2021.
Re06	DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. Contribuições da Neurociência e da Aprendizagem Significativa para o ensino de Física e de conceitos básicos de Astronomia: algumas aproximações preliminares. Revista Prática Docente – RPD, v. 6, n. 2, e033, 2021.
Re07	FREITAS, S. C.; SOUZA, C. E. B. Contribuições da Neurociência para a formação docente em Ciências: uma revisão sistemática integrativa de literatura. Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RenCiMa, v. 13, n. 4, p. 1-18, 2022.
Co4	FERREIRA, M. S. RIBEIRO, M. E. M. Neuroeducação e ensino de Química: oportunidade de conhecer estratégias potencializadoras para a aprendizagem. XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIV ENPEC, 2023.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

As produções analisadas indicam que ainda são poucas as pesquisas sobre Neuroeducação no Brasil (Oliveira, 2020; Freitas; Souza, 2022), evidenciando a necessidade de mais estudos que promovam a interlocução com o Ensino de Ciências (Brockington, 2021; Ferreira; Ribeiro, 2023; Mendes; Oliveira, 2021). Além dessas limitações, Brockington (2021) pontua a escassez de pesquisas na área do ensino de Física. Ele também enfatiza a importância da interdisciplinaridade e do diálogo entre neurocientistas e educadores.

Richter *et al.* (2015), Dos Santos *et al.* (2016) e Damasceno Júnior e Romeu (2021) concordam que os conhecimentos em neurociências possibilitam ao professor aprimorar o ensino de suas disciplinas, envolvendo os estudantes em atividades diferenciadas que exercitam várias áreas cerebrais, favorecendo a aprendizagem.

No entanto, a aplicação da neuroeducação no contexto escolar e nos cursos de formação inicial e continuada dos profissionais da educação ainda não é uma realidade estabelecida (Freitas; Souza, 2022), o que reforça a necessidade de incorporar esses conhecimentos nos cursos de formação docente (Moura; Babilônia; Cavalcante, 2019).

O uso de tecnologias de neuroimagens como ressonância magnética funcional (IRMf), tomografia por emissão de pósitron (TEP), eletroencefalografia (EEG) e rastreamento ocular, representa uma potencialidade da Neurociência para a educação, pois permite uma

análise em tempo real das áreas do cérebro ativadas durante a aprendizagem (Brockington, 2021).

Os trabalhos da Tabela 7 concordam que a neurociência contribui de forma significativa para a aprendizagem, permitindo ao professor desenvolver novas estratégias de ensino eficazes e adaptadas às necessidades cognitivas dos estudantes. Também estão de acordo quanto ao baixo número de publicações e ao distanciamento entre os conhecimentos da neuroeducação e os professores, sendo necessária uma reformulação curricular nos cursos de formação docente. No entanto, tais discussões permanecem presentes nas pesquisas, grupos de discussões e congressos, sem se expandirem para o público necessário: professores e comunidade escolar.

Os programas de pós-graduação profissional poderiam ser uma alternativa viável para evidenciar os resultados da Neuroeducação no Ensino de Ciências, pois, além de suas pesquisas, esses programas elaboram produtos educacionais para auxiliar os professores na sala de aula. No entanto, esses produtos muitas vezes não chegam às escolas.

Logo, faz-se necessário que as pesquisas rompam essas barreiras acadêmicas, levando seus resultados diretamente aos professores para reduzir esse distanciamento. Isso pode ser alcançado pela abertura das portas das universidades para promover a divulgação científica na comunidade escolar, pela elaboração de materiais gratuitos para serem distribuídos nas escolas, pela promoção da participação de licenciandos em estágios ou outros programas de iniciação à docência, como PIBID e Residência Pedagógica, além da reformulação curricular dos cursos de licenciatura que levem em consideração as potencialidades da Neuroeducação no Ensino de Ciências.

4.3.2 Categoria 2: Práticas docentes neuroeducativas no Ensino de Ciências

A segunda categoria, “Práticas Docentes neuroeducativas no Ensino de Ciências”, compreende 20 produções divididas em cinco subcategorias (Tabela 7 e Tabela 8). Ela investiga a atuação docente com base em práticas neurocientíficas na sala de aula. Na Tabela 7 é possível encontrar produções relacionadas à avaliação escolar, à formação docente e à educação inclusiva.

Tabela 7 - Trabalhos relacionados a avaliação escolar, a formação docente e a educação inclusiva

Nº	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Avaliação da aprendizagem como um aspecto neuroeducativo	

Re08	BICA, M. S. N.; ROEHR, R. Discutindo avaliação para estudantes do Ensino Fundamental no Ensino de Ciências: uma estratégia didático-avaliativa baseada em múltiplas representações e neurociência. <i>Revista Investigação em Ensino de Ciências - IENCI</i> , v. 26, n. 1, pp. 27-52, 2021.
Di01	ALMEIDA, G. A. Estratégias para elaboração de avaliações adaptadas para alunos com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade: as contribuições da Neurociência à Educação Inclusiva. <i>Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto</i> , 2021.
A neuroeducação como papel fundamental na formação docente para o Ensino de Ciências	
Di02	PARANHOS, A. O. A neurociência como ferramenta para formação continuada de professores. <i>Dissertação (Mestrado e Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto</i> , 2018.
Co5	SANTOS, V. O.; MAIA, C. O. A disciplina de Ciências Para o Ensino Fundamental aliar a prática à teoria, considerando os processos de aprendizagem segundo a Neurociência. <i>XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC</i> , 2019.
Co6	BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECK, F. K. Qual a Perspectiva do Professor frente a Neurociência aplicada à Educação. <i>XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC</i> , 2019.
Te02	NORO, D. Diversidade sexual e de gênero na formação docente: a heteronormatividade diante das neurociências. <i>Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul</i> , 2019.
Di03	SILVA, M. A. Neurociência, Educação e a Formação de Professores: a percepção sobre origem e aceitação de neuromitos entre licenciandos em ciências da natureza. <i>Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Ponta Grossa</i> , 2020.
Di04	QUEIROZ, I. R. Formação continuada de professores sob a perspectiva da aprendizagem significativa e tecnologias educacionais: análise de propostas de capacitação no contexto da Educação a Distância. <i>Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais</i> , 2020.
Co7	CRESPI, L.; NORO, D.; NÓBILE, M. F. A alfabetização científica como possibilidade para desconstrução de neuromitos entre docentes. <i>XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC</i> , 2021.
To03	COSTA, C. S. Neuroeducação: um diálogo entre a neurociências e a sala de aula. <i>Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul</i> , 2021.
Di05	GOMES, L. L. Formação Continuada de Professores em Tempos de Pandemia: contribuições da neurociência para a educação. <i>Dissertação (Mestrado e Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto</i> , 2021. ⁵
Re09	MENEZES, J. P. de Neurociência e Formação Docente: prevalência de mitos em licenciandos e professores no Ensino de Ciências. <i>Um Estudo de Caso no Distrito Federal. Formação Docente</i> , v. 14, n. 30, p. 181-195, 2022.
Co8	ALBUQUERQUE, M. C. <i>et al.</i> Neurociência e Educação: Percepções dos professores monitores de um Clube de Ciências. <i>XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIV ENPEC</i> , 2023.
Educação inclusiva e perspectivas neuroeducativas	
Co9	VIVEIROS, E. R.; CAMARGO, E. P. A pesquisa em Neurociência e suas implicações para o Ensino de Ciências: contribuições para o Ensino de Física em deficientes visuais. <i>VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC</i> 2011.
Te04	VIVEIROS, E. R. Mindware Semiótico-Comunicativo: Campos Conceituais no Ensino de Física para Deficientes Visuais utilizando uma Interface Cérebro-Computador. <i>Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista</i> , 2013.
Co10	SANTOS, T. H. L.; VERASZTO, E. V. Neurociência Cognitiva no processo de aprendizagem de alunos com deficiência visual: desenvolvimento de experimento com fluidos para o ensino de Física. <i>XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XV EPEF</i> , 2014.

⁵ Essa dissertação possui um artigo denominado “Formação Continuada de Professores em Tempos da Pandemia do Covid-19: contribuições da neurociência aplicada à educação”, publicado na Revista Formação Docente em 2022 e não será considerado na análise das revistas, a fim de evitar a duplicidade.

Re10	BASTOS, A. R. DANTAS, I. M.; TEIXEIRA, R. L. Tabela Periódica Acessível: da proposição do recurso à implementação no ensino de alunos com deficiência visual. <i>Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM</i> , v. 3, n. 2 ESP, p. 34-49, 2017
Di06	FERREIRA, R. de S. C. Contribuições das Neurociências para a Formação Continuada de professores visando a inclusão de alunos com transtorno do espectro autista. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas, Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.
Di07	PESSOA, F. F. T. Formação continuada de professores nas perspectivas das neurociências e da educação inclusiva. <i>Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Ouro Preto</i> , 2019.
Di08	ZUQUETTO, S. da S. Produtos Educacionais na Área de Ensino: contribuições de um itinerário didático-pedagógico à luz da acessibilidade pedagógica. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Franciscana, 2021.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Os trabalhos analisados (Bica; Roehrs, 2021; Almeida, 2021) mostram que a partir da Neuroeducação, é importante repensar o processo avaliativo (Costa, 2023), ou seja, são poucas as pesquisas que discutem a “avaliação da aprendizagem como um aspecto neuroeducativo”. No entanto, essa discussão ainda se encontra bem distante da sala de aula, uma vez que a avaliação permanece bastante tradicional (Herter *et al.*, 2019).

Para Bica e Roehrs (2021), as avaliações escolares precisam respeitar a diversidade cognitiva dos estudantes, considerando o ritmo e a maneira como cada estudante constrói o seu conhecimento, enquanto Almeida (2021) defende que elas sejam adaptadas de acordo com o princípio de equidade. Ambos os autores concordam que a avaliação deve ser inclusiva e qualitativa e que os professores tenham autonomia e espaço para realizá-las, bem como dispor de materiais didáticos para auxiliá-los nesse processo.

As pesquisas sobre formação docente destacam a importância de entender o funcionamento do cérebro no aprendizado, ressaltando que esse conhecimento pode contribuir para a melhoria do ensino (Bartoszeck; Bartoszeck, Guerra, 2021; Costa; Souza, 2021). Uma vez que é importante levar em consideração os princípios neuroeducativos, as avaliações escolares e as práticas pedagógicas, Costa e Souza (2021) e Albuquerque (2023) afirmam que os conhecimentos sobre a Neurociência não estão presentes nos cursos de formação inicial de professores, impedindo que seja desenvolvido, no contexto escolar, avaliações e didáticas adaptadas para cada estudante.

O desenvolvimento de avaliações e metodologias de ensino que levem em conta a Neuroeducação não é tão fácil, uma vez que muitas escolas não têm estrutura para ensinar e avaliar todos os seus alunos de maneira individual. Por outro lado, as discussões sobre Neuroeducação, avaliação, práticas didático-metodológicas podem ser encontradas na formação continuada, em cursos específicos e em encontros de formação (Noro, 2019; Queiroz, 2020; Costa 2021; Gomes; Souza, 2021).

Para Bartoszeck e Bartoszeck (2019), um melhor conhecimento sobre o cérebro pode contribuir para a aprendizagem. Entretanto, Paranhos (2018), Silva (2020), Crespi, Noro e Nóbile (2021) e Menezes (2022) concordam que a ausência ou dubiedade na interpretação desse conhecimento contribui para a presença de neuromitos entre os professores em formação e atuação, sendo necessário que sua desconstrução ocorra desde a formação inicial e continuada por meio do correto conhecimento da Neurociência e sua aplicação no Ensino de Ciências (Crespi; Noro; Nóbile, 2021).

Embora ainda sejam poucos os trabalhos sobre Neuroeducação e formação docente, observa-se um aumento na oferta de cursos de capacitação e extensão voltados para o tema, promovido por universidades como a UFOP em Ouro Preto e UFMG em Minas Gerais (Costa, Souza, 2021). Grossi, Lopes e Couto, (2014) destaca a necessidade de uma reformulação nos cursos de formação de professores e a criação de disciplinas específicas sobre Neuroeducação, considerando que essa qualificação está frequentemente associada a programas de mestrado e doutorado (Oliveira; Silva; Ribeiro, 2017).

Os trabalhos identificados também apresentam a “Educação inclusiva e perspectivas neuroeducativas”, uma vez que a Tabela 8 destaca a existência de cinco produções voltadas para deficientes visuais (Viveiros; Camargo, 2011; Viveiros, 2013; Santos; Veraszto, 2014; Viveiros, 2011; Bastos; Dantas; Teixeira, 2017; Zuquetto, 2021), uma para Transtorno do Espectro Autista (TEA) (Ferreira, 2017), e uma para Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) (Pessoa, 2019). Essas produções incluem estratégias, recursos e cursos de formação de professores, visando promover a educação inclusiva sob a perspectiva da Neuroeducação.

Como a maioria dos profissionais “não possui formação docente ideal e nem recursos didáticos adequados para subsidiar suas propostas de ensino” em um cenário inclusivo (Zuquetto, 2021, p. 4), é indispensável capacitar os professores para promover uma melhor compreensão sobre o funcionamento neurocognitivo (Viveiros; Camargos, 2011). Isso contribuirá para a elaboração de estratégias educacionais mais eficientes e eficazes (Bastos; Dantas; Teixeira, 2017; Pessoa, 2019) para os estudantes com ou sem necessidades educacionais especiais (Viveiros, 2013).

Portanto, é indispensável realizar mais pesquisas que fomentem a educação inclusiva a partir de perspectivas neuroeducativas, bem como capacitar os professores de Ciências para promover uma melhor compreensão sobre o funcionamento neurocognitivo no processo de avaliação escolar e em suas práticas didático-pedagógicas. Isso contribuirá para a elaboração

de estratégias educacionais mais eficientes para todos os estudantes, com ou sem necessidades educacionais especiais.

Dando continuidade, a Tabela 8 apresenta as estratégias e/ou recursos para o desenvolvimento de atividades neurocientíficas e os relatos de experiência que envolvem ações neuroeducativas.

Tabela 8 - Trabalho relacionados a estratégias/recursos para o desenvolvimento de atividades neurocientíficas e os relatos de experiência que envolve ações neuroeducativas

Nº	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Estratégias/recursos para o desenvolvimento de atividades neurocientíficas	
Co11	GIANNELLA, T. R.; <i>et al.</i> , R. Pesquisa e desenvolvimento de um banco virtual de objetos de aprendizagem em neurociência. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – V ENPEC, 2005.
Co12	CHAGAS, E. R. C.; CAMARGO, L. E.; BORGES, R. M. R. Bases Biológicas da Aprendizagem. I Encontro Regional de Ensino de Biologia Regional- I EREBIO Regional Sul, 2005.
Di09	FERREIRA, C. P. As ferramentas do pensamento como estratégia de aprendizagem para o estímulo e desenvolvimento da criatividade com alunos do ensino técnico e tecnológico. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Universidade Federal do Rio Grande, 2015.
Re11	ARANHA, G. Webcomics, webtv e neurociências: desafios para a roteirização na divulgação de neurociências. Revista Ciências & Cognição 2016; v. 2, n. 2, 287-300, 2016.
Co13	MEIRA MARTINS, L. A.; <i>et al.</i> , L. Efeito de uma atividade experimental sobre conceitos espontâneos que alunos de uma turma do Ensino Fundamental têm sobre cérebro. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 2017.
Di10	BENEDETTI, T. R. A rotina de estudo de alunos do ensino médio a partir da realização de oficinas sobre estudo e aprendizagem. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Acre, 2019.
Co14	OLIVEIRA, C. S. de.; TRINDADE, V. M. T. Jogos Digitais x Neurociências- Possibilidades e Práticas para a Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências. IX Encontro Regional de Ensino de Biologia Regional IX EREBIO, 2019.
Re12	SILVA, L. R. A. A aula com mediação tecnológica no centro de mídias de educação do amazonas: constructos neuropedagógicos da aprendizagem em EAD. Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM – IGAPÓ, v. 13 – n. 2, p. 66-77, 2019.
Te05	GUTIERRES, J. M. Popularização da Neurociência e Educação: a produção de um documentário e as representações do cérebro no imaginário escolar e universitário. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
Re13	SILVA, K. S.; FONSECA, L. S. da.; CORREIRA, P. R. M. Abordagem neurocognitiva de processos atencionais envolvidos na aprendizagem mediada por mapas conceituais. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – RBECT, v. 13, n. 2, p. 247-268, 2020.
Di11	SANTOS, C. F. L. dos. Neuroeducação: utilizando uma metodologia ativa para o ensino sobre o funcionamento do cérebro. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – Universidade Federal de Alagoas, 2021.
Co15	TRÓPIA, G. Leituras sobre Neurociências na mídia: considerações para o Ensino de Biologia. VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia – ENEBIO, VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia Regional NE – VII EREBIO-NE e II SCEB, 2021.
Co16	SILVA, S. E. de M.; SILVA, F. A. R.; TAVARES, J. C. Desenvolvimento de uma sequência didática para a construção do conhecimento (neuro)científico associado ao uso de substâncias psicotrópicas na adolescência. XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- XIV ENPEC 2023.
Relatos de experiência que envolve ações neuroeducativas	
Re14	VARGAS, L. da S <i>et al.</i> Conhecendo o Sistema Nervoso: Ações de Divulgação e Popularização da Neurociência Junto a Estudantes da Rede Pública de Educação Básica. Ciências & Cognição; v. 19, n. 2, 233-241, 2014.
Re15	GUIMARÃES, M. N. Divulgando as neurociências no Ensino Médio: nossa experiência no Colégio Pedro II – Campus Niterói-R. J. Revista da SBEnBio – Número 9 – 2016.

Re16	GUIMARÃES, M. N Aprendendo neurociências na escola: uma estratégia de abordagem no ensino médio. Revista da SBEnBio – Número 9 – 2016.
------	--

Fonte: Organizado pela autora (2024).

A partir da análise dos dados, identificamos as seguintes estratégias de ensino⁶ para o desenvolvimento de atividades neurocientíficas: jogos manuais e digitais (Oliveira; Trindade, 2019; Santos, 2021), chapéus de pensamento e mapas conceituais (Ferreira, 2015; Silva; Fonseca; Correia, 2020), oficinas (Meira Martins, 2017; Benedetti, 2019), minicursos (Chagas; Camargo; Borges, 2005;), resolução de problemas (Silva; Silva; Tavares, 2023) e debate (Aranha, 2016; Silva; Fonseca; Correia, 2020). Em relação aos recursos didáticos⁷ em atividades neurocientíficas, destacamos o uso de textos midiáticos, folhetos guias informativos (Trópia, 2021), programas de rádio, videoaulas, TV (Silva, 2019; Aranha, 2016), documentários (Gutierrez, 2019), imagem, gráficos, tabelas, animações e simuladores laboratoriais (Gianella; Almeida, 2019).

Conforme Meira Martins *et al.* (2017), Benedetti (2019), Oliveira e Trindade (2019), o uso de estratégias e recursos didáticos influenciam significativamente a atenção e motivação dos estudantes, proporcionando a participação, descontração e interação. As estratégias e recursos utilizados para o Ensino de Ciências podem despertar o interesse dos estudantes tornando-os críticos e reflexivos (Ferreira, 2015; Trópia, 2021; Gutierrez, 2019; Aranha, 2016). Além disso, eles possibilitam mobilizar habilidades cognitivas, como os uso dos jogos digitais que ativam as funções executivas no córtex pré-frontal, incluindo flexibilidade cognitiva, inibição (autocontrole e autorregulação), memória de trabalho, resolução de problemas, raciocínio e planejamento (Ramos; Segundo, 2018).

Entretanto, é importante reconhecer as barreiras e limites na implementação de estratégias e recursos didáticos, como a “falta de estrutura da escola, tempo de aula insuficiente, despreparo dos professores, falta de participação dos alunos, atrelada muitas vezes, por exemplo, pelo desinteresse ou até mesmo a timidez” (Duarte; Santos; Jesus, 2024), p. 233).

Para tornar as aulas mais “atraentes e capazes de proporcionar mudanças cognitivas e de aprendizagens significativas nos alunos” (Silva, 2019 p. 75), é preciso que os conhecimentos das neurociências sejam implementados na grade curricular dos cursos de licenciatura e na formação continuada (Lima; Souto, 2023).

⁶ Estratégias de ensino referem-se aos métodos empregados pelos docentes para organizar e conduzir o processo educativo, adaptando-se a cada atividade e aos resultados esperados (Lima; Souza, 2011).

⁷ Recurso Didático é qualquer material utilizado para apoiar o ensino-aprendizagem do conteúdo proposto, sendo aplicado pelo professor a seus alunos (Souza, 2007).

Vargas *et al.* (2014) e Guimarães (2016a, 2016b) relatam a importância do uso de ações de divulgação da neurociência na educação básica. Iniciativas como visita em museu, discussões em grupo de estudos e semanas temáticas como “Semana do Cérebro” são fundamentais, uma vez que a neurociência é um tema amplamente divulgado no senso comum e no meio acadêmico, mas pouco presente na graduação e praticamente inexistente na educação básica. Assim, o conhecimento sobre a neuroeducação não deve ser restrito a professores, mas ampliado a família, a escola e a comunidade, a fim de “estabelecer um ambiente favorável, no qual cada aprendiz, com suas necessidades específicas, possa desenvolver seu potencial na escola e na vida” (Amaral; Guerra, 2022, p. 59).

4.3.3 Categoría 3: Habilidades Cognitivas vinculadas ao processo de ensino e aprendizagem

A terceira categoria busca apresentar quais habilidades cognitivas estão vinculadas ao processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa resultou num total de 22 produções, sendo seis trabalhos apresentados em congressos e simpósios, seis artigos de revista, oito dissertações e três teses. Estas informações estão dispostas na Tabela 9.

Tabela 9 - Trabalhos selecionados na subcategoria “Desenvolvendo Habilidades Cognitivas: o papel do professor na formação do estudante”

Nº	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Habilidades cognitivas a partir dos mecanismos de cognição	
Di12	MAIATO, A. M. Neurociências e aprendizagem: o papel da experimentação no Ensino de Ciências. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, 2013.
Co17	NUNES, S. L. A.; COUTINHO, F. A.; MORAES, G. S. P. Neurociências e educação em Ciências. Memória e Ensino. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, 2015.
Di13	SUECKER, S. K. A motivação para aprender do nativo digital pela perspectiva de professores, alunos e da neurociência. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.
Re17	RIGHI, L. L.; XAVIER, G. F.; HADDAD, H. Análise das interações entre atenção e motivação de estudantes de biologia por meio de medidas de movimentos oculares e respostas de condutância da pele. Revista da SBEnBio – n. 9 – 2016.
Re18	BEDIN, E.; DEL PINHO, J. C. Tecnologias no ensino de Química: uma avaliação neurocientífica para os processos de ensino e aprendizagem. Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2016
Co18	BEDIN, E. Neurociência na Formação Docente: a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem em Química. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química – XVIII ENEQ, 2016.
Di14	NUNES, S. L. de A. Neurociências na escola: estudo sobre a persistência da memória semântica nos anos finais do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Neurociências) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
Te07	SANTOS, F. S. Programa neurocientífico para a aprendizagem significativa de genética. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
Di15	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. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, 2018.

Di16	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. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, 2018
Re19	Matos da neuroeducação para a educação científica a partir de uma oficina de paleontologia no ensino Fundamental. Experiências em Ensino de Ciências v. 14, n. 3, 2019. ⁸
Co19	GONÇALVES JR, M. A.; GOMES, M. B. A introdução de conceitos de Física moderna através de simuladores computacionais didáticos: uma perspectiva neurocientífica. XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXIII SNEF 2019.
Re20	SILVA, K. S.; COELHO, P. S.; SILVA, L. H. B.; FONSECA, L. S. Perspectiva neurocognitiva da ansiedade química na educação básica e superior: o que precisamos saber? Revista Amazônica de Ensino de Ciências - Areté, v. 13, n. 27, p. 1-13, 2020.
Di17	KRAUSE, K. G. Um modelo de desenvolvimento de habilidades cognitivas com jogos digitais. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, 2020.
Co20	OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, A. L. As aproximações entre Neurociência Cognitiva e o Ensino de Ciências na organização de situações de aprendizagem. XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XIII ENPEC 2021.
Re21	SILVA, F. S.; FONSECA, L. S. Neurociência e Educação: estratégias multissensoriais para a aprendizagem de geometria molecular. Revista Investigação em Ensino de Ciências - IENCI, v. 26, n. 1, p. 01-26, 2021.
Di18	SOUZA, V. N. O uso do Role Playing Game (RPG) como estratégia para a Rememoração de conceitos de Química e Física em alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Química Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2021.
Di19	MENEZES, T. C. Influências da neurociência cognitiva no ensino de Química: como os conhecimentos sobre atenção seletiva poderiam auxiliar na aprendizagem das funções orgânicas? Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Sergipe, 2022.
Te08	CASTRO, R. E. A música no ensino de ciências: contribuições e perspectivas na educação. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2023.
Habilidades cognitivas a partir de ferramentas cognitivas	
Co21	SÃO LEÃO, E. OLIVEIRA, A. L.; SIQUEIRA- BATISTA, R. Uma abordagem sobre as contribuições da neurociência e da Programação Neurolinguística no processo de ensino-aprendizagem de Física. XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - XIII EPEF 2011.
Re22	RIBEIRO, A. A. <i>et al.</i> A prática da meditação mindfulness no ensino médio: uma ferramenta para a promoção da saúde e complementação acadêmico-formativa dos adolescentes. Revista Prática Docente – RPD, v. 4, n. 2, p. 524-545, 2019.
Habilidades cognitivas a partir da carga cognitiva	
Co22	SOUZA, E. J.; SILVA, A. A. C.; AMANTES, A. Interfaces entre Neurociência e Ensino: O emprego da Carga Cognitiva para Avaliação da Aprendizagem. XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XIV ENPEC, 2023.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

As produções analisadas foram divididas de acordo com sua caracterização, a saber:

- *Mecanismos da cognição*: englobam habilidades cognitivas como emoção, atenção, motivação, memória, rememoração, percepção, raciocínio e funções executivas.

⁸ Esse artigo foi apresentado no V Encontro de Ensino de Biologia Regional e VII Simpósio de Ciências Biológicas do Sudoeste Goiano em 2019 com o título “Contribuição da neuroeducação em uma oficina de paleontologia aplicada no Ensino Fundamental”. Para evitar duplicidade, ele não será considerado na análise dos eventos

- *Ferramentas cognitivas*⁹: incluem habilidades como meditação *mindfulness*¹⁰ e programação neurolinguística¹¹ (Bonissoni, Popp, Reis, 2022).
- Carga cognitiva¹²: refere-se ao volume de informações que o cérebro pode processar simultaneamente durante a aprendizagem (Souza *et al.*, 2023).

O Quadro 9 apresenta a disposição caracterização das habilidades cognitivas segundo seus respectivos autores.

Quadro 9 - Síntese da caracterização das Habilidades Cognitivas baseadas nas análises de trabalhos

Nº	Caracterização	Habilidades Cognitivas	Autores
1	Mecanismos da Cognição	Atenção	Menezes, 2022;
2		Motivação	Bedin, 2016; Suecker, 2016; Santos, 2018; Gonçalves JR, 2019; Castro, 2023.
3		Emoção	Bedin, 2016; Silva <i>et al.</i> , 2020.
4		Memória	Maiato, 2013; Nunes; Coutinho; Moraes, 2015; Nunes, 2017; Silva, 2018; Silva; Fonseca, 2021;
5		Atenção e Motivação.	Righi <i>et al.</i> , 2016.
6		Emoção, Motivação, Atenção e Memória.	Matos; Fernandes; Coelho, 2019
7		Emoção, Atenção, Memória e Percepção.	Oliveira, 2018.
8		Emoção, Atenção, Percepção, Raciocínio, Motivação	Oliveira; Oliveira, 2021
9		Rememoração	Souza, 2021.
10		Funções Executivas	Krause, 2020.
11	Ferramentas Cognitivas	Programação neurolinguística	São Leão <i>et al.</i> , 2011
12		Meditação <i>Mindfulness</i>	Ribeiro, 2019.
13	Carga Cognitiva	Carga Cognitiva	Souza <i>et al.</i> , 2023.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Com base o Quadro 5, a presente categoria demonstra que as habilidades cognitivas (atenção, motivação, emoção, percepção, rememoração e memória) estão diretamente ligadas à aprendizagem (Matos; Fernandes; Coelho, 2019; Oliveira, Oliveira, 2021) e ao uso de algumas estratégias, por exemplo, Programação Neurolinguística e Meditação *Mindfulness*, podem ser efetivas para o ensino de Ciências (São Leão *et al.*, 2011; Ribeiro, 2019, Souza *et al.*, 2023).

⁹ Ferramentas Cognitivas são “todas as tecnologias ou aplicações que buscam facilitar a aprendizagem significativa e o pensamento crítico, tendo como foco a reflexão, a construção do conhecimento, a colaboração, a conversação e a articulação (Varela; Barbosa; Farias 2014, p. 198).

¹⁰ Meditação *mindfulness* é caracterizada “por manter o praticante atento, de modo consciente ao estado corporal e à realidade, e sem julgamentos prévios das situações que o permeiam” (Ribeiro *et al.*, 2011, p. 525).

¹¹ “Programação neurolinguística estuda novas maneiras de entender como a comunicação verbal e não verbal afetam o cérebro humano” (Souza *et al.*, 2019, p.4).

¹² A carga cognitiva “representa a carga imposta ao sistema cognitivo de pessoas, fruto do esforço mental implicado na realização de tarefas ou da aprendizagem de novos conhecimentos” (Alves *et al.*, 2017, p. 2).

O Quadro 5 também revela que dos 22 estudos analisados, 19 estão relacionados aos mecanismos da cognição (atenção, emoção, motivação, memória, percepção, raciocínio, motivação, rememoração e funções executivas), dois abordam as ferramentas cognitivas programação neurolinguística (São Leão *et al.*, 2011) e Meditação Mindfulness (Ribeiro, 2019) e um trabalho está voltado para o uso da carga cognitiva (Souza *et al.*, 2023).

Segundo Oliveira e Oliveira (2021, p. 7) “é possível utilizar-se dos conhecimentos neurocientíficos da cognição para fundamentar as atividades no Ensino de Ciências, bem como, elaborar estratégias que possam provocar novos comportamentos e estimular possíveis neuroplasticidades neuronais” Para os autores, tendo em vista que alguns estudantes possuem experiências e preferências sensoriais diferentes, os estímulos no âmbito escolar devem ser variados, permitindo que várias áreas do cérebro sejam estimuladas.

Também pensando nas formas de estimular os alunos, São Leão *et al.* (2011) propõe o uso da Programação Neurolinguística. De acordo com os autores, o cérebro possui seis linguagens chamadas sistemas representacionais (visual, cinestésica, auditiva, olfativa, gustativa e auditiva-digital), que permitem aos educadores inúmeras formas de alcançar os estudantes.

São Leão *et al.* (2011) afirma que, em suas práticas, o professor precisar promover um ambiente que estimule seus estudantes tanto intelectual quanto emocionalmente. Em contrapartida, Ribeiro (2019) defende que o ambiente precisa ser mais tranquilo, saudável e eficaz, para isso utilizou em sua pesquisa a meditação *mindfulness*, que foi realizada tanto na escola quanto nas residências dos estudantes. Conforme o autor, essa prática contribui para melhorias significativas na atenção, percepção e conduta que dos adolescentes tiveram para com os seus corpos e ações diárias. Segundo Neres (2023), essa prática promove uma melhora no comportamento social e emocional, proporcionando avanços na saúde mental.

Por fim Souza *et al.* (2023) demonstram que, a partir da avaliação da aprendizagem e da compreensão do desempenho em relação à carga cognitiva e às redes funcionais, será possível contribuir para o estudo da aprendizagem e para a melhoria dos materiais didáticos, resultando em uma menor carga cognitiva estranha (que não contribui para a aprendizagem) e um aumento da carga cognitiva pertinente (necessária para aprender).

De acordo com Oliveira (2018), conhecer ou reconhecer as potencialidades do cérebro “e alguns fatores neurocognitivos do ato de aprender, permite a todos os envolvidos no ensino, especificamente de ciências, o acesso a novos caminhos para o conhecimento, que pode desencadear diferentes ferramentas úteis ao trabalho pedagógico” (Oliveira, 2018, p. 112).

Vale ressaltar que o sono, a alimentação adequada e atividade física são fundamentais para a aprendizagem (Noro, 2021), porém não estão diretamente relacionados à prática do professor em sala de aula, podendo o docente fazer recomendações sem atuar diretamente nesses fatores (Amaral; Guerra, 2022). Logo, é essencial que o professor conheça seus alunos (Camilo, 2021) e planeje suas aulas respeitando a diversidade da sala de aula.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho oferece uma análise aprofundada da pesquisa brasileira em Neuroeducação e suas contribuições para o Ensino de Ciências. Foi realizado um levantamento bibliográfico abrangente e sistemático, incluindo eventos, revistas, dissertações e teses, resultando em 71 produções organizadas em três categorias. É importante destacar que as teses e dissertações incluídas pertencem aos Programas de Pós-Graduação voltados para o Ensino de Ciências.

A primeira categoria analisou o cenário da Neuroeducação no Ensino de Ciências. Nela destacam-se as revistas e os congressos, com sete e quatro produções, respectivamente, além de uma tese. Os dados indicam que as pesquisas sobre neurociência educacional ainda se encontram em estágio inicial na área em Ensino de Ciências, porém está ganhando destaque na mídia e se proliferando em cursos de extensão, eventos, livros e revistas. No entanto, é necessário um avanço nos estudos para aprofundar a compreensão dos mecanismos de aprendizagem a partir da neuroeducação.

A segunda categoria, intitulada: “Práticas docentes neuroeducativas no Ensino de Ciências”, abrange um total de 37 produções distribuídas entre cinco subcategorias distintas: Avaliação da aprendizagem como um aspecto neuroeducativo (dois trabalhos), A neuroeducação como papel fundamental na formação docente para o Ensino de Ciências (11 trabalhos), Educação inclusiva e perspectivas neuroeducativas (sete trabalhos), Estratégias/recursos para o desenvolvimento de atividades neuroeducativas (14 trabalhos) e Relatos de Experiência que envolve ações neuroeducativas (três trabalhos). Essas subcategorias refletem a diversidade e profundidade das práticas neuroeducativas no EC, evidenciando diferentes enfoques e abordagens aplicadas na sala de aula.

O número reduzido de produções na segunda categoria revela que a neuroeducação ainda não está totalmente integrada ao processo avaliativo. Embora o uso de conhecimentos neurocognitivos seja eficaz na prática docente, a capacitação nesse sentido ainda é restrita aos programas de mestrado e doutorado, não sendo amplamente oferecidos nos cursos de formação de professores (Oliveira; Silva; Ribeiro, 2017; Guimarães, 2016). Além disso, as discussões

sobre educação inclusiva, a partir da perspectiva neuroeducativa, são limitadas, o que destaca a necessidade de mais pesquisas nessa área.

As estratégias de ensino mais frequentemente utilizadas em pesquisas sobre Neuroeducação e Ensino de Ciências incluem jogos manuais e digitais, mapas conceituais, chapéus de pensamento, oficinas, minicursos, resolução de problemas e debates. Entre os recursos mais empregados estão textos midiáticos, programas de rádio e TV, folhetos e guias informativos, documentários, imagens, gráficos, tabelas, animações, simuladores laboratoriais e robótica. Além disso, os relatos de experiência, abordados demonstram uma tendência para se concentrar na divulgação científica como meio de promover o conhecimento neurocognitivo entre escolares, professores e a população em geral.

A categoria Habilidades Cognitivas vinculadas ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências apresentaram pesquisas preocupadas com os mecanismos de cognição (emoção, atenção, motivação e memória), meditação *mindfulness*, carga cognitiva e programação neurolinguística. Todas essas habilidades são focadas em promover uma aprendizagem de qualidade, propondo ao professor uma reflexão sobre sua prática docente, bem como a elaboração e uso de estratégias que respeitem a diversidade presente na sala de aula.

A partir das análises realizadas, reforçamos que a neurociência não propõe uma receita pronta para o professor utilizar na sala de aula (Guerra, 2021). Em vez disso, ela promove reflexões sobre a prática docente, avaliando se os estudantes estão efetivamente aprendendo e o que pode ser feito para melhorar as estratégias já utilizadas. Além disso, é essencial desenvolver novas abordagens e métodos de avaliação, bem como promover a inclusão, sempre colocando os educandos como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

Outro fato extremamente importante, defendido pela maioria das pesquisas, é a necessidade da reformulação curricular nos cursos de formação de docente e continuada, uma vez que muitos professores não têm conhecimentos sobre essa área. Embora muitas pesquisas tenham sido realizadas para proporcionar ao professor acesso ao conhecimento da neuroeducação, infelizmente essas pesquisas ainda estão distantes da sala de aula. Portanto, faz-se necessário encurtar esse caminho, tornando mais acessível às escolas e secretarias de educação as produções realizadas, bem como produtos educacionais elaborados. Uma proposta de solução, além da reformulação dos cursos de formação de professores, seria anexar os conhecimentos e/ou propostas didáticas baseadas na neuroeducação em livros didáticos destinados a professores da educação básica em atuação.

Como limitação deste estudo, destacamos que as poucas dissertações e teses encontradas no catálogo de Teses e Dissertações da Capes e no Banco de Dissertações e Teses, não refletem

totalmente a realidade das pesquisas sobre neuroeducação, uma vez que não abrangem todas as investigações desenvolvidas. Para encontrar o número exato de trabalhos, será necessária uma busca completa nos repositórios das universidades especializadas em Ensino de Ciências.

Por fim, é importante destacar que muitos estudos ainda se esbarram nas convicções sobre o que deve ser melhorado, como a mudança curricular e redução da lacuna entre o conhecimento das neurociências e a prática dos professores da educação básica. No entanto, essas discussões permanecem no meio acadêmico e restritas aos interessados pelo tema. Fazendo-se necessário romper as barreiras das universidades, promovendo diálogos com a população e o poder público, a fim de garantir uma formação de qualidade e que os materiais elaborados nas instituições de ensino cheguem, de fato, às mãos dos principais interessados, assegurando que a neuroeducação seja enfim uma realidade na sala de aula.

CAPÍTULO 2. METACOGNIÇÃO: UM ESTUDO SISTEMÁTICO SOBRE COMO SE ESTIMULA O APRENDER A APRENDER NO ENSINO DE CIÊNCIAS

1. INTRODUÇÃO

A busca pela melhoria na qualidade do ensino da educação básica tem sido alvo de muitas pesquisas acadêmicas e discussões políticas, como a formação de professores, os efeitos sobre o desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino, reformas educacionais, neurociência e metacognição (Zaro, 2010; Lisboa, 2016; Amaral; Guerra, 2021, Fernandes *et al.*, 2021; Matos, 2022; Fernandes; Allain; Dias, 2022; Rosa *et al.*, 2021).

“A aprendizagem diz respeito às mudanças permanentes de comportamento provocadas pela experiência, cujo principal objeto é a aquisição de alguma habilidade ou competência” (Alexandre, 2010, p. 52). Essas mudanças apresentam uma sequência de funções cognitivas¹³ de captação¹⁴, internalização¹⁵ e execução¹⁶ (Fonseca, 2014).

É sabido que a aprendizagem ocorre no cérebro e se cada cérebro é único (Ramacciotti, 2021) ela é individual (Khan, 2013; Fonseca, 2014), sendo, portanto, “elaborada a partir de instrumentos culturais que se tornam, posteriormente, instrumentos mentais (ou cognitivo)” (Fonseca, 2014, p. 21).

Para Fonseca (2014):

Aprender a aprender é, portanto, treinar, aperfeiçoar e redesenvolver tais funções e capacidades cognitivas, integrando harmoniosamente as capacidades conativas e

¹³ Funções Cognitivas são “as fases do processo de informação, como percepção, aprendizagem, memória, atenção, vigilância, raciocínio e solução de problemas” (Antunes, 2006, p. 109).

¹⁴ Para Fonseca (2014), as funções de captação ou de *input* estão relacionadas com a “atenção sustentada, percepção analítica, sistematização na exploração de dados de informação, discriminação e ampliação de instrumentos verbais, orientação espacial e seus sistemas de referência automatizados, priorização de dados, conservação e agilização de constâncias – tamanho, forma, quantidade, profundidade, movimentos, cor orientação, dados intrínsecos e extrínsecos..., precisão e perfeição na captação de dados.; flexibilização disciplinas de fontes de informação simultânea etc.” (Fonseca, 2014, p. 32).

¹⁵ Funções de internalização, integração e de planificação referem-se à “definição detalhada de situações-problema, seleção de dados relevantes, minimização e eliminação de dados irrelevantes, comparação, classificação e escrutínio de propriedades comuns e incomuns dos mesmos, estabelecimento de comparações ligações, semelhanças, dessemelhanças e analogias, memorização, retenção, localização, manipulação e recuperação da informação, ampliação do campo mental em jogo, integração sistemática da realidade, estabelecimento de relações e de sistemas de relações, organização e monitoramento dos meios necessários, supervisão de situações e de problemas, utilização de comportamentos quantitativos, explosão da evidência lógica, utilização do pensamento inferencial e crítico, desenho de estratégia para testagem de hipóteses, planificação, antecipação e pragmatização de objetivos, fins e resultados, visualização e interiorização da informação, flexibilização de procedimentos, elaboração conceptual, etc.” (Fonseca, 2014, p. 32-33).

¹⁶ Funções de execução ou de *output* referem-se à “comunicação clara, conveniente, compreensível, desbloqueada e contextualizada, projecção de relações virtuais, transposição psicomotora (transporte ideatório, ideomotor e visuográfico), expressão flutuante e melódica, regulação, inibição, iniciação, perfeição e precisão de respostas adaptativas, enriquecimento de instrumentos, etc” (Fonseca, 2014, p. 33).

executivas, que são pouco estimuladas cultural e escolarmente, por isso mal adaptadas, frágeis ou fracas em muitas crianças e em muitos jovens que lutam diariamente para terem mais rendimento e aproveitamento nas escolas (Fonseca, 2014, p. 33).

A capacidade de “aprender a aprender” (Gomes, 2020), “pensar sobre o pensamento” (Rosa; Darroz, 2023) ou “cognição sobre a cognição” (Mayor *et al.*, 1995) é o que chamamos de Metacognição. Amaral e Guerra (2022) definem este conceito como um processo de tomada de consciência e monitoramento das etapas de pensamento. Por outro lado, Rosa e Darroz, (2023) a descrevem como “o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos” (p. 107).

Esta pesquisa tem como tema *a Metacognição e o Ensino de Ciências* e como problema de pesquisa a seguinte questão: *Como se caracteriza a Metacognição no Ensino de Ciências?* Para responder a esta pergunta, o presente estudo tem como objetivo geral: *Analizar a contribuição da Metacognição para o Ensino de Ciências.*

Respondendo ao objetivo geral, traçamos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar nas principais revistas, anais de congressos, teses e dissertações em Ensino de Ciências, o que se tem pesquisado sobre a metacognição no contexto nacional,
- Caracterizar a relação do professor com os princípios teóricos da metacognição no Ensino de Ciências,
- Caracterizar a relação dos estudantes com os princípios teóricos da metacognição no Ensino de Ciências, e,
- Identificar as principais estratégias da metacognição para o Ensino de Ciências.

Esta pesquisa busca contribuir para o processo de compreensão sobre a metacognição no Ensino de Ciências, uma vez que o professor precisa criar oportunidades para que seus estudantes, “de forma ativa e sistemática, planejem e se organizem para realização das tarefas, monitorem seu desempenho e depois reflitam sobre o resultado” (Amaral; Guerra, 2022, p. 159).

2. ASPECTOS TEÓRICOS DA METACOGNIÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 *Entendendo a metacognição*

O termo metacognição teve início na década de 1970 com o especialista em Psicologia Cognitiva Infantil John Hurley Flavell (Portilho, 2011; Vieira, 2021) e tem sido associado às

expressões “Pensamento do Pensamento”, “Cognição da Cognição” (Acco; Rosa, 2021) e “Aprender a Aprender” (Fonseca, 2014).

Para Fonseca (2010), a metacognição é uma estratégia cognitiva de monitoramento que guia e enfoca o pensamento subsequente. Refere-se à “aplicação de uma monitoração ativa, de uma consequente autorregulação e de uma orquestração de processos cognitivos que servem para a obtenção de soluções e objetivos e para a conquista de metas e fins” (Fonseca, 2014, p. 638). Em outras palavras, a metacognição está relacionada com a reflexão sobre como se aprende, para melhor regular o próprio processo de aprendizagem (Costa, 2023); ela é sobre usar a consciência e o controle dos seus próprios processos mentais para resolver problemas e alcançar objetivos de forma mais eficaz.

Amaral e Guerra (2022) enfatizam que:

[...] a metacognição possibilita ao estudante monitorar o processamento das informações em andamento (“*estou fazendo progresso suficiente na tarefa?*”); avaliar o domínio atual sobre a tarefa e o uso da estratégia (“*existe uma maneira melhor de resolver a tarefa?*”); experimentar e relatar diferentes níveis de certeza ou incerteza (“*não tenho certeza se lembrei disso mais tarde*”). Esse monitoramento depende da capacidade do cérebro de tomar consciência e refletir sobre a experiência de aprendizagem considerando emoções, memórias e crenças construídas ao longo da história de vida do indivíduo (Amaral; Guerra, 2022, p. 158, grifos das autoras).

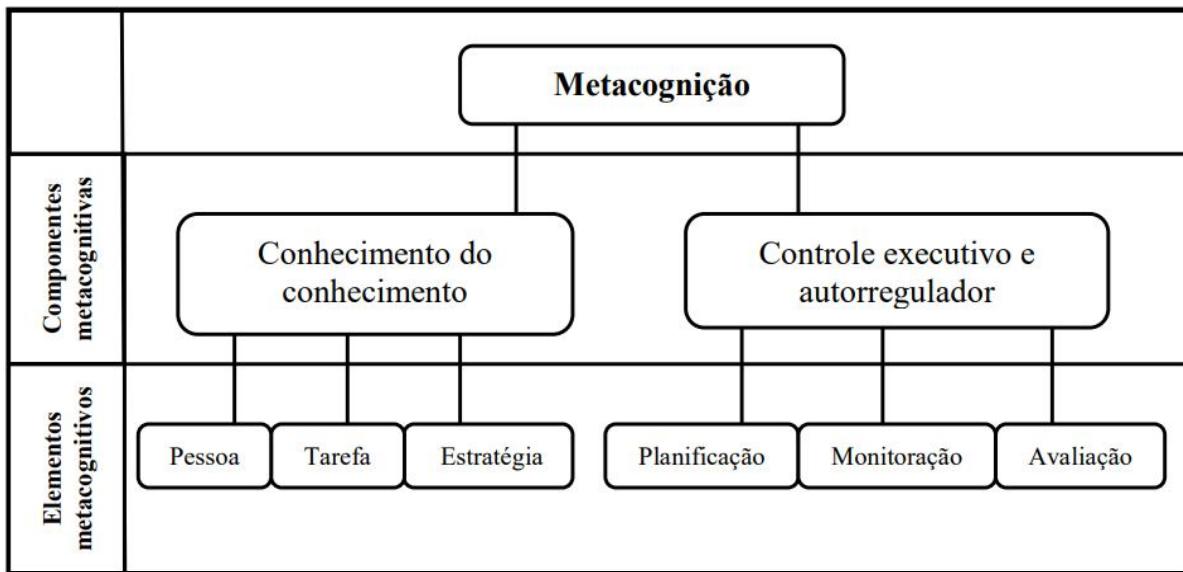
A metacognição é considerada um suporte das funções executivas (Amaral; Guerra, 2022), que são processos mentais complexos pelos quais o indivíduo optimiza seu desempenho, aperfeiçoa suas “respostas adaptativas ou autocontrola a sua performance comportamental em situações que requerem a operacionalização, a coordenação, a supervisão e o controle de processos cognitivos, básicos e superiores” (Fonseca, 2014, p. 35). Para Fonseca (2014, p. 35), “trata-se de funções fundamentais para a aprendizagem”.

Fonseca (2014) reforça que o treino nas funções cognitivas, conativas¹⁷ e executivas é a chave do sucesso escolar e da vida, e quanto mais precoce for implementado, mais facilidade na aprendizagem tende a acontecer.

De acordo com Rosa (2011), a metacognição possui dois componentes metacognitivas: conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador, além de seis elementos metacognitivos. O Quadro 1 mostra o esquema de organização desses componentes e elementos da metacognição.

¹⁷ As funções conativas “dizem respeito à motivação, à afetividade, às emoções, ao temperamento e à personalidade” (Fonseca, 2014, p. 34).

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: Rosa (2011, p. 58)

Para definir o conhecimento do conhecimento, Rosa (2011) recorre a Flavell (1979) afirmando ser “os conhecimentos que o sujeito tem sobre si próprio no que se refere às variáveis pessoa, tarefa e estratégia” (p.108). Para a Rosa (2011):

O conhecimento das variáveis da **pessoa** (ou pessoais) é representado pelas convicções que os indivíduos apresentam sobre si mesmos e em comparação com os outros. É o momento em que identificam como funciona seu pensamento, como se processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como pela identificação dessas características no outro [...]. O conhecimento das variáveis da **tarefa** está relacionado às suas demandas, representadas pela abrangência, extensão e exigências envolvidas na sua realização. É a identificação pelos sujeitos das características da tarefa em pauta, tanto em termos do que ela é, como do que envolve. [...] Os conhecimentos das variáveis relacionadas à **estratégia** vinculam-se ao “quando”, “onde”, “como” e “por que” aplicar determinadas estratégias. É o momento em que o sujeito se questiona sobre o que precisa ser feito e quais os caminhos a serem seguidos para atingir o objetivo (Rosa; Darroz, 2023, p. 108-109) (grifo dos autores)

Quanto ao controle executivo, Rosa (2011) cita Brown (1978; 1987) ao defini-lo como “operações relacionadas aos mecanismos de ação do sujeito, tais como as operações de planificação, monitoramento e avaliação” (p. 108), e especifica que:

A **planificação** é a responsável pela previsão de etapas e escolha de estratégias em relação ao objetivo pretendido, o que supõe fixar metas sobre como proceder para realizar a ação. [...] A **monitoração** [monitoramento] consiste em controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário. [...] A **avaliação** identifica-se com os resultados atingidos em face do fim visado, podendo, eventualmente, ser definida pelos critérios específicos de avaliação (Rosa; Darroz, 2023, p. 108-109) (grifo dos autores).

Esse entendimento de metacognição vem sendo utilizado pelo Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Tecnológica (GruPECT) da Universidade de Passo Fundo (UPF), sob a liderança dos professores e orientadores Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa e Dr. Luiz Marcelo Darroz, no contexto do ensino de Física e de Ciências por meio do uso de questionamentos metacognitivos.

Para Rosa e Darroz (2023, p. 109), “esses questionamentos estão centrados na utilização de perguntas, representando esquemas que permitem ao estudante a constante revisão de seu pensamento e o controle de suas ações” e podem ser apresentados pelo professor de diferentes formas, a fim de possibilitar aos estudantes autonomia em seu processo de aprendizagem (Rosa; Darroz, 2023). Os autores apresentam no Quadro 2 um guia de perguntas metacognitivas ligadas aos seis elementos metacognitivos.

Quadro 2 - Possibilidades de perguntas metacognitivas segundo Rosa (2011)

	Elementos metacognitivos	Perguntas metacognitivas
Conhecimento do conhecimento	Pessoa	Identifica este assunto com outro já estudado? O que está sendo estudado? Qual o sentimento em relação a este conhecimento? Compreendeu a atividade? Entendeu o enunciado? Está interessado em realizar a atividade proposta? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Encontra-se em condições de realizar a atividade? Apresenta limitações neste tema? Consegue buscar alternativas para sanar possíveis deficiências neste conhecimento?
	Tarefa	Entendeu a tarefa? Que tipo de tarefa é essa? Identifica-a com outra já realizada? Julga ter facilidade ou dificuldade em realizar tarefas como a proposta? Está de acordo com seus conhecimentos? Identifica o que é preciso para resolvê-la?
	Estratégia	Conhece estratégias para resolver este tipo de problema? Tem facilidade com este tipo de estratégia? Qual a mais indicada? Há outras possibilidades de realização da tarefa? Dispõe do que precisa para executar a tarefa?
Controle executivo e autorregulador	Planificação	O que entendeu sobre a atividade proposta? Identifica por onde deve iniciar? Como resolver a tarefa proposta? Como organizar as informações apresentadas na atividade? Consegue visualizar o procedimento em relação ao fim almejado?
	Monitoração	Compreende bem o que está fazendo? Qual o sentido do que está realizando? Qual o objetivo desta atividade? A estratégia que utiliza é adequada? Tem domínio do que está executando? Há necessidade de retomar algo? O planejado está funcionando? Como procedeu até aqui? Por que está estudando este assunto? Por que está realizando a atividade proposta? Continuando desta forma, vai atingir os objetivos dessa atividade?
	Avaliação	Consegue descrever o que realizou e como realizou? Qual era o objetivo proposto inicialmente? Houve necessidade de rever algo durante a realização da atividade? Qual o resultado da atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? Os resultados encontrados foram os esperados?

Fonte: Rosa (2011, p. 102 adaptado de Giacconi, 2008) e Rosa e Darroz (2023, p. 110)

Assim como Rosa e Darroz (2023), Amaral e Guerra (2022) também propõe o uso de perguntas realizadas pelos próprios estudantes a si mesmos:

[...] “obtive os resultados que esperava?”, “existe algo que eu ainda não comprehendi?”, “em quais pontos preciso avançar?”, “qual estratégia de estudo seria mais eficiente?”, “consegui identificar os conceitos mais relevantes?”, “me esforcei o suficiente?”, “quanto tempo vou precisar para fazer essa tarefa?”, “revi os meus erros?”, “o que eu poderia fazer diferente da próxima vez para ter melhores resultados?” (Amaral; Guerra, 2023, p. 161).

Para as autoras, essas reflexões são fundamentais para que os estudantes aprendam a autodirigir a aprendizagem e ganhem autonomia para superar problemas complexos ou inesperados” (Amaral; Guerra, 2022, p. 161). Embora esses questionamentos sejam fundamentais para o desenvolvimento metacognitivo dos estudantes, muitos professores não possuem a capacitação necessária para aplicá-los na sala de aula. Por isso, faz-se necessário melhorar a formação dos docentes da Educação Básica em relação aos conteúdos e práticas decorrentes de evidências de pesquisa na perspectiva da aprendizagem autorregulada. Além disso, é importante apresentar aos alunos, além do conteúdo programático, informações ou orientações que apoiem possíveis deficiências nos seus processos metacognitivos, bem como a inclusão de estratégias de aprendizagem no currículo (Lent, 2019).

2.2 Metacognição e o Ensino de Ciências

O Ensino de Ciências possui temas abstratos, instrumentos e símbolos que podem dificultar a compreensão de conteúdos, fenômenos e conceitos pelo aprendiz (Silva, 2019; Nunes; Coutinho; Moraes, 2015). Vieira (2021) defende que o primeiro contato dos escolares com a ciência deveria proporcionar ideias adequadas sobre o conhecimento científico, possibilitando sua aplicação no cotidiano. Entretanto, em alguns momentos, o ensino e aprendizagem de Ciências “mostram-se usualmente fragmentados, descontextualizados, lineares e não costumam explorar os limites de cada campo disciplinar” (Moraes, 2004, p. 45).

A atual forma de ensino, ainda presente na maioria das escolas brasileiras, baseia-se, em alguns momentos, no uso do quadro e de livros didáticos, sem a interação dos estudantes com outras formas de mediação do conhecimento. Isso tem gerado neles momentos de desmotivação (Veiga *et al.*, 2019). Segundo Rosa (2011), até as atividades associadas ao laboratório didático têm contribuído pouco para amenizar as dificuldades de aprendizagem. Para sanar alguns fatores que interferem no processo de aprendizagem nas aulas de Ciências, sugere-se que o professor utilize a metacognição (Rosa, 2011; Pereira; Andrade, 2012; Teotonio, 2017; Veiga *et al.*, 2019; Maraglia; Peixoto; Santos, 2020; Vieira, 2021). Em outras palavras, “A

metacognição no contexto escolar associa-se às estratégias de aprendizagem” (Rosa, 2011), resultando, assim, em estratégias metacognitivas. De acordo com Vieira (2021), “as estratégias metacognitivas ajudam a percorrer caminhos confusos e a pensar em novos meios para elucidar problemas, permitindo alcançar soluções de maneira mais eficiente e gerando experiências a partir dos erros cometidos” (p. 29).

Segundo Boruchovitch (1999, p. 365), estratégias metacognitivas “são procedimentos que o indivíduo usa para planejar, monitorar e regular o seu próprio pensamento”, ou seja, “ações planejadas de forma a potencializar a reflexão e introspecção do indivíduo, levando-o a pensar sobre o próprio processo de aprendizagem e permitindo-lhe elaborar estratégias diferenciadas conforme o grau de dificuldade” (Maraglia; Peixoto; Santos, 2020, p. 24).

Maraglia, Peixoto e Santos (2020) e Xavier (2022) mencionam a existência de estratégias de ensino metacognitivas (EEM) e as definem como: “atividades realizadas pelo professor que de forma planejada, além de trabalhar o conteúdo de sua disciplina, utiliza ações pedagógicas capazes de potencializar a autoconsciência de seus estudantes nos contextos de aprendizagem.” (Xavier, 2022, p. 99). A Tabela 1 apresenta 34 EEM identificadas por Maraglia (2018) e Maraglia, Peixoto e Santos (2022):

Tabela 1 - Estratégias de Ensino Metacognitivas (EEM)

4E X 2	MORE
Anotar	Portfólio
Autoavaliação	Questionar
Autocorreção	Quiz
Diário de aprendizagem	Solution Plan
EMPNOS	Solve It
Game	Startup
IMPROVE	Sublinhar
KWL	V de Gowin
Mapa Conceitual V	Visualização
Pensar em voz alta (<i>Think aloud</i>)	<i>Prompts</i> metacognitivos
Modelo 5E	Modelo 7E
MSCL	I&R
Intervenções curriculares	TBIT
Programa de intervenção baseado em narrativas	MS-PDCA
FACT + R2C2	POW+TREE
TRAP	FAST DRAW

Fonte: Maraglia (2018, p. 72); Maraglia, Peixoto e Santos (2022)

Essas EEM servirão de base para nossa pesquisa e serão definidas no tópico, 2.3: *Estratégias de Ensino Metacognitivas* em conjunto com outras estratégias metacognitivas.

Alguns autores apresentam, em suas pesquisas, possíveis estratégias metacognitivas para ativar a metacognição em contextos educacionais no Ensino de Ciências: Chiaro e Aquino

(2017) utilizaram a argumentação na sala de aula para trabalhar com a radioatividade; Rosa e Chiggi (2018) apresentaram propostas didáticas de resolução de problemas orientadas pela metacognição (*prompts*¹⁸ orientativos, reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema, explicação da situação-problema ao colega e resolução de problemas com elaboração de predições); Maman *et al.* (2018) optaram pelo uso de software de simulação nas aulas de eletromagnetismo.

Para Fonseca (2014):

O recurso à metacognição tem por finalidade primeira melhorar a aprendizagem no futuro, na medida em que fornece um conjunto de instrumentos cognitivos que, por si só, tendem a controlar o processo de aprendizagem em situações subsequentes, tornando o indivíduo um utilizador competente na apropriação e na assimilação de novos conhecimentos [...] Com o aperfeiçoamento das estratégias metacognitivas a percepção do indivíduo torna-se mais clara e os conteúdos a incorporar tornam-se mais consciencializados (Fonseca, 2014, p. 639).

Segundo Fonseca (2014), existem diferentes níveis de metacognição e mediatização¹⁹ dos professores que podem dar mais sentido pedagógico-prático à metacognição (Quadro 3).

Quadro 3 - Níveis metacognitivos e mediatizações do professor

Nível	Nível metacognitivo	Mediatização dos professores
1º	Tornar-se consciente do pensamento e ser capaz de o descrever.	Descrever o que se fez; Descrever como se fez; Que palavras são mais apropriadas para descrever a estratégia utilizada para resolver a tarefa?
2º	Desenvolver estratégias de pensamento, isto é, analisar os processos cognitivos utilizados.	Questionar por que se adotou uma dada estratégia e não outra; Que outras alternativas poderiam ser também adotadas? Por que se tornou uma determinada decisão para resolver e não outra?
3º	Avaliar a reflexão sobre os procedimentos aplicados (antes, durante e depois).	Como considerou a sua abordagem ao problema? Como reconheceu que a estratégia utilizada resultou? Alterou alguma estratégia à medida que a tarefa ia sendo resolvida? A sequência dos passos da realização da tarefa foi eficaz e bem planificada? Como pode melhorar, no futuro as estratégias adotadas?
4º	Transferir os procedimentos e os processos de aquisição do conhecimento para outras situações-problema e para outros contextos.	Onde é que tal estratégia poderia ser também utilizada? Em que contextos ou situações? Por quê? De que problema se tratava? Qual a solução que foi desenvolvida? Como abordar um problema similar na próxima vez?
5º	Estabelecer a conexão da compreensão conceitual com os procedimentos	Como é que a abordagem utilizada, alargou o nível de compreensão do problema?

¹⁸ *Prompts*, segundo Rosa e Chiggi (2018, p. 35), “são protocolos constituídos por perguntas com a finalidade de facilitar a implementação da aprendizagem autônoma em um processo centrado no estudante, que participa ativamente da construção social da aprendizagem”.

¹⁹ Para Fonseca (2014), o termo “mediatização” vai além da simples mediação, pois abrange a relação pedagógica e cultural entre indivíduos e gerações. Na mediatização, enfatiza-se a abrangência transcendental da aprendizagem cultural e a aquisição de conhecimentos que ocorre por meio dessas interações.

Nível	Nível metacognitivo	Mediatização dos professores
	experimentais postos em prática	Que dados de informação, evidências ou fatos foram mais importantes para perspectivar a solução do problema decidida e executada? Que processos cognitivos se utilizou para resolver o problema? Descreva-os; O que ocorreu ao longo do processo de pensamento que mais ajudou à compreensão do problema?

Fonte: Fonseca (2014, p. 640-641).

Sobre os níveis metacognitivos, Fonseca (2014) sugere ir além dos que foram citados no Quadro 1 e avançar “um novo passo na reflexão cognitiva, no sentido de avaliar as diferentes estratégias desencadeadas na resolução de problemas, revela efetivamente o que é ser **meta**²⁰ cognitivo, daí a sua relevância como componente fundamental da educabilidade cognitiva” (Fonseca, 2014, p. 641, grifo do autor).

2.3 Estratégias de Ensino metacognitivas

Estratégias Metacognitivas são ações planejadas com o objetivo de “potencializar a reflexão e a introspecção do indivíduo, fazendo com que ele pense sobre o próprio processo de aprendizagem, permitindo a elaboração de estratégias diferenciadas conforme o grau de dificuldade” (Maraglia; Peixoto; Santos 2022, p. 4).

As Estratégias de Ensino Metacognitivas, também conhecidas como intervenções ou estratégias didáticas guiadas pela metacognição (Xavier, 2020), “caracterizam-se pela adoção de mecanismos que professores e pesquisadores utilizam com o intuito de estimular e/ou desenvolverem processos metacognitivos nos estudantes de modo que, uma vez providos destas capacidades, possam melhorar seu aprendizado” (Xavier, 2020, p. 26).

O uso das capacidades metacognitivas requer esforço contínuo e uma constante tomada de consciência e (re)avaliação do que se está fazendo. Ou seja, não é algo que se adquire em curto prazo (Locatelli, 2014). Segundo Amaral e Guerra (2022):

[...] a maioria dos estudantes não desenvolve estratégias metacognitivas espontaneamente. Portanto, é fundamental que o professor forneça instruções explícitas para que eles possam desenvolver a capacidade de gerenciar seu aprendizado de forma independente. O professor pode criar uma cultura de sala de aula mais reflexiva, incentivando o diálogo, fazendo perguntas desafiadoras e orientando os estudantes com *feedback* constante, para que eles possam reconhecer seus pontos fortes e fracos, identificar lacunas de conhecimentos e, principalmente,

²⁰ O prefixo ‘meta’ ilustra a capacidade de os estudantes serem capazes de refletir sobre seus próprios conhecimentos e as suas próprias perspectivas (Fonseca, 2014).

reconhecer no próprio erro uma oportunidade de avançar na aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022, p. 160-161).

Em sua pesquisa intitulada “*Mapeando estratégias de ensino metacognitivas para Educação em Ciências: revisão sistemática de literatura*”, Maraglia, Peixoto e Santos (2022) realizam um levantamento bibliográfico, identificando 34 estratégias de ensino metacognitivas e que foram listadas na Tabela 1. O Quadro 4 apresenta algumas dessas estratégias que foram apresentadas no estudo de Maraglia e seus colaboradores.

Quadro 4 - Estratégias de ensino metacognitivas

Estratégia de ensino metacognitiva	Descrição sucinta
4E x 2	A proposta do “4E x 2” consiste em um modelo instrucional para a promoção do aprendizado, ligando o conhecimento conceitual a experiências de aprendizagem por investigação. O 4E representa os termos <i>Engage</i> , <i>Explore</i> , <i>Explain</i> e <i>Extend</i> , e o 2 representa os termos <i>Reflect</i> e <i>Assess</i> . (Modelo instrucional)
Autoavaliação	A autoavaliação pode ser entendida como um processo no qual os estudantes coletam informações sobre o seu próprio desempenho e progresso, podendo comparar e definir critérios, metas ou padrões em conformidade com suas expectativas. É um tipo de avaliação formativa; não deve ser realizada como forma de determinar o próprio rendimento com fins puramente numéricos. Como tal, os propósitos da autoavaliação se enquadram em identificar os potenciais e debilidades, buscando promover a aprendizagem.
Autocorreção	Esta estratégia se baseia no pressuposto de que a autocorreção pode conferir ao aluno a capacidade de verificar o que tem sido efetivo ou não efetivo na sua aprendizagem durante a checagem das respostas e identificação das fontes de erros. Permite também uma autoavaliação de sua atividade enquanto aprendiz.
Jogo (<i>GAME</i>)	Nesta estratégia, ocorre a utilização de um jogo, um <i>game</i> , que utiliza conceitos científicos na resolução de problemas para superação de obstáculos. É nesta resolução e na tomada de decisão que se busca estimular o pensamento metacognitivo.
Diário de aprendizagem	Esta estratégia se baseia na escrita de um diário como elemento de motivação para estudantes, de forma a fazer com que o interesse pela ciência aumente. A metacognição se apresenta como meio de fomentar a motivação.
KWL	É um do acrônimo das três categorias de <i>Know</i> (o que já sei) <i>Want to know</i> (o que quero aprender) e <i>Learned</i> (o que aprendi). É uma estratégia de leitura que busca combinar o conhecimento prévio com a nova informação a ser aprendida; nesse processo, a metacognição é fundamental.
Mapa conceitual	O mapa conceitual é uma estratégia de representação visual de conceitos que possui uma organização hierárquica específica entre os conteúdos. Permite a explicitação do que se sabe e do que não se sabe, preenchendo lacunas existentes. Essa explicitação é muito importante para o desenvolvimento metacognitivo.
Visualização	Consiste em estimular os estudantes a fazerem representações dos conteúdos a serem aprendidos. Esta estratégia facilita a organização e integração num processo ativo de aquisição de informações, pois o aluno, por meio destas representações, atinge outros níveis de compreensão do conteúdo estudado.
Programa de intervenção baseado em narrativas	Realizada em 3 sessões: (1) Narrativa pelo professor: as crianças são incentivadas a discutir as estratégias e mensagens embutidas na narrativa por meio de reflexões direcionadas (por exemplo, Por que a personagem está com medo? É comum ter medo de algo? Como você lida com seus medos? Que estratégias podemos usar para superar o medo do fracasso na escola?). (2) Recontação interativa pelos participantes, mediados pelo professor: as reflexões das sessões anteriores são relembradas. (3) Consolidação com atividade individual/grupal para promoção da autorregulação.

Fonte: Adaptado de Maraglia; Peixoto; Santos (2022, grifo dos autores).

Os estudos de Maraglia, Peixoto e Santos (2022) apontam que as estratégias identificadas no Quadro 4 têm potencial para proporcionar aos estudantes a autoavaliação do processo de aprendizagem, de modo a “manter, alterar e iniciar comportamentos que venham potencializar sua aprendizagem. Nessa ação de gerenciamento, ocorre a autorregulação da aprendizagem, um processo altamente ativo do aluno” (p. 18).

Para Amaral e Guerra (2022), a autorregulação, além de monitorar e controlar as próprias emoções e comportamentos está atrelada “à capacidade de direcionar comportamentos para resolução de tarefas e orientar ações para o alcance de metas” (p. 157). É nesse sentido que a metacognição impulsiona a aprendizagem reguladora (Amaral e Guerra, 2022).

Baseados na teoria da metacognição, Zimmerman e Martines-Ponz (1986) desenvolveram a metodologia *self-regulated learning* (SRL), na qual apresentam 14 estratégias metacognitivas de autorregulação (Quadro 5) que foram adaptadas por Silva e Biavatti (2019).

Quadro 5 - Estratégias metacognitivas de autorregulação

Estratégias Metacognitivas de autorregulação		Definições	Exemplos: (Rosário, 1999)
1	Autoavaliação	Declarações que indicam as avaliações dos alunos sobre a qualidade ou progresso do seu trabalho.	“... verifiquei o meu trabalho para ter a certeza que estava bem”.
2	Organização e transformação	Declarações que indicam as iniciativas dos alunos para reorganizarem, melhorando-os, os materiais de aprendizagem.	“... faço sempre um esquema antes de realizar os relatórios das experiências de química”.
3	Estabelecimento de objetivos e planejamento	Declarações indicando o estabelecimento de objetivos educativos: planejamento e conclusão de atividades relacionadas com esses objetivos.	“... começo a estudar duas semanas antes do teste e fico descansada”.
4	Procura de informação	Declarações indicando os esforços dos alunos para adquirir informações extra de fontes não sociais quando enfrentaram uma tarefa escolar.	“... antes de começar um trabalho, vou a biblioteca da escola recolher o máximo de informações sobre o tema”.
5	Tomada de apontamentos	Declaração indicando os esforços para registrar eventos ou resultados	“...nas aulas sorvo o máximo de apontamentos sobre o que o professor dá”.
6	Estrutura ambiental	Declarações indicando esforços para selecionar ou alterar o ambiente físico ou psicológico de modo a promover a aprendizagem.	“... para não me distrair, isole-me no quarto” ou “... para me concentrar no que estou fazendo, desligo o som”.
7	Autoconsequência	Declarações indicando a imaginação ou a concretização de recompensas ou punições para sucessos ou fracassos escolares.	“... se me der bem no teste, compro uns chocolates”.
8	Repetição e memorização	Declarações indicando as iniciativas e os esforços dos alunos para memorizar o material.	“... na preparação de um teste de física, escrevo muitas vezes a fórmula, até saber de cor”.
9-11	Procura de ajuda social	Declarações indicando as iniciativas e os esforços dos alunos para procurarem ajuda	“... se tenho dificuldades no estudo peço ajuda ao meu pai que é médico”

		dos pares (9); professores (10); e adultos (11).	
12-14	Revisão de dados	Declarações indicando os esforços-iniciativas dos alunos para relerem as notas (12); teste (13); e livros de texto (14) a fim de se preparar em para uma aula ou exercício escritos.	“... antes dos testes revejo sempre os resumos da matéria que fiz” ou “Para me preparar para um teste resolvo os enunciados dos que já fiz”.

Fonte: Silva e Biavatti (2019, p. 10 adaptado de Zimmerman; Martinez-Pons, 1986; Rosário, 2001).

O Quadro 5 nos indica que a utilização de diferentes estratégias metacognitivas de autorregulação, quando combinadas com abordagens ativas e passivas de aprendizagem, podem contribuir para o desenvolvimento de níveis mais elevados de estratégias metacognitivas e de aprendizagem autoregulada (Silva; Biavatti, 2019). Uma vez que a maioria dos estudantes não desenvolve estratégias metacognitivas por conta própria, é fundamental que o professor forneça instruções explícitas para que seus educandos desenvolvam a capacidade de gerar seu aprendizado de forma independente (Amaral; Guerra, 2022).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

Este estudo utiliza a abordagem de pesquisa qualitativa (Lüdke; André, 2018). Esse tipo de pesquisa é caracterizado como um processo de reflexão e análise da realidade, empregando métodos e técnicas para alcançar uma compreensão detalhada do objeto de estudo (Oliveira, 2005).

Com relação ao delineamento da pesquisa, esta caracteriza-se como pesquisa bibliográfica (Gil, 2008), do tipo revisão sistemática da literatura, pois se aprofunda em pesquisas já elaboradas. Este estudo investigativo realiza um levantamento de trabalhos publicados em eventos, periódicos, teses e dissertações brasileiras, na área do Ensino de Ciências, com a temática “Ensino de Ciências a partir da Metacognição”.

Quanto à finalidade, este trabalho se classifica como pesquisa exploratória e descritiva. De acordo com Gil (2008), esse tipo de pesquisa tem como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou ainda, estabelecer relações entre as variáveis. Nesta pesquisa, objetivamos descrever a produção bibliográfica relativa à Metacognição no Ensino de Ciências.

3.2 Caracterização do Objeto da Pesquisa

Caracteriza-se como objeto de pesquisa deste estudo a análise de artigos selecionados em revistas e anais de congressos, além de teses e dissertações que relacionam a Metacognição e o Ensino de Ciências.

Para análise dos anais dos congressos, foram consideradas todas as edições do: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC (1997-2023), Encontro Nacional em Ensino de Química – ENEQ (2004-2023), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF (1994-2022), Simpósio Nacional do Ensino de Física – SNEF (1970-2023), Encontro Nacional do Ensino de Biologia – ENEBIO (2005-2022) e Encontro Regional de Ensino de Biologia – EREBIO (2005-2022), sendo os dois últimos encontros da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEEnBio). Esses eventos ocorrem a cada dois anos, podendo ser apresentados na modalidade de pôster e trabalho completo.

Cabe destacar que o EREBIO é realizado pela SBEEnBio e ocorre em seis regionais: Regional 1 (São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Regional 2 (Rio de Janeiro e Espírito Santo), Regional 3 (Região Sul), Regional 4 (Minas Gerais, Tocantins e Brasília), Regional 5 (Região Nordeste) e Regional 6 (Região Norte). Para esta pesquisa, consideramos os anais de todas as seis regionais.

O Quadro 6 ilustra os anos investigados dos respectivos eventos, na área de Ensino de Ciências, a partir da palavra-chave: Metacognição.

Quadro 6 - Anos investigados dos respectivos eventos da área de Ensino de Ciências

Eventos	Edições das Atas
ENPEC	1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023.
EPEF	1986, 1988, 1990, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020, 2022.
ENEQ	1982, 1984, 1986, 1998, 1990, 1992, 2002, 2004, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020, 2022.
SNEF	1970, 1973, 1976, 1979, 1982, 1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023.
ENEBIO	2005, 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2019.
EREBIO	Regional 1 - 2017, 2019, 2023. Regional 2 - 2015 e 2017. Regional 3 - 2005, 2008, 2011, 2015, 2019. Regional 4 - 2019. Regional 5 - 2010 e 2017. Regional 6 - 2019.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Para a análise dos estudos publicados em revistas, realizamos primeiramente a identificação dos periódicos na *Plataforma Qualis Periódicos Sucupira*, sendo considerados os critérios de classificação estabelecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de

Nível Superior (CAPES): Quadriênio 2017-2020, Área de Avaliação: Ensino, Classificação: A1/A2/A3/A4 e B1. Por se tratar de uma pesquisa nacional, foram consideradas todas as edições das revistas desde sua criação até a última edição, em 2023. Por se tratar de uma pesquisa nacional, as revistas de língua estrangeira foram desconsideradas, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 - Principais revistas em Ensino de Ciências e suas classificações

Nº	Nome da Revista	Período	Classificação
1	Caderno Brasileiro em Ensino de Física	1984-2023	A1
2	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2004-2023	
3	Revista Brasileira em Ensino de Física	1979-2023	
4	Revista Ciência & Educação (Bauru)	1998-2023	
5	Revista de Ensino em Biologia da SBEEnBio	2005-2023	
6	Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online)	1999 - 2023	
7	Revista Investigação em Ensino de Ciências	1999-2023	
8	AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	2005-2023	A2
9	Revista Alexandria	2008-2023	
10	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2008-2023	
11	Revista de Ensino de Ciências e Matemática - REnCiMa	2010-2023	
12	Revista Química Nova na Escola	1995-2023	A3
13	Revista Debates em Ensino de Química	2015-2023	
14	Física na Escola	2000-2023	
15	ACTIO: Docência em Ciências	2016-2023	B1
16	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática - RBECM	2018-2023	
17	Revista Experiência em Ensino de Ciências	2006-2023	
18	Revista Ciência e Cognição	2004-2023	
19	Revista de Educação, Ciência e Tecnologia- Tear	2012-2023	

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Após a seleção dos periódicos, realizamos a busca por artigos relevantes à temática investigativa: Metacognição e o Ensino de Ciências. Esse processo envolveu a análise dos títulos, resumos, palavras-chave e, em alguns casos, a leitura completa dos textos, utilizando o termo de busca “Metacognição”. Foram considerados apenas os trabalhos que abordavam Metacognição no contexto do Ensino de Ciências.

A busca pelas dissertações e teses foi realizada no *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES* e no *Banco de Dissertações e Teses*. Foram analisados todos os anos disponíveis, utilizando os termos: “Metacognição” AND “Ensino de Ciências”, e “Metacognição e Ensino de Ciências”. Não houve limitação por ano de publicação, pois o objetivo era avaliar todas as produções encontradas sobre o tema.

Para evitar duplicidade de trabalhos, priorizamos sempre as primeiras publicações na seguinte ordem: teses e dissertações, seguidas de artigos em revistas e trabalhos em congressos.

3.3 Metodologia para a análise dos dados

Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzo (2011). Para Moraes e Galiazzo (2011, p. 12), a ATD pode ser compreendida como “um processo auto-organizado de construção de compreensão, em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva”. Segundo os autores, a ATD é caracterizada por quatro etapas:

1. *Seleção do Corpus*: Para esta pesquisa, o *corpus* é composto por 103 produções, distribuídas entre anais, periódicos, dissertações e teses. A seleção dos trabalhos ocorreu a partir da análise dos títulos, das palavras-chave, dos resumos e, em alguns casos, da leitura completa do texto.

O Quadro 8 apresenta um recorte do processo de seleção do *corpus* para esta pesquisa. Nesse contexto, o *corpus* representa os títulos dos trabalhos selecionados. Para iniciar a análise de cada título, foram estabelecidos códigos de identificação com as iniciais: Re (Revista), Co (Congresso), Di (Dissertação) e Te (Tese), seguidos da numeração correspondente à quantidade de trabalhos encontrados, por exemplo, Re02 significa o trabalho 02 publicado em revista (Re) e Co01 é o trabalho 1 publicado em congresso (Co).

Quadro 8 - Exemplo prático de Seleção do *Corpus*

Código	Corpus (Título)
Re01	Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL).
Re02	A metacognição nas pesquisas em educação: uma revisão a partir das teses e dissertações brasileiras.
Co01	A metacognição como estratégia de aprendizagem em física: o que mostram as pesquisas brasileiras.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

2. *Unitarização*: Consistiu na fragmentação dos dados selecionados a partir dos sentidos, significados e relevâncias das informações contidas nas produções bibliográficas sobre a temática da Metacognição. O Quadro 9 exemplifica como foi realizada a unitarização. Para cada unidade estabelecida, foram adotados códigos que fazem referência ao *corpus* descrito anteriormente, acrescentando a letra “A”, que corresponde a uma espécie de ordem cronológica, seguida da numeração correspondente ao número da unidade.

Quadro 9 - Exemplo de unitarização

Unitarização
Re 01 A1 - Revisão sistemática
Re 02 A1 - Revisão; Re 02 A2 - Teses e dissertações brasileiras; Re 02 A3 - metacognição nas pesquisas
Co01 A1 - O que mostram as pesquisas

[...]

Fonte: Organizado pela autora (2025).

3. *Categorização*: Etapa em que os dados fragmentados são agrupados por semelhança de significados e aproximações de sentido (Santos, 2023). Nesta pesquisa, foi o momento de organização das categorias emergentes, conforme exemplificado no Quadro 10.

Quadro 10 - Exemplo de categorização

Unidades	Categorias Emergentes	Subcategorias Emergentes
Re 01 A1; Re 01 A2; Re 01 A3; Re 02 A1; Co 01 A1 [...]	1 - O cenário da metacognição no Ensino de Ciências	1.1. Caracterização das produções sobre a metacognição no Ensino de Ciências.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Na busca por alcançar os objetivos desta pesquisa, o Quadro 11, a seguir, apresenta quatro categorias emergentes e oito subcategorias emergentes.

Quadro 11 - Categorias e subcategorias emergentes

Categorias Emergentes	Subcategorias Emergentes	Definições
1 - O cenário da Metacognição no Ensino de Ciências	1.1. Caracterização das produções sobre a Metacognição no Ensino de Ciências.	Busca identificar o que dizem as pesquisas sobre a Metacognição no Ensino de Ciências.
2 - O papel do professor como mediador do processo de Metacognição no Ensino de Ciências	2.1 - Processo avaliativo da aprendizagem sob a perspectiva da Metacognição. 2.2 - A formação docente impulsionada pela Metacognição. 2.3 - O desenvolvimento de Propostas Didáticas para promoção da Metacognição na sala de aula. 2.4 - Educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva.	Busca investigar a atuação docente com o desenvolvimento da Metacognição na sala de aula.
3 - Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo potencializando a aprendizagem no Ensino de Ciências.	3.1 Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo 3.2 Relação entre a habilidade neuroeducativa afetividade com a Metacognição	Busca investigar a concepção dos estudantes sobre a capacidade de aprender a aprender.
4 - O uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências	4.1 Principais estratégias metacognitivas na pesquisa em Educação em Ciências	Caracteriza as estratégias mais utilizadas nas aulas de Ciências.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

4. *Metatextos*: São textos descritivos e interpretativos das categorias e subcategorias da pesquisa. Neste estudo, os metatextos de cada categoria e subcategoria estão presentes na análise dos resultados.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa serão apresentados em duas etapas. A primeira é a caracterização do quantitativo da pesquisa bibliográfica realizada nos periódicos, congressos, dissertações e teses. Em seguida serão apresentados os metatextos das categorias e subcategorias emergentes da ATD sobre a Metacognição e o Ensino de Ciências.

4.1 Caracterização das publicações sobre a Metacognição e o Ensino de Ciências

A partir da pesquisa bibliográfica, do tipo revisão sistemática, foram encontradas 103 produções: 35 relacionadas aos congressos de Ensino de Ciências, 44 artigos de periódicos, 16 dissertações e oito teses.

Iniciando a nossa reflexão pelos eventos, a Tabela 2 apresenta a quantidade de trabalhos publicados nos encontros e simpósios em Ensino de Ciências.

Tabela 2 - Total de publicações por eventos que abordam Metacognição no Ensino de Ciências.

Nº	Nome do evento	Período	Nº de publicações	Nº de trabalhos encontrados
1	Encontro Nacional do Ensino de Biologia – ENEBIO/Encontro Regional de Ensino de Biologia – EREBIO	2005-2022	3.634	2
2	Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF	1970 -2022	6.564	6
3	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF	1994-2022	2.308	5
4	Encontro Nacional em Ensino de Química – ENEQ	2004-2022	5.967	10
5	Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC	1997-2023	10.047	12
Total			28.520	35

Fonte: Organizado pela autora (2024).

A Tabela 2 apresenta que, dentre as 28.520 publicações analisadas nos cinco eventos, apenas 35 abordam a temática Metacognição, correspondendo a 0,1% dos trabalhos publicados. Verifica-se que o SNEF é o evento mais antigo, com 52 anos de existência, enquanto o ENEBIO/EREBIO é o mais recente, com 17 anos. Em relação ao número de publicações, o ENPEC lidera, com 12 trabalhos ao longo de 26 anos, seguido pelo ENEQ, com 10 pesquisas em 18 anos. O EPEF, com 28 anos de história, apresenta seis estudos, mesma quantidade que o SNEF. Por outro lado, o EREBIO/ENEBIO registra apenas duas publicações até o momento.

Para Cleophas e Francisco (2018), as pesquisas no campo da Metacognição ainda são incipientes e necessitam de um aprofundamento tanto teórico quanto empírico. É fundamental que os resultados não só demonstrem a aplicação de estratégias metacognitivas, mas também

evidenciem seus benefícios para a construção do conhecimento no Ensino de Ciências e para a avaliação desse conhecimento (Cleophas; Francisco, 2018).

Com base na pesquisa realizada em 19 periódicos relacionados à Educação em Ciências, 16 apresentaram trabalhos dentro da temática Metacognição e Ensino de Ciências. Verifica-se na Tabela 3 a quantidade de artigos encontrados em cada revista.

Tabela 3 - Total de publicações por periódico que abordam a Metacognição no Ensino de Ciências.

Nº	Periódicos	Volumes analisados até 2023	Nº de publicações	Nº de trabalhos encontrados
1	Caderno Brasileiro em Ensino de Física	1 a 40	1.191	5
2	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC	1 a 24	591	3
3	Revista Brasileira de Ensino de Física	1 a 46	2.912	1
4	Revista Ciência e Educação (Bauru)	1 a 30	1.121	1
5	Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online)	1 a 26	596	3
6	Revista Investigações em Ensino de Ciências - IENCI	1 a 28	779	8
7	AMAZÔNIA – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas - RECM	1 a 19	395	9
8	Revista ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	1 a 16	478	4
9	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia - RBECT	1 a 17	674	1
10	Revista Química Nova na Escola	1 a 45	894	1
11	Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM	1 a 9	337	1
12	Revista Física na Escola	1 a 21	356	1
13	ACTIO: Docência em Ciências	1 a 8	475	2
14	Revista Experiências em Ensino de Ciências - EENCI	1 a 18	774	2
15	Revista Ciências & Cognição	1 a 16	559	1
16	Revista de Educação, Ciência e Tecnologia - TEAR	1 a 12	501	1
Total				16.144
				44

Fonte: Organizado pela autora (2024).

A Tabela 3 revela que, dentre as 16.144 publicações analisadas em 16 periódicos, apenas 44 abordam a temática pesquisada, correspondendo somente a 0,3% de todas as publicações. Destas, destacam-se a Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática, a Revista Investigações em Ensino de Ciências – IENCI e o Caderno Brasileiro em Ensino de Física, com nove, oito e seis artigos, respectivamente.

Em relação às dissertações e teses, sua busca foi realizada no *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES* e no *Banco de Dissertações e Teses*, utilizando as palavras-chave “Metacognição”, “Metacognição” AND “Ensino de Ciências” e “Metacognição e Ensino de Ciências”. É importante destacar que, nesse levantamento, foram encontrados 835 trabalhos, conforme destacado no Quadro 12. No entanto, é necessário ressaltar que esse número inclui trabalhos duplicados, o que inflaciona o total de publicações.

Quadro 12 - Levantamento bibliográfico de dissertações e teses sobre o EC: total de publicações

Palavras-chave	<i>Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES</i>	<i>Banco de Dissertações e Teses</i>	Total	%
“Metacognição”	457	328	785	94.01
“Metacognição” and “Ensino de Ciências”	3	44	47	5.62
“Metacognição e Ensino de Ciências”	2	1	3	0.36
Total	462	373	835	100

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, selecionamos apenas as publicações disponíveis nas plataformas e nos sites ativos das universidades, pois a inacessibilidade desses recursos inviabilizava o acesso aos trabalhos. Assim, os estudos encontrados resultaram em um total de 24 trabalhos, correspondendo a 3% (Tabelas 5 e 6). Para uma pesquisa futura, seria interessante ampliar essa análise para outros programas de mestrado e doutorado, além do Ensino de Ciências, objetivando compreender como a Metacognição é utilizada em sala de aula, tanto a partir do uso de diferentes estratégias metacognitivas quanto do conhecimento sobre o tema.

A Tabela 4 apresenta um total de 16 dissertações de mestrado relacionadas a esses programas.

Tabela 4 - Total de publicações por dissertações que abordam a Metacognição no EC.

Nº	Programa	Nº de trabalhos encontrados
1	Mestrado em Educação para a Ciência Universidade Estadual Paulista	1
2	Mestrado em Ensino de Biologia Universidade Federal de Minas Gerais	1
3	Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática Universidade Estadual de Londrina	1
4	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Instituto Federal de São Paulo	1
5	Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo	1
6	Mestrado em Ensino de Ciências Universidade Federal Rural de Pernambuco	3
7	Mestrado em Educação em Ciências e Matemática Universidade Federal do Paraná	3
8	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Universidade Federal de Passo Fundo	5
Total		16

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Observa-se na Tabela 4, que oito programas de mestrado publicaram, ao todo, 16 dissertações. Destaca-se nesse quantitativo o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Passo Fundo com cinco trabalhos. Em segundo lugar,

os programas de mestrado da Universidade Federal do Paraná e da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com três estudos cada. Os demais programas contribuíram com uma publicação cada, totalizando sete produções.

De acordo com Rosa e Schmitz (2020), o número de estudos identificados indica que o tema ainda está em fase de consolidação no cenário nacional. No entanto, ele já se encontra difundido por todas as regiões do país, demonstrando o interesse dos pesquisadores pelo assunto e seu potencial de crescimento nas pesquisas da área de Educação e Ensino (Rosa; Schmitz, 2020).

Em relação às teses, a Tabela 5 mostra que, até o momento, foram publicados oito trabalhos.

Tabela 5 - Total de publicações por teses que abordam Metacognição no ensino de Ciências.

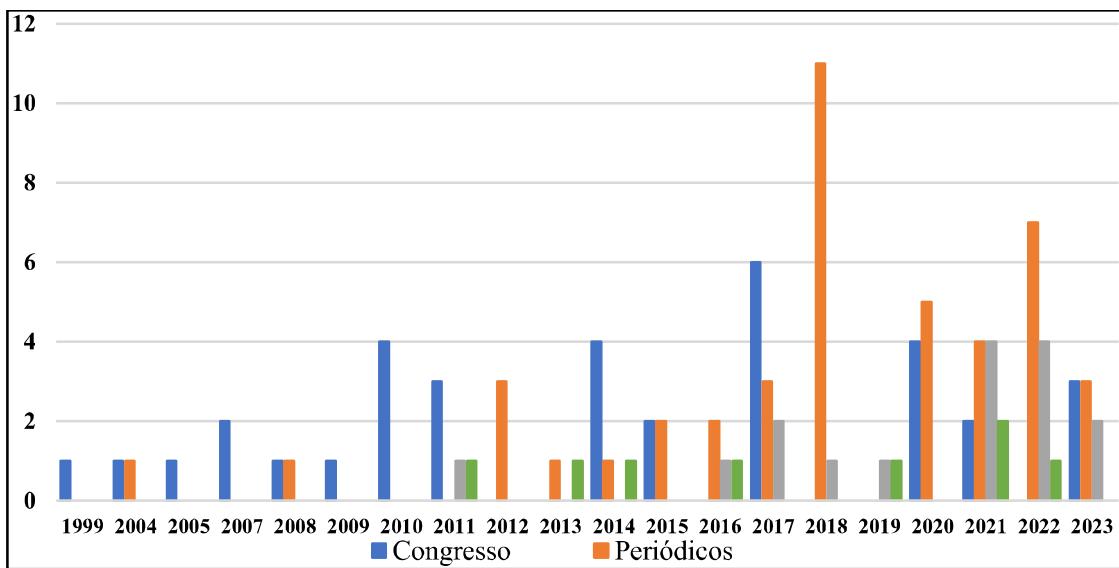
Nº	Programa	Nº de trabalhos encontrados
1	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica Universidade Federal de Santa Catarina	1
2	Programa de Pós-Graduação em Educação Universidade de Passo Fundo	1
3	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde Universidade Federal do Rio de Janeiro	1
	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática Universidade Estadual de Londrina	1
4	Programa de Pós-Graduação em Interunidades em Ensino de Ciências Universidade de São Paulo	3
5	Programa de Pós-Graduação em Ensino Universidade do Vale do Taquari	1
Total		8

Fonte: Organizado pela autora (2025).

A Tabela 5 evidencia a escassez de teses e programas de doutorado focados em pesquisas sobre Metacognição e o Ensino de Ciências. O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo apresenta três trabalhos, enquanto os demais têm apenas um, cada. Esses dados apontam a necessidade de ampliar o campo de investigação da relação entre Metacognição e o Ensino de Ciências, bem como a necessidade de obter mais dados empíricos, para que a temática alcance a dimensão desejada no cenário educacional brasileiro (Rosa; Alves Filho, 2007).

Ao analisar toda a produção identificada nos congressos, periódicos, dissertações e teses sobre o Ensino de Ciências (Tabelas 1 a 5), percebe-se uma evolução ao longo dos anos, de 1999 a 2023 (Gráfico 1).

Gráfico 1- Quantitativo das produções em Metacognição e Ensino de Ciências por anos de produção em eventos, periódicos, dissertações e teses.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O Gráfico 1 revela que a primeira publicação sobre a temática pesquisada ocorreu em um congresso, em 1999 (II ENPEC). Desde então, o número de publicações oscilou, alcançando seu ápice em 2017. O primeiro artigo de revista surgiu em 2004, na Revista Brasileira de Ensino de Física, voltando a aparecer em 2008 e 2012, tornando-se constante em quase todos os anos seguintes, com exceção do ano de 2019.

Embora a primeira dissertação e a primeira tese tenham sido registradas em 2011 e tenham mantido números baixos ou nulos nos anos seguintes, houve um pico de produção de teses em 2021 e de dissertações em 2021 e 2022, com quatro trabalhos cada.

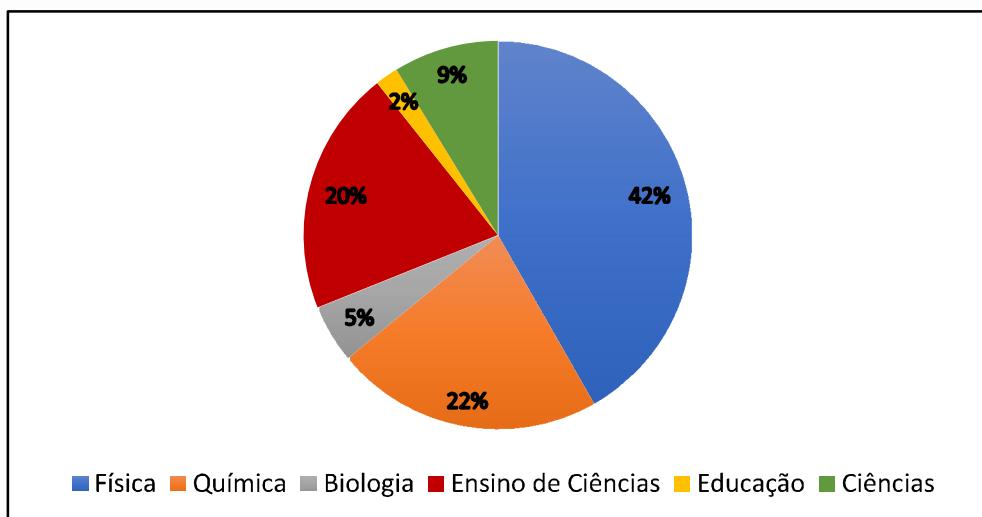
4.2 Panorama das publicações sobre a Metacognição e o Ensino de Ciências

A partir da categorização e caracterização das publicações sobre a Metacognição no Ensino de Ciências, apresenta-se aqui um panorama da distribuição desses estudos.

O Gráfico 2 revela que a maioria das produções se refere à área de conhecimento Física, representando 43% das publicações, seguida por Química, com 22%, e Ensino de Ciências, com 20%. Dentro dos estudos sobre o Ensino de Ciências, há trabalhos que abordam simultaneamente duas disciplinas, como Química e Física, Química e Ciências e Ensino de Ciências e Matemática. Também são destacados projetos de Feira de Ciências voltados ao Ensino Fundamental e Médio, além das pesquisas bibliográficas.

A área de Ciências está presente em 9% dos estudos, seguida pela Biologia, com 5%, e Educação, com apenas 2%, evidenciando a necessidade de mais pesquisas nessas áreas. Além disso, o estudo de Leão *et al.* (2015) merece destaque por abordar a metacognição do adulto.

Gráfico 2 - Panorama das produções em Metacognição no EC em relação às disciplinas



Fonte: Organizado pela autora (2025).

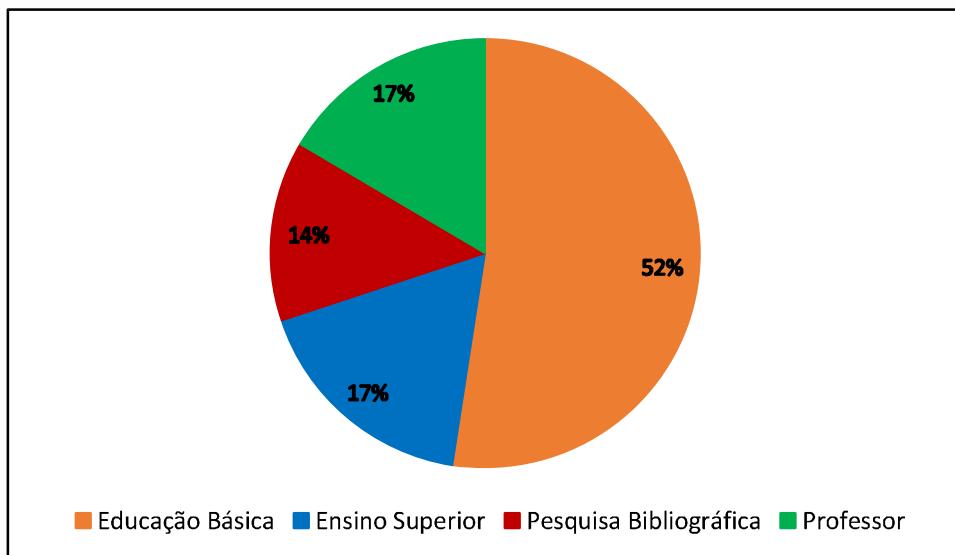
Dentre os estudos sobre o Ensino de Física, destacamos a pesquisadora e doutora Cleci Teresinha Werner da Rosa, líder do Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Tecnológica – GruPECT, da Universidade de Passo Fundo – UPF, RS. O grupo é composto por mestrandos e doutorandos dos programas de Pós-Graduação em Educação (Mestrado e Doutorado Acadêmico) e em Ensino de Ciências e Matemática (Mestrado e Doutorado Profissional) da UPF (Rosa; Darroz, 2023).

Nos trabalhos de Química, destaca-se a pesquisadora e doutora Solange Wagner Locatelli, professora adjunta da Universidade Federal do ABC e líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Metacognição - PECME. O grupo tem como área de pesquisa: ensino-aprendizagem e formação de professores, com principais interesses voltados à metacognição, metavisualização e aprendizagem autorregulada em sala de aula; aproximações da educação com a neurociência; ensino por investigação; utilização de desenhos; níveis de representação em Química; e educação de surdos (Unifesp, 2024).

Dando continuidade à investigação sobre o panorama dos objetos e sujeitos da pesquisa, o Gráfico 3 indica que 52% dos trabalhos foram realizados na Educação Básica, com ênfase no Ensino Médio. Cerca de 17% das pesquisas foram voltadas para o Ensino Superior, envolvendo discentes, docentes ou grupos de estudo. Outros 17% dos estudos se dedicaram ao professor, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, abrangendo a formação inicial e

continuada. Por fim, 14% destinaram-se à pesquisa bibliográfica e à análise documental.

Gráfico 3 - Panorama dos objetos ou sujeitos da pesquisa sobre a Metacognição no Ensino de Ciências.



Fonte: Organizado pela autora (2025).

Considerando o estudante como foco no processo de ensino e aprendizagem (Santos *et al.*, 2016), o Gráfico 3 ilustra essa preocupação ao evidenciar que a maior parte das pesquisas se concentra na Educação Básica.

Os estudos sobre Educação Superior e a pesquisa bibliográfica apresentam uma quantidade quase equivalente. No entanto, as pesquisas sobre a atuação do professor ainda são pouco frequentes, apesar da importância crucial do docente como mediador da aprendizagem (Fonseca, 2014; Santos *et al.*, 2016). Segundo Fonseca (2014), o professor deve comprometer-se a ampliar os horizontes e a conectividade do conhecimento que está mediando.

A pesquisa atua como um guia valioso para professores, auxiliando-os na busca por estudos sobre o tema e seus resultados, promovendo uma reflexão e incentivando o uso da metacognição na sala de aula (Portilho, 2011; Fonseca, 2014; Rosa; Darroz, 2023; Amaral; Guerra, 2022).

4.3 Análise das categorias e subcategorias emergentes

A partir da análise do *corpus* da pesquisa (textos completos em anais, artigos de revista, dissertações e teses), por meio da ATD, organizamos as unidades de significado em categorias emergentes, as quais estão detalhadas na Tabela 6, junto ao total de produções envolvidas. Ao

longo dos resultados, serão apresentadas e analisadas as categorias, seguidas da quantidade e das referências dos trabalhos selecionados para este estudo.

Tabela 6 - Categorias emergentes, subcategorias e número de produções.

Nº	Categorias Emergentes	Subcategorias Emergentes	Nº de trabalhos
1	O cenário da Metacognição no Ensino de Ciências	1.1. Caracterização das produções sobre a Metacognição no Ensino de Ciências	8
2	O papel do professor como mediador do processo de Metacognição no Ensino de Ciências	2.1 Processo avaliativo sob a perspectiva da Metacognição.	4
		2.2 A formação docente impulsionada pela Metacognição.	11
		2.3 O desenvolvimento de propostas didáticas para promoção da metacognição na sala de aula.	5
		2.4 Educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva.	3
3	Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo potencializando a aprendizagem no Ensino de Ciências.	3.1 Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo 3.2 Relação entre a habilidade neuroeducativa afetividade com a Metacognição	8
4	O uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências	4.1 Principais estratégias metacognitivas na pesquisa em Educação em Ciências	64
TOTAL			109

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nas categorias e subcategorias que emergiram na análise dos trabalhos, serão apresentadas, nas Tabelas 7 a 13, aquelas que buscam responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos específicos propostos. Os artigos identificados podem contribuir para mais de uma categoria, sendo agrupados naquela em que havia maior coerência.

4.3.1 Categoría 1: O Cenário da Metacognição no Ensino de Ciências

A partir dos dados levantados, identificamos, nesta categoria, a caracterização das produções sobre a Metacognição no Ensino de Ciências. A pesquisa resultou em um total de oito publicações, sugerindo que, embora o tema seja promissor, sua frequência ainda é baixa (Veiga *et al.*, 2019). A Tabela 7 apresenta como estão dispostas as produções desta categoria: duas dissertações, três trabalhos de congressos e três artigos de revistas.

Tabela 7 - Trabalhos selecionados na categoria “O cenário da Metacognição no Ensino de Ciências”

Cod	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Co01	ROSA, C. W. ALVES FILHO, J. P. A metacognição como estratégia de aprendizagem em física: o que mostram as pesquisas brasileiras. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VI ENPEC, 2007.
Di01	SILVA, L. M. A metacognição no livro didático de Ciências: um olhar sobre a abordagem ambiental do conteúdo água. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.
Co02	MARAGLIA, P. H.; PEIXOTO, M. A. P.; ASSIS, M. R. Metacognição como tecnologia educacional aplicada a formação de professores de Biologia. VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia - VIII EREBIO, 2017.
Re01	CLEOPHAS, M. G.; FRANCISCO, W. Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemática-RECM, v. 14, n. 29, p. 10-26, 2018.
Co03	DE MAMAN, A.S.; QUARTIERI, M. T.; NEIDE, I. G. Cenário da metacognição no Ensino de Física no período de 2008-2018. XV III Encontro de Pesquisa em Ensino de Física- XVIII EPEF, 2020.
Re02	ROSA, C. T. W.; SCHMITZ, K. O. A metacognição nas pesquisas em educação: uma revisão a partir das teses e dissertações brasileiras. ACTIO: Docência em Ciências, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-22, 2020.
Re03	CORRÊA, N. N. G. <i>et al.</i> Estudo exploratório sobre o uso da palavra “metacognição” em artigos publicados em periódicos brasileiros do ensino de ciências e matemática de 2007 a 2017. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 37, n. 1, p. 6-26, 2020.
Di02	VIEIRA, I. G. Metacognição e Ensino de Ciências: um retrato comprehensivo sobre as produções realizadas no Brasil. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, 2021.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

A Tabela 7 revela um intervalo de 14 anos entre a primeira pesquisa, realizada em 2007 (Rosa; Alves-Filho, 2007), e a mais recente, em 2021 (Vieira, 2021), com uma grande variação na quantidade de estudos, dependendo do objeto de pesquisa. A quantidade de publicações foi registrada por Silva (2016), com apenas um estudo, enquanto a máxima foi de 109, atribuída a Corrêa (2020).

Vieira (2021) afirma que, desde 2018, houve um salto de publicações em artigos. Já Rosa e Schmitz (2020) indicam que há mais dissertações de mestrado sobre metacognição do que teses de doutorado. Dessa forma, os trabalhos concordam com a necessidade de mais pesquisas, principalmente focadas no uso de estratégias metacognitivas (Rosa; Alves Filho, 2007; Cleophas; Francisco, 2018; Vieira, 2021;

O trabalho de Silva (2016) merece destaque por realizar análise no livro didático e concluir que este apresenta atividades que, se bem trabalhadas pelo professor, podem promover estratégias metacognitivas, favorecendo uma visão crítica e reflexiva do estudante. Vale destacar que a dissertação de Silva (2016) foi concluída antes da homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2018, e da subsequente atualização dos livros didáticos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), em 2021 (Nilles; Leite, 2022). Portanto, torna-se necessário realizar uma nova pesquisa sobre a metacognição nos livros didáticos de Ciências após essas recentes reformulações curriculares.

Por fim, o número de trabalhos evidenciados nesta categoria não reflete plenamente a realidade das pesquisas brasileiras, uma vez que o nosso foco foi bastante restrito – apenas pesquisas que realizaram levantamento bibliográfico sobre Metacognição e o Ensino de Ciências – e utilizou os mesmos meios de pesquisas utilizados nos estudos analisados (revistas, anais de congressos, banco de dados de tese e dissertação), com exceção da biblioteca digital *Education Resources Information Center* (ERIC) (De Maman; Quartieri; Neide, 2020), *Google Scholar* e *Scientific Electronic Library Online* (Scielo) (Maraglia; Peixoto; Assis, 2017).

4.3.2 Categoria 2: O papel do professor como mediador do processo de Metacognição no Ensino de Ciências

A segunda categoria, “O papel do professor como mediador do processo de metacognição no Ensino de Ciências”, compreende 20 produções, divididas em quatro subcategorias emergentes.

4.3.2.1 Processo avaliativo da aprendizagem sob a perspectiva da Metacognição

Esta subcategoria analisa como é realizado o processo de avaliação da aprendizagem sob a perspectiva da metacognição. De acordo com Portilho (2011, p. 123-124), “[...] uma avaliação metacognitiva tem o objetivo de ajudar o avaliado a tomar consciência dos aspectos fortes e frágeis no seu processo de aprendizagem, verificando se existe ou não controle da situação, com vistas à transformação dos caminhos transcorridos até o momento”. A Tabela 8 apresenta como estão dispostas essas produções.

Tabela 8 - Trabalhos relacionados ao processo avaliativo da aprendizagem sob a perspectiva da Metacognição

Cod.	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Co04	LOCATELLI, S. W.; ARROIO, A. KMA: um teste para indicar o monitoramento metacognitivo de alunos do ensino médio numa aula de Química. XV Encontro Nacional de Ensino de Química - XV ENEQ, 2010.
Co05	PEREIRA, M. M. Sobre formas de avaliar a aprendizagem dos estudantes em atividades em grupo: algumas propostas aplicadas em aulas de Física. XII Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXI SNEF, 2015.
Re04	ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um clube de ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemática – RECM, v. 14, n. 29, p. 193-207, 2018.
Re05	BONI, K. T.; LABURÚ, C. E. Conceitualização e metacognição em Ciências e Matemática: pressupostos teóricos de um instrumento analítico. AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemática – RECM, v. 14, n. 29, p. 193-207, 2018.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Ao olharmos para os trabalhos que analisam o processo avaliativo sob a perspectiva da metacognição, a Tabela 08 nos dá alguns direcionamentos. Rocha e Malheiro (2018) propõem o uso do Plano de Análise dos Dados do Discurso²¹ a partir de Sequências de Ensino (SEI), visando à resolução de problemas reais. Locatelli e Arroio (2010) utilizam o teste KMA²² para avaliar, através do monitoramento metacognitivo, o conhecimento prévio dos estudantes, visando identificar o que eles sabem ou não sabem. Boni e Laburú (2018) apresentam o Modelo Reformulado de Redescrição Representacional de Karmiloff-Smith²³ integrado aos modelos da Teoria dos Campos Conceituais²⁴ e da Diversidade Representacional²⁵ para avaliar erros, consciência e verbalização.

Pereira (2015), por sua vez, investiga os métodos de avaliação de atividades em grupo, propondo duas abordagens distintas: uma com a escrita coletiva sobre as realizações do grupo, e outra com respostas individuais sobre a experiência no trabalho em grupo. Os autores utilizaram como instrumentos avaliativos: o uso do questionário (Locatelli; Arroio, 2010; Pereira, 2015), a escrita coletiva (Pereira, 2015), atividades cotidianas em sala de aula, assim como seminário, prova escrita e individual, autoavaliação, avaliação dos colegas (Locatelli, 2017), interações discursivas (Rocha; Malheiros, 2018), provas e entrevistas (Boni; Laburú, 2018).

Embora os autores acreditem que esses instrumentos podem incentivar os professores a reconsiderarem suas práticas de avaliação, uma vez que a avaliação metacognitiva envolve pensar, refletir e agir sobre a realidade, especialmente em relação às estratégias de aprendizagem adotadas (Portilho, 2011), ainda é fundamental investir em pesquisas sobre como avaliar a metacognição (Pereira, 2015; Locatelli, 2017).

²¹ O plano de Análise de dados de Rocha e Malheiro (2018; 2019) examina categorias elaboradas a partir das interações discursivas, permitindo uma compreensão mais profunda do papel das falas dos alunos e do professor na sala de aula.

²² O teste KMA mede e avalia “a diferença entre o conhecimento que o aprendiz julga possuir num certo domínio particular e o seu conhecimento real constatado no seu desempenho nas avaliações” (Cura Júnior *et al.*, 2007, p. 15).

²³ Redescrição Representacional explora a relação entre meta-processos inconscientes e aqueles acessíveis ao consciente e à verbalização (Boni; Laburú; Camargo Filho, 2021).

²⁴ A Teoria dos Campos Conceituais descreve e analisa as relações entre os processos de aprendizado de curto prazo e os processos de desenvolvimento cognitivo que acontecem em longo prazo (Boni; Laburú; Camargo Filho, 2021).

²⁵ Diversidade Representacional busca compreender e instigar a formação de significados de conceitos científicos e matemáticos a partir de representações (Boni; Laburú; Camargo Filho, 2021).

4.3.2.2 A Formação Docente impulsionada pela Metacognição

Esta subcategoria analisa a metacognição na formação docente, seja ela inicial ou continuada. Composta por 11 produções, a Tabela 9 apresenta os trabalhos que relacionam a metacognição na formação docente, distribuídas entre cinco trabalhos de eventos e seis artigos de revistas.

Tabela 9 - Trabalho selecionado na subcategoria “A formação docente sob a perspectiva da Metacognição”

Cod	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Co06	ABRAHÃO, T. C.; CARVALHO, A. M. P. Física no Ensino Fundamental – uma atividade de metacognição na formação continuada de professores. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física – XVI SNEF, 2005.
Re06	COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.
Co07	ZULIANI, S. S. R. Q. A.; SILVA, R. I. V.; JÚNIOR, J. B. S.; BIANCHINI, T. B. Identificando habilidades metacognitivas num curso de licenciatura através da fenomenologia e semiótica social: buscar o conhecimento e a autoaprendizagem. XV Encontro Nacional de Ensino de Química - XV ENEQ, 2010.
Re07	COELHO, S. M <i>et al.</i> Um exemplo prático de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de Física com base na pesquisa didática. Caderno Brasileiro de Ensino de Física v. 29, n. 3: p. 1108-1120, dez. 1108 2012.
Re08	BRABO, J. C. Metacognição, ensino-aprendizagem e formação de professores de Ciências. AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemática - RECM, v. 14, n. 29, p. 01-09, 2018.
Re09	GOMES, A. S. A.; ALMEIDA, A. C. P. C. Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemática - RECM, v. 12, p. 24, p. 53-73, 2016.
Co08	FERNANDES, B. G.; LOCATELLI, S. W. O repensar do ensino de Química por meio da metacognição. XX Encontro Nacional de Ensino de Química – XX ENEQ, 2020.
Co09	FRANCISCO, W.; SILVA, E. L.; WARTHA, E. J. Identificação de conhecimentos metacognitivos sobre o ensino por investigação: uma proposta de formação continuada. XX Encontro Nacional de Ensino de Química – XX ENEQ, 2020.
Re10	FRANCISCO, W.; SILVA, E. L.; WARTHA, E. J. Dos conhecimentos à regulação Um exemplo prático de atividade metacognitivas aplicadas na formação de professores de Física com base na pesquisa didática metacognitiva: diálogos entre casos investigativos e formação continuada de professores de Química. Revista ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 1, p. 37-61, 2022.
Co10	ALVES, M. P.; FRANCISCO, W. Conhecimentos e experiências metacognitivas e as relações com o ensino híbrido: uma proposta de formação para professores de Ciências/Química. XXI Encontro Nacional de Ensino de Química – XXI ENEQ, 2023.
Re11	SOUZA, J. S. S.; MASCARENHAS, S. A. N. Metacognição e formação de professores, uma revisão de literatura. Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 1, 2023.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

A partir da análise dos dados da Tabela 9, o ensino de metacognição nos cursos de formação de professores, seja inicial ou continuada, permite uma reflexão sobre a prática docente (Coelho, Nunes; Wiehe, 2008; Francisco; Silva; Wartha, 2020; Fernandes; Locatelli, 2020; Alves; Francisco, 2023).

Souza e Mascarenhas (2023) afirmam que os professores, estudantes e licenciandos possuem poucos conhecimentos sobre a metacognição. Assim, para minimizar essa lacuna, Zuliani *et al.* (2010) defendem que é necessário envolver os licenciandos, desde o início de sua formação, em projetos e atividades nos quais possam atuar como professores de forma crítica e reflexiva, além de ajudá-los a desenvolver tanto um conhecimento metacognitivo quanto suas concepções de ensino e aprendizagem (Coelho *et al.*, 2012).

Segundo Fonseca (2014, p. 646), “os professores devem ser exemplos de seres metacognitivos por excelência, pois, desse modo, podem suportar, alimentar e encorajar os alunos a estabelecerem reflexões efetivas e relações verticais e horizontais com as suas aprendizagens anteriores”. Para isso, o docente deve se comprometer, de maneira intencional, a alargar os horizontes e a conectividade dos conhecimentos que ensina e mediatiza (Fonseca, 2014).

Os estudos da Tabela 9 nos mostra que a metacognição impulsiona a formação docente. Para Nunes, Vasconcelos e Ghedin (2024), o professor pode se beneficiar dela de diversas maneiras, como:

[...] desenvolver habilidades para monitorar e avaliar seu próprio processo de aprendizagem e dos estudantes; compreender melhor os processos cognitivos e metacognitivos, permitindo que criem estratégias de ensino mais eficazes; estimular a reflexão crítica e estratégica, habilidades essenciais para lidar com situações complexas de ensino e aprendizagem; além de utilizar estratégias metacognitivas para enfrentar desafios específicos em sala de aula, como a seleção e organização de mecanismos cognitivos, afetivos e motores para enfrentar situações de aprendizagem. (Nunes; Vasconcelos: Ghedin, 2024, p. 4).

4.3.2.3 *O desenvolvimento de propostas didáticas para a promoção da Metacognição na sala de aula*

Esta subcategoria apresenta propostas didáticas que colaborem com a promoção da Metacognição na sala de aula. Assim sendo, identificamos na Tabela 10 dois congressos Nunes, Vasconcelos e Ghedin (2024), tendo um total de cinco produções.

Tabela 10 - Trabalho selecionado na subcategoria “Propostas Didáticas com enfoque metacognitivo”.

Cod	Autor, Título e Revista, Evento, Dissertação ou Tese.
Co11	ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. Ensino de Física e Metacognição: Proposta Didática para as atividades experimentais. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VIII ENPEC, 2011.
Re12	ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física. Revista Ciência e Educação (Bauru), v. 20, n. 1, p. 61-81, 2014.

Re13	TRENTIN, M. A. S.; ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B.; TEIXEIRA, A. C. Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. <i>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – RBECT</i> , v. 8, n. 3, p. 274-292, 2015.
Di03	TREVISAN, T. I. Proposta de ensino para o tema “Calor” direcionado à mobilização dos estudantes do ensino médio para aprender física. <i>Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)</i> – Universidade Federal de Passo Fundo, 2021.
Co12	FERREIRA, C. P. <i>et al.</i> Aula Prática Experimental: uma proposta de aprendizagem significativa e metacognitiva sobre Biologia Celular no Ensino Médio. <i>XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XIV ENPEC</i> , 2023.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

A análise da bibliografia da Tabela 10 revela que quatro produções focam na evocação do pensamento metacognitivo, seja por meio de atividades experimentais (Rosa; Alves Filho, 2011; Rosa; Alves Filho, 2014), ou por meio da associação ao uso de recursos tecnológicos (Trentin *et al.*, 2015; Trevisan, 2021). Além disso, uma produção analisa o uso do questionamento metacognitivo nas atividades experimentais (Ferreira, 2023).

Nesse sentido, a partir dos trabalhos da Tabela 10, inicialmente, o desenvolvimento de propostas didáticas para a promoção da Metacognição na sala de aula consistem em: desenvolvimento do pensamento metacognitivo e do questionamento metacognitivo por meio de atividades experimentais. As atividades experimentais, por exemplo, são divididas entre três fases: iniciando pelos conhecimentos prévios e formulação de hipóteses, na segunda fase ocorre a experimentação, onde são testadas as hipóteses e por fim a terceira fase é a conclusão e o fechamento da atividade. Algumas atividades utilizam recursos como uso do microscópio e robôs, outras são realizadas em grupos.

Embora essas propostas didáticas se mostrem pertinentes, revelando que a evocação do pensamento metacognitivo é uma alternativa eficaz para a aprendizagem (Rosa; Alves Filho, 2011), deve-se levar em conta a motivação. Segundo (Rosa; Alves Filho, 2014) ela “precisa ser considerada na evocação do pensamento metacognitivo, e, ainda, no caso das atividades experimentais, é preciso avaliar que estas, por si só, não são motivadoras para todos os estudantes”.

É importante que o professor conheça seus estudantes, a fim de escolher a melhor estratégia a ser utilizada (Camilo, 2022), levando em consideração que “um dos aspectos que influenciam a motivação é a crença que o indivíduo tem na sua capacidade de concretizar determinada tarefa ou lidar com uma situação específica, o que é denominado autoeficácia. A percepção de autoeficácia aumenta a motivação” (Amaral; Guerra, 2022, p. 72).

4.3.2.4 Educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva

Para a subcategoria “educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva”, foram evidenciados apenas três trabalhos, reforçando o baixo número de produções com foco na relação Metacognição e educação inclusiva. A Tabela 11 apresenta o quantitativo de estudos, compostos por um congresso (Batista; Brabo, 2021) e dois artigos de revista (Leão *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2022).

Tabela 11 - Trabalhos selecionados na subcategoria “A educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva”

Cod	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Re14	LEÃO, M. A. B. B. G.; PEREIRA, M. M. C. M.; ALMEIDA, R. S. A.; MELO, S. F.; AUDI, W. F. Aprendizagem e metacognição do adulto: panorama de estudos e pesquisas. <i>Revista Ciências & Cognição</i> , 2015; v. 20, n. 1, p. 133-141, 2015.
Co13	BATISTA, R. S.; BRABO, J. N. C. Metacognição e Transtorno do Espectro Autista: produções científicas e possíveis implicações para o Ensino de Ciências. <i>XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC</i> , 2021.
Re15	LIMA, F. P.; CARNEIRO, B. G.; FRANCISCO, W. Educação de Surdos e Ensino de Ciências: formação docente e metacognição. <i>ACTIO: Docência em Ciências</i> , v. 7, n. 3, p. 1-21, 2022.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

São poucas as pesquisas que abordam educação inclusiva, Metacognição e ensino de Ciências (Vieira, 2021; Batista; Brabo, 2021). Assim, é necessário que as estratégias metacognitivas sejam exploradas na sala de aula, pensando em todas as possíveis realidades dos estudantes, tendo em vista que sua utilização também contribuirá significativamente para a evolução daqueles com transtorno, deficiência ou dificuldade de aprendizagem (Batista; Brabo, 2021; Vieira, 2021; Nicolielo-Carriilho; Hage, 2016; Neta; Gomes, 2016), incluído os adultos (Leão *et al.*, 2015).

A Metacognição em relação à educação inclusiva é uma realidade possível, embora pouco presente nas pesquisas. Leão *et al.* (2015), ressaltam que a cognição em adultos não deve ser tratada da mesma forma que são interpretadas a cognição de crianças e adolescentes. Por outro lado Batista e Brabo (2021) aponta que na articulação entre Metacognição e o Transtorno do Espectro Autista a “utilização de estratégias metacognitivas para o ensino de ciências podem ser uma possível proposta para intervenção pedagógica em sala de aula com vislumbre de alcançar os objetivos propostos em acordo com as mudanças no ensino de ciências (p.8)”

Também nessa perspectiva, Lima, Carneiro e Francisco (2022) nos apresentam que o desenvolvimento de cursos de formação continuada de professores, numa perspectiva metacognitiva e a partir de práticas inclusivas, pode possibilitar, por meio do ciclo metacognitivo, aos professores uma (re)construção e/ou um (re)pensamento de caminhos para uma prática pedagógica inclusiva de forma abrangente. E “enquanto para as habilidades

metacognitivas, é na identificação dos próprios desafios para uma sala inclusiva que os professores buscam desenvolver estratégias específicas para solucioná-los. Ou seja, a capacidade de se autorregular e planejar se incorpora às suas ações na prática” (Lima; Carneiro; Francisco, 2022, p.15).

Sobre a presente categoria, vale reforçar que o professor é um mediador da aprendizagem; ele tem um papel fundamental na promoção de um clima favorável ao desenvolvimento motivacional de seus estudantes (Beber, Silva; Bonfiglio, 2014). Dessa forma, entende-se que a metacognição “potencializa a aprendizagem, fomenta e ilumina os processos reflexivos, interfere no modo de ensinar, uma vez que influencia o modo de aprender, e abrange um amplo conjunto de habilidades necessárias para lidar, de forma consciente e estratégica, com a informação” (Souza; Mascarenhas, 2023, p. 15).

4.3.3 Categoria 3: A percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo

Esta categoria aborda a percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo, ou seja, apresenta os estudos que relatam como os estudantes enxergam o processo metacognitivo para a sua aprendizagem. Durante a pesquisa, identificamos oito produções, publicadas entre os anos de 2014 e 2021 (Tabela 12 e 13), distribuídas em duas subcategorias.

4.3.3.1 Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo

Tabela 12 - Trabalho selecionado na categoria “A percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo”

Nº	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Re16	PASSOS, M. M.; CORRÊA, N. N. G.; ARRUDA, S. M. Perfil metacognitivo (Parte I): uma proposta de instrumento de análise. Revista Investigações em ensino de Ciências - IENCI, v. 23, n. 3, p. 230-244, 2017.
Di04	CORRÊA, N. N. G. Percepções e reflexões de estudantes de Ensino Médio no processo metacognitivo da aprendizagem em Física. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, 2017.
Re17	CORRÊA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Perfil metacognitivo (Parte II): aplicação de instrumento de análise. Revista Investigações em Ensino de Ciências - IENCI, v. 23, n. 1, p. 230-244, 2018.
Re18	GEWEHR, D.; STROHSCHOEN, A. A. G.; SCHUCK, R. J. Projetos de pesquisa e a relação com a metacognição: percepção de alunos pesquisadores sobre a própria aprendizagem Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online), v. 22, e19937, 2020.
Te01	CORRÊA, N. N. G. Mapeamento da percepção do sistema metacognitivo na aprendizagem em Física: um estudo dos relatos de estudantes do Ensino Médio. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas – Universidade Federal de Londrina, 2021.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

A Tabela 12 evidencia cinco estudos que apresentam a percepção dos estudantes, em diversos aspectos, sobre o processo metacognitivo:

- a evocação do pensamento metacognitivo (Gewehr; Strohschoen; Schuck, 2020),
- a identificação dos próprios conhecimentos (Corrêa; Passos; Arruda, 2018),
- a autoavaliação (Corrêa, 2021),
- a percepção e reconhecimento da aprendizagem (Passos; Corrêa; Arruda, 2017),
- a percepção da aprendizagem, diferenciando-a com relação às disciplinas (Corrêa, 2017).

Essas percepções demonstram a possibilidade de desenvolver o conhecimento metacognitivo na sala de aula. No entanto, segundo Passos, Corrêa e Arruda (2018), muitos estudantes reconhecem a exigência da tarefa e sabem o que deve ser feito, mas optam por não agir de maneira a aprender. Portanto, é necessário que o professor identifique esses momentos de desistência para retomar o fluxo do processo de aprendizagem (Passos, Corrêa e Arruda, 2018). O uso de métodos de autoavaliação pode contribuir significativamente para isso (Passos; Corrêa; Arruda, 2017).

4.3.3.2 *Relação entre a habilidade neuroeducativa de afetividade e a Metacognição*

Na subcategoria “Relação entre a habilidade neuroeducativa de afetividade e a Metacognição”, foram identificados três trabalhos. Para Lucas e Pereira (2018, p. 112), “elementos afetivos influenciam sobremaneira a aprendizagem, pois os estudantes são afetados de diferentes modos por suas relações com os outros colegas, com o professor, com as atividades propostas e com o conhecimento científico escolar”.

Tabela 13 - Trabalho selecionado na categoria “A percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo”

Cod	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Co14	PEREIRA, M. M.; ABIB, M. L. V. S. “Por que não aprendi?”: a metacognição e a afetividade na aprendizagem de Física. XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física- XV EPEF, 2014.
Re19	PEREIRA, M. M.; ABIB, M. L. V. S. Afetividade e metacognição em percepções de estudantes sobre sua aprendizagem em Física. Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online), v. 18, n. 1, p. 107-122, 2016.
Re20	LUCAS, A. E. P. S.; PEREIRA, M. M. A reflexão dos estudantes sobre a tarefa de elaborar questões de física: um olhar ao longo do tempo. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemática – RECM, v. 14, n. 29, p. 110-124, 2018.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

O estudo de Pereira e Abib (2016) demonstra que as relações afetivas positivas estabelecidas com as situações em sala de aula e com o professor favorecem o desenvolvimento da metacognição. Para Lucas e Pereira (2018), relações afetivas positivas auxiliam a aprendizagem; já relações afetivas negativas ocorrem sempre que a relação estabelecida não colabora para a aprendizagem do aluno. Pereira e Abib (2014) concluem que os estudantes colocam o professor e sua perspectiva de ensino em posição central, e suas características pessoais como as principais responsáveis pelo fracasso. Isso “indica o estabelecimento de uma relação afetiva positiva entre professor e estudantes, a qual pode ter contribuído para a aprendizagem” (p.5).

Os trabalhos desta categoria indicam que os estudantes participantes das pesquisas são alunos metacognitivos, uma vez que conseguiram apontar as percepções sobre o próprio aprendizado. Infelizmente, a maioria dos estudantes não desenvolve estratégias metacognitivas de forma espontânea (Amaral; Guerra, 2022), logo, cabe ao professor treinar a metacognição em suas aulas, uma vez que, sua atitude é fundamental no processo de aprendizagem de seus alunos (Portilho, 2011; Locatelli, 2014; Fonseca, 2014).

4.3.4 Categoria 4: O uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências

4.3.4.1 Principais estratégias metacognitivas na pesquisa no Ensino de Ciências

A quarta categoria identificou as principais estratégias metacognitivas na pesquisa em Educação em Ciências. A Tabela 14 apresenta o quantitativo dos estudos, totalizando 64 produções.

Tabela 14 - Trabalho selecionado na subcategoria “O uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências”

Cod	Autor, Título, Evento, Revista, Dissertação e Tese
Co15	ZULIANI, S. R. Q.; ÂNGELA, A. C. D.; A Utilização de estratégias metacognitivas por alunos de Química Experimental: uma avaliação de discussão de projetos e relatórios. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – II ENPEC, 1999.
Re21	BARROS, A. REMOLD, J. SILVA, G. S. F. TAGLIATI, J. R. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.
Co16	SANDRIN, D.; ANDRADE, D.; ALMEIDA, L. E.; LIMA, P. S. Ensinando energia e transformações química utilizando mapas conceituais como instrumento de metacognição. XII Encontro Nacional de Ensino de Química - XII ENEQ, 2004.
Co17	MARTINS, C. M. C.; BORGES, O. Processos Metacognitivos envolvidos na elaboração de explicações. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VI ENPEC, 2007.
Co18	ROSA, T. W.; ALVES FILHO, J. P. Ferramentas Didáticas Metacognitivas: alternativas para o ensino de Física. XI Encontro de Pesquisa Nacional em Ensino de Física – Curitiba – XI ENPEF, 2008.
Co19	CARDOSO, D. C.; NETO, A. P. S.; TAKAHASHI, E. K. Estratégias de resolução de problemas como estímulo ao desenvolvimento de capacidades. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2009.

Co20	LOCATELLI, S. W.; FERREIRA, C. ARROIO, A. Metavisualização: uma habilidade importante no ensino de Química. XV Encontro Nacional de Ensino de Química - XV ENEQ, 2010.
Co21	SANTOS, D. B.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. I. Utilização do modelo didático analógico (MDA) e do portfólio no ensino superior: uma aproximação à metacognição. III Encontro Nacional de Biologia ENEBIO e IV Encontro Regional de Biologia EREBIO – Regional 5, 2010.
Co22	PEREIRA, M. M. Dimensões da aprendizagem de Física em médio prazo para os estudantes: um estudo preliminar. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VIII ENPEC, 2011.
Di05	LOCATELLI, S. W. Análise da manifestação de elementos de metavisualização na aprendizagem de Química. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Química, Instituto de Física e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2011.
Te02	ROSA, C. W. A metacognição e as atividades experimentais no Ensino de Física. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
Re22	ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. Evocação espontânea do pensamento metacognitivo nas aulas de física: estabelecendo comparações com as situações cotidianas. Revista Investigações em Ensino de Ciências – ienci, v. 17, n. 1, p. 7-19, 2012.
Re23	PEREIRA, M. M.; ANDRADE, V. A. Autoavaliação como estratégia para o desenvolvimento da metacognição em aulas de Ciências. Investigações em Ensino de Ciências - ienci, v. 17, n. 3, p. 663-674, 2012.
Te03	LIMA, V. A. Um processo de reflexão orientada vivenciado por professores de Química: o ensino experimental como ferramenta de mediação. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2013.
Re24	ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. A. Metacognição e as atividades experimentais em Física: aproximações teóricas. Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online), v. 15, n. 1, p. 95-111, 2013.
Co23	ROSA, C. W. Elaboração e validação de um instrumento para identificação do uso de estratégias metacognitivas nas aulas experimentais de Física. XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XV EPEF, 2014.
Te04	PEREIRA, M. M. Memória mediana na aprendizagem de física: problematizando a afirmação “Não me lembro de nada das aulas do ano passado!” Tese (Doutorado em Interunidades em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2014.
Co24	SILVA, J. C. S. <i>et al.</i> A utilização de atividades metacognitivas sobre balanceamento de equações químicas. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química - XVII ENEQ, 2014.
Co25	LOCATELLI, S. W.; ARROLO, A. Estratégia metavisual no auxílio a reconhecer submicroscopicamente diferenças de tamanho (átomo/cátion) numa interação eletroquímica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química - XVII ENEQ, 2014.
Re25	ROSA, C. W.; DARROZ, L. M. ROS, A. B. A Ação Didática Como Ativadora do Pensamento Metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de Física. ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2014.
Co26	MORAIS, M. B.; MAIA, P. F. Energia além dos limites: aspectos cognitivos e metacognitivos de um ensino interdisciplinar. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, 2015.
Te05	LOCATELLI, S. W. Relação existente entre metavisualização e as representações simbólica e submicro na elaboração da atividade em Química. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química, Instituto de Física e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2016.
Co27	ROA, K. R. V. <i>et al.</i> Metacognição no ensino participativo: uma abordagem para o estudo do calor. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXII SNEF, 2017.
Di06	GHIGGI, C. M. Estratégias Metacognitivas na Resolução de Problemas em Física. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, 2017.
Re26	LOCATELLI, S. W.; ALTARUGIO, M. H. Estratégia Metacognitiva para repensar e reconhecer conceitos em ligação iônica. Revista Experiências em Ensino de Ciências - eenci, v. 12, n. 6, 2017.
Co28	SOUZA, E. S.; CONTENTE, M. P.; MACHADO, C. R. S. Regulação das aprendizagens por meio da autoavaliação. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XI ENPEC, 2017.
Co29	CARVALHO, A. O. PEREIRA, M. M. O que leva os estudantes a elaborarem questões de Física sobre o que consideram saber? XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXII SNEF, 2017.
Co30	BERGOLD, A. W. B.; PARISOTO, M. F.; ARRUDA, S. M. Autoavaliação e metacognição na aprendizagem de Física no ensino superior. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXII SNEF, 2017.

Re27	ROSA, C. T. W.; GHIGGI, C. M. Monitoramento e Controle Metacognitivo na Resolução de Problemas em Física: Análise de um Estudo Comparativo. ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 2, p. 105-125, 2017.
Co31	ESPINOLA, B. B. F.; PEREIRA, M. M. Como aluno de Ensino Médio se apropriam da tarefa de elaborar questões de Física? XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XVII EPEF, 2018.
Re28	CÔRREA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Metacognição e as relações com o saber. Revista Ciência e Educação (Bauru), v. 24, n. 2, p. 517-534, 2018.
Re29	TAVARES, L. C.; MÜLLER, R. C. S.; FERNANDES, A. C. O uso de mapas conceituais como ferramenta metacognitiva no ensino de Química. AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemáticas - RECM v. 14, n. 29, p. 63-78, 2018.
Di07	CHICÓRA, T. Uma estratégia de ensino metacognitiva: contribuições para o perfil conceitual de força de licenciandos em Física. Dissertação (Mestrado em educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, 2018.
Re30	ROSA, C. T. W.; GHIGGI, C. M. Resolução de Problemas em Física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas, Investigações em Ensino de Ciências – ienci, v. 23, n. 3, p. 30-59, 2018.
Re31	LOCATELLI, S. W.; ALVES, N. C. B. Aproximações entre o monitoramento metacognitivo e a elaboração de portfólio em uma disciplina de Química Geral. AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemáticas - RECM, v. 14, n. 29, 79-92, 2018.
Re32	MEDEIROS, E. F.; SILVA, M. G. L.; LOCATELLI, S. W. A argumentação e o potencial metacognitivo de uma atividade experimental baseada na POA (Previsão-Observação-Argumentação). AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e matemáticas - RECM, v. 14, n. 29, p. p. 27-42, 2018.
Te06	GEWEHR, D. Projetos de pesquisa e feiras de ciências como espaços de metacognição. Tese (Doutorado em Ensino) – Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, 2019.
Di08	BOSZKO, C. Diários de aprendizagem e os processos metacognitivos: estudo envolvendo professores de Física em formação inicial. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, 2019.
Co32	FRANCISCO, W.; CAMPANER, J. V. O. As atividades de escritas e reescritas orientadas como estratégia metacognitiva de avaliar a aprendizagem. XX Encontro Nacional de Ensino de Química – XX ENEQ, 2020.
Co33	ROSA, A. W.; GIACONELLI, A.; ROSA, C. T. W. A Problematização Gerada a partir de uma incoerência no conhecimento: discussões de episódios envolvendo o Ensino de Ciências/Física. XVIII Encontro de Pesquisa em ensino de Física – XVIII EPEF 2020.
Re33	MAXIMO-PEREIRA, M.; ABIB, M. L. V. S. Leitura, Metacognição e Ensino: aprendizagens compartilhadas em pequenos grupos durante aulas de Física. Revista Experiências em Ensino de Ciências - eenci, v. 15, n. 2, 2020.
Re34	ROSA, C. T. W.; VILLAGRÁ, J. A. M. Questionamento Metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: análise de uma atividade de ciências no Ensino Fundamental. Investigações em Ensino de Ciências – ienci, v. 25, n. 1, p. 60-76, 2020.
Re35	FERNANDES, B. G.; LOCATELLI, S. W. Acesso e Transição nos Níveis Representacionais durante a Construção de Modelos Explicativos acerca de Interações Intermoleculares. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC, v. 21, e20017, 2021.
Co34	SANTOS, L. R.; DOMINGUES, K. C. C. M. Aprendizagem baseada em jogos e aspectos metacognitivos. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2021.
Di09	RIBEIRO, C. A. G. Estratégias metacognitivas para leitura e compreensão de textos: avaliação de uma proposta no contexto do ensino de Física. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, 2021.
Te07	BIAZZUS, M. O. Estratégias Metacognitivas no Ensino de Física, Análise de uma intervenção didática no Ensino Médio. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, 2021.
Di10	MACHADO, M. S. M. O <i>feedback</i> por meio das tecnologias digitais como estratégia para o desenvolvimento da regulação metacognitiva no Ensino de Ciências. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática), Universidade Federal do Paraná, 2021.
Re36	NORA, P. S.; BROIETTI, F. C. D.; CORRÊA, N. N. G. A autoavaliação como processo de metacognição na aprendizagem de Química. Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM, v. 7, n. 3, p. 196-213, 2021.
Re37	BRABO, J. C.; CONTENTE, I. C. P. Habilidades metacognitivas em tarefas de composição de infográficos em cursos de formação inicial de professores. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC, v. 22, e39217, 2022.

Re38	DA SILVA, J. H. P.; LOCATELLI, S. W.; MARCONDES, M. E. R. Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol). <i>Revista Química nova na Escola</i> , v. 43, n. 3, p. 367-372, p. 2022.
Di11	SOARES, C. D. <i>Sei o que sei e o que não sei? O potencial metacognitivo associado à utilização de vídeos curtos em aulas de física</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Instituto de Ciências Exatas e Geociências, universidade de Passo Fundo, 2022.
Di12	SILVA, J. J. G. Ensino fundamentado em modelagem para os conceitos de estados de agregação da matéria: uma análise das habilidades cognitivas e metacognitivas. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) Universidade Federal de Pernambuco, 2022.
Di13	SILVA, A. D. Sequências Didáticas sob a perspectiva metacognitiva para a educação em saúde: a influência dos alimentos no corpo humano. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências e Biologia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.
Di14	TINO, R. A. <i>A Metacognição no Ensino de Ciências: a autorreflexão como estratégia metacognitiva no Ensino de Ciências</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2022.
Te08	XAVIER, C. S. <i>Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo: uma revisão de literatura analítica</i> . Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde) – Instituto NUTES de educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.
Re39	BIAZUS, M. O.; ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. <i>Estratégias Metacognitivas no Ensino de Física: análise de uma intervenção didática guiada por questionamentos metacognitivos</i> . <i>Revista Investigações em Ensino de Ciências - ienci</i> , v. 27, n. 3, p. 291-307, 2022.
Re40	MAMAN, A. S.; QUARTIERI, M. T.; NEIDE, I. G. Elementos metacognitivos que emergem de uma intervenção didática no ensino de Física. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 39, n. 3, p. 743-768, dez. 2022.
Re41	RIBEIRO, C. A. G.; ROSA, C. T. W.; ZOCK, A. N. <i>Estratégias metacognitivas para leitura de textos científicos: avaliação de um modelo utilizado em aulas virtuais sincronas</i> . <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 39, n. 2, p. 381-410, 2022.
Re42	MARAGLIA, P. H.; PEIXOTO, M. A.; SANTOS, L. R. <i>Mapeando Estratégias de Ensino Metacognitivas Para Educação em Ciências: Revisão Sistemática de Literatura</i> . <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC</i> , v. 23, e38598, p. 1–29. 2023.
Re43	MOTA, A. R.; SANTOS, J. L. ROSA, C. W. <i>Aprender circuitos elétricos com estações laboratoriais para desenvolver competências metacognitivas</i> . <i>Revista A Física na Escola</i> , v. 21, e220808, 2023.
Re44	ALMEIDA, J. C.; CHIARO, S. <i>Argumentação e aprendizagem baseada em problemas: processos de construção de conhecimentos críticos e reflexivo em sala de aula de Física</i> . <i>Revista Investigações em Ensino de Ciências - ienci</i> , v. 28, n. 2, p. 462-483, 2023.
Di15	FERRAZ, I. P. <i>O Ensino por investigação como facilitador do desenvolvimento metacognitivo em Química no Ensino Médio</i> . Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, 2023.
Di16	RODRIGUES, A. P. <i>Construtos da autorregulação da aprendizagem na regulação de problemas em Ciências da Natureza</i> . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco, 2023.
Co35	MAGALHÃES, P. P.; SUART JÚNIOR, J. B.; ZUALINI, S. R. Q. A. <i>Contribuições do PEEL “Project of Enhancing Effective Learning” de Baird e Mitchell para Busca da Consciência Metacognitiva</i> . XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências -XIV ENPEC, 2023.

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Os textos selecionados nesta categoria mencionam o uso de estratégias ou habilidades metacognitivas, que podem ser sintetizadas no Quadro 9. Segundo Gomes (2020), estratégias metacognitivas são alternativas sistemáticas utilizadas para resolver problemas, compreender ou memorizar ideias. A autora destaca que a constante prática, em diferentes contextos, desenvolve nossas habilidades metacognitivas (Gomes, 2020).

As habilidades metacognitivas referem-se à capacidade de solucionar problemas, “como reconhecer falhas ou lacunas em seu próprio pensamento, articular seus processos de pensamento e rever os seus esforços” (Gomes, 2020).

Dentre as estratégias ou habilidades metacognitivas abordadas nas pesquisas, o Quadro 13 sintetiza o seguinte: Pensamento Metacognitivo, com 12 produções; Autoavaliação e Reflexão/Autorreflexão, com 6 cada; e Metavisualização e Resolução de Problemas, com 5 cada. Além disso, a Consciência Metacognitiva, Diários de aprendizagem, Elaboração de Questões, Leitura, Mapas Conceituais e Modelo Didático Analógico (MDA) apresentam três pesquisas cada. Por fim, Engajamento Interativo e *Feedback*, com duas cada.

Quadro 13 - Síntese das principais estratégias metacognitivas

Nº	Autores	Estratégias ou habilidades metacognitivas
1	Rosa; Alves Filho, 2008; Rosa, 2011; Rosa; Alves Filho, 2012; Rosa; Alves Filho, 2013; Rosa <i>et al.</i> , 2014; Rosa, 2014; Gewehr, 2019; Rosa; Villagrá, 2020; Biazus, 2021; Biazus <i>et al.</i> , 2022; Maman <i>et al.</i> , 2022.	Pensamento Metacognitivo
2	Pereira; Andrade, 2012; Bergold <i>et al.</i> , 2017; Nora <i>et al.</i> , 2021; Santos <i>et al.</i> , 2021.	Autoavaliação
3	Pereira, 2011; Lima, 2013; Silva <i>et al.</i> , 2014; Corrêa <i>et al.</i> , 2018; Tino, 2022.	Reflexão ou autoreflexão
4	Locatelli; Ferreira; Arroio, 2010; Locatelli, 2011; Locatelli; Arroio, 2014; Locatelli, 2016; Fernandes; Locatelli, 2021.	Metavisualização
5	Cardoso <i>et al.</i> , 2009; Ghiggi, 2017; Rosa; Ghiggi, 2017; Rosa; Ghiggi, 2018; Rodrigues, 2023.	Resolução de problema
6	Gomes; Almeida, 2017; Chicória, 2018; Magalhães <i>et al.</i> , 2023.	Consciência Metacognitiva
7	Boszko, 2019; Boszko; Rosa, 2021; Silva, 2022.	Diários de aprendizagem
8	Carvalho; Pereira, 2017; Rosa <i>et al.</i> , 2020.	Elaboração de questões
9	Maximo-Pereira; Abib, 2020; Ribeiro, 2021; Ribeiro <i>et al.</i> , 2022.	Leitura
10	Sandrin <i>et al.</i> , 2004; Tavares <i>et al.</i> , 2018.	Mapas Conceituais
11	Santos; Infante-Malachias, 2010.	Modelo Didático Analógico (MDA)
12	Barros <i>et al.</i> , 2004; Gonçalves <i>et al.</i> , 2011.	Engajamento Interativo
13	Machado, 2021.	Feedback

Fonte: elaborada pela autora (2025).

Temos no Quadro 13 treze estratégias ou habilidades metacognitivas distribuídas entre 47 produções. Das outras 17 pesquisas restantes, 10 estudos analisaram apenas uma habilidade ou estratégia metacognitiva: Aprendizagem Baseada em Problemas (Almeida; Chiaro, 2023), Autoquestionamento (Da Silva; Locatelli; Marcondes, 2022), Elaboração de explicações (Martins; Borges, 2007), Escrita e reescrita (Francisco; Campaner, 2020), Infográfico (Brabo; Contente, 2022), Modelagem (Silva, 2022), Portfólio (Locatelli; Alves, 2018), Produção de Vídeos (Soares 2022), Projetos e Relatórios (Zuliani; Ângelo, 1999), e repensar (Locatelli; Altarugio, 2017).

Os outros quatro estudos, de Pereira (2014), Soares (2022), Xavier (2022), e Maraglia, Peixoto e Santos (2023), apresentam mais de uma estratégia ou habilidade. Entre elas, destacam-se o Monitoramento e Controle, Ensino por Investigação, V de Gowin, 4E X2, EMPNOS, Quiz, Sublinhar, Visualizar, Pensar em Voz Alta, Intervenções Curriculares.

As estratégias experimentais são as estratégias metacognitivas mais utilizadas associada a evocação do pensamento metacognitivo. Em segundo lugar destacam-se autorreflexão e resolução de problemas De acordo com Locatelli (2020), professores que utilizam estratégias e os que criam ambientes que envolvem a metacognição de alguma forma, facilitam a aprendizagem em torno das informações e planejamentos dos alunos (Locatelli, 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou responder à seguinte pergunta: *Como se caracteriza a Metacognição no Ensino de Ciências?* Para tanto, identificamos 103 produções científicas utilizando sites de congressos e simpósios, Plataforma Qualis Periódicos Sucupira com os qualificadores A1, A2, A3, A4, B1 e B2, Portal de Periódicos da Capes, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e o Banco de Dissertações e Teses, e verificamos, em relação ao panorama geral das pesquisas, que: a temática Metacognição no Ensino de Ciências continua em crescimento (Brado, 2020); os estudos sobre Metacognição no Ensino de Física, de Química e de Ensino de Ciências possuem maior destaque, com o quantitativo de 43, 23 e 21, respectivamente, correspondendo a 42%, 22% e 20% das publicações; e 52% dos trabalhos encontrados são destinados à Educação Básica, com ênfase no Ensino Médio.

As produções identificadas foram organizadas em quatro categorias e quatro subcategorias, todas emergentes. A categoria “*O cenário da Metacognição no Ensino de Ciências*” buscou identificar como se caracteriza a pesquisa sobre a Metacognição no Ensino de Ciências, e foram encontrados oito estudos. O quantitativo apresentado não reflete a realidade das produções brasileiras, pois são sempre os mesmos meios de busca de dados, e os autores concordam que a quantidade de trabalhos encontrados é promissora, porém limitada, sendo necessário pensar em um sistema de pesquisa que faça referência à produção científica brasileira, a fim de facilitar o acesso a informações futuras (Maraglia; Assis; Peixoto, 2017).

A segunda categoria, denominada “*O papel do professor como mediador do processo de Metacognição no Ensino de Ciências*”, identificou quatro subcategorias: *Processo avaliativo sob a perspectiva da Metacognição*, *A formação docente impulsionada pela Metacognição*, *O desenvolvimento de Propostas Didáticas para promoção da Metacognição*

na sala de aula e Educação inclusiva numa perspectiva metacognitiva. Essas subcategorias estão diretamente relacionadas ao trabalho docente. Esses estudos são promissores, mas ainda incipientes. É urgente expandir as pesquisas que explorem a relação entre metacognição e avaliação, bem como metacognição e educação inclusiva, dada sua relevância e necessidade no contexto educacional, uma vez que foram encontrados poucos estudos, sete e três, respectivamente. Vale ressaltar a necessidade de envolvimento dos licenciandos, desde o início de sua formação, em projetos e atividades em que possam atuar como professores de forma crítica e reflexiva, além de ajudá-los a desenvolver um conhecimento metacognitivo e suas concepções de ensino e aprendizagem (Coelho *et al.*, 2012).

A categoria “*Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo*” teve como foco o estudante como protagonista da aprendizagem e principal alvo no aprendizado e desenvolvimento da metacognição. Embora os participantes das oito pesquisas analisadas sejam estudantes metacognitivos, a maioria não desenvolve estratégias metacognitivas de forma espontânea (Amaral; Guerra, 2022), cabendo ao professor treinar a, metacognição em suas aulas, uma vez que, sua atitude é fundamental no processo de aprendizagem de seus alunos (Portilho, 2011; Locatelli, 2014, Fonseca, 2014).

A última categoria, “*O uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências*”, buscou identificar as estratégias metacognitivas utilizadas em sala de aula, sendo as principais: Pensamento Metacognitivo, Autoavaliação, Reflexão/Autorreflexão, Metavisualização, Resolução de Problemas, Consciência Metacognitiva, Diários de aprendizagem, Elaboração de questões, Leitura, Mapas Conceituais e Modelo Didático Analógico (MDA). O emprego das estratégias metacognitivas ajuda os estudantes a refletirem sobre o próprio processo de aprendizagem (Infante-Maraglia, *et al.*, 2023). Logo, é interessante que o professor aborde diferentes estratégias metacognitivas em suas aulas, ampliando as possibilidades de aplicação pelos alunos.

Com base nas análises realizadas, ressaltamos que a metacognição promove uma reflexão sobre a prática pedagógica e o processo de aprendizagem dos estudantes. Além de estimular seu uso na sala de aula, a metacognição oferece diversas estratégias que podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, beneficiando tanto professores quanto alunos (Portilho, 2011; Fonseca, 2014; Rosa; Darroz, 2023; Amaral; Guerra, 2022).

PARTE II. METODOLOGIA DA PESQUISA E DO ENSINO

A PARTE II desta dissertação é caracterizada pela metodologia da pesquisa e pela metodologia de ensino. Esta segunda parte está dividida em dois capítulos.

O Capítulo 3 descreve a metodologia da pesquisa, que foi desenvolvida por meio da aplicação de uma proposta pedagógica no contexto escolar. Neste capítulo, apresentamos o desenho da nossa investigação: resgate dos objetivos e questões da pesquisa, as fontes e instrumentos de coleta de dados, o cenário de investigação, a forma como os dados serão apresentados e a metodologia de análise destes dados.

O Capítulo 4, por sua vez, propõe uma metodologia de ensino, como Produto Educacional, baseada nos princípios da neurociência e nas estratégias metacognitivas associadas a três abordagens de ensino. No final, são apresentadas algumas considerações sobre a recolha e análise dos dados.

Vimos nos capítulos anteriores que cada cérebro é único e, portanto, o aprendizado é individual, revelando características pessoais, de personalidade, cognição, habilidade, educação e a forma como o indivíduo comprehende o mundo ao seu redor (Estanislau, 2023). Segundo Amaral e Guerra (2022, p. 102), “em uma sala de aula cheia de estudantes com a mesma idade, nem todos estão igualmente prontos para aprender um novo conceito”.

Para alguns, o aprendizado pode demorar mais do que para outros (Estanislau, 2023), demandando do professor conhecimento sobre os princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas. Para isso, primeiramente, cabe ao professor respeitar a individualidade e o tempo de aprendizagem de cada aluno. É fundamental conhecer os interesses dos estudantes: “o que gostam de fazer, quais temas os motivam, quais são seus talentos e sonhos. Ao abrir esse espaço de diálogo, os professores enviam aos estudantes a mensagem de que suas experiências de vida são importantes e farão parte dos processos de ensino e aprendizagem” (Amaral; Guerra, 2022, p. 102).

Ao compreender que cada aprendizado é único, caberá ao professor promover a diversificação nas práticas educativas para favorecer a construção dos processos de aprendizagem, além de possibilitar que o aprendiz coloque em ação o seu próprio jeito de aprender (Amaral; Guerra, 2022).

Vimos também que os princípios neuroeducativos são fundamentos baseados em pesquisas das neurociências que são aplicados na educação para melhorar a aprendizagem. A partir desses conhecimentos, o professor pode planejar suas aulas e organizar o ambiente de forma atrativa e desafiadora por meio de estratégias metacognitivas que estimulam o estudante

a refletir sobre sua própria aprendizagem (Rushton; Larkin, 2001; Maraglia, Peixoto e Santos, 2020; Camilo, 2021; Amaral; Guerra, 2021).

De acordo com Amaral e Guerra (2022), a **metacognição é um princípio neuroeducativo**. Ademais, vinculados aos princípios neuroeducativos, o uso de estratégias metacognitivas nas aulas ajuda a promover autonomia, autocontrole e autoconsciências dos próprios processos de aprendizagem dos estudantes (Lent, 2019).

Para avançarmos com a discussão, a PARTE II desta dissertação é caracterizada pela metodologia da pesquisa e pela metodologia de ensino, estando dividida em dois capítulos.

O **Capítulo 3** descreve a metodologia da pesquisa, que foi desenvolvida por meio da aplicação de uma proposta pedagógica no contexto escolar. Neste capítulo, apresentamos o desenho da nossa investigação: resgate dos objetivos e questões da pesquisa, as fontes e instrumentos de coleta de dados, o cenário de investigação, a forma como os dados serão apresentados e a metodologia de análise desses dados.

O **Capítulo 4**, por sua vez, propõe uma metodologia de ensino, como Produto Educacional, baseada nos princípios da neurociência e nas estratégias metacognitivas associadas a três abordagens de ensino. No final, são apresentadas algumas considerações sobre a coleta e análise dos dados.

Esta parte da pesquisa apresenta os caminhos metodológicos que foram utilizados para validar uma proposição didática sobre a neuroeducação e a Metacognição no contexto da Educação em Ciências. O Capítulo 4, fundamentado nos princípios neuroeducativos e metacognitivos, também propõe ao professor refletir sobre sua prática pedagógica para atender à diversidade presente na sala de aula e incentivar o uso da Metacognição por parte de seus estudantes, por meio do uso de estratégias que promovam a autonomia, a autorregulação e a autoconsciência dos próprios processos de aprendizagem (Lent, 2019; Guerra, 2021; Acco; Rosa, 2021; Bica; Roehrs, 2021).

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE PESQUISA: CAMINHOS PARA RESPONDER O PROBLEMA DE PESQUISA

3.1 Resgatando o problema e objetivos da pesquisa

No intuito de contribuir com a pesquisa em Educação em Ciências, Neuroeducação e Metacognição, este estudo tem como problema de pesquisa a seguinte questão: *Como os princípios da neurociência e as estratégias de ensino metacognitivas podem contribuir para o desenvolvimento de metodologias e abordagens de ensino de Ciências?*

Esse problema emerge da necessidade de aprofundar o conhecimento em duas áreas de estudo e pesquisa, bem como em sua relação com o ensino de Ciências: Neuroeducação e Metacognição. A Neuroeducação traz evidências científicas sobre como o cérebro aprende de forma mais eficaz, com o objetivo de aplicá-las à Educação (Amaral; Guerra, 2022), enquanto a Metacognição pode melhorar significativamente o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais (Cleophas; Francisco, 2018).

Em resposta ao questionamento proposto, este estudo tem como objetivo geral: *Validar uma proposta pedagógica que integra os princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas com as metodologias e abordagens diferenciadas no ensino fundamental.*

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- 4) Propor e desenvolver uma prática educativa utilizando princípios neuroeducativos e estratégias de ensino metacognitivas em turma do Ensino Fundamental II.
- 5) Analisar quais habilidades neuroeducativas dos estudantes são mobilizadas por meio das estratégias metacognitivas utilizadas.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa (Lüdke; André, 2018) e é classificada como exploratória e explicativa (Gil, 2008), visto que busca entender a eficácia dos princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências. Além de se caracterizar como uma pesquisa participante, este estudo também é uma pesquisa de campo (Gil, 2008), pois realiza a coleta de dados junto aos estudantes de três escolas da rede pública de Diamantina, Minas Gerais. A investigação contou com a pesquisadora principal como mediadora da Sequência Didática (Capítulo 4), acompanhada pelos professores das três escolas participantes.

O estudo que se segue é uma ação para fortalecer e compreender a educação básica e está amparado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), dentro de um projeto maior, denominado “Caracterização dos projetos, programas e ações de intervenção em Ciências Naturais nas escolas vinculadas à Superintendência Regional e Secretaria Municipal de Ensino de Diamantina”, com o número CAAE 64530622.1.0000.5108.

3.2 Cenário e Sujeitos da Pesquisa

O cenário da pesquisa inclui três escolas da rede pública de ensino em Diamantina, Minas Gerais, as quais serão identificadas por EA, EB e EC. Nelas, foi desenvolvida uma proposta pedagógica, estruturada em uma Sequência Didática (SD), baseada nos princípios neuroeducativos e nas estratégias metacognitivas, que será aprofundada no Capítulo 4. A SD foi aplicada em quatro turmas do sexto ano dessas escolas.

Na primeira escola (EA), localizada na região central, participaram duas turmas: T1 e T2. A T1 teve as aulas nos dias 12 e 14 de agosto de 2024 e a T2 nos dias 12 e 15 de agosto de 2024. Na segunda escola (EB), situada em uma região periférica da cidade, a Turma 3 (T3) teve a SD desenvolvida no dia 30 de setembro de 2024. Na terceira escola (EC), localizada na área rural, a Turma 4 (T4) teve a SD desenvolvida em 6 de dezembro de 2024. No total, participaram 95 estudantes, sendo 31 na T1 e 18 na T2 da EA, 25 na T3 da EB e 21 na T4 da EC.

É importante evidenciar o motivo da escolha de três escolas e a participação dos estudantes. A SD foi planejada para ser realizada em três aulas em uma única escola. No entanto, devido aos ensaios para o desfile de Sete de Setembro na primeira escola (EA), o número de aulas foi reduzido para duas, impossibilitando o desenvolvimento completo das atividades e a coleta de dados nas turmas T1 e T2. Diante dessa situação, escolhemos uma segunda escola (EB). Porém, os estudantes dessa instituição estavam dispersos, o que dificultou a coleta de dados. Por fim, decidimos realizar a SD em uma terceira escola (EC), onde conseguimos conduzir as três aulas, com 50 minutos de duração cada. Nesta instituição, obtivemos sucesso tanto na execução das atividades quanto na coleta de dados em cada etapa.

Por princípios éticos, não serão revelados os nomes das escolas nem dos participantes, os quais serão referidos neste estudo por E1T1, E1T2, E1T3 etc. (Estudante 1 Turma 1, Estudante 1 Turma 2, Estudante 1 Turma 3, e assim por diante). Embora a segunda escola tenha apenas uma turma, esta será considerada como Turma 3, de acordo com a ordem de aplicação da SD.

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Os instrumentos e técnicas de coleta de dados fizeram parte da SD como atividades: (I) questionário de caracterização de conhecimentos prévios, reflexão das expectativas e consolidação do aprendizado (Apêndice 1), e fala dos estudantes em relação às problematizações e percepções sobre o conteúdo abordado. As falas foram coletadas por meio de gravação em áudio durante o desenvolvimento da SD e posteriormente transcritas em turnos de fala.

A resposta ao questionário foi realizada em dois momentos da primeira aula, caracterizando o uso da estratégia metacognitiva KWL. Antes de iniciar a aula, os estudantes deveriam responder duas perguntas: “1) *Anote aqui o que eu já sei sobre os cinco sentidos?*” e “2) *Pense em perguntas sobre o que gostaria de aprender sobre a visão*”. No final da SD, os estudantes retomaram o questionário para responderem à terceira pergunta: “3) *Pense em perguntas sobre o que gostaria de aprender sobre a visão?*”.

Nos momentos em que houve influência das professoras de Ciências, os dados foram transcritos, mas não analisados, uma vez que elas estavam fornecendo respostas ou levantando hipóteses para os estudantes. Assim, esses instrumentos e técnicas serão detalhadamente descritos no Capítulo 4: “Metodologia de Ensino: proposta de SD baseada nos princípios da neurociência e nas estratégias metacognitivas para o Ensino de Ciências”.

3.4 Metodologia de análise dos dados

Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise Textual Discursiva – ATD de Moraes e Galiazzi (2006) que contribuiu para responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos norteadores do estudo. Para os autores, a ATD é abordada em quatro etapas: *Seleção do corpus, Unitarização, Categorização e Metatextos* (Moraes; Galiazzi, 2006).

I. Seleção do corpus: o *corpus* desta pesquisa é constituído pelas falas resultantes da transcrição de áudios e pelas respostas dos estudantes ao questionário. O Quadro 1 ilustra um recorte do processo de seleção do *corpus* para esta pesquisa. Para isso, foram estabelecidos códigos de identificação para cada fala ou resposta escrita, utilizando as iniciais “E” de escola, seguidas de “A”, “B” ou “C” para cada escola (por exemplo: Escola A – EA, Escola B – EB, Escola C – EC). O “E” seguido por um numeral representa o estudante participante (por exemplo: Estudante 1 – E1, Estudante 20 – E20). O “T” seguido de um dos números de 1 a 4 representa cada turma em que foi

realizada a pesquisa (por exemplo: Turma 1 - T1 e Turma 2 para a Escola A, Turma 3 – T3 para a Escola B, Turma 4 – T4 para a Escola C etc.). Portanto, o código para Estudante 26 da Turma 1 da Escola A seria EAE26T1, seguido pela numeração correspondente à quantidade de trabalhos encontrados.

Quadro 1 - Exemplo prático de Seleção do *Corpus*

Código	Corpus (falas e texto)
EAE8T1	Que sem eles, é difícil a gente viver saudável, pois os 5 sentidos fazem parte do nosso corpo.
EAE1T1	Porque enxergamos juntos, se os olhos são separados?
EAE26T1	Quando a pessoa fica cega o que acontece com o olho dela?
EAE25T1	Eu aprendi que o ouvido tem líquido que nos dá equilíbrio. Obrigada professora!
EAE2T1	Eu aprendi que o olho é composto por várias partes e eu descobri que o cego tem o nervo óptico rompido.
ECE10T4	Eu pensaria assim. Eu pediria pra abaixar até onde minha paciência aguentar, depois eu ia chamar a polícia.
EAE8T1	Não dá pra sentir nada!
EAE3T1	O gosto fica diferente!
ECE13	Aprendi muitas coisas gostei bastante de aprender sobre o paladar.
ECE1T4	Sim todas as minhas perguntas foram respondidas. Hoje eu aprendi sobre o tato, paladar e audição. O que eu mais gostei foi sobre o paladar. Muito obrigada professora.
EAECT2	O que eu sei da visão: enxergar. O que eu sei da audição? Ouvir.
EAE14T1	Eu não sei muito, mas sei que existe o tato, a visão e os outros eu esqueci.

Fonte: Organizado pela autora (2025).

II. Unitarização: A unitarização consiste em estabelecer as relações entre os elementos unitários do texto do *corpus* proveniente das falas transcritas e das respostas escritas das atividades (Moraes; Galiazzi, 2011). Neste estudo, a unitarização consistiu na fragmentação das falas e dos textos produzidos pelos estudantes. O Quadro 2 exemplifica o processo de unitarização. Para cada unidade definida, foram adotados códigos que fazem referência ao *corpus* descrito anteriormente, adicionando uma letra minúscula para distinguir as variações (a, b, c, ...). Por exemplo: EAE14T1a - Reflexões sobre o que; EAE14T1b - reflexões sobre o que não sabe não; EAE14T1c - reflexão sobre o que eu esqueci.

Quadro 2 - Exemplo de unitarização

Unitarização
EAE8T1a - Conhecimentos prévios
EAE1T1a - O Conhecimentos prévios
EAE26T1a - Desejo de aprender
EAE25T1a - Aprendido
EAE2T1a - Conhecimento adquirido
ECE10T4a - Reflexão sobre o caso proposta de solução
EAE8T1a - Experimentação percepção dos sentidos
EAE3T1a - percepção dos sentidos
ECE13T4a - Emoção

ECE1T4a - Emoção
EAECT2a - Reflexão sobre o que sabe
EAE14T1a - Reflexões sobre o que; EAE14T1b - reflexões sobre o que não sabe não; EAE14T1c - reflexão sobre o que eu esqueci

Fonte: Organizado pela autora (2024).

III. Categorização: Nesta etapa, os dados são reorganizados conforme sua unidade de significado. Para esta pesquisa, esse foi o momento em que identificamos as categorias emergentes. O Quadro 3 apresenta um exemplo de como a categorização foi realizada a partir do agrupamento das unidades.

Quadro 3 - Exemplo de categorização

Categorias iniciais	Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Exemplos de Unidades	Subcategorias Emergentes	Categorias Pré-estabelecidas
EAE8T1a; EAE1T1a	1.1 Reflexão sobre os conhecimentos prévios	1. Reflexões sobre o próprio aprendizado
EAE26T1a	1.2 Reflexão sobre o que se deseja aprender	
EAE25T1a; EAE2T1a	1.3 Reflexão sobre o conhecimento adquirido	
EC E10T4a	2.1 Implicações e perspectivas derivadas do Estudo de Caso	2. Reflexões sobre o Estudo de Caso
EAE8T1a	3.1 Reflexão sobre o processo investigativo	3. Processo de Investigação baseada na estratégia de ensino metacognitiva 4Ex23
Subcategorias Emergentes		Categorias Emergentes
ECE1T4a; ECE1T43a; EAE3T1a	4.1 Elementos relacionados à neuroeducação	4. Aspectos Neuroeducativas no Ensino de Ciências
EAECT2a; EAE14T1a; EAE14T1b; EAE14T1c	5.1 Elementos relacionados à Metacognição	5. Aspectos Metacognitivas no Ensino de Ciências

Fonte: Organizado pela autora (2025).

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, o Quadro 4 apresenta três categorias pré-estabelecidas, três categorias emergentes e seis subcategorias emergentes, após a etapa de categorização.

Quadro 4 - Categorias e subcategorias emergentes

Nº	Categorias Pré-estabelecidas	Subcategorias Emergentes
1	Reflexão sobre a estratégia de ensino metacognitiva KWL	1.1. Reflexão sobre os conhecimentos prévios 1.2. Reflexão sobre o que se deseja aprender 1.3. Reflexão sobre o conhecimento adquirido
2	Reflexões sobre o Estudo de Caso	2.1. Implicações e perspectivas derivadas do Estudo de Caso
3	Processo de Investigação baseada na estratégia de ensino metacognitiva 4Ex2	3.1. Reflexão sobre o processo investigativo
Nº	Categorias Emergentes	Subcategorias Emergentes
4	Aspectos Neuroeducativas no Ensino de Ciências	4.1. Elementos relacionados à Neuroeducação
5	Aspectos Metacognitivas no Ensino de Ciências	5.1 Elementos relacionados à Metacognição

Fonte: Organizado pela autora (2025).

IV. Metatextos: Inclui a descrição, interpretação e análise, em forma de textos, das categorias e subcategorias da pesquisa, apresentando a teoria sobre os fenômenos investigados. Assim, os resultados encontrados e as discussões das categorias serão apresentados no Capítulo 5. Resultados e Discussões, na forma de metatextos explicativos.

CAPÍTULO 4. METODOLOGIA DE ENSINO: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA NEUROCIÊNCIA E NAS ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

4.1. Integrando os princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas com as metodologias e abordagens diferenciadas no ensino fundamental: contribuições da neuroeducação e Metacognição para o Ensino de Ciências

Os princípios da neurociência, aplicados à educação, são traduzidos em princípios e orientações práticas para nortear o trabalho dos professores e embasar políticas públicas (Amaral; Guerra, 2022). A quantidade desses princípios pode variar conforme o autor (Tokuhama-Espinosa, 2017; Amaral; Guerra, 2022; Rushton; Larkin, 2001).

Por exemplo, Tokuhama-Espinosa (2017) identifica seis princípios universais aplicáveis a toda aprendizagem e 21 individuais que podem variar conforme a cultura, a genética ou as experiências anteriores do aprendiz (Tokuhama-Espinosa; Nouri, 2020). Por outro lado, Amaral e Guerra (2022) apresentam 12 princípios diretamente relacionados à prática do professor em sala de aula e mencionam alguns que estão “relacionados às condições de saúde geral do aprendiz e aos fatores fisiológicos que influem na aprendizagem” (p. 90) (alimentação adequada, sono e atividades físicas), mas que não se relacionam à prática docente.

Os sete princípios da neurociência propostos por Rushton e Larkin (2001) foram adaptados por Bartoszeck (2006) e têm servido de inspiração para diversos autores com um foco mais amplo na educação. Seguindo essa linha, Camilo (2021) também realizou adaptações desses princípios, com ênfase no ensino de Ciências. Esses princípios estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais princípios da neurociência a partir de alguns estudos

Estudos	Princípios da neurociência
Tokuhama-Espinosa (2017)	<p>Princípios universais: Singularidade, 2. Potenciais diferentes, 3. Experiência anterior, 4. Mudanças constantes no cérebro, 5. Neuroplasticidade, 6. Sistemas de memória e sistemas de atenção são necessários para a aprendizagem.</p> <p>Princípios individuais: MOTIVAÇÃO influencia o aprendizado. 2. EMOÇÕES E COGNIÇÃO são mutuamente influentes. 3. ESTRESSE influencia o aprendizado. 4. ANSIEDADE influencia o aprendizado. No entanto, o que causa ansiedade em uma pessoa pode não causar ansiedade em outra. 5. DEPRESSÃO influencia o aprendizado. 6. O aprendizado é influenciado por DESAFIO E AMEAÇA conforme percebido pelo aluno. 7. Reações a EXPRESSÕES FACIAIS são universais, pois há seis ou sete estados emocionais reconhecidos por todos os humanos, bem como altamente individualizadas, pois a cultura de uma pessoa, bem como suas próprias experiências de vida passada condicionam as respostas a rostos. 8. O cérebro interpreta VOZES HUMANAS inconscientemente e quase imediatamente. 9. INTERAÇÕES SOCIAIS influenciam o aprendizado. Os humanos são seres sociais que aprendem uns com os outros. 10. ATENÇÃO é um fenômeno complexo composto por múltiplos sistemas que dão</p>

	<p>suporte a funções como metacognição, autorreflexão, atenção plena, estados de alto alerta, atenção seletiva e atenção focada. 11. A MAIORIA DO APRENDIZADO É CÍCLICO e avança e recua com base nos estágios de crescimento, reflexão, consolidação e na quantidade de repetição à qual se é exposto. 12. O aprendizado envolve PROCESSOS CONSCIENTES E INCONSCIENTES, que podem diferir de indivíduo para indivíduo com base em seu treinamento e outras experiências individuais. Princípio 13. O aprendizado é DESENVOLVENTE (natureza e criação), bem como EXPERIENCIAL (criação). 14. O aprendizado envolve o CORPO E O CÉREBRO, o que às vezes é chamado de cognição incorporada. 15. O SONO E OS SONHOS influenciam o aprendizado de diferentes maneiras. 16. A NUTRIÇÃO influencia o aprendizado. As necessidades nutricionais básicas são comuns a todos os humanos, no entanto, a frequência da ingestão de alimentos, o eixo intestino-cérebro e o equilíbrio do microbioma e algumas necessidades alimentares variam de indivíduo para indivíduo. 17. A ATIVIDADE FÍSICA influencia o aprendizado. 18. USE-A OU PERCA-A. 19. O FEEDBACK sobre o progresso do aprendizado influencia os resultados do aprendizado. 20. É mais fácil recuperar memórias quando fatos e habilidades estão inseridos em CONTEXTOS RELEVANTES E SIGNIFICATIVOS individualmente. 21. Os cérebros detectam NOVIDADES e buscam PADRÕES. (p. 65-67)</p>
Amaral e Guerra (2022)	<p>Professor: 1 Aprendizagem modifica o cérebro. 2 A forma como cada um aprende é única. 3 A interação social favorece a aprendizagem. 4 O uso da tecnologia influencia o processamento e o armazenamento das informações. 5 A emoção orienta a aprendizagem. 6 A motivação coloca o cérebro em ação para a aprendizagem. 7 A atenção é a porta de entrada para a aprendizagem. 8 O cérebro não é multitarefa. 9 Aprendizagem ativa requer elaboração e tempo para consolidação na memória. 10 A autorregulação e a metacognição potencializam a aprendizagem. 11 Quando o corpo participa, a aprendizagem é mais efetiva. 12 A criatividade reorganiza múltiplas conexões cerebrais e exerce o cérebro aprendiz.</p> <p>Aprendiz (fatores fisiológicos que influem na aprendizagem): Alimentação adequada, Sono, Atividade física.</p>
Rushton e Larkin (2001)	<ol style="list-style-type: none"> 1. A pesquisa cerebral indica que existem certas “janelas de oportunidade” para a aprendizagem. A “plasticidade” do cérebro permite que maiores quantidades de informação sejam processadas e absorvidas em determinados períodos críticos (Wolfe; Brandt, 1998). 2. As diferentes regiões do cérebro estão conectadas através de um sistema complexo de redes neurológicas sinápticas de dendritos. Um ambiente enriquecido aumenta o peso celular, a ramificação ambiental dos dendritos e as respostas sinápticas (Diamond; Hopson, 1998). 3. O cérebro muda fisiologicamente como resultado da experiência. Novos dendritos são formados diariamente, “ligando” novas informações a experiências anteriores. 4. O centro emocional do cérebro está ligado à capacidade de aprender. Emoções, aprendizagem e memória estão intimamente ligadas à medida que diferentes partes do cérebro são ativadas no processo de aprendizagem. As emoções positivas impulsionam a atenção, que por sua vez impulsiona a aprendizagem e a memória (Wolfe; Brandt, 1998). 5. A pesquisa cerebral indica que existem certas “janelas de oportunidade” para a aprendizagem. A “plasticidade” do cérebro permite que maiores quantidades de informação sejam processadas e absorvidas em determinado período crítico (Wolfe; Brandt, 1998). 6. Quando uma criança está envolvida numa experiência de aprendizagem, várias áreas do cérebro são ativadas simultaneamente. 7. O cérebro foi projetado para perceber e gerar padrões enquanto testa hipóteses. “O cérebro é capaz de processar muitas entradas ao mesmo tempo e prefere o multiprocessamento. Conseqüentemente, um ritmo linear mais lento reduz a compreensão” (Caine; Caine, 1997). 8. “Cada pensamento que pensamos, cada movimento que fazemos e cada palavra que dizemos baseia-se na comunicação elétrica e química entre os neurônios” (Wolfe; Brandt, 1997). (tradução nossa).
Bartoszeck (2006)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprendizagem & memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem. 2. O cérebro se modifica aos poucos fisiológicamente e estruturalmente como resultado da experiência. 3. o cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta. 4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.

	<p>5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.</p> <p>6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.</p> <p>7. O cérebro responde, devido a herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos. (p. 4)</p>
Camilo (2021)	<p>1. Cognição e as emoções se interligam quando ativado o processo de aprendizagem.</p> <p>2. O cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente, quando o professor propõe atividades práticas.</p> <p>3. Dependendo da atividade, o cérebro se mostra sensível, isto faz com que a aprendizagem ocorra indiferente da idade.</p> <p>4. O cérebro mostra plasticidade neuronal, contudo, maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.</p> <p>5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.</p> <p>6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.</p> <p>7. O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.</p>

Fonte: elaborada pela autora.

De acordo com Amaral e Guerra (2022), a **metacognição é um princípio neuroeducativo**. Partindo dessa afirmação, *como isso se caracteriza?* De fato, Fernandez-Duque, Baird e Posner (2000) afirmam que a metacognição está intimamente relacionada às funções executivas²⁶, mas que um não é sinônimo do outro. Nesse contexto, Amaral e Guerra (2022) explicam que:

Com o suporte das funções executivas, a metacognição possibilita ao estudante monitorar o processamento das informações em andamento (“*estou fazendo progresso suficiente na tarefa?*”); avaliar o domínio atual sobre a tarefa e o uso da estratégia (“*existe uma maneira melhor de resolver a tarefa?*”); experimentar e relatar diferentes níveis de certeza ou incerteza (“*não tenho certeza se lembrei disso mais tarde*”). Esse monitoramento depende da capacidade do cérebro de tomar consciência e refletir sobre a experiência de aprendizagem considerando emoções, memórias e crenças construídas ao longo da história de vida do indivíduo (Amaral; Guerra, 2022, p. 158).

Uma vez que a metacognição corresponde à capacidade dos estudantes de planejarem, monitorarem e avaliarem o próprio progresso acadêmico, é fato que a maioria dos aprendizes não desenvolve estratégias metacognitivas espontaneamente (Amaral; Guerra, 2022). Para as autoras, “é fundamental que o professor forneça instruções explícitas para que eles possam desenvolver a capacidade de gerenciar seu aprendizado de forma independente” (Amaral; Guerra, 2022, p. 160-161).

Para que os estudantes possam desenvolver os processos de metacognição e autorregulação, é imprescindível que o professor crie oportunidades para que eles, de forma ativa e sistemática, planejem e se organizem para a realização das tarefas. Além disso, monitorem seu desempenho e reflitam sobre os resultados obtidos (Amaral; Guerra, 2022). Esse

²⁶ Funções executivas “correspondem a um conjunto de funções mentais que nos possibilita o planejamento e a execução de ações necessárias para atingirmos objetivos, resolvemos problemas, interagirmos com o mundo diante das mais diversas situações” (Amaral; Guerra, 2022, p. 82).

processo pode ser facilitado por meio do uso de estratégias de ensino metacognitivas, uma vez que elas podem estimular e/ou desenvolver processos metacognitivos nos estudantes (Xavier, 2020). O autor afirma que, uma vez providos dessas capacidades, os alunos podem melhorar seu aprendizado.

Ao considerar a relação entre habilidades cognitivas e estratégias metacognitivas, Schmidt, Maier e Nückles (2012) afirmam que a metacognição pode fomentar, por exemplo, a motivação que é uma habilidade neuroeducativa. Além disso, Matos e Locatelli (2024) destacam que as emoções podem modular a atenção, a motivação e o comportamento de forma positiva ou negativa. Assim, recursos metacognitivos podem atuar como facilitadores no monitoramento e controle dessas emoções.

Buscando a melhoria na qualidade do Ensino de Ciências, identificamos uma relação entre as Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências (MADECs), propostas por Fernandes, Allain e Dias (2022), com os princípios neuroeducativos apresentados por Camilo, (2021) e as estratégias metacognitivas identificadas por Maraglia, Peixoto e Santos (2022). As MADECs são “um conjunto de metodologias, abordagens e perspectivas pedagógicas articuladas com diversas atividades, estratégias e recursos educacionais, que podem ser organizados pelas perspectivas das práticas educativas já consolidadas no ensino de Ciências” (Fernandes; Allain; Dias, 2022, p. 19).

Os autores propuseram 14 MADECs agrupadas em perspectivas e abordagens na forma de Práticas Educativas (Fernandes; Allain; Dias, 2022), conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Resumo das Metodologias e Abordagens Diferenciadas na perspectiva de práticas educativas para o Ensino de Ciências

Práticas Educativas	Propostas
Práticas Educativas numa perspectiva de organização e planejamento do conteúdo	Planos de Aula
	Os Três Momentos Pedagógicos
	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)
	Sequências Didáticas
Práticas Educativas numa perspectiva crítica	A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)
	Método da Pedagogia Histórico-Crítica
	O ensino de Ciências a partir de Questões Sociocientíficas (QSC)
Práticas Educativas numa perspectiva de renovação curricular	A Situação de Estudo (SE)
	A Abordagem Temática Freireana (ATF)
Práticas Educativas na perspectiva de educar por Pesquisas e Projetos	O Ensino de Ciências por Investigação (ENCI)
	Estudos de Caso ou Casos de Ensino
	Os Projetos Temáticos a partir da pedagogia de projetos
Práticas Educativas na Perspectiva de Metodologias e Atividades Ativas	Metodologias ativas: Aprendizagem Baseada em Problemas; Sala de aula invertida (<i>Flipped Classroom</i>); Aprendizagem Híbrida; Aprendizagem por Pares ou Times (<i>Peer Instruction</i>)
	Estratégias ativas: Grupo de estudo (entre pares ou Times); Jogos; Seminários; Elaboração de Mapas Conceituais; Tempestade de ideias (<i>Brainstorming</i>); Atividades Investigativas;

	Mesas redondas; Plenárias; Debates temáticos; Leitura comentadas; Oficinas; Dramatizações etc.
--	--

Fonte: Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 23).

Fernandes, Allain e Dias (2022), ao organizarem as diferentes abordagens, estratégias e dinâmicas didático-pedagógicas já consolidadas na educação em Ciências, oferecem aos licenciandos e professores de Ciências da Natureza práticas educativas que culminam em processos de ensino aprendizagem bem-sucedidos, nos quais o estudante passa a ser o sujeito que participa da construção do seu próprio conhecimento e o professor é o mediador/articulador dessa prática.

Ao desenvolver as MADECs na sala de aula, sugere-se que o professor fique atento aos princípios da neuroeducação e às possíveis estratégias metacognitivas a serem mobilizadas pelos estudantes. Os princípios da neurociência para o Ensino de Ciências, apresentados por Camilo (2021) no Quadro 6, reforçam a necessidade de o professor conhecer seus alunos e conhecer sobre o funcionamento do cérebro (Camilo, 2021; Guerra, 2021).

Quadro 6 - Princípios da Neurociência e suas aplicações na sala de aula

Princípio da neurociência	Atividades em Sala de Aula
Cognição e as emoções se interligam quando ativado o processo de aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades sociais, com argumentação, discussão; - Contexto escolar afetivo e tranquilo proporcionando ao aluno expor seus sentimentos e ideias.
O cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente, quando o professor propõe atividades práticas.	<ul style="list-style-type: none"> - Aulas práticas com o envolvimento ativo dos alunos; - Associações entre experiências prévias com o entendimento atual; - Propostas de atividades com metodologia ativas.
Dependendo da atividade, o cérebro se mostra sensível, isto faz com que a aprendizagem ocorra indiferente da idade.	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades didáticas e pedagógicas próprias para cada faixa etária; - Uso de unidades temáticas integradoras.
O cérebro mostra plasticidade neuronal, contudo, maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	<ul style="list-style-type: none"> - O aluno precisa sentir que faz parte das atividades proposta pelo professor; - As atividades precisam ser relevantes para a vida do aluno, para que ocorra a aprendizagem.
Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Levar em conta o cotidiano do aluno (contextualização).
O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.	<ul style="list-style-type: none"> - Promover situações em que se aceitem tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentação de evidências; - Uso de resolução de 'casos' e simulações.
O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar ocasiões para alunos expressarem conhecimento por meio das artes visuais, música e dramatizações.

Fonte: Camilo (2021, p. 6) adaptado de Rushton e Larkin (2001).

De acordo com Camilo (2021), atividades associadas a estratégias ativas, como experimentação, investigação e problematização, que consideram os conhecimentos prévios

dos alunos e sua relação com o cotidiano, fazem parte da construção do saber no ensino de Ciências.

Em relação às estratégias metacognitivas, Maraglia, Peixoto e Santos (2022) as definem como ações planejadas para potencializar a reflexão do estudante, “fazendo com que ele pense sobre o próprio processo de aprendizagem, permitindo a elaboração de estratégias diferenciadas conforme o grau de dificuldade” (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022, p. 4). Os autores, a partir de um levantamento bibliográfico, apresentam no Quadro 7 trinta e quatro estratégias de ensino metacognitivas, que potencializam a reflexão, a autoavaliação e a autorregulação do indivíduo sobre o seu processo de aprendizagem.

Quadro 7 - Estratégias de ensino metacognitivas

Estratégia de ensino metacognitiva	Descrição sucinta
4E x 2	A proposta do “4E x 2” consiste em um modelo instrucional para a promoção do aprendizado, ligando o conhecimento conceitual à experiências de aprendizagem por investigação. O 4E representa os termos <i>Engage</i> , <i>Explore</i> , <i>Explain</i> e <i>Extend</i> , e o 2 representa os termos <i>Reflect</i> e <i>Assess</i> . (Modelo instrucional)
Anotar	A anotação é tida como uma atividade significativa para a aprendizagem, capaz de fomentar a metacognição. Neste caso específico, os autores apresentam um sistema de anotação <i>online</i> que permite a criação de revisões de anotações e tarefas de casa, desenvolvido para auxiliar a aprendizagem.
Autoavaliação	A autoavaliação pode ser entendida como um processo no qual os estudantes coletam informações sobre o seu próprio desempenho e progresso, podendo comparar e definir critérios, metas ou padrões em conformidade com suas expectativas. É um tipo de avaliação formativa; não deve ser realizada como forma de determinar o próprio rendimento com fins puramente numéricos. Como tal, os propósitos da autoavaliação se enquadram em identificar os potenciais e debilidades, buscando promover a aprendizagem.
Autocorreção	Esta estratégia se baseia no pressuposto de que a autocorreção pode conferir ao aluno a capacidade de verificar o que tem sido efetivo ou não efetivo na sua aprendizagem durante a checagem das respostas e identificação das fontes de erros. Permite também uma autoavaliação de sua atividade enquanto aprendiz.
EMPNOS	EMPNOS é o acrônimo representando a sentença <i>Embedded Metacognitive Prompts based on Nature of Science</i> . Consiste em um conjunto de etapas sequenciais, contanto com <i>checklists</i> , questionamentos e atividades práticas com os alunos que integram processos metacognitivos com temas científicos, tratados como veículo para enfatizar a natureza da ciência.
IMPROVE	O IMPROVE tem como objetivo estimular a aprendizagem autorregulada pela utilização do autoquestionamento. É um acrônimo do termo completo: <i>Introducing the new concepts, Metacognitive questioning, Practicing, Reviewing and reducing difficulties, Obtaining mastery, Verification, and Enrichment</i> . A estratégia busca fazer conexões entre o conhecimento prévio e o conhecimento a ser aprendido, bem como utilizar estratégias apropriadas de resolução dos problemas, de forma a refletir todo o processo de resolução.
Jogo (GAME)	Nesta estratégia, ocorre a utilização de um jogo, um <i>game</i> , que utiliza conceitos científicos na resolução de problemas para superação de obstáculos. É nesta resolução e na tomada de decisão que se busca estimular o pensamento metacognitivo.

Estratégia de ensino metacognitiva	Descrição sucinta
Diário de aprendizagem	Esta estratégia se basia na escrita de um diário como elemento de motivação para estudantes, de forma a fazer com que o interesse pela ciência aumente. A metacognição se apresenta como meio de fomentar a motivação.
KWL	É um do acrônimo das três categorias de <i>Know</i> (o que já sei) <i>Want to know</i> (o que quero aprender) e <i>Learned</i> (o que aprendi). É uma estratégia de leitura que busca combinar o conhecimento prévio com a nova informação a ser aprendida; nesse processo, a metacognição é fundamental.
Mapa conceitual	O mapa conceitual é uma estratégia de representação visual de conceitos que possui uma organização hierárquica específica entre os conteúdos. Permite a explicitação do que se sabe e do que não se sabe, preenchendo lacunas existentes. Essa explicitação é muito importante para o desenvolvimento metacognitivo.
MORE	O MORE é um acrônimo de <i>Model, Observe, Reflect, Explain</i> . A proposta desta estratégia é tornar o aluno mais autoconsciente por meio da análise de evidências experimentais. É na reflexão que a metacognição é de grande importância nesta estratégia.
Portfólio	O portfólio consiste em uma espécie de diário mantido pelo estudante. Porém, é um diário especial, porque se refere ao processo de aprendizagem do aluno. Este catálogo permite a compreensão e a avaliação do processo de aprendizagem.
Questionar	Nesta estratégia, o questionamento é direcionado a uma forma de pensamento de ordem superior, cujo objetivo central é a compreensão, o monitoramento e o controle do processo de aprendizagem. Nestes processos de monitoramento e controle da aprendizagem, está presente a metacognição.
Quiz	Baseia-se na elaboração de pequenos testes na forma de <i>quiz</i> , contendo 5 questões produzidas pelos próprios alunos e respondidas pelos demais colegas. Este <i>quiz</i> tem como objetivo promover a aprendizagem autorregulada.
Solution Plan	É uma estratégia composta por 4 passos: (a) compreender a tarefa; (b) buscar o procedimento matemático; (c) usar o procedimento; e (d) explicar os resultados. Utilizando esses passos, o aluno pode detectar as suas falhas (como uma forma de autodiagnóstico) e, assim, estimular o pensamento metacognitivo.
Solve It	Esta se estratégia baseia na execução de 7 passos para a resolução de problemas: (a) ler para compreender; (b) parafrasear; (c) visualizar uma figura ou diagrama; (d) criar uma hipótese de plano para resolver o problema; (e) estimar a resposta; (f) realizar os cálculos; e (g) conferir o procedimento e os resultados. Ao seguir esses passos, o aluno é capaz de regular a própria performance de aprendizado.
STARtUP	Acrônimo de <i>STARt, Understand and Planning</i> . É uma estratégia que possui um diagrama de passos (início, dados, busca, imagem e heurística) no formato de uma estrela, que estimula o pensamento metacognitivo.
Sublinhar	Consiste na seleção ativa de partes de textos. Essa seleção confere, ao aluno, maior concentração ao identificar informações importantes no decorrer do texto. Isso depende do ativo funcionamento das capacidades metacognitivas.
V de Gowin	É uma estratégia iconográfica que permite que o aluno relate o domínio conceitual e metodológico, buscando implementar a aprendizagem significativa por meio da relação entre conhecimentos prévios e os conteúdos a serem aprendidos.
Visualização	Consiste em estimular os estudantes a fazerem representações dos conteúdos a serem aprendidos. Esta estratégia facilita a organização e integração num processo ativo de aquisição de informações, pois o aluno, por meio destas representações, atinge outros níveis de compreensão do conteúdo estudado.
Pensar em voz alta (<i>Think aloud</i>)	Divide o problema em 4 estágios: (a) compreender o problema; (b) elaborar um plano; (c) executar o plano; e (d) refletir. Por meio de autoquestionamento apoiado em uma lista de questões, problemas matemáticos são resolvidos. Os resultados visam desenvolver habilidades de pensamento como compreensão, reflexão e confiança.

Estratégia de ensino metacognitiva	Descrição sucinta
Prompts metacognitivos	<i>Prompts</i> metacognitivos ajudam os alunos a monitorar e avaliar a sua aprendizagem. A partir de problemas, comandos e representações gráficas, os alunos são estimulados a analisar, interpretar e explicar a química por trás das representações, abordando o macroscópico, o microscópico e a química de processo.
Modelo 5E	Modelo 5E (<i>Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, and Evaluation</i>). Tarefas de aprendizagem definidas no estudo orientam, sequencialmente, reconhecer conceitos anteriores, explorar o contexto real, explicar fenômenos observados, aplicar à sua vida real e, após, fazer avaliações pessoais de desempenho de aprendizagem e das estratégias empregadas.
Modelo 7E	O modelo instrucional 7E foi uma extensão do modelo 5E. Possui 7 fases: <i>Elicitation, Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation and Extension</i> . Em relação ao 5E, foram adicionadas: examinar o conhecimento prévio dos alunos; e aplicação do conhecimento adquirido na vida diária ou transferência de aprendizagem em uma nova situação.
MSCL	<i>Metacognitive Strategy combined with Cooperative Learning</i> . Realizada em duas etapas: (a) identificação de preconcepções por meio de folha de autocompreensão e avaliação para respostas relacionadas aos tópicos estudados, seguido de debate em grupo e respostas às questões de conteúdo; e (b) nova folha de autocompreensão e avaliação para registro de mudança de pensamento e pontuação da autoavaliação.
I&R	<i>Inquiry and Reflection</i> . Após as sessões de laboratório, os alunos respondem a 7 questões para avaliar habilidades de compreensão, objetivos, interpretação e contradição; e a 11 questões para avaliar habilidades de argumentação, indução, dedução, conflitos, ambiguidade e incerteza.
Intervenções curriculares	Compreende: (a) tarefas pré-aula ou lição de casa guiadas, com pergunta metacognitiva de conhecimento prévio e avaliação ou relato de seu nível de confiança sobre os conceitos; (b) trabalho colaborativo de três a cinco indivíduos, com discussão sobre o questionário e avaliação própria e dos colegas; e (c) revisão de exames para correção das questões erradas, avaliar fontes, diagnosticar as razões de erros; e (d) reflexão sobre os resultados e comparação do próprio desempenho com o inicial.
TBIT	<i>Thinking-Based Instruction Theory</i> . Baseado em 5 princípios de ensino (estimular o interesse e a motivação; conflito cognitivo; construção do conhecimento; autorregulação e metacognição; e aplicação e transferência) e 6 etapas básicas de instrução (criação de situação; questionamento; inquérito independente; cooperação e comunicação; resumo e reflexão; e aplicação e transferência).
Programa de intervenção baseado em narrativas	Realizada em 3 sessões: (1) Narrativa pelo professor: as crianças são incentivadas a discutir as estratégias e mensagens embutidas na narrativa por meio de reflexões direcionadas (por exemplo: Por que a personagem está com medo? É comum ter medo de algo? Como você lida com seus medos? Que estratégias podemos usar para superar o medo do fracasso na escola?). (2) Recontação interativa pelos participantes, mediados pelo professor: as reflexões das sessões anteriores são relembradas. (3) Consolidação com atividade individual/grupal para promoção da autorregulação.
MS-PDCA	<i>Metacognitive learning Strategy (Preparing, Doing, Checking, and Assessing & following-up)</i> . A estratégia consiste em 4 fases: preparar para estudar; facilitar aprendizado ativo; refletir sobre o processo de aprendizado; e avaliar o progresso frente aos objetivos.
FACT + R2C2	<i>FACT (Figure out a plan, Act, Compare, Tie) and R2C2 (Restate, Reasons, Counterclaim, Conclusion)</i> . A partir de gráficos e problemas matemáticos, estudantes são conduzidos a criar um plano, agir de acordo com ele, comparar o raciocínio com um colega e amarrar o argumento. Ainda, utilizam perguntas direcionadas que incentivam autoquestões, argumentos e explicação justificada.
POW+TREE	<i>POW (Pick my idea, Organize my notes, Write and say more) and TREE (Topic, Reasons, Explanations, Ending)</i> . A estratégia se baseia em escolher uma ideia, organizar anotações e escrever algo mais. Aliada com a escrita sobre o tópico, ajuda a apontar razões, explicar razões e redigir resultado final.

Estratégia de ensino metacognitiva	Descrição sucinta
TRAP	A estratégia TRAP (<i>Think, Read, Ask, Paraphrase</i>) é adequada para textos da área de ciências. Inclui 4 etapas: pensar antes de ler; ler o parágrafo, perguntar a si mesmo a ideia principal e parafrasear.
FAST DRAW	FAST DRAW (<i>Find, Ask, Set up, Tie down, Discover, Read, Answer, Write</i>) é uma estratégia em 8 passos para resolução de problemas em que o professor orienta os alunos a pensarem sobre os problemas, levando-os à compreensão e à resolução.

Fonte: Maraglia, Peixoto e Santos (2022, p. 10-14, grifo dos autores).

Como a maioria dos estudantes não desenvolve estratégias metacognitivas de forma espontânea, conhecê-las ajudará o professor a utilizá-las em suas aulas e a fornecer instruções para que seus alunos possam desenvolver a capacidade de gerenciar seu aprendizado de forma independente (Amaral; Guerra, 2022).

A partir dos princípios da neurociência e sua aplicação no contexto escolar (Camilo, 2021), foi possível identificar alguns pontos semelhantes a serem desenvolvidos nas aulas de Ciências, utilizando as práticas educativas das MADECs e as estratégias de ensino metacognitivas. Essa informação está sintetizada no Quadro 8.

Quadro 8 - Síntese entre MADECs, Princípios da Neurociência para sala de aula e Estratégias de Ensino Metacognitivas

Princípios da Neurociência	Neuroeducação	MADECs	Estratégias de Ensino Metacognitivas
Semelhanças utilizadas na sala de aula			
Cognição e emoções se interligam quando ativado o processo de aprendizagem.	<u>Atividades sociais</u> com: argumentação, discussão e conhecimentos prévios.	Três Momentos Pedagógicos, Abordagem Ciência-Tecnologia e Sociedade (CTS); Método da Pedagogia Histórico-Crítica, Abordagem Temática Freireana ensino de Ciências a partir de Questões Sociocientíficas (QSC), Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)	IMPROVE; Intervenções curriculares; KWL.
O cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente, quando o professor propõe <u>atividades práticas</u> .	Aulas práticas com o envolvimento ativo dos alunos; Associações entre experiências prévias com o entendimento atual; Propostas de atividades com metodologia ativas.	Ensino de Ciências por Investigação (ENCI); Estudos de Caso ou Casos de Ensino; Projetos Temáticos de Ciências; Metodologias ativas: Aprendizagem Baseada em Problemas; Sala de aula invertida (<i>Flipped Classroom</i>); Aprendizagem Híbrida; Aprendizagem por Pares ou Times (<i>Peer Instruction</i>).	4E x 2; Modelo 5E; Modelo 7E; MORE; KWL; I&R; MPROVE e Intervenções curriculares;
Dependendo da atividade, o cérebro se mostra sensível, isto faz com que a	Uso de <u>unidades temáticas integradoras</u> .	Três Momentos Pedagógicos Abordagem Temática Freireana (ATF); Situação de Estudo (SE) Projetos Temáticos de Ciências	Todas as Estratégias de Ensino Metacognitivas

Neuroeducação		MADECs	Estratégias de Ensino Metacognitivas
Princípios da Neurociência	Semelhanças utilizadas na sala de aula		
<u>aprendizagem ocorra indiferente da idade.</u>			
O cérebro mostra plasticidade neuronal, contudo, maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	<u>Atividades precisam ser relevantes para a vida do aluno, para que ocorra a aprendizagem.</u>	CTS; QSS; ENCI; Estudo de Caso; Projetos Temáticos de Ciências; Situação de Estudo (SE); Abordagem Temática Freireana (ATF)	4E x 2; Modelo 5E; Modelo 7E; MORE; KWL; I&R; MPROVE; Intervenções curriculares e V de Gowin.
Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.	Levar em conta o <u>cotidiano do aluno</u> : contextualização	Abordagem Temática Freireana (ATF) Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Projetos Temáticos de Ciências.	KWL
O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando <u>testa hipóteses</u> .	<u>Resolução de ‘caso’</u>	Estudos de Caso ou Casos de Ensino; Aprendizagem baseada na resolução de problemas; Ensino de Ciências por Investigação; Projetos temáticos de Ciências	Programa de intervenção baseado em narrativas; <i>Solve It</i>
O cérebro responde, devido à herança primitiva, às <u>gravuras, imagens e símbolos</u> .	Artes visuais e uso de Dramatização	Estratégias ativas: Grupo de estudo (entre pares ou Times); Elaboração de Mapas Conceituais e Mентais; Tempestade de ideias (<i>Brainstorming</i>); <i>Role-play</i> ; júri simulado; dramatizações.	Visualização; <i>Solve It</i> ; Mapas Conceituais e <i>Prompts</i> metacognitivos

Fonte: Elaborado pela autora

O Quadro 8 apresenta uma diversidade de metodologias e estratégias metacognitivas associadas a princípios neuroeducativos, que podem ser utilizadas no ensino de Ciências. Segundo Camilo (2021) e Amaral e Guerra (2022), conhecer os estudantes é fundamental para que o professor escolha as estratégias mais adequadas para a sala de aula. É importante desenvolver propostas que atendam às necessidades e à realidade de cada estudante (Camilo, 2021).

Vale ressaltar que a síntese apresentada no Quadro 4 é uma proposição inicial voltada para o ensino de Ciências. Nesta pesquisa, mostraremos um exemplo de como alguns princípios da neurociência, associados às MADECs e às estratégias metacognitivas, podem ser utilizados. No entanto, é importante lembrar que as práticas do Quadro 4 são sugestões que buscam promover reflexões, permitindo que os professores organizem e reorganizem suas abordagens de ensino conforme as necessidades e realidades de suas turmas.

4.2 Propondo um Produto Educacional no formato de uma Sequência Didática

Para alcançar os objetivos apresentados neste estudo, foi elaborada uma SD que relaciona três práticas pedagógicas pertencentes às MADECs de Fernandes, Allain e Dias (2022): as abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Estudo de Casos e Ensino de Ciência por Investigação (ENCI). Essas abordagens foram complementadas por três princípios neuroeducativos (Camilo, 2021) e por três estratégias de ensino metacognitivas (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022).

A neurociência e a metacognição fundamentam a prática pedagógica já existente, demonstrando que estratégias que respeitam o funcionamento do cérebro (Guerra, 2011) e ações planejadas para potencializar a reflexão do estudante (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022) tendem a ser mais eficazes. Por isso, optamos por utilizar perspectivas de ensino e práticas pedagógicas já consolidadas, presentes no livro *Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências*, de Fernandes, Allain e Dias (2022). Como estamos trabalhando com pré-adolescentes que estão na sala de aula, precisamos entender a cabeça desses estudantes para mostrar ao professor o que deve ou não ser feito.

Amparada na BNCC (Brasil, 2018), foi elaborada uma SD relacionada com os objetos do conhecimento disponibilizados no Plano de Curso para as turmas participantes. As habilidades que estruturaram a SD consistiram em: (EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções, e (EF06CI08) Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão. Essas informações estão sintetizadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Síntese da SD utilizando MADECs, princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas

Conteúdo a ser trabalhado a partir da BNCC: Sistema Sensorial (Tato, Olfato, Visão, Audição e Paladar). Unidade Temática: Vida e Evolução Objetos do conhecimento (OC): Lentes corretivas Tempo estimado total: 3 aulas com 50 minutos cada.			
Nº de aulas	Princípios da Neurociência	Estratégias de Ensino Metacognitivas	MADECs
Aula 1: A importância da visão	<i>O cérebro mostra plasticidade neural, contudo maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender</i>	KWL	Abordagem CTS organizada a partir dos Três Momentos Pedagógicos
Aula 2: A importância da audição	<i>O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses</i>	Programa de intervenção baseado em narrativas	Estudo de Casos de Ensino de Ciências

Aula 3: Tato, Gustação e Olfato	<i>O cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente, quando o professor propõe atividades práticas.</i>	4E x 2	Ensino de Ciências por Investigação
--	---	--------	-------------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora

Conforme apresentado no Quadro 5, a SD foi dividida em três aulas, cada uma com duração de 50 minutos. Cada aula empregou uma metodologia ou abordagem diferenciada, um princípio neuroeducativo e uma estratégia metacognitiva, conforme será detalhado nos tópicos seguintes.

A escolha das práticas pedagógicas associadas aos princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas, foi baseada no conteúdo Sistema Sensorial (tato, olfato, visão, audição e paladar). As atividades foram elaboradas para fazer sentido aos estudantes, estimulando o pensamento crítico, a resolução de problemas e promovendo experimentações e investigações durante a aula prática.

O tema “Sentidos Sensoriais” foi selecionado após consulta ao cronograma de uma das professoras e ao Plano de Curso, respeitando as diretrizes estabelecidas pela BNCC e aprovado para a sua replicação nas outras duas escolas. No ensino fundamental, são abordados apenas os cinco sentidos, dessa forma, foram abordados na SD os sentidos tato, olfato, visão, audição e paladar.

4.3 Proposta pedagógica baseada na abordagem CTS organizada a partir dos Três Momentos Pedagógicos

A aula, baseada na abordagem CTS, seguiu os níveis de execução descritos por Fernandes, Allain e Dias (2022) no Quadro 6. A SD baseou-se no desenvolvimento de uma prática discursiva e dialogada, com apoio do livro didático (escolas A e B), datashow (escola C) e um modelo anatômico do olho humano. e

A aula explorou o tema “A importância da visão” e utilizou o princípio neuroeducativo de que *o cérebro mostra plasticidade neural. No entanto, uma maior densidade sináptica não prevê, necessariamente, uma maior capacidade generalizada de aprendizagem*. De acordo com esse princípio, o aluno precisa sentir que faz parte das atividades propostas pelo professor, as quais devem ser relevantes para sua vida para que a aprendizagem ocorra (Camilo, 2021).

Em consonância com esse princípio, utilizamos a estratégia de ensino metacognitiva KWL, acrônimo para as três categorias: ***Know*** (o que já sei), ***Want to know*** (o que quero aprender?) e ***Learned*** (o que aprendi?). Trata-se de uma estratégia de leitura que busca

combinar o conhecimento prévio com a nova informação a ser aprendida. Nesse processo, a metacognição é fundamental (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022) (Quadro 10).

Quadro 10 - Etapas da abordagem CTS organizada pelos 3MP, segundo Fernandes, Allain e Dias (2022).

Etapas	1º Momento: Problematização Inicial ou Estudo da Realidade	Temática	Recursos	Estratégias
1)	Introdução de um problema social	<i>Apresentação do problema social: O excesso do uso de telas pode prejudicar a visão e causar problemas de saúde mental e pública?</i>	<i>Folha com exercício, estratégia metacognitiva KWL</i> <i>Reportagem: Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências.</i>	Leitura da reportagem
2)	Discussão e análise da questão social original	<i>Apresentação dos tópicos para a discussão e análise da questão social original: Consequências da Saúde mental no uso excessivo de telas</i>	<i>Reportagem: Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências.</i>	Discussão sobre as consequências da Saúde mental no uso excessivo de telas
3)	Discussão e análise da tecnologia relacionada ao tema social	<i>Apresentação dos tópicos para a discussão e análise da tecnologia relacionada ao tema social: Quais são os tipos de telas eletrônicas, quais as mais utilizadas, quais as suas influências nas lentes do olho humano e qual é o seu impacto social?</i>	<i>Reportagem: Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências.</i>	Discussão sobre tipos de telas e quais as mais utilizadas pelos jovens.
Etapas	2º Momento: Organização do Conhecimento	Conteúdos	Recursos	Estratégias
4)	Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida	Introdução do sistema sensorial. Partes do olho Problemas de visão	Livro didático, Data show, modelos anatômicos	Desenhos no quadro ou imagens projetadas no quadro,
5)	Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado	Lentes ópticas (convergentes e divergentes) e a lente do olho humano (cristalino)	Modelos anatômicos	Discussão acerca do uso excessivo das telas
Etapas	3º Momento: Aplicação do conhecimento	Temática	Recursos	Estratégias
6)	Retomada das questões propostas para discussão no primeiro momento pedagógico.	<i>Indicar a questão discutida no primeiro momento pedagógico: Excesso de uso de telas</i>	<i>Reportagem: Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências.</i>	Apresentar as ações existentes para minimizar este problema.

		eletrônicas e o impacto para lente do olho humano	especialistas; veja consequências	
7)	Análise e discussão de novas situações	<i>Indicar novas situações relacionadas ao tema CTS estudado:</i> Leitura de livros e redução do tempo para acesso das telas eletrônicas.	<i>Reportagem:</i> Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências	Reforçar que não é necessário parar de usar as telas eletrônicas, mas delimitar um tempo preservando a saúde do cérebro e dos olhos.
8)	Produto da aula elaborado pelos alunos: resolução de problemas	Capacidade de autorregulação/ auto-organização do tempo de uso das telas	<i>Reportagem:</i> Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências <i>Folha com exercício, estratégia metacognitiva KWL</i>	Identificar as consequências ao realizar atividades ao ar livre

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de Fernandes, Allain e Dias (2022).

1º Momento: Problematização Inicial ou Estudo da Realidade: Iniciamos a aula com os passos **K** (“o que sei?”) e **W** (“o que quero saber”) da estratégia de ensino metacognitiva **KWL**, questionando os estudantes sobre o que eles sabiam a respeito dos cinco sentidos e o que desejavam aprender sobre o tema (Figura 1). Esse momento também foi seguido pela leitura da reportagem “Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas; veja consequências²⁷”. O texto passou por uma pequena adaptação, devido à limitação de tempo da aula, conforme consta no (Anexo1).

Nas etapas dois e três, foram realizadas discussões sobre as consequências para a saúde mental do uso excessivo de telas, sobre os diferentes tipos de tela, quais são as mais utilizadas, quais suas influências nas lentes do olho humano e qual é o seu impacto social.

²⁷

<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2023/12/10/uso-prolongado-de-telas-por-criancas-e-adolescentes-preocupa-especialistas-veja-consequencias.ghtml>

Figura 1 - Preenchimento dos passos K e L da Atividade 1



Fonte: Acervo da autora, 2024

2º Momento: Organização do Conhecimento: Nas etapas quatro e cinco, ocorreram aulas expositivas dialogadas com os conteúdos relacionados à visão. Foram utilizados desenhos no quadro, imagens do livro didático nas escolas A e B, datashow na escola C (Figura 2 e 3) e um modelo anatômico do olho humano (Figura 4).

Conforme afirmam Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 52), “as mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas”. Durante esse processo, o uso de modelos didáticos pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem, uma vez que eles “aumentam o envolvimento dos alunos com a aula, aumentando a atenção e promovendo a participação e compreensão dos conteúdos de forma dinâmica e prazerosa” (Silva *et al.*, 2021, p.17).

Figura 2 - Aula expositiva dialogada na Escola A, Turma 2, utilizando livro didático como recurso



Fonte: Acervo da autora, 2024

Figura 3 - Aula expositiva dialogada na Escola C, Organização do conhecimento



Fonte: Acervo da autora, 2024.

Figura 4 - Interação dos estudantes da Escola C, utilizando modelo anatômico do olho humano



Fonte: Acervo da autora, 2024

3º Momento: Aplicação do conhecimento: Nesta última etapa, ocorre a sistematização do conhecimento que vem sendo incorporado pelo estudante. São retomadas as questões propostas, analisadas em forma de discussão para propor novas situações relacionadas ao tema CTS e sugerir um produto. Por fim, deve ocorrer o passo **L** (O que eu aprendi?). Nessa fase, o professor deve instruir seus alunos a escrever o que aprenderam, questionando se suas perguntas foram respondidas, caso contrário, o professor deve agir para satisfazer as curiosidades, inquietações e incompreensões dos alunos (Ribeiro; Rosa; Zoch, 2021).

4.4 Proposta pedagógica baseada nas etapas de desenvolvimento do Estudo de Casos de Ensino de Ciências

A segunda aula, baseada no Estudo de Caso de Ensino de Ciências, seguiu os níveis de execução apresentados por Fernandes, Allain e Dias (2022). Foi conduzida por meio de uma roda de conversa, com suporte do livro didático nas escolas A e B, datashow na escola C e de um modelo anatômico da orelha humana. Os principais conteúdos utilizados foram: estrutura e funcionamento da orelha, equilíbrio, poluição sonora e problemas auditivos.

A aula denominada “A importância da audição” teve como princípio neuroeducativo o seguinte: “*O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses*”. Nesse princípio, o professor precisa promover situações em que se aceitem tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentar evidências, utilizando resolução de casos e simulações (Camilo, 2021). Alinhada a esse princípio, aplicamos a estratégia de ensino metacognitiva “**Programa de intervenção baseado em narrativas**”, realizada em três sessões:

(1) Narrativa pelo professor: as crianças são incentivadas a discutir as estratégias e mensagens embutidas na narrativa por meio de reflexões direcionadas (por exemplo, por que a personagem está com medo? É comum ter medo de algo? Como você lida com seus medos? Que estratégias podemos usar para superar o medo do fracasso na escola?).

(2) Recontação interativa pelos participantes, mediada pelo professor: as reflexões das sessões anteriores são relembradas.

(3) Consolidação com atividade individual/grupal para promoção da autorregulação (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022, p. 14) (Quadro 11).

Quadro 11 - Síntese das etapas de desenvolvimento do Estudo de Casos de Ensino de Ciências segundo Fernandes, Allain e Dias (2022).

Etapas do Estudo de caso	Sessões do Programa de intervenção baseada em narrativas
Etapa 1: Apresentação das características da proposta, organização da sala para a realização dos trabalhos solicitados e início dos trabalhos com o caso	Sessão 1: Narrativa pelo professor
Etapa 2: Discussão das questões relacionadas ao caso	Sessão 2: Recontação interativa pelos participantes, mediados pelo professor:
Etapa 3: Apresentação oral da solução dos casos pelos grupos e avaliação da proposta	Sessão 3: Consolidação

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de Fernandes, Allain e Dias (2022)

Etapa 1: Apresentação das características da proposta, organização da sala para a realização dos trabalhos solicitados e início dos trabalhos com o caso: Nesta etapa, foi realizada a leitura do texto “Desliga o Som!!!” (Quadro 12), seguida de uma discussão em roda de conversa.

Quadro 12 - Caracterização do estudo de caso

Desliga o Som!!!!

Deisiene Gonçala

Lucas e Joana moram na cidade de Diamantina em Minas Gerais com seus três filhos: Pedro com 12 anos, Sabrina com 15 anos e Joãozinho com apenas 20 dias de vida. A família segue a mesma rotina todos os dias: dorme às 09 horas da noite, acordam às 05h30min da manhã. As crianças vão para a escola localizada a dois quarteirões da casa da família por volta das 06h40min e voltam para casa às 11h30min. O pai vai para o trabalho às 07 horas e volta às 17h e a Mãe fica em casa cuidando do bebê.

A família sempre foi bem-organizada, cumprindo seus horários à risca, porém, há duas semanas, as crianças começaram a chegar atrasadas na escola e muito cansadas, dormindo durante as aulas.

A professora, muito preocupada com a situação, chamou os pais para conversar e descobriu que após a abertura de um bar, ao lado da casa da família, ninguém conseguia dormir direito devido ao alto volume das músicas tocadas no bar todas as noites.

Os pais visivelmente cansados, estressados e tristes relataram o desespero com a situação vivida e pediram ajuda à professora para solucionar o problema, pois não aguentavam mais ver seus filhos chorando por causa do barulho.

Imagine que vocês fazem parte da família de Pedro e Joana, como a família conseguirá voltar a dormir com qualidade, evitando o mal rendimento dos filhos na escola?

Reflexões:

- a. Qual o problema enfrentado pela família, no caso “Desliga o Som!”?
- b. Como resolver a situação desta família que está sofrendo pelo cansaço e pelo sono excessivo dos filhos na escola?

Fonte: Acervo da autora, 2024.

Etapa 2: Discussão das questões relacionadas ao caso: Nessa etapa, foi realizada uma aula expositiva dialogada sobre a audição. Foram utilizados desenhos no quadro, livro didático na escola A, livro didático na escola B e imagens projetadas no datashow na escola C. Também foi utilizado um modelo anatômico da orelha para identificação das partes na orelha e sua função (Figuras 5 e 6).

Figura 5 - Aula expositiva dialogada sobre o sentido audição, na Escola C, T4



Fonte: Acervo da autora, 2024

Figura 6 - Explorando a anatomia da orelha na Escola C, T4.



Fonte: Acervo da autora, 2024

Etapa 3: Apresentação oral da solução do caso pelos grupos e avaliação da proposta:

Na terceira etapa, foram levantadas propostas de solução. Durante essa discussão, abordaram-se as consequências do contato excessivo com sons em volumes elevados, os níveis de decibéis adequados para audição, a lei do silêncio e cuidados ao higienizar a orelha. Como soluções para resolver o problema, os estudantes propuseram: diálogo, denúncia à polícia, mudança de residência em casos extremos, denúncia a programas de TV e até atitudes violentas.

Um fato interessante ocorrido na escola C foi que, após a aula, os estudantes puderam se colocar no lugar de uma colega autista, sensível ao som, e que usa tampões quando a turma começa a falar muito alto ou a gritar. Sempre que lembravam da colega, abaixavam o tom da voz.

4.5 Proposta pedagógica baseada nos níveis de execução do Ensino de Ciências por Investigação

A terceira aula baseou-se no Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), seguindo os níveis de execução de Fernandes, Allain e Dias (2022). Foi conduzida através de uma prática discursiva e dialogada, com suporte do livro didático, do datashow e de um modelo anatômico da pele humana e da cabeça humana para demonstrar a língua e o nariz.

A aula foi denominada “Tato, Gustação e Olfato”, e o princípio neuroeducativo proposto na SD do Quadro 9 foi o de que *o cérebro se modifica, aos poucos, tanto fisiológica quanto estruturalmente, quando o professor propõe atividades práticas*. Nesse princípio, as aulas práticas incluem o envolvimento ativo dos alunos, a associação entre experiências prévias e o entendimento atual, e a implementação de atividades com metodologia ativas (Camilo, 2021).

Alinhada a esse princípio, aplicamos a estratégia de ensino metacognitiva *4E x 2*. A proposta do *4E x 2* consiste em um modelo instrucional para promover o aprendizado, conectando o conhecimento conceitual a experiências de aprendizagem investigativas. O símbolo *4E* representa os termos *Engage, Explore, Explain e Extend* (Envolver, Explorar, Explicar e Estender), e o *2* representa os termos *Reflect e Assess* (Refletir e Avaliar) (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022) (Quadro 13).

Quadro 13 - Etapas do ENCI segundo Fernandes, Allain e Dias (2022).

Nº	ELEMENTOS DAS AIEC	ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO
1	Problema	<p>1) O problema da atividade investigativa: Quais as diferenças entre os sentidos tato, olfato e gustação? Qual a interação dos sentidos olfato e gustação?</p> <p>2) As principais reflexões sobre o problema: Identificar as diferenças entre os sentidos: tato, olfato e gustação. A função específica de cada parte presente nos órgãos dos sentidos (tato, olfato e gustação) a serem estudados.</p> <p>3) Exemplos relacionados ao problema: Saber as principais diferenças entre os órgãos dos sentidos e como eles influenciam na percepção do ambiente: percepção de temperatura, cheiro e sabor.</p>
2	Hipótese	<p>1) Registro e avaliação das hipóteses: As hipóteses serão faladas e gravadas em áudio.</p>

3	Processo de investigação	<p>1) Descrição dos materiais utilizados na investigação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentos, objetos (lapiseira, caneta, caneta marca texto, e Lápis) e venda para estimular os sentidos. • Modelos anatômicos <p>2) Descrição do processo investigativo pelos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etapa 1: Os estudantes serão organizados em um círculo no meio da sala de aula. • Etapa 2: Serão apresentados os modelos anatômicos, que devem ser identificados com auxílio do livro didático e datashow. • Etapa 3: Com os olhos vendados os estudantes serão submetidos a diferentes estímulos (tocar em um milho de pipoca, ouvir o som do milho estourando, sentir o cheiro da pipoca, sentir o sabor da pipoca de olhos fechados, em seguida abrir os olhos e comer novamente a pipoca). • Etapa 4: Os estudantes deverão identificar oralmente o alimento e situações vivenciadas. • Etapa 5: Será realizado a sistematização, a partir da fala, dos órgãos do sentido, de acordo com a aula e exemplificação de suas percepções a partir da experimentação realizada na etapa 3.
4	Interpretação	<p>1) Análise e interpretação dos dados obtidos: os dados obtidos serão discutidos dos esquemas e experiências vivenciadas na sala de aula.</p>
5	Conclusão	<p>1) Sistematização e registro dos dados: Os estudantes deverão descrever os resultados de cada experimento representando cada sentido, e refletir sobre deficiências e dificuldades relacionadas a eles.</p> <p>2) Comunicação das informações: A comunicação será realizada através das respostas orais, argumentos e argumentações, realizadas durante as etapas de investigação, desenvolvidas durante a aula.</p> <p>3) Aplicação do conhecimento construído na atividade em outras situações: A aplicação do conhecimento se fará a partir de uma autocorreção dos esquemas elaborados pelo próprio aluno, promovendo, assim, as estratégias metacognitivas: autoavaliação e autocorreção.</p>
6	Organização do conhecimento	<p>1) Descrição das definições, conceitos, relações e leis: A partir das estratégias metacognitivas: autoavaliação e autocorreção identificadas serão resgatados os conceitos, relações e leis que não foram compreendidos pelos estudantes. Por exemplo, poderão ser aprofundados as estruturas presentes nos cinco órgãos do sentido e as funções delas como:</p> <ol style="list-style-type: none"> Cavidades nasais Fossas nasais Nervo olfatório Papilas gustativas Epiderme Umami Receptores sensíveis ao toque Derme Glândula sebácea

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de Fernandes, Allain e Dias (2022).

Problema e Hipótese: As duas primeiras etapas consistiram na apresentação do problema e levantamento de hipóteses. Foram apresentadas as perguntas que norteariam o

processo investigativo “Quais as diferenças entre os sentidos tato, olfato e gustação? Qual é a interação dos sentidos olfato e gustação? Em seguida, os estudantes levantaram hipóteses para responder o problema de pesquisa.

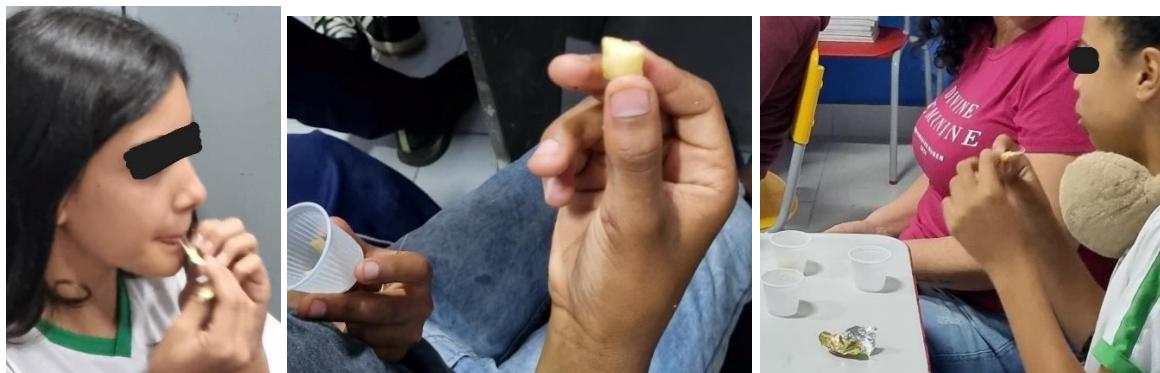
Processo de investigação: Nesta etapa da aula, ocorreu a investigação. O processo iniciou-se com uma aula dialogada apresentando as partes e funções da pele, nariz e língua. Em seguida, houve uma demonstração onde uma das estudantes teve os olhos tapados com as mãos e teve que identificar qual objeto estava em suas mãos (lápis, caneta, lapiseiras, caneta marca texto) (Figura 7). Ao conhecer as partes da língua, os alunos puderam identificar e experimentar os sabores básicos do paladar (Figura 8).

Figura 7 - Identificando objetos a partir do tato na Escola C, T4



Fonte: Acervo da autora, 2024

Figura 8 - Explorando os sabores básicos: umani, salgado e doce, Escola C, T4



Fonte: Acervo da autora, 2024

Ao final da investigação, os alunos foram vendados e estimulados a perceber os sentidos sensoriais, ouvindo o som do estouro de pipoca, sentindo o grão cru e estourado, identificando o cheiro de pipoca e, por fim, o gosto (Figuras 9 e 10).

Figura 9 - Investigaçāo às cegas, Escola C, T4



Fonte: Acervo da autora, 2024

Figura 10 - Explorando os cinco sentidos, Escola C, T4.



Fonte: Acervo da autora, 2024

Interpretação, Conclusão e Organização do conhecimento: No momento da interpretação, os estudantes analisaram a relação entre o olfato e o paladar ao comerem pipoca com o nariz tapado. Assim, puderam seguir para a fase da conclusão, respondendo à problematização de forma oral. Durante o processo de investigação, ocorreu uma aula expositiva. Assim, na fase de organização do conhecimento, os estudantes foram questionados sobre o conteúdo aprendido.

4.6 Algumas reflexões

A SD foi planejada para ser realizada em três aulas, mas, devido à demanda e à disponibilidade das escolas, o número de aulas variou nas Escolas A e B. Na escola A, a aplicação da pesquisa coincidiu com os ensaios de Sete de Setembro, reduzindo as aulas para duas sessões de 50 minutos cada. Apesar da mudança e dos ensaios durante a atividade, os estudantes participaram ativamente.

A organização das turmas também variou devido à quantidade de alunos. Na escola A, a Turma 1 permaneceu sentada em fileiras devido ao número de estudantes presentes na sala (31), pois qualquer alteração poderia tomar muito tempo da aula e gerar desatenção. Por outro lado, a Turma 2 iniciou sentada em fileiras na primeira aula e, na segunda, foi organizada em roda.

A Escola B disponibilizou apenas uma aula, e a turma foi organizada em um grande grupo, com as mesas unidas e os estudantes sentados ao redor. Além de levar tempo para a organização, os 25 alunos presentes estavam dispersos e envolvidos em conversas paralelas, o que impediu o rendimento da aula.

Na Escola C, os estudantes mudaram de sala, levando suas cadeiras e se sentando ao redor de uma bancada na sala dos professores. Essa mudança ocorreu para viabilizar o uso do datashow, pois era o único local adequado para esse recurso. Os 21 estudantes presentes participaram ativamente, fazendo perguntas e se engajando em todas as atividades práticas.

PARTE III. RESULTADO E DISCUSSÃO

Este tópico tem o propósito de apresentar e discutir os resultados da análise das categorias e subcategorias (Quadro 9) em forma de metatextos (Moraes; Galiazzi, 2006). A intenção é responder à pergunta-problema e alcançar os objetivos propostos por este estudo: *Como os princípios da neurociência e as estratégias de ensino metacognitivas podem contribuir para o desenvolvimento de metodologias e abordagens de ensino de Ciências?*

Vimos anteriormente que Amaral e Guerra (2022) apresentam a metacognição como um dos princípios da neurociência que potencializa a educação. Nesse sentido, buscamos compreender de que forma a integração entre Neuroeducação e Metacognição pode fortalecer a aprendizagem de Ciências. Para isso, analisamos as categorias que orientam nossa investigação sobre esse tema. De antemão, destacamos que, ao ser reconhecida como um princípio da neurociência, a metacognição, quando aliada a práticas educativas, contribui para o desenvolvimento da reflexão e da autonomia dos estudantes. Além disso, auxilia os professores na implementação de estratégias pedagógicas que favorecem a construção do conhecimento, tornando o ensino de Ciências mais alinhado aos processos cognitivos dos alunos.

CAPÍTULO 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

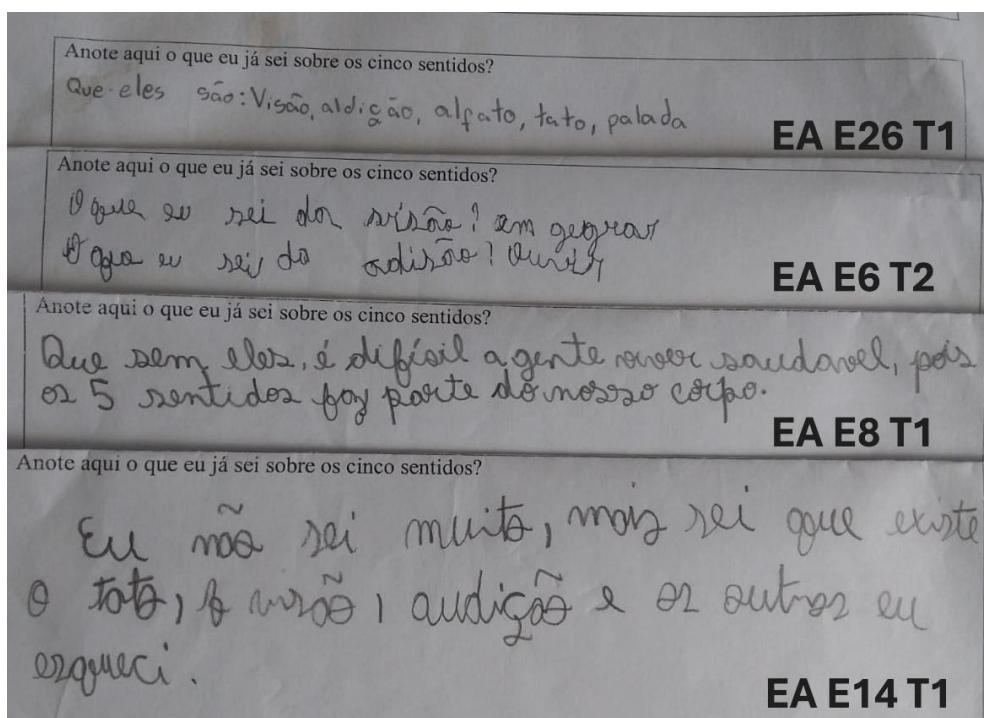
5.1 Categoria 1 – Reflexão sobre a estratégia de ensino metacognitiva KWL

A primeira categoria visa refletir sobre a estratégia de ensino metacognitiva *KWL*, que busca combinar o conhecimento prévio dos estudantes com a nova informação a ser aprendida (Maraglia *et al.*, 2022). Essa estratégia é baseada em três questões: “1. *O que eu sei sobre o assunto? (K)*; 2. *O que pretendo saber? (W)*; 3. *O que aprendi? (L)*” (Kopcke Filho, 1997), sendo analisada em três etapas correspondentes a cada pergunta, resultando nas etapas de análise K, W e L. Participaram desta primeira etapa as escolas A (T1 e T2) e C (T4).

5.1.1 Subcategoria 1.1: Reflexão sobre os conhecimentos preliminares

A subcategoria “Reflexão sobre os conhecimentos preliminares” analisou o que os estudantes sabiam sobre os cinco sentidos. Entre as respostas obtidas, 40% dos participantes citaram os nomes dos sentidos; 32% mencionaram e/ou explicaram um ou mais dos cinco sentidos; 24% afirmaram ter conhecimento sobre o tema ou optaram por não responder; 3% disseram conhecer todas as informações ou afirmaram saber os nomes e suas funções, mas não os mencionaram; e 1% destacou a importância dos sentidos para a saúde. A Figura 1 apresenta alguns exemplos de respostas dos estudantes.

Figura 1 - Exemplo dos conhecimentos prévios



A Figura 1 demonstra como os estudantes acessaram seus conhecimentos prévios, seja por meio de **autoquestionamentos, associações e autoavaliação**. Segundo Xavier, Peixoto e Veiga (2020), esses pensamentos metacognitivos apresentam benefícios educacionais, como a tomada de consciência sobre os processos cognitivos e a capacidade de autorregulação do aprendizado.

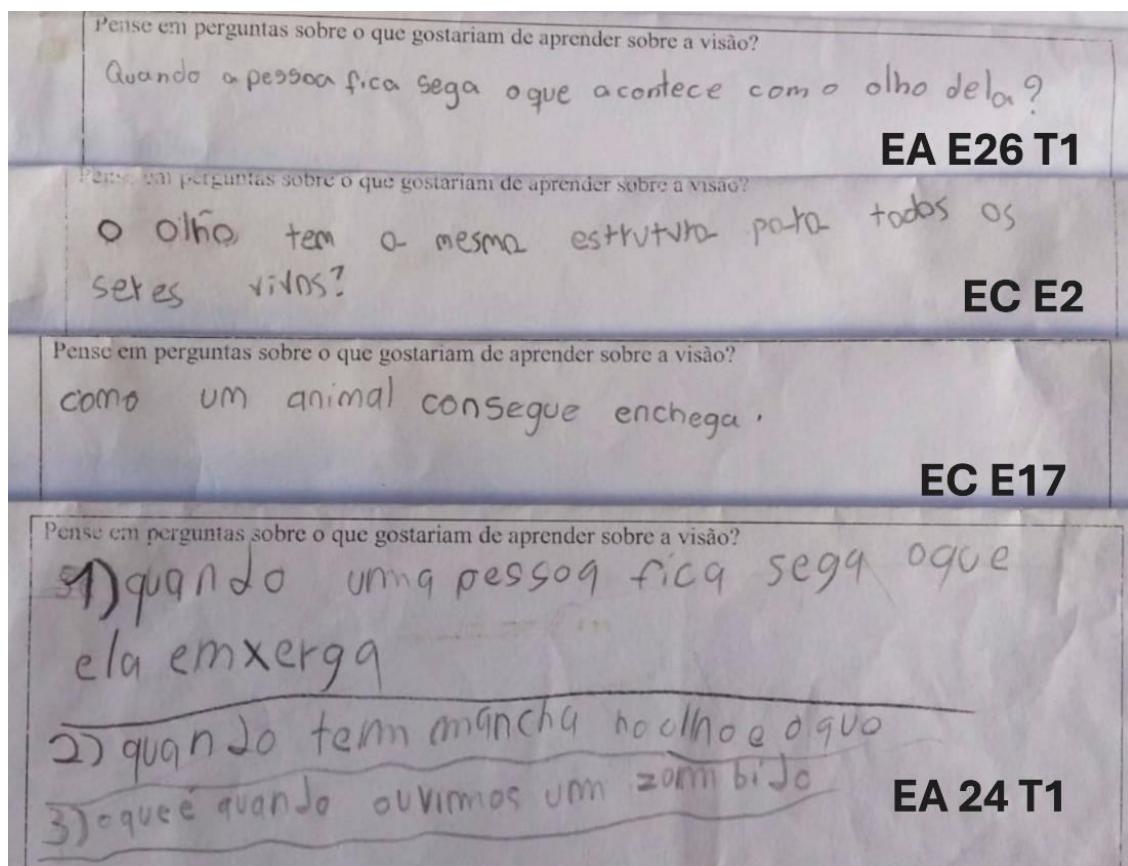
Esta fase da estratégia *KWL*, além de ativar os conhecimentos prévios dos estudantes e ajudar a interpretar o que será lido, permite ao professor estimular o autoconhecimento, a monitorização e a avaliação por meio de questões, a fim de organizar e ordenar a memória do estudante e descobrir o que não se sabe (Ribeiro; Rosa; Zoch, 2021).

Nas principais abordagens, metodologias e estratégias consolidadas no ensino de Ciências (Fernandes; Allain; Dias, 2022), há etapas específicas, normalmente no início da prática educativa, em que os estudantes acessam seus conhecimentos prévios. Exemplos disso incluem o primeiro momento pedagógico dos 3MP, o levantamento de hipóteses no ENCI e as situações-problema iniciais e introdutórias da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Essas etapas iniciais requerem atenção especial, pois permitem ao professor estimular o autoconhecimento, a monitorização e a avaliação por meio de questões que organizam e estruturam a memória do estudante, envolvendo processos metacognitivos, como autoquestionamento, associações e autoavaliação.

5.1.2 Subcategoria 1.2: Reflexão sobre o que se deseja aprender

Esta subcategoria consiste em compreender o que os estudantes querem aprender sobre a temática. Nesta etapa, identificamos dúvidas sobre as estruturas do olho, seu funcionamento, daltonismo e cegueira. A Figura 2 apresenta alguns exemplos do que se deseja aprender.

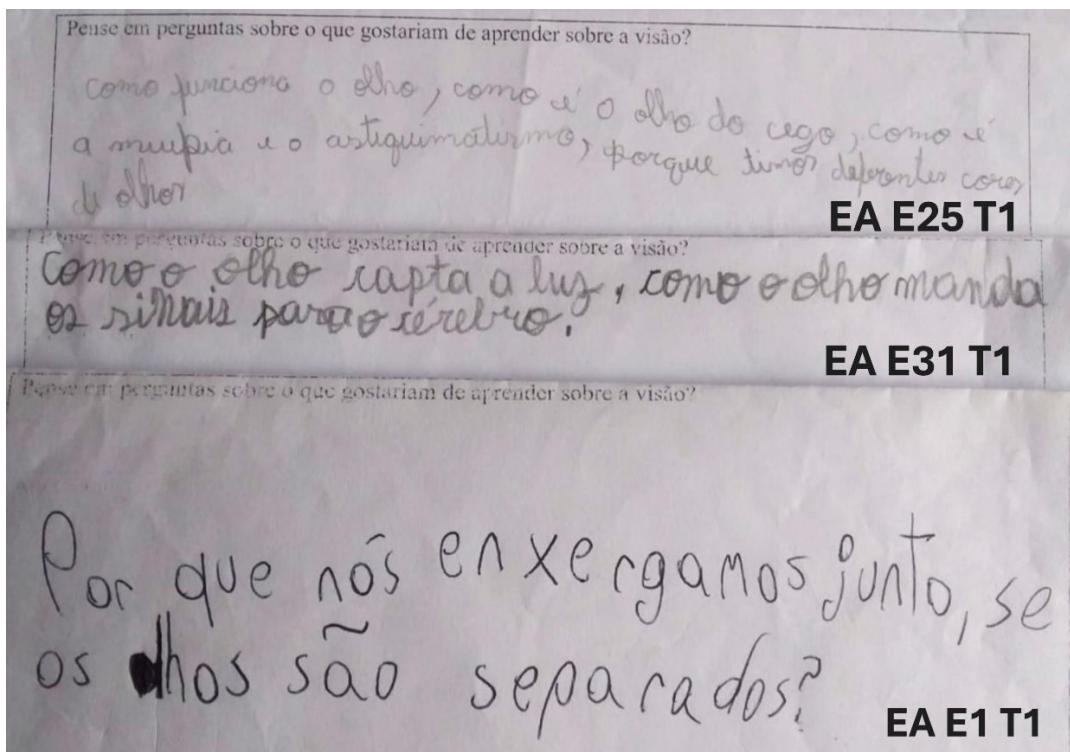
Figura 2 - Reflexões sobre o que os estudantes querem aprender



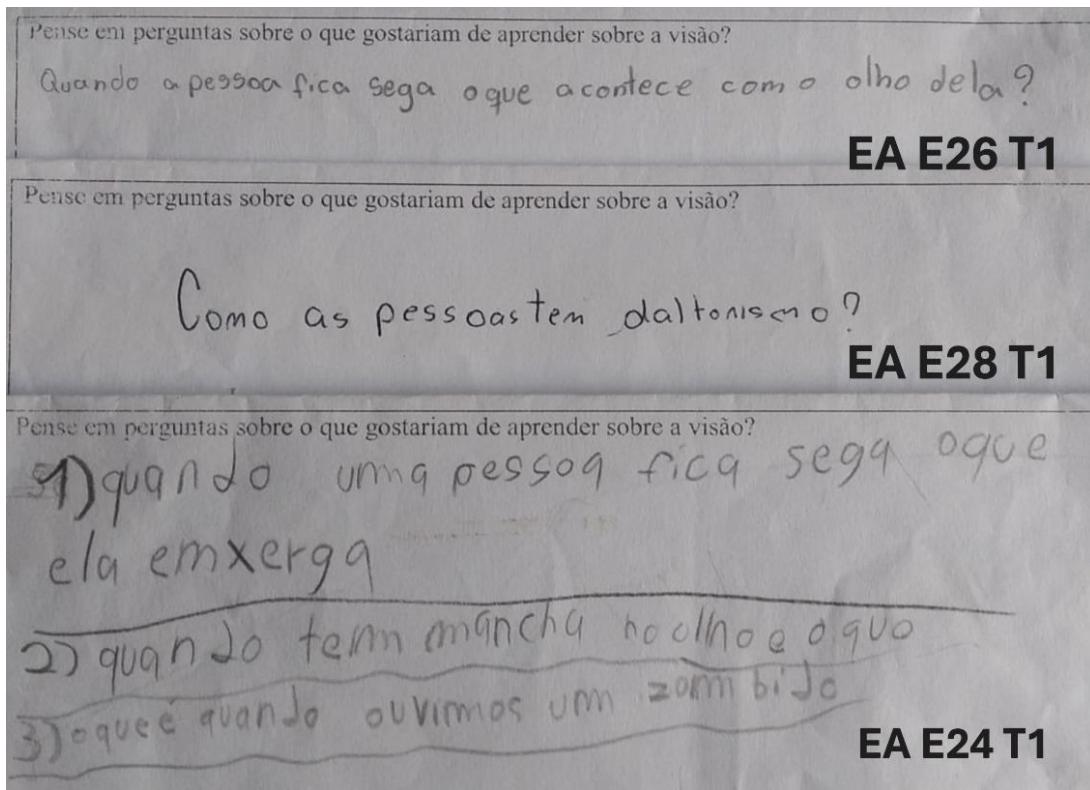
Fonte: Acervo da autora (2024).

A Figura 2 ilustra o interesse dos estudantes em compreender o funcionamento do olho (19%) e os problemas de visão (6%), como a miopia e o astigmatismo. No entanto, 31% dos participantes não fizeram perguntas; em vez disso, copiaram desenhos ou esquemas do olho humano presentes no livro ou no quadro, apresentaram afirmações sobre seu funcionamento ou não responderam. Outros 21% desejavam aprender sobre a estrutura do olho, 7% se interessaram por temas como cegueira, 9% por daltonismo e 3% por choro. Além disso, 4% queriam aprender sobre a visão dos animais, o olfato e a audição.

As Figuras 3 e 4 apresentam exemplos de perguntas, formuladas pelos estudantes, agrupadas conforme os diferentes tipos de dúvidas que gostariam de conhecer.

Figura 3 - Exemplos de perguntas sobre o funcionamento e a estrutura do olho

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Figura 4 - Exemplos de perguntas sobre daltonismo e cegueira

Fonte: Acervo da autora (2024).

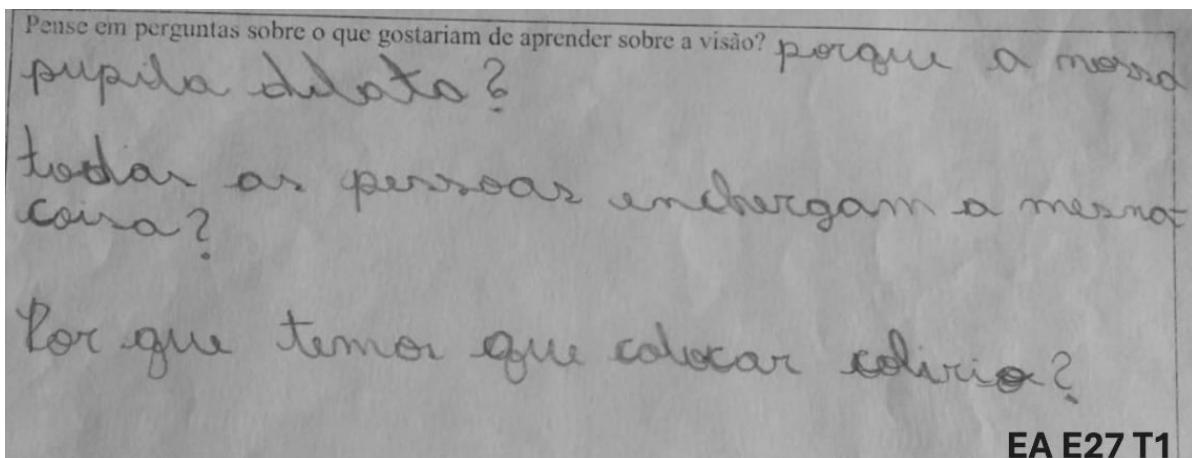
A partir da teoria, observamos que 69% dos participantes responderam, enquanto 31% não responderam, o que, para nós, é uma porcentagem alta, indicando que esses estudantes não sabem ou não querem pensar sobre o que desejam aprender. Sob o aspecto metacognitivo, Corrêa, Passos e Arruda (2018) afirmam que muitos estudantes, apesar de reconhecerem a exigência da tarefa e saberem o que precisa ser feito, escolhem não agir de maneira a aprender. Por isso, é necessário que o professor identifique esses momentos de desistência para retomar o fluxo do processo de aprendizagem.

A falta de motivação pode ter sido uma das razões pelas quais os estudantes não responderam ao questionário, uma vez que é ela quem coloca o cérebro em ação para a aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022). O professor pode oferecer opções sobre como os alunos preferem responder o questionário, inclusive utilizando ferramentas digitais. Segundo Amaral e Guerra (2022), ao promover a escolha, o docente cria um ambiente onde os alunos se responsabilizam pela própria aprendizagem, comprometem-se com atividades autodirigidas e encontram valor no próprio aprendizado, despertando sua motivação intrínseca para aquilo que é ensinado na sala de aula.

Embora a etapa **W** da estratégia *KWL* seja basicamente desenvolvida em grupos (Gomes; Ribeiro; Rosa, 2021), optamos nesta pesquisa por desenvolvê-la de forma individual, a fim de observar e analisar a participação ou não de cada indivíduo. Para Kopcke Filho (1997, p. 6), nesta etapa, cabe ao professor “coordenar a discussão; apontar o desacordo e/ou as lacunas de informação, a fim de estimular o aparecimento de perguntas que orientem a atenção dos alunos para a leitura. Isto requer que o professor domine o assunto e os vários enfoques em que ele é tratado”.

Além dos exemplos de perguntas sobre o olho humano, encontramos na Figura 4 a pergunta do Estudante 9 sobre problemas de audição, ou seja, ele demonstrou motivação sobre o que ele gostaria de conhecer, com a possibilidade de mobilizar sua atenção e reforçar seu comportamento para aprender (Galvão, 2017). Posteriormente a essa fase W da estratégia *KWL*, podem surgir novas perguntas, como exemplificadas na Figura 5 (Ribeiro; Rosa; Zoch, 2021).

Figura 5 - Surgimento de novas perguntas durante a leitura e desenvolvimento da aula



Fonte: Acervo da autora (2024).

A Figura 5 apresenta um exemplo de que o Estudante 27 não completou a fase W da estratégia metacognitiva KWL. As perguntas apresentadas por E27 foram formuladas após essa etapa. Sugere-se, portanto, que, ao utilizar um questionário, este seja dividido em duas partes. A primeira parte deve ser coletada com dois propósitos: evitar que os estudantes “burlem” e incluam perguntas que surjam na segunda parte, e servir como suporte para o professor entender as dúvidas dos seus alunos e direcionar suas aulas a fim de respondê-las. Assim, será possível avaliar as perguntas que os estudantes tinham antes da aula, e as que surgiram ao longo dela, permitindo analisar se as dúvidas foram respondidas.

Os dados sobre o desejo de aprender representam para as MADECs que, ao utilizar estratégias com base nas perguntas dos estudantes, pode-se transformar a dinâmica da sala de aula, além de oferecer a oportunidade de adaptar e melhorar as metodologias e abordagens de ensino. No caso da abordagem CTS, o professor “pode propor diferentes possibilidades em sala de aula, em uma perspectiva disciplinar ou multidisciplinar, levando em consideração os conteúdos que se quer trabalhar, os objetivos a serem alcançados pelos estudantes, como será o *feedback* e o conhecimento construído” (Fernandes; Allain; Dias, 2022, p. 133)

5.1.3 Subcategoria 1.3: Reflexão sobre o conhecimento adquirido

A terceira subcategoria analisa e promove reflexões sobre os conhecimentos adquiridos pelos estudantes após o desenvolvimento das aulas, a partir do questionamento: *Reflita sobre o que você aprendeu e como suas perguntas foram respondidas*. A maioria das respostas está relacionada à “visão”, com um total de 60,29% dos participantes; 16,17% responderam sobre todos os sentidos, e 23,52% não responderam.

Embora a primeira aula tenha sido relacionada à visão, as demais respostas sobre os outros sentidos surgiram porque alguns estudantes não conseguiram responder à atividade 1 (questionário KWL) no tempo estipulado, tendo que concluir-la na aula seguinte. As Figuras 6 e 7 exemplificam algumas reflexões sobre o conhecimento adquirido.

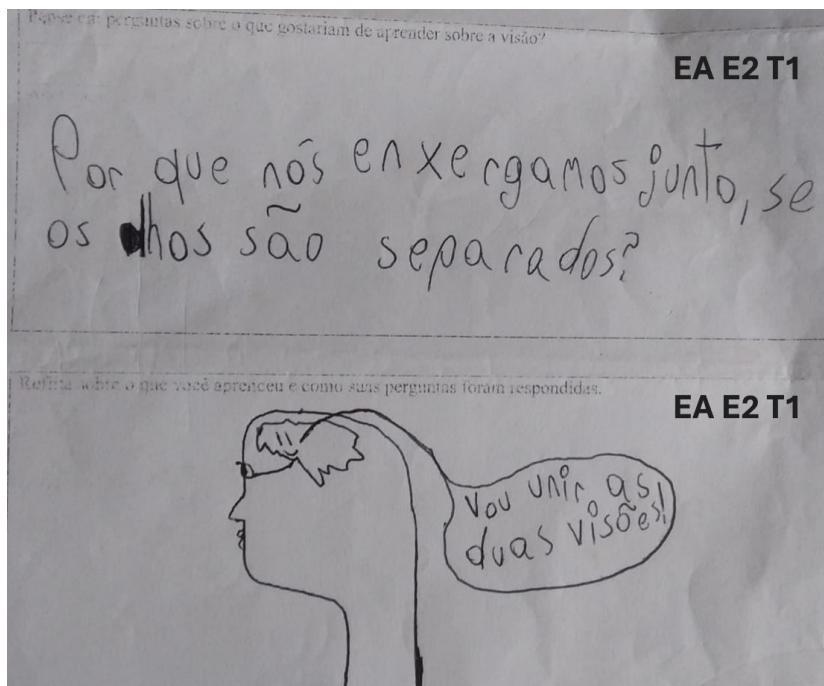
Figura 6 - Reflexão sobre o conhecimento adquirido

<p>Refletir sobre o que você aprendeu e como suas perguntas foram respondidas.</p> <p>Quando não devemos limpar o ouvido com cotonete. Porque pode furar o timpano.</p>	EA E26 T1
<p>Refletir sobre o que você aprendeu e como suas perguntas foram respondidas.</p> <p>Ao relaxar o nariz tem com a boca. porque você tem labirintite com o ouvido.</p>	EA E31 T1
<p>Refletir sobre o que você aprendeu e como suas perguntas foram respondidas.</p> <p>Eu aprendi que o ouvido tem um líquido que nos da equilíbrio abrigado por cima.</p>	EA E25 T1
<p>Refletir sobre o que você aprendeu e como suas perguntas foram respondidas.</p> <p>Eu aprendi que o olho é composto por várias partes e eu descobri que o cego tem o nervo óptico rompido.</p>	EA E2 T1

Fonte: Acervo da autora (2024).

A Figura 7, por exemplo, apresenta as etapas **K** e **L**, onde o Estudante E2 da T1 expõe sua dúvida e compartilha o que aprendeu a partir de sua participação na aula.

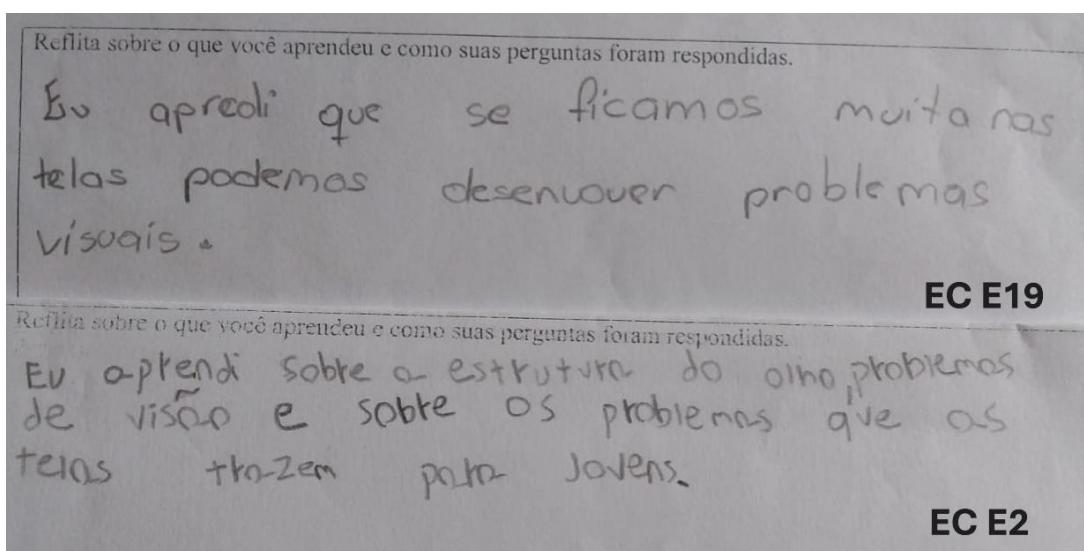
Figura 7 - Exemplos das etapas K e L da estratégia metacognitiva KWL



Fonte: Acervo da autora (2024).

A Figura 7 exemplifica o que o Estudante 2 aprendeu. No entanto, caso outro professor deseje reproduzir essa estratégia e não surjam perguntas, essa prática deve ser incentivada por meio de outras leituras, satisfazendo as curiosidades, inquietações e dificuldades de compreensão do estudante, tornando-o mais independente (Ribeiro; Rosa; Zoch, 2021). Dos 68 estudantes participantes que responderam a esta atividade, apenas dois relacionaram seu aprendizado ao problema social relacionado à abordagem CTS, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Respostas relacionadas à abordagem CTS



Fonte: Acervo da autora (2024).

Conforme mostrado na Figura 8, apenas dois estudantes mencionaram o problema social abordado na Aula 1. A temática foi desenvolvida em uma única aula de 50 min, devido à limitação de tempo para desenvolvê-la de forma mais aprofundada. No entanto, essa abordagem foi melhor trabalhada na Escola C. O Quadro 1 apresenta as propostas dos estudantes da Escola C para o problema social “*O excesso do uso de telas pode prejudicar a visão e causar problemas de saúde mental e pública?*”.

Quadro 1 - Proposta de soluções para o problema social

Turnos	Fragmentos de fala
33	<i>Mediadora: Vocês lembram quando lemos sobre alguns problemas que ocorrem se a gente ficar mexendo excessivamente no telefone, computador, videogame?</i>
34	<i>Unânime: Sim</i>
35	<i>Mediadora: O que vocês acham que podemos fazer para resolver, para minimizar?</i>
36	<i>Estudantes 10 e 3: Fazer atividade física, mais atividades fora de casa.</i>
37	<i>Estudantes 1, 13 e 20: Estudar!</i>
38	<i>Estudante 5: Arrumar a casa.</i>

Fonte: Organizado pela autora (2024).

Observa-se nos exemplos de turnos de fala do Quadro 10 que os estudantes propuseram soluções para o problema social da Aula 1, tais como atividades ao ar livre, estudar e arrumar a casa. Vale lembrar que as atividades físicas, bem como alimentação e sono de qualidade influenciam a aprendizagem (Lent, 2019). Portanto, a partir das falas dos estudantes, podemos identificar estratégias metacognitivas (*Estudantes 1, 13 e 20: Estudar!*), bem como princípios neuroeducativos (*Estudantes 10 e 3: Fazer atividade física, mais atividades fora de casa.*).

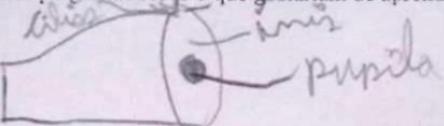
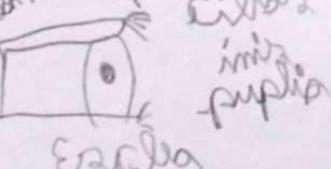
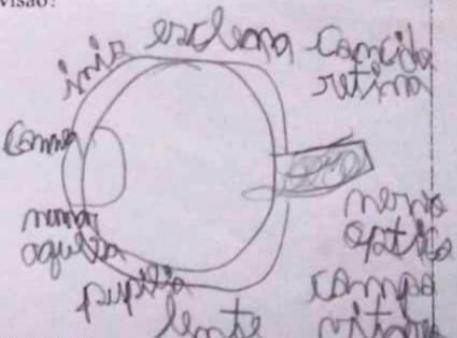
Organizamos a estratégia KWL de modo que os estudantes utilizassem uma única folha para registrar suas respostas e reflexões sobre cada passo da estratégia. No entanto, percebemos que, nesse formato, essa estratégia não foi totalmente eficaz, uma vez que alguns alunos deixaram para responder ao longo da aula, copiando as informações do livro, do quadro e até de outros colegas (Figura 9, 10 e 11).

Figura 9 - Respostas copiadas do quadro ou livro por alguns estudantes durante a KWL

Pense em perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a visão?	<i>coraçao, nervo óptico, retina.</i>	EA E3 T1
Pense em perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a visão?	<i>como funciona o olho, como é o olho do cego, como é a pupila e o astigmatismo, porque temos de proteger os olhos</i>	EA E25 T1
Pense em perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a visão?	<i>Quantas camadas temos no olho? Qual são os nomes dos vasos sanguíneos?</i>	EA E4 T1

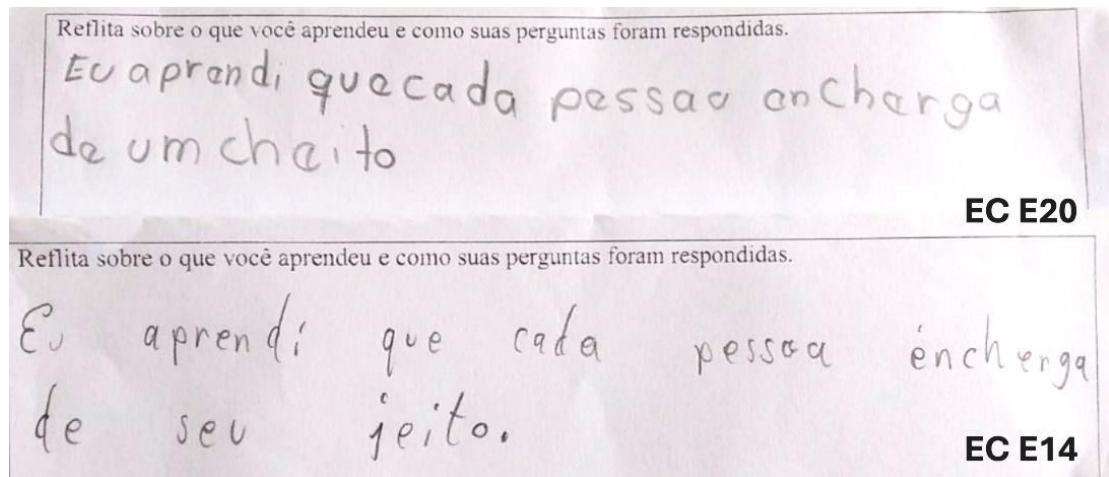
Fonte: Acervo da autora (2024).

Figura 10 - Desenhos copiados do quadro por alguns estudantes durante a KWL

Pense em perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a visão?	 <i>iris pupila</i>	EA E10 T2	
Pense em perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a visão?	 <i>cornea pupila retina</i>	 <i>cornea pupila lente retina nervo óptico campada</i>	EA E11 T2

Fonte: Acervo da autora (2024).

Figura 11 - Resposta copiadas entre os estudantes durante a KWL



Fonte: Acervo da autora (2024).

Observa-se que alguns exemplos de respostas da Figura 9 utilizam termos como “camadas do olho” (EAE3T1), apresentados durante a aula expositiva, assim como desenhos da anatomia do olho (Figura 10). Esses esquemas foram desenhados no quadro e estavam presentes no Livro Didático. Dessa forma, para evitar que o estudante seja um mero copista, cada etapa da estratégia metacognitiva KWL pode ser realizada em folhas separadas, com o monitoramento do professor, ou por meio do uso do *brainstorming*, anotando no quadro as respostas de cada estudante.

Sugere-se também que haja um intervalo entre os passos W e L. Dessa forma, o professor terá um tempo para identificar o que seus estudantes já sabem e o que desejam aprender, utilizando essas informações durante sua aula. Além disso, faz-se necessário, ao final da etapa L, que o professor promova uma autoavaliação para que os alunos possam refletir sobre o que aprenderam e se suas dúvidas foram sanadas.

5.2 Categoria 2 - Reflexão sobre o Estudo de Caso

Nesta categoria, em busca de compreender o princípio neuroeducativo de como “O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses”, foram analisadas a **reflexão** e a **autorregulação** dos estudantes a partir da estratégia de ensino metacognitiva *Programa de Intervenções Baseado em Narrativas*, que esteve associada à abordagem de ensino Estudo de Caso em Ciências (Fernandes; Allain; Dias, 2022).

5.2.1 Implicações e Perspectivas Derivadas do Estudo de Caso

De acordo com Ferreira (2022), os programas de intervenção devem “ensinar as habilidades executivas e metacognitivas direta e explicitamente, incluindo o uso da linguagem e o ato de falar consigo mesmo como ferramenta autorregulatória; que necessariamente sejam promovidas ocasiões para a prática das habilidades em diversas situações” (Ferreira, 2022, p. 36). Nesse sentido, para nós, a argumentação e as interações argumentativas desenvolvidas na sala de aula, além de serem prática epistêmica e social (Fernandes; Rodrigues; Ferreira, 2021), também são uma ferramenta metacognitiva reflexiva e autorregulatória para os estudantes.

Para exemplificar essa subcategoria, apresentamos no Quadro 2 alguns fragmentos de turno de fala referente ao Estudo de Caso. Ao lerem o texto “Desliga o som”, os estudantes são indagados sobre os problemas enfrentados pelos personagens, além de serem incentivados a propor soluções e refletir sobre políticas públicas para minimizar o problema.

Quadro 2 - Fragmentos de falas relacionadas a narrativa Estudo de Caso de Ciências

Turnos	<i>Fragmentos de fala 1</i>
79	<i>Mediadora: Por que o Pedro e a Marina estão chegando atrasados à escola?</i>
80	<i>Estudante 1 EA, T1: Porque eles estão com sono.</i>
57	<i>Unânime EA, T2: Por causa do barulho do bar.</i>
95	<i>E1 EB, T3: Porque eles estão com sono, então eles ficam dormindo na sala, né?</i>
Turnos	<i>Fragmentos de fala 2</i>
83	<i>Mediadora: O que os pais podem fazer para tentar minimizar essa situação.</i>
84	<i>E 3, 5, 12, 20, EA, T1: Chamar a polícia.</i>
85	<i>E 7 EA, T1: Mudar de casa.</i>
86	<i>E 3, EA, T2: Falar com o dono do bar pra ver se ele abaixa o volume e não ficar até às quatro horas da manhã.</i>
87	
120	<i>E3 EB, T3: Mudar de casa.</i>
121	<i>E8, EB, T3: Jogar uma bomba.</i>
122	<i>E5, EB, T3: Eu falaria para colocar na TV.</i>
123	<i>E7, EB, T3: Colocar tampão.</i>
51	<i>E10, EC, T4: Eu pensaria assim. Eu pediria pra abaixar até onde minha paciência aguentar, depois eu ia chamar a polícia.</i>
Turnos	<i>Fragmentos de fala 3</i>
94	<i>Mediadora: Existe um horário específico que o som pode ficar ligado?</i>
95	<i>E 11 Escola A T1: Até dez horas.</i>
35	<i>Unânime EA, T 2: Dez horas.</i>
59	<i>E 3 e 11 EC, T4: Dez horas.</i>
60	<i>E 2 EC, T4: Até onze horas.</i>

Fonte: Organizado pela autora (2024)

A partir dos turnos de fala dos fragmentos de Fala 1 (Quadro 11), é possível observar a identificação de um problema fisiológico (privação de sono) causado por uma interação social. No segundo fragmento, são apresentadas ações levantadas pelos estudantes a fim de solucionar o problema. Essas ações estão relacionadas com à moral, ética e política, uma vez que “apontam para ações que deveriam ser realizadas pelo setor público através de políticas públicas (Martins,

2023, p. 41)", como a Lei do Silêncio, que estabelece restrições quanto ao horário do uso de som em áreas residenciais após 22 horas, como exemplificado no Fragmento 3 (Oliveira, 2018).

Partindo da compreensão de que a interação social favorece a aprendizagem, segundo Amaral e Guerra (2022), a neurociência social²⁸ "busca compreender como as interações sociais influenciam o que pensamos e como nos relacionamos com o outro (e vice-versa) (p. 105)". Pereira (2023) afirma que indivíduos em situação de vulnerabilidade social enfrentam maiores dificuldades de aprendizagem".

Esta subcategoria apresenta a relação entre a estratégia de ensino metacognitiva *Programa de Intervenções Baseado em Narrativas* e a abordagem de ensino Estudo de Caso em Ciências. Ambas estimulam a reflexão e a autorregulação para a resolução de casos.

De acordo com Rushton, Eitelgeorge e Zickafoose (2003), o cérebro é projetado para perceber e gerar padrões ao testar hipóteses. Dessa forma, os professores devem aceitar tentativas e aproximações de informações à medida que os estudantes correm riscos para gerar hipóteses.

É possível identificar, nas falas do Estudante 10, no fragmento de fala 2, o uso de reflexão e autorregulação. Ele inicia refletindo sobre como reagiria à situação e sobre os próprios limites de paciência. Em seguida, apresenta autorregulação ao tentar resolver o problema:

Estudante 10: Eu pensaria assim. Eu pediria pra abaixar até onde minha paciência aguentar, depois eu ia chamar a polícia.

Em outro momento, o Estudante 10 também apresenta autorregulação e reflexão ao lembrar de uma experiência semelhante à vivida pelos personagens do caso:

Estudante 10: Ô Deisi, tinha uma festa de Santa Rita que continuou até de madrugada. Eu consegui não dormir, aí depois, no outro dia, voltei pro PIBID, eu tava quase dormindo aqui na sala.

Nesse fragmento de fala, o estudante reflete sobre o impacto da situação em seu próprio comportamento e apresenta autoregulação ao afirmar que, mesmo cansado, tentou participar das atividades do PIBID.

²⁸ A Neurociência Social estuda as bases neurais da cognição social. [...] O foco da pesquisa nesse campo é o estudo das bases neurais de confiança, cooperação, justiça, generosidade, rejeição, preconceito, vínculos, entre outros aspectos das interações sociais humanas, indicando que o mundo social e o mundo individual são interdependentes (Amaral; Guerra, 2022, p. 105).

5.3 Categoria 3 - Processo de Investigação dos sentidos baseado na estratégia metacognitiva 4Ex2

Esta categoria teve como objetivo analisar as percepções dos estudantes sobre o processo de investigação e compreensão dos sentidos (tato, olfato e paladar). Partimos do princípio neuroeducativo: “O cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente, quando o professor propõe atividades práticas” e da estratégia metacognitiva 4Ex2 (Maraglia; Peixoto; Santos. (2022) associada à abordagem ENCI (Fernandes; Allain; Dias, 2022).

Para a etapa de problematização e levantamento de hipóteses do ENCI, organizamos uma roda de conversa no centro da sala, onde os estudantes, com os olhos vendados, foram expostos aos sons do estouro de milho de pipoca, ao cheiro e sabor da pipoca, além do toque no milho cru e na pipoca pronta. O Quadro 3 exemplifica as falas dos estudantes participantes da Escola A.

Quadro 3 - Fragmentos de falas relacionadas ao estudo de caso de Ciências

Turnos	Fragmentos de fala 1 - Olfato
359	<i>Mediadora: Consegue sentir o cheiro? O que é?</i>
450	<i>E5EAT1: É pipoca.</i>
653	<i>E9EAT2: É pipoca salgada, tô sentindo o cheiro do sal.</i>
653	<i>E20EAT1: É pipoca.</i>
Turnos	Fragmentos de fala 2 - Paladar
850	<i>Mediadora: Se mastigar de olhos fechados acontece alguma coisa?</i>
851	<i>E13EAT2: A pipoca fica mais gostosa.</i>
852	<i>E4EAT2: A bala fica mais doce.</i>
500	<i>Professora: E se tampar o nariz?</i>
501	<i>E8EAT1: Não dá pra sentir nada.</i>
502	<i>E3EAT1: O gosto fica diferente.</i>

Fonte: Organizado pela autora (2024).

O ENCI, complementado pela estratégia metacognitiva 4Ex2, promove a aprendizagem por meio de uma abordagem investigativa, desencadeando a reflexão e a avaliação como habilidades metacognitivas e princípios da neurociência. Nos fragmentos de fala 1 (olfato) e 2 (paladar) do Quadro 10, é possível observar que os estudantes puderam sentir, tocar e provar alguns lanches, diferenciando o doce do salgado, bem como o azedo, o amargo e o umami. De acordo com Amaral e Guerra (2022, p. 163), “quando o corpo participa, a aprendizagem é mais efetiva”.

Para as autoras:

As descobertas no campo da Neurociência mostram que os processos complexos característicos da aprendizagem, como raciocínio, tomada de decisão, linguagem, leitura e raciocínio matemático, ocorrem de forma integrada com as emoções, as sensações e os movimentos, isto é, com o corpo inteiro. A aprendizagem emerge da interação dinâmica entre o corpo e o ambiente que se modificam reciprocamente (Amaral; Guerra, 2022, p. 163).

Quando o professor propõe o desenvolvimento do ENCI, o cérebro se modifica, aos poucos, fisiológica e estruturalmente. Atividades práticas estimulam diversas regiões do cérebro, e a participação ativa ajuda a formar associações mais fortes com o conhecimento existente (Rushton; Larkin, 2001). No processo investigativo, a estratégia metacognitiva 4Ex2 está relacionada à abordagem ENCI ao enfatizar a importância de um aprendizado ativo e reflexivo. As fases “envolver” e “explorar” se assemelham ao processo de investigação. As fases “explicar” e “estender” correspondem à fase de interpretação. Finalmente, as fases de “avaliar” e “refletir” estão ligadas à fase de conclusão.

Na terceira aula, os estudantes tiveram os olhos vendados. Nessa fase de “envolver”, eles ficaram curiosos, motivados e prestando atenção ao ambiente ao seu redor. Na fase “envolver”, eles exploraram, tocando nos modelos, sentindo cheiros (perfume e pipoca) e comendo. Além das habilidades cognitivas (atenção, emoção e motivação), também foram mobilizadas as habilidades metacognitivas (autoconhecimento e reflexão), como demonstrada na resposta ao problema apresentado: “Vocês acham que existe alguma relação do nariz com a boca?”:

E22EAT1: Por que a gente põe soro no nariz da gente e a gente consegue sentir o gosto?

Os resultados das práticas desenvolvidas na Escola A, Escola B e Escola C indicam que os estudantes das escolas A e C participaram ativamente de todas as atividades e obtiveram resultados satisfatórios. No entanto, na Escola B, não foi possível concluir as atividades, pois a maioria da turma estava dispersa e indisciplinada, o que impediu o andamento da SD.

Não é possível afirmar com certeza o motivo da indisciplina e dispersão dos estudantes da Escola B. Embora esse comportamento também seja recorrente nas demais disciplinas, ele pode estar relacionado a fatores internos e externos, família, a mídia, a carência afetiva, diversidade entre os alunos (Moreira; Ribeiro, 2020), condições de saúde (Gonçalves *et al.*, 2017), contexto social, didática do professor (Oliveira, 2020).

Embora o professor não possa controlar esses fatores, bem como a falta de motivação dos estudantes, problemas trazidos de casa, *bullying*, competição, pressões das avaliações, entre outros, ele precisa implementar estratégias que ajudem a reduzir seus efeitos negativos e oferecer oportunidades para que cada aluno possa recorrer às habilidades pessoais para fazer contribuições significativas para a turma (Amaral; Guerra, 2021).

Este resultado reforça que a neurociência e a metacognição não oferecem receitas prontas (Guerra, 2021). Uma estratégia metacognitiva, com o alcance de habilidades

neuroeducativas, bem-sucedida em uma escola, pode não ter o mesmo resultado em outra, ou até mesmo dentro da mesma sala de aula, assim como não alcançar todos os estudantes (Hoffert; Lage, 2021). Isso se deve ao fato de que cada indivíduo tem sua singularidade e esse mesmo aluno pode estar diferente de um dia para outro (Guerra, 2024).

Então, o que fazer quando os resultados são desfavoráveis? Camilo (2021), Amaral e Guerra (2022) reforçam a importância de o(a) professor(a) em conhecer seus alunos, saber suas preferências, seus sonhos, o que gostam e o que gostariam que fosse trabalhado na sala de aula (como apresentado na Categoria 1: Reflexão sobre a estratégia de ensino metacognitiva KWL). Os estudantes precisam se sentir seguros, respeitados e valorizados por aqueles que os rodeiam (Amaral; Guerra, 2022, p. 130).

Com base nos estudos de Goldhaber (2002), sobre a atuação docente, Lent (2019) afirma que:

O impacto dos professores na aprendizagem de alunos é um dos fatores mais estudados na pesquisa educacional. Pesquisas avaliam, por exemplo, quais características observáveis dos professores – como certificados e anos de experiência – influenciam a aprendizagem dos alunos. Economistas como Eric Hanushek e Dan Goldhaber encontram que entre 7,5% e 8,5% da variação dos resultados de aprendizagem se devem às características dos professores, que é o principal entre os fatores atribuídos às características das escolas. Ao mesmo tempo, quase 60% de variação é explicada por características pessoais e familiares dos alunos, mostrando que a educação, sozinha, não tem condições de eliminar a desigualdade econômica e social devida a outros fatores (Lent, 2019, p. 71).

Amaral e Guerra (2022) apresentam a metacognição e a autorregulação como um princípio da neurociência, que potencializa a aprendizagem.

Estudante 12: Eu falaria com o dono do bar, pra deixar o som até umas 9h, porque como tem criança que tem aula cedo, eu falaria para ele colocar o som até umas 10 horas.

Na fala do Estudante 12 da Escola C, é possível ver traços de metacognição e autorregulação. Ao refletir sobre a situação, que o volume alto pode ser um problema, e ao considerar as necessidades das crianças que precisam acordar cedo para ir à escola, demonstra metacognição. Quando o estudante planeja uma ação para resolver um problema como falar com o dono do bar, é um exemplo de autorregulação.

Sobre o uso de estratégias metacognitivas, os estudos de Biazus, Rosa e Darroz (2022) apontam que elas “se revelam pertinentes de serem associadas às atividades de ensino, uma vez que oportunizam momentos de tomada de consciência dos estudantes sobre seus conhecimentos, bem como oportunizam um controle sobre suas ações” (p. 291).

5.4 Categoria 4 – Aspectos Neuroeducativos no Ensino de Ciências

Esta categoria analisa os aspectos neuroeducativos identificados durante a SD. Eles foram observados nas respostas ao questionário da Atividade 1, desenvolvida na Aula 1: “A importância da visão”, bem como nas falas, expressões e ações dos participantes.

Para o desenvolvimento da SD, foram adotados os princípios neuroeducativos, as estratégias metacognitivas e as metodologias e abordagens diferenciadas (Quadro 8 do capítulo anterior), sempre buscando que os estudantes participassem de forma ativa como protagonistas na construção do próprio conhecimento. Assim sendo, identificamos as habilidades neurocognitivas: **emoção, motivação, atenção e memória**. Conhecê-las contribui para o cotidiano do educador (Guerra, 2011) (Tabela 2).

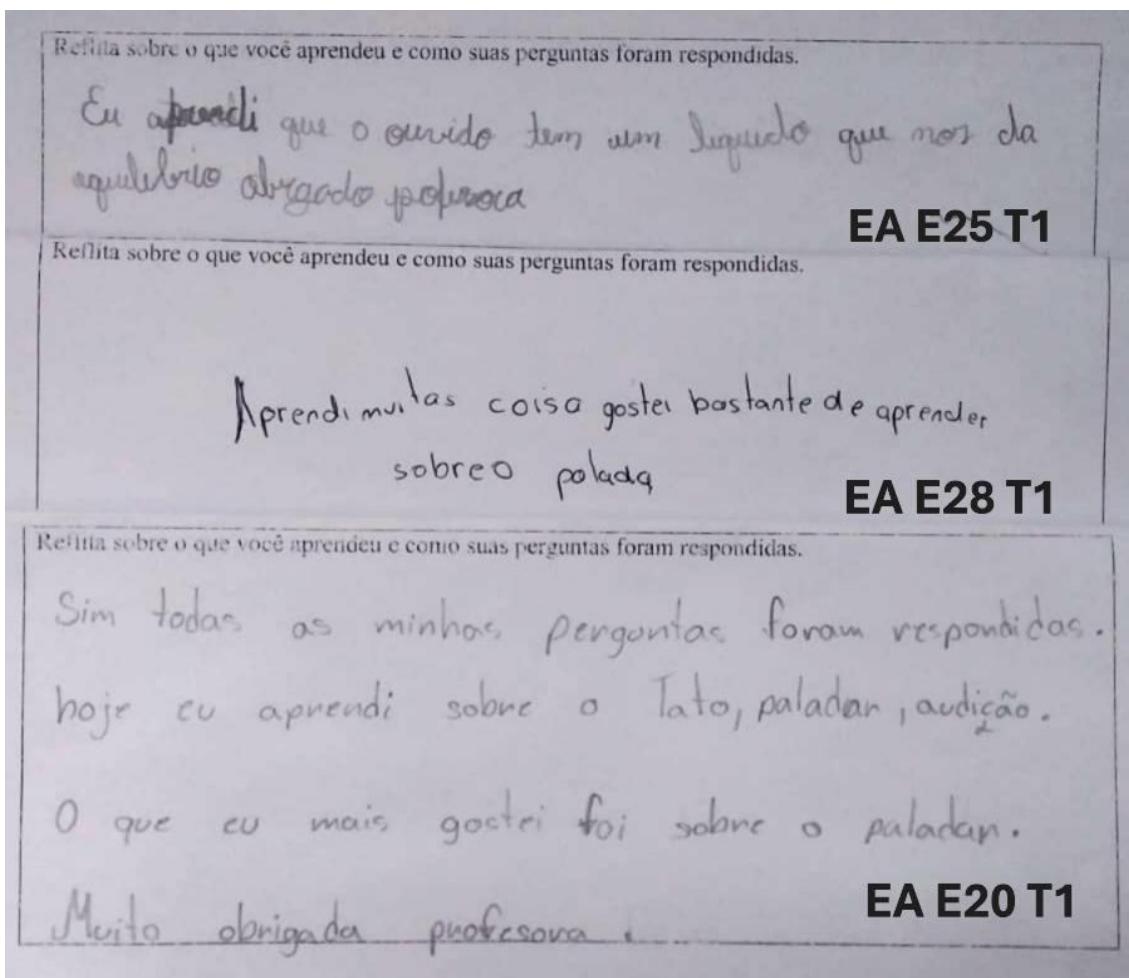
Tabela 2 - Principais habilidades neurocognitivas e seus elementos de identificação

Habilidades Neurocognitivas	Definição	Elementos característicos de identificação
Emoção	Reação imediata a um estímulo, não envolve pensamento (Possebon, 2020).	-Alegria -Tristeza -Medo -Raiva
Motivação	Resulta de um processo fisiológico vinculado a um mecanismo dedicado à recompensa (Galvão, 2017).	- Busca por recompensa - Elogio - Interesse
Atenção	É a seleção da informação (Fonte; Amaral; Guerra, 2022).	- Foco - Concentração - Dimensionamento
Memória	É a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informações (IBrandão; Caliato, 2019, p. 533).	-Repetição -Elaboração

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Comecemos por compreender como a habilidade neuroeducativa “**emoção**” se caracterizou na nossa pesquisa. De acordo com Amaral e Guerra (2022, p. 71), “são as emoções que atribuem valor às interações que estabelecemos e ao que fazemos, indicando-nos o quanto algo é bom ou ruim, significativo ou não para nós”. A Figura 12 apresenta exemplos de respostas que contêm elementos emotivos.

Figura 12 - Exemplo de elementos emotivos na Abordagem CTS associada a estratégia metacognitiva KWL



Fonte: Acervo da autora (2024).

Observa-se na Figura 12 que os elementos emotivos estão relacionados a gostar e agradecer pela atividade desenvolvida.

Ao final da SD, na aula que se apoiou na abordagem ENCI, junto à estratégia 4Ex2, os estudantes demonstraram, a partir das suas falas, elementos emotivos:

E1EAT2: Toda aula deveria ser assim!

E7EAT2: Gostei muito dessa aula.

Além desses fragmentos de falas, os estudantes das Escolas A e C também demonstraram estar muito animados, eufóricos, levantando-se das carteiras para ver os modelos, aplaudindo a colega ao final do experimento, além das expressões como: “*Nossa!*”, “*Uau!*” e da fala: “*Deixa eu ver?*”.

De acordo com Amaral e Guerra (2022, p. 73), “o professor deve ser cuidadoso e perspicaz em relação às emoções dos estudantes, criando condições que favoreçam o bem-estar

individual e coletivo”, como a empatia, um ambiente de segurança, de conforto, apoio e afinidade nas turmas.

A habilidade neuroeducativa **motivação** foi evidenciada pela demonstração de interesse dos estudantes. Eles participaram com entusiasmo das atividades práticas, formularam e responderam perguntas de maneira proativa. Além disso, se ofereceram para distribuir materiais, interagiram com os modelos anatômicos (Figura 13).

A motivação é a força que impulsiona os estudantes a buscar informações, a empenhar-se nas tarefas, a envolver-se em projetos desafiadores, a interessar-se pela pesquisa, a experimentar novas situações e, principalmente, a manter o desejo de aprender” (Amaral; Guerra, 2022, p. 165).

Figura 13 - Exemplo de elementos motivacionais



Fonte: Acervo da autora (2024).

Para Amaral e Guerra (2022), “a motivação facilita o processo fisiológico que o cérebro precisa desempenhar para que a aprendizagem ocorra e promova o engajamento e a dedicação do estudante” (p. 72).

Já a habilidade neuroeducativa **atenção** está presente nas atividades mais corriqueiras do dia a dia, como dirigir, lavar louça, escovar os dentes e assistir televisão (Tonnetti, 2008). Na Aula 1, ela se fez presente durante a retomada dos tópicos anteriores por meio de respostas dos estudantes. A partir da pergunta: “*Qual é o sentido humano que a gente usa para mexer com o celular?*”, é possível ver que os estudantes responderam demonstrando que estavam atentos à aula, como fica evidenciado nas respostas dos estudantes 15, 2 e 3:

E15ECT4: Visão.

E2ECT4: Tato também.

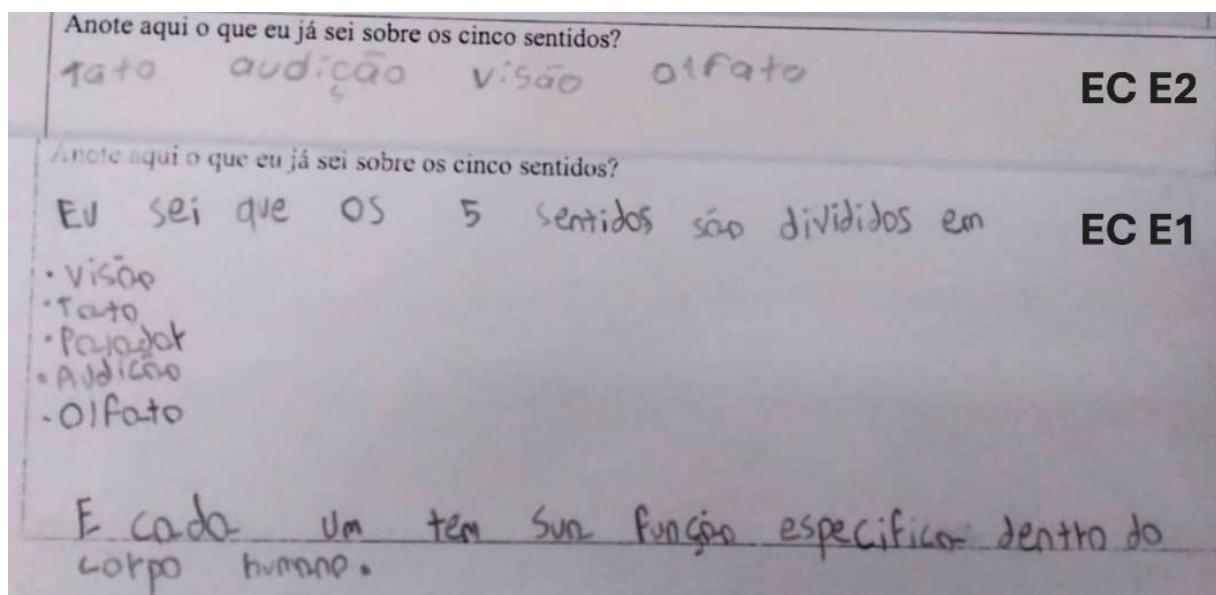
E3ECT4: Visão e audição, porque o celular tem estímulos visuais e auditivos.

Para Amaral e Guerra (2022), a capacidade de seleção, foco e direcionamento proporcionada pela atenção a torna imprescindível para a formação de memórias e, portanto, para o processo de aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022, p. 74).

Para avaliar a habilidade neuroeducativa **memória**, consideramos somente os estudantes da Escola C, pois foram os únicos que tiveram aulas sobre o Sistema Sensorial. Além disso, eles mobilizam as funções executivas ao repetir, relembrar, recuperar informações, refletir sobre elas e criar novas ideias (Amaral; Guerra, 2022), favorecendo a consolidação da memória de longa duração.

A Figura 14 exemplifica as respostas dos estudantes à pergunta: “*O que já sei sobre os cinco sentidos?*”. O Estudante 2 conseguiu lembrar quatro dos cinco sentidos. Já o Estudante 1, além de citar todos os cinco sentidos, explicou que cada um tem sua função específica.

Figura 14 - Exemplo de elementos relacionados a memória



Fonte: Acervo da autora (2024).

Embora muitos estudantes da Escola A tenham respondido sobre o que já sabem sobre os cinco sentidos, suas respostas não foram consideradas, pois receberam a ajuda da professora para lembrá-los, sendo, portanto, desconsideradas nesta análise.

Embora o uso dos modelos anatômicos tenha se mostrado bem-sucedido, a maioria dos estudantes da Escola B se mostrou indiferente a eles, permanecendo com as conversas paralelas.

Com base nos dados apresentados sob o aspecto neureducutivo, os resultados foram condizentes. Nossa objetivo aqui não foi avaliar o aprendizado, mas sim como o professor pode atuar em suas aulas com o suporte da neuroeducação, da metacognição e das MADECs. Para isso, o docente precisa reconhecer que cada estudante é singular e possui uma maneira única de

aprender. Assim, é fundamental que o professor conheça seus alunos, suas potencialidades e limitações, compreenda como o cérebro aprende e domine diferentes estratégias para estimular a metacognição, adaptando suas aulas conforme a necessidade de cada estudante.

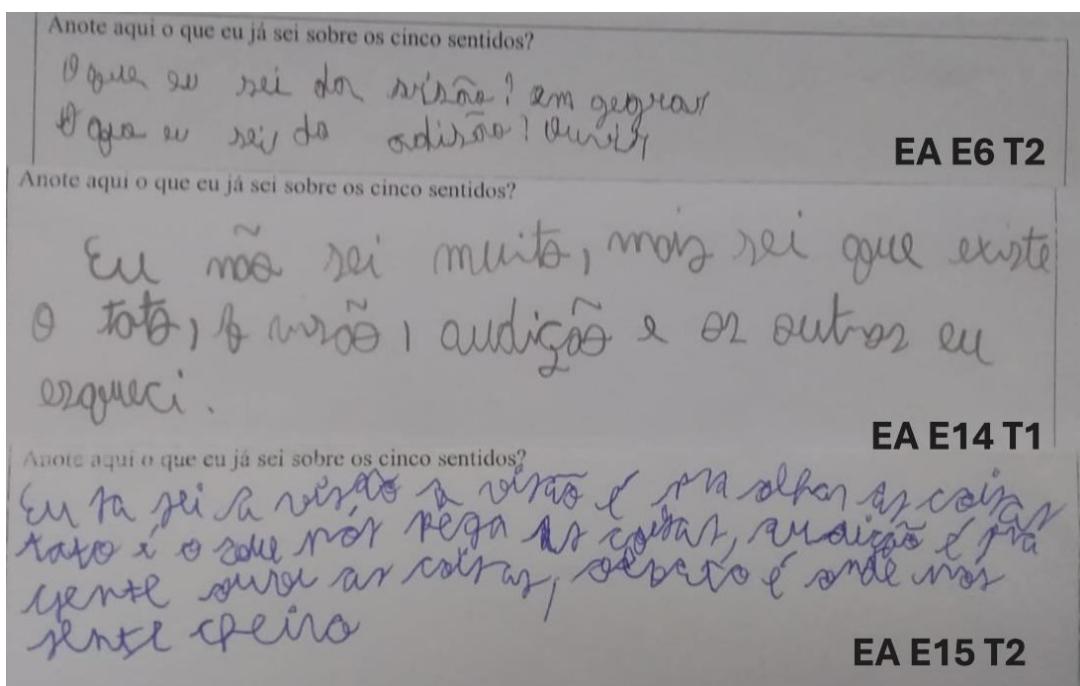
5.5 Categoria 5 – Aspectos Metacognitivos no Ensino de Ciências

Esta categoria analisa os aspectos metacognitivos que emergiram durante o desenvolvimento da SD.

De acordo com Rosa e Darroz (2023), a metacognição possui duas componentes, cada uma com três elementos. A componente “Conhecimento do conhecimento” inclui os elementos **pessoa, tarefa e estratégia**. Já a componente “Controle Executivo e Autorregulador” é composta pelos elementos **planificação, monitoramento e avaliação**.

Assim sendo, os resultados evidenciam que alguns estudantes manifestaram conhecimento metacognitivo. Dos 43 estudantes que participaram da Aula 1, apoiada pela abordagem CTS, 16% conseguiram refletir sobre seus conhecimentos prévios (Figura 14). Ao analisarmos o conhecimento trabalhado, 78% dos estudantes manifestaram conhecimento sobre o conteúdo trabalhado. A Figura 15 exemplifica a manifestação do elemento metacognitivo “pessoa” de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes.

Figura 15 - Exemplo do elemento metacognitivo pessoa sobre conhecimentos prévios

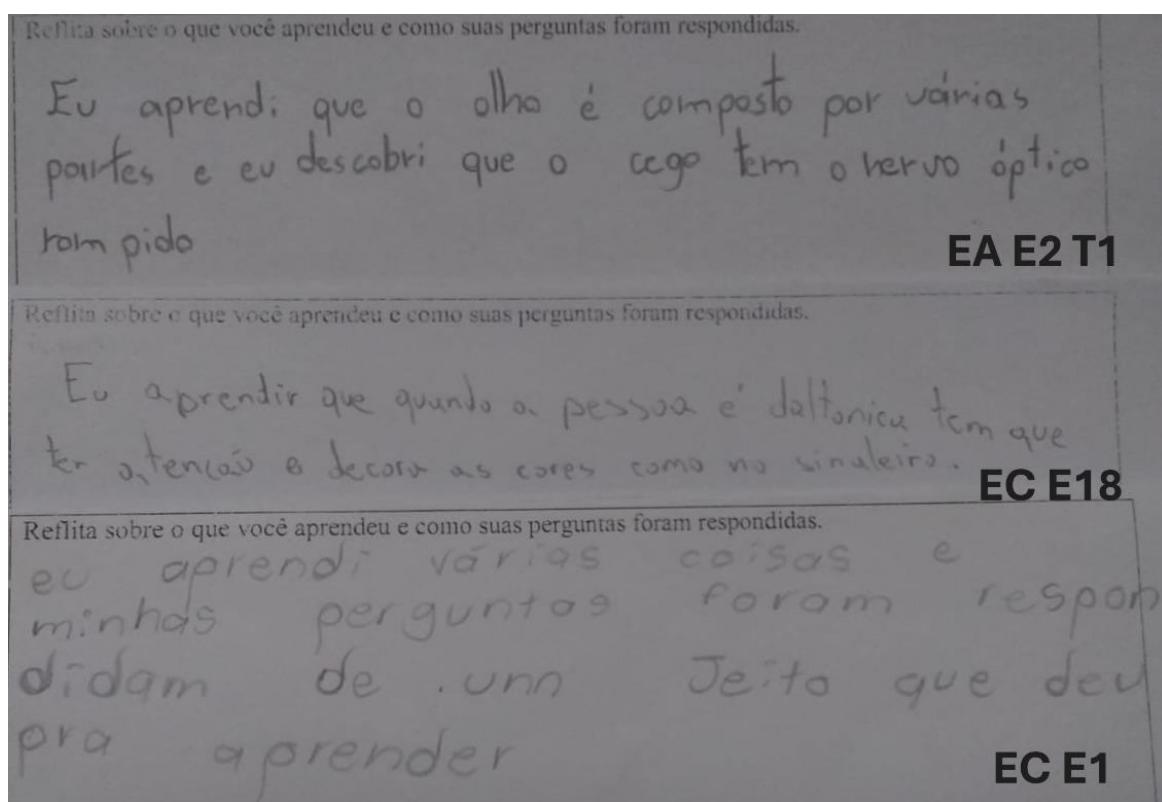


Fonte: Acervo da autora (2024).

A Figura 15 exemplifica a manifestação do conhecimento metacognitivo. Observa-se, por exemplo, que o E6T2 da Escola A recorre a questionamentos para reconhecer seu conhecimento. Já o E14T1 reconhece suas limitações ao declarar: “*Os outros eu esqueci.*”

Alguns estudantes das Turmas 1 e 2 responderam ao questionamento: “*O que eu sei sobre os cinco sentidos?*” com as palavras “*Nada.*” ou “*Não sei.*”. Como foram influenciados pela professora, suas respostas não serão contabilizadas, uma vez que não é possível saber se utilizaram ou não os conhecimentos metacognitivos para avaliar se sabem ou não sobre o tema.

Figura 16 - Exemplo de uso conhecimento metacognitivo



Fonte: Acervo da autora (2024).

Observa-se na Figura 16 outro exemplo do uso do conhecimento metacognitivo, em que os estudantes refletiram sobre o que aprenderam. O Estudante 1 da Escola C (EC E1), além de reconhecer seu aprendizado, avalia as contribuições das respostas para seu entendimento.

Embora os resultados se mostrem satisfatórios, vale lembrar que o professor, durante a estratégia KWL, precisa deixar que o estudante responda sozinho ao seu questionário, sendo apenas mediador naquilo que for possível, sem podar a autonomia do aluno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Esta pesquisa objetivou validar os conhecimentos da Neuroeducação e da Metacognição no Ensino de Ciências em três escolas diferentes (A, B e C). Para isso, foi proposta uma SD composta pela integração de três práticas pedagógicas educativas pertencentes às abordagens de ensino: Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Estudo de Caso e Ensino de Ciência Baseado em Investigação (ENCI), presentes em Fernandes, Allain e Dias (2022). Essas abordagens foram complementadas por três princípios neuroeducativos (Camilo, 2021) e por três Estratégias de Ensino Metacognitivas investigadas (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022).

As práticas desenvolvidas nas Escolas A, B e C mostram que os estudantes das Escolas A e C participaram de todas as atividades e alcançaram resultados satisfatórios. No entanto, na Escola B, não foi possível concluir as atividades, uma vez que a turma estava muito dispersa. Embora a turma tenha a mesma postura em todas as disciplinas, esse comportamento pode estar associado a diversos fatores. É necessário que o professor investigue a melhor forma de lidar com a turma como um todo e com os estudantes individualmente.

As aulas da SD didática, desenvolvidas nas escolas, resultaram em cinco categorias: 1) Reflexão sobre a estratégia de ensino metacognitiva KWL, 2) Reflexões sobre o Estudo de Caso, 3) Processo de Investigação baseado na estratégia de ensino metacognitiva 4Ex2, 4) Aspectos neuroeducativos no Ensino de Ciências e 5) Aspectos metacognitivos no Ensino de Ciências

As três primeiras categorias estavam diretamente relacionadas às práticas desenvolvidas. Assim foi possível identificar que os estudantes conseguiram refletir sobre os problemas e casos apresentados. Foram propostas soluções reforçando a presença de elementos neuroeducativos, como atenção e motivação, e metacognitivos, como autoavaliação e resolução de problemas.

Os elementos neuroeducativos encontrados foram emoção, atenção, motivação e memória. Esses elementos surgiram a partir das frases e atitudes desenvolvidas em sala de aula. Como a emoção influencia a aprendizagem e mobiliza as demais funções mentais, cabe ao professor promover condições que favoreçam o bem-estar individual e coletivo (Amaral; Guerra, 2022).

Sobre os aspectos metacognitivos, foi possível observar que alguns estudantes conseguiram manifestar o pensamento metacognitivo. Como essa não é uma realidade para todos os estudantes, cabe ao professor pensar em estratégias que possam desenvolver a metacognição neles.

Sugere-se que para ocorrer de fato a aprendizagem e a consolidação da memória, as atividades sejam realizadas em dias diferentes e não todas em um único dia, como ocorreu na Escola C, ou que haja a compactação das três aulas em dois dias como ocorreu na Escola A. Dessa forma será possível observar e atender às demandas individuais dos estudantes.

Ressaltamos também a necessidade de repensar a forma de aplicar a atividade 1 (o questionário KWL), a fim de evitar que alguns estudantes copiem as respostas dos colegas, ou não respondam. O objetivo é estimular a metacognição, portanto, a participação dos estudantes é fundamental. Logo, o uso de tecnologias para responder os questionários, redes sociais, e até mesmo o *brainstorm* pode ser uma solução para motivar a participação dos estudantes.

REFLEXÕES FINAIS

A presente pesquisa está organizada em três partes e é constituída por três estudos, desenvolvidos ao longo do mestrado, em formato de artigos e apresentados em diversos congressos, simpósios e encontros da área de Ensino de Ciências. Cada estudo possui uma introdução (com um objetivo geral e problema de investigação), uma fundamentação teórica, uma metodologia, uma discussão dos resultados e uma conclusão. A estruturação desta dissertação foi dividida em três partes: um olhar para a literatura da temática (Parte I), um olhar para a metodologia e o produto educacional (Parte II) e um olhar para os resultados da relação teoria e prática (Parte III) (Quadro 1). As referências bibliográficas de cada estudo são citadas no final deste estudo.

O primeiro estudo (Capítulo 1), intitulado “Neuroeducação: um estudo sistemático sobre os limites e possibilidades para o Ensino de Ciências” trata-se de uma análise profunda de pesquisas brasileiras sobre neuroeducação. Com objetivo de analisar os limites e possibilidades da neuroeducação para o Ensino de Ciências, identificamos 71 trabalhos organizados e três categorias: Cenário da Neuroeducação no Ensino de Ciências, Práticas docentes neuroeducativas no Ensino de Ciências e Habilidades cognitivas vinculadas ao processo de ensino e aprendizagem.

Os resultados indicam que as pesquisas sobre neuroeducação ainda estão em estágio inicial, evidenciando a necessidade de uma mudança na grade curricular dos cursos de formação de professores. Além disso é fundamental repensar a forma de avaliação dos estudantes, compreender os mecanismos de cognição que fazem parte do processo de ensino e aprendizagem, assim como conhecer os alunos o que irá facilitar a escolha de estratégias mais eficazes para na sala de aula. Por fim, incorporar a educação inclusiva numa perspectiva neuroeducativa a fim de reduzir a lacuna existente entre a neurociência e a educação.

Seguindo a mesma linha, a segunda pesquisa (Capítulo 2), recebe o nome de Metacognição: um estudo sistemático sobre como se estimula o aprender a aprender no Ensino de Ciências. O estudo realiza um levantamento bibliográfico detalhado da Metacognição presente em artigos publicados em revistas científicas, anais de congressos, dissertações e teses na área do Ensino de Ciências. A análise identificou 103 produções que foram organizadas em quatro categorias: Cenário da Metacognição no Ensino de Ciências, Papel do professor como mediador da metacognição, Percepção dos estudantes sobre o processo metacognitivo e Uso de estratégias metacognitivas no Ensino de Ciências.

Os dados revelam necessidade de estimular, desde os anos iniciais a participação de professores em formação em pesquisas e projetos voltados à metacognição, bem como explorar o uso de avaliações e educação inclusiva sob uma perspectiva metacognitiva. Destaca-se também a importância de conhecer e implementar diferentes estratégias de ensino metacognitivas na sala de aula, promovendo o desenvolvimento dos alunos como estudantes metacognitivos.

O terceiro estudo denominado “Integrando os princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas com as metodologias e abordagens diferenciadas no ensino fundamental: contribuições da neuroeducação e Metacognição para o Ensino de Ciências” (Capítulo 4) teve como objetivo validar os conhecimentos da Neuroeducação e da Metacognição no Ensino de Ciências a partir de uma SD que relaciona três práticas pedagógicas pertencentes às MADECs de Fernandes, Allain e Dias (2022): Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Estudo de Casos e Ensino de Ciência por Investigação (ENCI). Essas abordagens foram complementadas por três princípios neuroeducativos (Camilo, 2021) e por três estratégias de ensino metacognitivas (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022).

O Capítulo 4 apresenta o Produto Técnico-Tecnológico, ou Produto Educacional, exigido pelo PPGECMaT. Para tornar seu acesso mais fácil e prático, disponibilizamos o material no formato E-book, que pode ser acessado através do seguinte link: <https://heyzine.com/flip-book/8ccb5c3050.html>.

A seleção dessas práticas associadas aos princípios neuroeducativos e estratégias metacognitivas, foi realizada com base no conteúdo Sistema Sensorial (Tato, Olfato, Visão, Audição e Paladar). Foram planejadas atividades que fazem sentido para os estudantes estimulando à resolução de problemas, o pensamento crítico e proporcionando a experimentação por meio da aula prática.

A SD foi aplicada em três escolas (A, B e C) na cidade de Diamantina, Minas Gerais, envolvendo um total de 95 estudantes distribuídos em quatro turmas no sexto ano do ensino fundamental, sendo elas Turma 1 e 2 Escola A, Turma 3 Escola B e Turma 4 Escola C. As atividades foram realizadas em dois dias na escola A, e um dia nas escolas B e C.

Os estudantes das escolas A e C obtiveram resultados satisfatórios, participaram ativamente de todas as atividades, apresentaram soluções para os problemas apresentados, demonstraram interesse e participação. No entanto na Escola B, não foi possível concluir as atividades, pois os estudantes estavam bem dispersos e envolvidos em conversas paralelas, impossibilitando o andamento da aula.

Os dados apontam o uso de elementos neuroeducativos como emoção, atenção, motivação e memória. Além da manifestação do pensamento metacognitivo por parte de alguns estudantes reforçando a necessidade de estratégias que promovam essas habilidades.

Na Escola A, as atividades foram distribuídas ao longo de dois dias: a primeira aula realizada no primeiro dia, enquanto as aulas dois e três foram condensadas em uma única sessão devido aos ensaios para o desfile do “Sete de Setembro”. Na Escola B, apenas parte da segunda aula pôde ser realizada, enquanto na Escola C todas as aulas foram ministradas no mesmo dia.

Aplicação dessas aulas seguiu a disponibilidade de cada escola. Embora os resultados obtidos nas escolas A e C tenham sido satisfatórios, sugerimos que em uma possível reaplicação, as aulas 1 e 3 sejam desenvolvidas em três sessões de 50 minutos. A Abordagem CTS exigem momentos de discussão, enquanto o ENCI demanda experimentação, ambos requerem tempo adequando para um desenvolvimento mais aprofundado.

Vale ressaltar que conversas paralelas ocorrerem em todas as quatro turmas. No entanto, apenas na turma três, elas não foram controladas, o que impossibilitou o andamento da aula. Nas Escolas A e C, as atividades foram realizadas pela manhã e na Escola B ocorreram no período da tarde. Outro fator que pode ter contribuído para o comportamento agitado dos estudantes da Escola B, é a situação de vulnerabilidade que muitos deles vivem. Esse padrão de comportamento se manifesta em todas as disciplinas

As escolas A e C recebem Projetos de Extensão como PIBID e Residência Pedagógica, além de estágios acadêmico, o que não ocorre com a turma da Escola B. Assim as Atividades diferenciadas também podem ter influenciado o comportamento dos estudantes, pois representam uma experiência inédita para eles, ao contrário das outras escolas, onde essas atividades já fazem parte rotina. Portanto, seria necessário reforçar o uso de diferentes estratégias em outros conteúdos e disciplinas, promovendo maior adaptação dos alunos.

Infelizmente, não foi possível retornar à escola B e tentar desenvolver as outras aulas, devido à falta disponibilidade e certificar que o comportamento dos estudantes eram algo comum ou foi pontual. Nesse caso sugerimos essa tentativa.

Por fim, reforçamos a importância de conhecer os estudantes, um desafio para alguns professores devido a troca constante de docentes e as diversas demandas escolares. Como possível solução, propomos a criação de um portfólio individual, que reúna, além de informações pedagógicas, aspectos da realidade em que vivem, suas estratégias preferidas, metodologias já utilizadas, bem como sonhos, desejos e planos. Esse recurso pode estreitar a relação entre professores e alunos, e facilitar a escolha de estratégias que favoreçam a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ACCO, F.; DA ROSA, C. T. E. Metacognição e funções executivas: em busca de diálogos. **Revista Insignare Scientia**, v.4, n. 6, p. 336- 352, 2021.

ALBUQUERQUE, M. C. *et al.* Neurociência e Educação: Percepções dos professores monitores de um Clube de Ciências. **XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIV ENPEC**, Caldas Novas, GO, 2023.

ALEXANDRE, S. de F. Aprendizagem e suas implicações no processo educativo. **Revista Ícone**, v. 6, p. 51-60, 2010.

ALBUQUERQUE, M. C. *et al.* Neurociência e Educação: Percepções dos professores monitores de um Clube de Ciências. **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIV ENPEC**, Caldas Novas - GO, 2023.

ALMEIDA, G. A. **Estratégias para elaboração de avaliações adaptadas para alunos com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade**: as contribuições da Neurociência à Educação Inclusiva, 2021, 235 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2021.

ALMEIDA, J. C.; CHIARO, S. Argumentação e aprendizagem baseada em problemas: processos de construção de conhecimentos críticos e reflexivo em sala de aula de Física. **Revista Investigações em Ensino de Ciências - IENCI**, v. 28, n. 2, p. 462-483, 2023.

ALVES, M. P.; FRANCISCO, W. Conhecimentos e experiências metacognitivas e as relações com o ensino híbrido: uma proposta de formação para professores de Ciências/Química. **Anais do XXI Encontro Nacional de Ensino de Química – XXI ENEQ**, Uberlândia, MG, 2023.

ALVES, M. V. C. *et al.* As dimensões da Carga Cognitiva e o Esforço Mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2017.

ALVES, R. Avanços neurocientíficos para promover vida – o que o futuro nos reserva? **Congresso Brasileiro de Ciência da Mente, Cérebro e Educação - CBCMCE**, Cuiabá, MT, 2021.

AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação**: Olhando para o futuro da aprendizagem. Serviço Social da Indústria - SESI. Departamento Nacional, 2022. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/22/e7/22e7b00d-9ff1-474a-bb53-fc8066864cca/neurociencia_e_educacao_pdf_interativo.pdf. Acesso em 20 abr. 2023.

ANTUNES, H. K. M. *et al.* Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. **Revista Brasileira de medicina do esporte**, v. 12, p. 108-114, 2006.

ARANHA, G. Webcomics, webtv e neurociências: desafios para a roteirização na divulgação de neurociências. **Revista Ciências & Cognição**, v. 2, n. 2, 287-300, 2016.

ARAÚJO, J. A. Educação e Desigualdade: A Conjuntura Atual do Ensino Público no Brasil. **Revista Direitos Humanos e Democracia**, v.2, n.3, p. 125-157, 2014.

BARTOSZECK, A. B. Neurociência na educação. **Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita**, v. 1, p. 1-6, 2006.

BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECK, F. K. Qual a Perspectiva do Professor frente a Neurociência aplicada à Educação. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, Natal, RN, 2019.

BASTOS, A. R. DANTAS, I. M.; TEIXEIRA, R. L. Tabela Periódica Acessível: da proposição do recurso à implementação no ensino de alunos com deficiência visual. **Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM**, v. 3, n. 2 ESP, p. 34-49, 2017.

BATISTA, R. S.; BRABO, J. N. C. Metacognição e Transtorno do Espectro Autista: produções científicas e possíveis implicações para o Ensino de Ciências. **XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC**, on-line, 2021.

BEBER, B. ; SILVA, E. da.; BONFIGLIO, S. U. Metacognição como processo da aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v. 31, n. 95, p. 144-51, 2014

BEDIN, E. Neurociência na Formação Docente: a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem me química. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química - XVIII ENEQ**. Florianópolis, SC, 2016.

BEDIN, E.; DEL PINHO, J. C. Tecnologias no ensino de Química: uma avaliação neurocientífica para os processos de ensino e aprendizagem. **Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM**, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2016.

BENEDETTI, T. R. **A rotina de estudo de alunos do ensino médio a partir da realização de oficinas sobre estudo e aprendizagem**. 2019, 239 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Acre, 2019.

BLAZUS, M. O.; ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. Estratégias Metacognitivas no Ensino de Física: Análise de uma Investigação Didática por Questionamentos Metacognitivos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 3, p. 291-307, 2022.

BICA, M. S. N.; MELO-CARPES, P. B.; ROEHR, R. A Neurociência e as Múltiplas Representações: Possíveis convergências para o Ensino de Ciências. **TEAR: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 7, n.2, p. 1-18, 2018.

BICA, M. S. N.; ROEHR, R. Discutindo avaliação para estudantes do Ensino Fundamental no Ensino de Ciências: uma estratégia didático-avaliativa baseada em múltiplas representações e neurociência. **Revista Investigação em Ensino de Ciências - ienci**, v. 26, n. 1, p. 27-52, 2021.

BONI, K. T.; LABURÚ, C. E. Conceitualização e metacognição em Ciências e Matemática: pressupostos teóricos de um instrumento analítico. **AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemática – RECM**, v. 14, n. 29, p. 193-207, 2018.

BONI, K. T.; LABURÚ, C. E.; CAMARGO FILHO, P. S. Teoria dos Campos Conceituais, Diversidade Representacional e Redescrição Representacional: Convergências Teóricas a respeito do papel das representações para a aprendizagem conceitual. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 97-112, 2021.

BONISSONI, J. G. C.; POPP, A. C.; REIS, M. A. F. Meditação, Programação Neurolinguística e Física Quântica: uma revisão integrativa da literatura. **Revista SUSTINERE**, v. 10, n. 1, p. 274-293, 2022.

BORTOLI, B., TERUYA, T. K. Neurociência e Educação: Os percalços e possibilidades de um caminho em construção. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 1, p. 70-77, 2017.

BORUCHOVITCH, E. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 12, n. 2, p. 361-376, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26362124_Estrategias_de_aprendizagem_e_desempenho_escolar_consideracoes_para_a_pratica_educacional. Acesso em 15 de set de 2024.

BRABO, J. C.; CONTENTE, I. C. P. Habilidades metacognitivas em tarefas de composição de infográficos em cursos de formação inicial de professores. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* – RBPEC, v. 22, p. e39217-26, 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução CNE/ CP N° 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a formação inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 2019, Seção 1, p. 115-119. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso: 20 out. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduandos e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 de julho de 2015. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/07/2015&jornal=1&pagina=8&totalArquivos=72>. Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 04/2024, de 12 de março de 2024**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissional do Magistério da Educação Escolar Básica (cursos de licenciatura, de formação pedagógica para graduados não licenciados e de segunda licenciatura). Brasília, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 de julho de 2015. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Parecer-CNE-CP-4-2024.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

BRASIL. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Observatório das Desigualdades: relatório anual 2020-** glossário de desigualdades. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Administração Pública e Gestão Social. Programa de Pós Graduação em Gestão Pública; realização: Observatório das Desigualdades. Natal: EDUFRN, 2021.

BRASIL, CAPES. **Documento de Área-Ensino**. Brasília, 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao>. Acesso em: 05 de mai. 2023.

BRASIL, Lei N° 13.005, de 25 de Junho de 2014. **Plano Nacional de Educação**. Brasília, DF: Senado, 2014. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso 08 de ago. 2023.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEB, 1998.

BRASIL, Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF: Senado, 1996 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso de 03 de ago. 2023.

BRASIL, Constituição (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 03 de ago. 2023.

BRIGIDO, J. A. P. L.; HENRIQUES, M. F. A. C.; VIANA, R. B. Contribuições da Neurociência para Educação de Jovens e Adultos. In: MARTINS, J. W.; CASTRO, A. C. A. **Educação e seus múltiplos olhares**. São Carlos: Pedro & João, 2020.

BROCKINGTON, G. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Revista Brasileira de ensino de Física**, v. 43, suppl. 1 e20200430 - e20200430-21, 2021.

BROWN, Ann L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, Robert (Ed.). **Advances in instructional psychology**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, v. 1, p. 77-165, 1978.

BROWN, Ann L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer H. (Eds.). **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p. 65-116, 1987.

CAMILO, C. M. Neurociência e a aprendizagem no Ensino de Ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n.6, p. 20510615721, 2021.

CARDOSO, J. R. B.; **Resolução de Problemas Convencionais e não Convencionais: uma análise das estratégias utilizadas por estudantes com prognóstico e diagnóstico de Discalculia**. 2019.141 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2019.

CHIARO, S.; AQUINO, K. A. as S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.

CLEOPHAS, M. G.; FRANCISCO, W. Metacognição e o ensino aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.14, n.29, p. 10-26, 2018.

COELHO, S. M. *et al.* Um exemplo prático de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de Física com base na pesquisa didática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3: p. 1108-1120, 2012.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.

COLINS, Fabio. **Ensino e Aprendizagem de Matemática na Síndrome de Williams-Beuren: uma abordagem a partir de pesquisas em Neurociência Cognitiva**. 2020. 144 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas – PPGECM). Universidade Federal do Pará. Belém, 2020.

CONSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação - Como o Cérebro Aprende**. 1^a ed. Porto Alegre, Artmed, 2011.

CORRÊA, N. N. G. **Mapeamento da percepção do sistema metacognitivo na aprendizagem em Física: um estudo dos relatos de estudantes do Ensino Médio**. 2021. 191 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas – Universidade Federal de Londrina, 2021.

CORRÊA, N. N. G. **Percepções e reflexões de estudantes de Ensino Médio no processo metacognitivo da aprendizagem em Física**. 2017. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, 2017.

CÔRREA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Metacognição e as relações com o saber. **Revista Ciência e Educação (Bauru)**, v. 24, n. 2, p. 517-534, 2018.

COSTA, R. I. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, p. e280010, 2023.

COSTA, A. C. M. S.; SOUZA, V. C. Análise de trabalhos que abordam a relação entre Neurociências e Educação no período de 2014 a 2019 e suas interfaces com o Ensino de Ciências. **Revista Educação**, v. 46, p. 1-26, 2021.

COSTA, C. S. **Neuroeducação**: um diálogo entre a neurociências e a sala de aula. 2021.159 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2021.

CRESPI, L.; NORO, D.; NÓBILE, M. F. A alfabetização científica como possibilidade para desconstrução de neuromitos entre docentes. **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC**, Em Rede 2021.

CRUZ, L. H. C. **Cognição, Neurociências e Aprendizagem**. Curso Contribuições das Neurociências para o processo de aprendizagem - UFV em Formação, Universidade Federal e Viçosa, Viçosa, MG, 2021 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=touALOjiSlg>. Acesso em: 03 ago. 2023.

CURA JUNIOR, C. *et al.* Uma ferramenta adaptativa de avaliação da aprendizagem, baseada no perfil cognitivo e metacognitivo do estudante. **Revista Informática Aplicada**, v. 3, n. 2, p. 13-23, 2007.

DA SILVA, J. H. P.; LOCATELLI, S. W.; MARCONDES, M. E. R. Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol). **Revista Química nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 367-372, p. 2022.

DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. Contribuições da Neurociência e da Aprendizagem Significativa para o ensino de Física e de conceitos básicos de Astronomia: algumas aproximações preliminares. **Revista Prática Docente – RPD**, v. 6, n. 2, p. e033-e033, 2021, 2021.

DAMM, B. m.; Ferreira, R. Q.; Moura, P. R. G. Avaliação das capacidade metacognitivas no ensino de química analítica. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 30, p. e14919-e14919 , 2023.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS. **Assembleia Geral das Nações Unidas em Paris, 10 de Dezembro de 1948**. Disponível em: <https://brasil.un.org/ptbr/91601-declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 03 de ago. 2023.

DOS SANTOS, F. S. *et al.* Interlocução entre neurociência e aprendizagem significativa: uma proposta teórica para o ensino de genética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia – RBECT**, v. 9, n. 2, p. 149-182, 2016.

DUARTE, A. C.; SANTOS, H. R.; JESUS, J. R. de. **Um olhar para a utilização de estratégias didáticas no Ensino de Ciências**. CONEDU Ensino de Ciências v. 3, Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/119283>. Acesso em: 08de fev.2025.

ESTANISLAU, J. O aprendizado é individual, mas está sujeito a características pessoais e de personalidade. **Jornal da USP no Ar**, 1^a ed. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=611774>. Acesso 21/10/2024.

FARIA, J. A. *et al.* Conhecimento de neurociências para a comunidade: Neuroanatomia e memória/aprendizado. **Revista Extensão Universitária**, v. 13, n. 2, p. 243-255, 2022.

FERNANDES, B. G.; LOCATELLI, S. W. O repensar do ensino de Química por meio da metacognição. **Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química - 20º ENEQ**, Pernambuco - PE, 2020.

FERNANDES, G. W. R. Preâmbulo: Ainda se discute sobre "como fazer com que a pesquisa em Ensino de Ciências chegue às escolas?" In. FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. (org.). **Proposições Epistemológicas, Curriculares e Metodológicas de Grupos de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências: caminhos para a educação básica e o ensino superior**. São Paulo: Editora da Física, 2023.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. **Metodologias e abordagens diferenciadas em Ensino de Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. Professional Development and Use of Digital Technologies by Science Teachers: a Review of Theoretical Frameworks. **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 50, p. 673-708, 2020.

FERNANDES, G. W. R.; MARIANO, H. M.; SCHETINO, L. P. L.; ALLAIN, L. R. **Metodologias e Estratégias Ativas: um encontro com o Ensino de Ciências**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2021.

FERNANDEZ-DUQUE, D.; BAIRD, A. B.; POSNER, M. I. Atenção Executiva e Regulação Metacognitiva. **Consciousness and cognition**, v. 9 n. 2, p. 288-307, 2000.

FERREIRA, C. P. **As ferramentas do pensamento como estratégia de aprendizagem para o estímulo e desenvolvimento da criatividade com alunos do ensino técnico e tecnológico**, 2015, 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Universidade Federal do Rio Grande, 2015.

FERREIRA, G. N. **Educação das Funções Executivas: revisão narrativa sobre os meios de aprimorar as funções executivas de alunos em ambiente escolar através de programas de intervenção**. 2022, 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

FERREIRA, M. L. S. M. A avaliação no processo Ensino-Aprendizagem: uma experiência vivenciada. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 27, n. 1, p. 12-19, 2003.

FERREIRA, M. S. RIBEIRO, M. E. M. Neuroeducação e ensino de Química: oportunidade de conhecer estratégias potencializadoras para a aprendizagem. **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIV ENPEC**, Caldas Novas, GO, 2023.

FILIPIN, G. E.; CASAROTTO, F.; MELLO-CAMPOS, P. B.; VARGAS, L. S. Formação continuada em Neuroeducação: percepção de professores sobre a neurociência e sua importância para a educação. **Experiência - Revista Científica De Extensão**, v. 3, n. 1, p. 40-57, 2017.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

FONSECA, da V. **Aprender a aprender: o papel da educabilidade cognitiva e da neuropsicopedagogia**. 3ª ed. Lisboa: Âncora Editora, 2014.

FRANCISCO, W.; CAMPANER, J. V. O. As atividades de escritas e reescritas orientadas como estratégia metacognitiva de avaliar a aprendizagem. **Anais do XX Encontro Nacional de Ensino de Química – XX ENEQ**, Recife, PE, 2020.

FRANCISCO, W.; SILVA, E. L.; WARTHA, E. J. Dos conhecimentos à regulação Um exemplo prático de atividade metacognitivas aplicadas na formação de professores de Física com base na pesquisa didática metacognitiva: diálogos entre casos investigativos e formação continuada de professores de

Química. **Revista ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 1, p. 37-61, 2022.

FREITAS, P. S. C.; SOUSA, C. E. B. Contribuições da Neurociência para a formação docente em ciências: uma revisão sistemática integrativa de literatura, **Revista de Ensino de Ciências e Matemática - RENCIIMA**, v. 13, n. 4, p. 1-18, 2022.

FREITAS, R. Produtos Educacionais na Área de Ensino da CAPES: o que há além da forma? **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 5, n. 2, p. 5-20, 2021.

FREITAS, S. C.; SOUZA, C. E. B. Contribuições da Neurociência para a formação docente em Ciências: uma revisão sistemática integrativa de literatura. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática - RenCiMa**, v. 13, n. 4, p. 1-18, 2022.

GALVÃO, S. K. P. A. **Implicações da neurociência cognitiva na prática pedagógica de professores de Biologia**. 2017. 121 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Tecnológica, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

GEWEHR, D.; STROHSCHOEN, A. A. G.; SCHUCK, R. J. Projetos de pesquisa e a relação com a metacognição: percepção de alunos pesquisadores sobre a própria aprendizagem **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online)**, v. 22, e19937, 2020.

GIANELLA, T. R.; STRUCHINER, M; RAMOS, V.; LENT, R. Pesquisa e desenvolvimento de um Banco Virtual de Objetos de Aprendizagem em Neurociência. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – V ENPEC**. Bauru, SP, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4^a ed. São Paulo, Atlas, 2002.

GOBBI, J. I. F., Kiss, A. C. I.; Nishida, S. M. Semana de conscientização sobre o cérebro em Botucatu: Interação universidade e ensino fundamental. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 1, p. 87-95, 2020.

GOLDHABER, D. **The mystery of good teaching**. 2006. Disponível em: <http://educationnext.org/the-mystery-of-good-teaching/>. Acesso em: 5 dez de 2024.

GOMES, H. C.; MANRIQUE, A. L. A musicalização (ritmo-som-corporeidade) como intervenção neurocognitiva de habilidades matemáticas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática- RENCIIMA**, v. 6, n. 1, p. 75-83, 2015.

GOMES, L. L. **Formação Continuada de Professores em Tempos de Pandemia: contribuições da neurociência para a educação**. 2021, 115 f. Dissertação (Mestrado e Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2021.

GOMES, L. L.; GUIMARÃES, M. H. U.; CRUZ, L.H.C. A formação continuada de professores em tempos de pandemia do Covid-19: Contribuições da Neurociência aplicada à educação. **Formação Docente**, v. 14, n. 30, p.197-210, 2022.

GOMES, M. S. Estimulando a Metacognição em Classe: estratégias para o ensino e aprendizagem nos anos iniciais. **Mestrado profissional-Programa de Pós-Graduação em docência em educação em ciências e matemática**, Instituto de educação Matemática e Científica, Universidade Federal, Belém, 2020.

GOMES, M. S. **Estratégias metacognitivas no ensino de ciências para estudantes dos anos iniciais: estimulando o aprender a aprender**. 2020. 63 f. Dissertação (Mestrado em Docência em Ciências e Matemática) - Instituto de Educação matemática e Científica, Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém, 2020.

GOMES, M. S. **Estratégias Metacognitivas no Ensino de Ciências para estudantes dos anos iniciais:** estimulando o aprender a aprender. Dissertação (Mestrado em Profissional em Docência em Ciências e Matemática) - Instituto de educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém 2020.

GONÇALVES, G. S. *et al.* C. Análise dos fatores que causam dificuldades de aprendizagem da leitura e escrita nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Espacios**, v. 38, n. 60, 2017.

GROSSI, M. G. R.; BORJA, S. D. B. A Neurociência e a Educação e Distância: um Diálogo Necessário. **Revista Tempos e Espaços em Educação**. v. 9, n. 19, p. 87-102, 2016.

GROSSI, M. G. R.; LOPES, A. L.; COUTO, P. A. A Neurociência na Formação de Professores: um estudo da realidade brasileira. **Revista da FEEABA - Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n.41, p. 27-40, 2014.

GUERRA, L. Neurociência, aprendizagem e educação. *in: NeuroEduca*. HATEM, A.; GUIMARÃES, F. 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KQvQ8phYEHc>. Acesso. 9 de fev. 2025.

GUERRA, L. B. **Aproximação entre Neurociência e a Educação**. Curso Contribuições das Neurociências para o processo de aprendizagem - UFV em Formação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2021. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=S8h3CkiwPq0>. Acesso em 03. ago. 2023.

GUERRA, L. B. A Emoção e suas relações com a cognição e aprendizagem. **Congresso Brasileiro de Ciência da Mente Cérebro e Educação - CBCMCE**, Cuiabá, MT, 2021.

GUERRA, L. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, ,v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.

GUIMARÃES, M. N Aprendendo neurociências na escola: uma estratégia de abordagem no ensino médio. **Revista da SBEnBio** – Número 9, p. 1909- 1916, 2016.

GUIMARÃES, M. N. Divulgando as neurociências no Ensino Médio: nossa experiência no Colégio Pedro II – Campus Niterói-R. J. **Revista da SBEnBio** – Número 9, p. 7857-7865, 2016

GUTIERRES, J. M. **Popularização da Neurociência e Educação: a produção de um documentário e as representações do cérebro no imaginário escolar e universitário**. 2019. 119 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

HAASE, V. G.; LACERDA, S. S. Neuroplasticidade, variação interindividual e recuperação funcional em neuropsicologia. **Temas em Psicologia da SBP**, v. 12, n. 1, p. 28-42, 2004.

HERTER, C. S. *et al.* Uma breve reflexão sobre a avaliação tradicional. **Anais do XXIV Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Cruz Alta, RS 2019.

HOFFERT, L. Cognição, Neurociência e Aprendizagem. Curso Contribuições das Neurociências para o processo de aprendizagem - UFV em Formação, Universidade Federal de Viçosa , Viçosa, MG, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/live/touALOjiSlg?si=iGwPt-SfcJeIzDV2>. Acesso em set. de 2021.

HOFFERT, L.; LAGE, F. **Neurociência e Educação: um casamento possível**. *in Neuro Tópicos_Neurociência e Educação*. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/live/d4iF4nuWhrY?si=Lan7-fvui7yzQtYH>. Acesso em: 28 out. 2024.

KHAN, S. **Um mundo, uma escola:** a educação reinventada. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

KOPCKE FILHO, H. Estratégias para desenvolver a metacognição e a compreensão de textos teóricos na universidade. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 1, n. 2-3, p. 59-67, 1997.

KRIPKA, R. M. L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterizações. **Revista de Investigaciones UNAD**, v. 14, n. 2, 2015.

LEÃO, M. A. B. B. G.; PEREIRA, M. M. C. M.; ALMEIDA, R. S. A.; MELO, S. F.; AUDI, W. F. Aprendizagem e metacognição do adulto: panorama de estudos e pesquisas. **Revista Ciências & Cognição**, 2015; v. 20, n. 1, p. 133-141, 2015.

LENT, R. **Educação baseada em evidências: análises, sugestões e propostas**. Rio de Janeiro: Rede CpE, 2019.

LIMA, G. C.; SOUZA, G. S. de. Estratégias Didáticas. *in:* LIMA, G. C. **Didática Especial para o Ensino de Ciências e Biologia II**, São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011.

LIMA, K. R. *et al.* Formação Continuada em neurociência: percepções de professores da educação básica. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 3, p. 361-376, 2020.

LIMA, V. F. P.; CARNEIRO, B. G.; FRANCISCO, W. Educação de Surdos e Ensino de Ciências: formação docente e metacognição. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-21, 2022.

LIPPE, E. M. O.; DE CAMARGO, E. P. O Ensino de Ciências e seus desafios para a Inclusão: o papel do professor especialista. *in* NARDI, R. org. **Ensino de Ciências e Matemática I: temas sobre a formação de professores**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

LISBOA, F. S. **"O Cérebro vai à escola"** aproximações entre neurociências e educação no Brasil. Jundiaí, Paco Editorial, 2016.

LOCATELL, S. W. O repensar do ensino de Química por meio da metacognição. **Anais do XX Encontro Nacional de Ensino de Química - XX ENEQ**, Pernambuco, PE, 2020.

LOCATELLI, S. W. A percepção de graduandos acerca de um processo avaliativo em práticas de ensino de Química - é possível avaliar de forma diferente? **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 7, n. 2, p. 13-33, 2017.

LOCATELLI, S. W. **Tópicos de Metacognição para aprender e ensinar melhor**. 1^a ed. Curitiba, Appris, 2014.

LOCATELLI, S. W. **Tópicos de metacognição**: aprender e ensinar melhor. Curitiba: Appris, 2014.

LOCATELLI, S. W.; ALTARUGIO, M. H. Estratégia Metacognitiva para repensar e reconhecer conceitos em ligação iônica. **Revista Experiências em Ensino de Ciências - eenci**, v. 12, n. 6, p. 138-152, 2017.

LOCATELLI, S. W.; ALVES, N. C. B. Aproximações entre o monitoramento metacognitivo e a elaboração de portfólio em uma disciplina de Química Geral. **AMAZÔNIA - Revista de educação em Ciências e Matemáticas - RECM**, v. 14, n. 29, 79-92, 2018.

LOCATELLI, S. W.; ARROLO, A. Estratégia metavisual no auxílio a reconhecer submicroscopicamente diferenças de tamanho (átomo/cátion) numa interação eletroquímica. **Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química - XVII ENEQ**, Ouro Preto, MG 2014.

LOCATELLI, S. W.; CELESTE, F.; ARROIO, A. Metavisualization: an important skill in the learning chemistry. **Problems Of Education In The Twenty First Century**, v. 24, p. 75-83, 2010.

LUCAS, A. E. P. S.; PEREIRA, M. M. A reflexão dos estudantes sobre a tarefa de elaborar questões de física: um olhar ao longo do tempo. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemática - RECM**, v. 14, n. 29, p. 110-124, 2018

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 11. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2^a ed. Rio de Janeiro, E.P.U., 2018.

MACEDO, P. C. M. Deficiência Física Congênita e Saúde Mental. **Revista SBPH**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 127-139, 2008.

MAFFI, C.; PREDIGER, T. L.; ROCHA FILHO, J. B. RAMOS, M. G. A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de ciências e matemática. **Revista Conhecimento Online - RCO**, v.2, n.11, p. 75-92, 2019.

MAGALHÃES, J. C.; RIBEIRO, P. R. C. Cérebro, Hemisférios Cerebrais, Genes, Cromossomos: a biologia ensinando modos de ser homem e mulher. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC**, Florianópolis, 2009.

MAMAN, A. S. de.; QUARTIERI, M. T.; NEIDE, I. G. Contribuições da metacognição para o ensino de eletromagnetismo. **Anais do X Congresso Iberoamericano de Docência Universitária - X CIDU**, Porto Alegre, 2018

MARAGLIA, P. H. **Estratégias de Ensino Metacognitivas**: uma revisão sistemática de literatura. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

MARAGLIA, P. H.; ASSIS, M. R.; PEIXOTO, M. A. P Estratégias de Ensino Metacognitivas no Ensino de Ciências: o contexto Brasileiro em Foco. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 20-34, 2020.

MARTINS, E. B. de A. A discussão de políticas educacionais no interior da escola: resistência e naturalização. **Revista Brasileira de Educação**, v. 24, p. e240046, 2019.

MATOS, D. G. G. **A Neuroeducação Científica nas Práticas Educativas em Ensino de Ciências**. 2022, 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK. Diamantina, 2022.

MATOS, D. G. G.; FERNANDES, G. W. R. F.; COELHO, B. A. L. Implicações da neuroeducação para a educação científica a partir de uma oficina de paleontologia no ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências** v. 14, n. 3,p. 180- 206, 2019.

MATOS, N. B.; LOCATELLI, S. Aproximações entre Metacognição e Emoção nos processos de Ensino-Aprendizagem. **PRÁTICA**, v. 7, n. 2, 2024.

MAYOR, J.; SUENGAS, A.; MARQUÉS, J. **Estratégias Metacognitivas. Aprender a Aprender y Aprender a Pensar**. Madrid: Síntesis, 1995.

MEIRA MARTINS, L. A.; *et al.*, L. Efeito de uma atividade experimental sobre conceitos espontâneos que alunos de uma turma do Ensino Fundamental têm sobre cérebro. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Florianópolis, SC, 2017.

MENDES, I. A.; OLIVEIRA, V. L. O conceito de aprendizagem na interlocução Neurociência e Educação em teses doutorais. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 1, e003, 2020.

MENDES, M. S. S. Qualidade de Ensino na Escola Pública: Desafios e (Im)possibilidades. **Psicologia: Ensino & Formação**, v.1, n.2, p. 61-71, 2010.

MENEZES, J. P. de Neurociência e formação docente: prevalência de mitos em licenciandos e professores no ensino de ciências. Um estudo de caso no Distrito Federal. **Formação Docente**, v. 14, n. 30, p. 181-195, 2022.

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) - Universidade Federal de Sergipe, 2022.

MORAES, R., GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MOREIRA, E.S.A.; RIBEIRO, E. V. S. A. Uma análise da indisciplina no contexto da sala de aula. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano5, ed. 3, v. 12, p. 49-63. 2020.

MORENO, M. A.; REIS, M. J. R.; CALEFI, P. S. Concepções de professores de biologia, física e química sobre a aprendizagem baseada em problemas (ABP). **Revista Hipótese**, Itapetininga, v. 2, n.1, p. 104-117, 2016.

MOURA, J. S.; BABELÔNIA, L.; CAVALCANTE. M. A. Neurociências e Educação Científica: um estudo bibliográfico. Informa apenas a quantidade e não apresenta os trabalhos. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, Natal, RN, 2019.

NERES, S. M. I. **Mindfulness e meditação guiada no perfil comportamental de jovens de escola pública**. 2023. 121 f. Dissertação (mestrado em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas) - Universidade Católica de Santos, 2023.

NETA, A. S. O.; GOMES, A. L. L. Estratégias de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual no contexto do atendimento educacional especializado. *in: BARRETO, r. c. et al. Políticas de inclusão escolar e estratégias pedagógicas no atendimento educacional especializado*. Fortaleza: UFCE, Brasília: MC&C, 2016.

NICOLIELO-CARRILHO, A. P.; HAGE, S. R. V. Estratégias metacognitivas de leitura de criança com distúrbio de aprendizagem. **CoDAS**, v. 29, n. 3. p. e20160091, 2016.

NILLES, J. H.; LEITE, F. A. Reformulações Curriculares: um olhar para a BNCC e os LD da área de Ciências da natureza e suas Tecnologias. **Anais do II Simpósio de Pós-Graduação do Sul do Brasil**. Evento on-line, 2022.

NORO, D. **Diversidade sexual e de gênero na formação docente: a heteronormatividade diante das neurociências**. 2019.148 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

NORO, G. Neurociências e Epigenética- como aplicar à Educação? **Congresso Brasileiro de Ciência da Mente Cérebro e Educação – CBCMCE**, Cuiabá, MT, 2021.

NUNES, L. K. S.; VASCONCELOS, C. F.; GHEDIN, E. Metacognição: um caminho de possibilidades no processo de formação de professores. **Anais do XXII Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino.- XXII ENDIPE Campina Grande**: Realize Editora, 2024.

NUNES, S. L. A; COUTINHO, F. A; MORAES, G. S. P. Neurociências e educação em Ciências. Memória e Ensino. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências - X ENPEC**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015.

OCDE. **Compreendendo o cérebro**: rumo a uma nova ciência do aprendizado. São Paulo: Editora Senac, 2023.

OLIVEIRA, B. S. **A indisciplina escolar e ensino-aprendizagem sob o olhar de professores do Ensino Fundamental II**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Letras/ Inglês) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, A. L. As aproximações entre Neurociência Cognitiva e o Ensino de Ciências na organização de situações de aprendizagem. **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XIII ENPEC**, on-line, 2021.

OLIVEIRA, C. S. de.; TRINDADE, V. M. T. Jogos Digitais x Neurociências- Possibilidades e Práticas para a Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências. **Anais do IX Encontro Regional de Biologia - IX EREBIO**, Santa Maria - RS, 2019.

OLIVEIRA, D. A.; PEREIRA JUNIOR, E. A. Trabalho docente em tempos de pandemia: mais um retrato da desigualdade educacional brasileira. **Retratos da Escola**, v. 14, n. 30, p. 719–734, 2020.

OLIVEIRA, J. J. A.; SILVA, P. R.; RIBEIRO, P. M. A. Ensino Superior, formação docente e as contribuições para a educação. **Revista CAMINE: Caminhos da Educação**, v.9, n.1, p. 106- 125, 2017.

OLIVEIRA, M.M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 1^a ed, Recife, Bagaço, 2005.

OLIVEIRA, S. S. V. O Direito ao Sossego: uma análise do Artigo 1.227 do Código Civil à luz as Constituição Federal. **Revista Brasileira de Direito Civil em Perspectiva**. v. 4, n. 2. p. 39-61, 2018.

OLIVEIRA, V. L. **Um estudo descritivo-analítico sobre aprendizagem em pesquisas doutoriais de neurociências (2007-2018)**. 2020.153 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, 2020.

PALERMO, R. R. O. Mediação e Mediatização: saberes necessários para a prática pedagógica na modalidade a distância. **VII Congresso Iberoamericano de Docência Universitária: Ensino Superior - Inovação e qualidade na docência- VII CIDU**. Portugal, 2012.

PARANHOS, A. O. **A neurociência como ferramenta para formação continuada de professores**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado e Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2018.

PASSOS, M. M.; CORRÊA, N. N. G.; ARRUDA, S. M. Perfil metacognitivo (Parte I): uma proposta de instrumento de análise. **Revista Investigações em ensino de Ciências - IENCI**, v. 23, n. 3, p. 230-244, 2017.

PEREIRA, C. P. **As ferramentas do pensamento como estratégia de aprendizagem para o estímulo e desenvolvimento da criatividade com alunos do ensino técnico e tecnológico**. 2015. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Universidade Federal do Rio Grande, 2015.

PEREIRA, D. M. B. Contribuições da Neurociência na garantia de Direitos Sociais: o papel do neuropsicopedagogo institucional em espaços não escolares de educação. **Revista de Extensão Tecnológica - IFC**, v. 10, n. 19, p. 129-148, 2023.

PEREIRA, M. M. Sobre formas de avaliar a aprendizagem dos estudantes em atividades em grupo: algumas propostas aplicadas em aulas de Física. **Anais do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXI SNEF**, Uberlândia, Minas Gerais, 2015.

PEREIRA, M. M.; ABIB, M. L. V. S. Afetividade e metacognição em percepções de estudantes sobre sua aprendizagem em Física. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online)**, v. 18, n. 1, p. 107-122, 2016.

PEREIRA, M. M.; ANDRADE, V. A. Autoavaliação como estratégia para o desenvolvimento da metacognição em aulas de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 17, n. 3, p. 663-674, 2012.

PESSOA, F. F. T. **Formação continuada de professores nas perspectivas das neurociências e da educação inclusiva**. 2019, 103 f. Dissertação (mestrado profissional) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

PORTELHO, E. **Como se aprende?** Estratégias, estilos e metacognição, 2^a ed. Rio de Janeiro: WAK Ed., 2011.

QUEIROZ, I. R. **Formação continuada de professores sob a perspectiva da aprendizagem significativa e tecnologias educacionais: análise de propostas de capacitação no contexto da Educação a Distância**. 2020. 156 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.

RAMACCIOTTI, M. Ciência da mente, cérebro e educação: soluções inovadoras para promover vida. **Congresso Brasileiro de Ciência da Mente Cérebro e Educação – CBCMCE**, Cuiabá, MT, 2021.

RAMACCIOTTI, M.; ZEGGIO, L. Neuromitos. **Congresso Brasileiro de Ciência da Mente Cérebro e Educação – CBCMCE**, Cuiabá, MT, 2021.

RAMOS, D. K.; SEGUNDO, F. R. Jogos Digitais na Escola: aprimorando a atenção e a flexibilidade cognitiva. **Educação & Realidade**, v. 43, n. 2, p. 531-550, 2018.

RAYANE, A. S. M. **Estudo de Caso como Prática Epistêmica de Ciências baseada em uma Tecnologia Social**. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso, 2023. (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas), Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Diamantina, 2023.

RELVAS, M. P. Neurociência na prática pedagógica. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

REZENDE, M. R. K. F. **A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem**: Um diálogo necessário. 2008 147 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências) – Programa de Pós Graduação Educação em Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus, 2008.

REZENDE, M. R. K. F. **A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem**: Um diálogo necessário. 2008 147 f.. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências) – Programa de Pós Graduação Educação em Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus, 2008.

RIBEIRO P. R. M. História da Educação Escolar no Brasil: Notas para uma reflexão. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, n. 4, p. 15-30, 1993

RIBEIRO, A. A. *et al.* A prática da meditação mindfulness no ensino médio: uma ferramenta para a promoção da saúde e complementação acadêmico-formativa dos adolescentes. **Revista Prática Docente – RPD**, v. 4, n. 2, p. 524-545, 2019.

RIBEIRO, C. A. C. Desigualdade de oportunidades e resultados educacionais no Brasil. **Dados**, v. 54, n. 1, p. 41–87, 2011.

RIBEIRO, C. A. G.; ROSA, C. T. W.; ZOCH, A. N. **Estratégias metacognitiva de leitura aplicadas ao Ensino de Física**, Produto Educacional - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

RIBEIRO, D. F. **O Ensino da Matemática para pessoa com Paralisia Cerebral**: uma análise de ações pedagógicas na educação básica. 2020.310 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2020.

RICHTER, L. Contribuições da Neurociência para o Ensino e Aprendizagem de Conceitos Científicos. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências - X ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2015.

ROCHA, A. B.; LOCATELLI, S. W.; TESTONI, L. A. Professores Unidocentes: Analisando a Elaboração de Planejamentos no Ensino de Ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. e23023, 2023.

ROSA, C. T. W. **A metacognição e as atividades experimentais no Ensino de Física**. 2011. 324 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ROSA, C. W. ALVES FILHO, J. P. A metacognição como estratégia de aprendizagem em física: o que mostram as pesquisas brasileiras. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VI ENPEC**, Florianópolis, SC, 2007.

ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. Ensino de Física e Metacognição: Proposta Didática para as atividades experimentais. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VIII ENPEC**, Campinas, SP, 2011.

ROSA, C. T. W.; ALVES FILHO, J. P. Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em Física. **Revista Ciência e Educação (Bauru)**, v. 20, n. 1, p. 61-81, 2014.

ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. Metacognição na Educação Científica: relato de ações de um grupo de pesquisa, In: FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. (org.). **Proposições Epistemológicas, Curriculares e Metodológicas de Grupos de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências**: caminhos para a educação básica e o ensino superior. São Paulo: Editora da Física, 2023.

ROSA, C. T. W. *et al.*, Metacognição e seus 50 anos: cenários e perspectivas para o Ensino de Ciências. **RBECM - Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, p. 267-291, 2021.

ROSA, C. T. W.; GHIGGI, C. M. Resolução de problemas em física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 23, n. 3, p. 30-59, 2018.

ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um clube de ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemática - RECM**, v. 14, n. 29, p. 193-207, 2018.

ROSA, C. T. W.; SCHMITZ, K. O. A metacognição nas pesquisas em educação: uma revisão a partir das teses e dissertações brasileiras. **ACTIO: Docência em Ciências, Curitiba**, v. 5, n. 2, p. 1-22, 2020.

ROSA, C. T. W.; VILLAGRÁ, J. A. M. Questionamento Metacognitivo associado a abordagem didática por indagação: análise de uma atividade de ciências no ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências** – v. 25, n. 1, p. 60-76, 2020.

ROSÁRIO, P. S. L. Diferenças processuais na aprendizagem: avaliação alternativa das estratégias de auto-regulação da aprendizagem. **Psicologia Educação e Cultura**, v. 1, p. 89-102, 2001.

RUSHTON, S.; EITELGEORGE, J.; ZICKAFOOSE, R. Connecting Brian Cambourne's Conditions of Learning Theory to Brain/Mind Principles: Implications for Early Childhood Educators. **Early Childhood Education Journal**, v. 31, n. 1, p. 25-33, 2003.

RUSHTON, S.; LARKAIN, E. Shaping the Learning Environment: Connecting Developmentally Appropriate Practices to Brain Research. **Early Childhood Education Journal**, v. 29, n. 1, 2001.

SAMPAIO, G. T. C.; OLIVEIRA, R. L. O. Dimensões da desigualdade educacional no Brasil. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 31, n. 3, p. 511-530, 2015.

SANTOS, A. L. F.; BARBOSA, E. P. SILVA, F. X.; MENDES, V. R. Três tipos de estudo de revisão nas pesquisas educacionais: caracterização e análise. **SciELO Preprints**, 2021.

SANTOS, A. M.; ACOSTA, A. C. BORGHETTI, L. B. A relação ensino/aprendizagem com foco no estudante - pressuposto da eficácia pedagógica. **Revista De Educación Superior Del Sur Global - RESUR**, v.1, p. 103–122, 2016.

SANTOS, C. F. L. dos. Neuroeducação: utilizando uma metodologia ativa para o ensino sobre o funcionamento do cérebro. 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – Universidade Federal de Alagoas, 2021.

SANTOS, D. L. **Interdisciplinaridade escolar: investigando concepções e práticas em sala de aula de professores de Biologia, Física e Química**. 2023. 127 f. Dissertação. (Mestrado em educação em Ciências, Matemática e Tecnologia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programas de Pós-Graduação e Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, Diamantina, 2023.

SANTOS, P. V.; HERNANDES, J. L.; ANDRADE, M. A. B.; LABURÚ, C. E. Multimodos e Múltiplas Representações como proposta didática embasada no conceito de Rede. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- XI ENPEC**. Florianópolis, SC, 2017.

SANTOS, T. H. L.; VERASZTO, E. V. Neurociência cognitiva no processo de aprendizagem de alunos com deficiência visual: desenvolvimento de experimento com fluidos para o ensino de FÍSICA. **Anais do XV EPEF**, Maresias, SP, 2014.

SÃO LEÃO, E.; OLIVEIRA, A. L.; SIQUEIRA-BATISTA, R. Uma abordagem sobre as contribuições da Neurociência e da programação Neurolinguística no processo de ensino-aprendizagem. **Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física - XIX SNEF**. Manaus AM, 2011.

SARTORI, G.; BENCKE, P. Neurociência e Impactos do ambiente educacional na aprendizagem. **Congresso Brasileiro de Ciência da Mente Cérebro e Educação - CBCMCE**, MT, 2021.

SCHMIDT, K.; MAIER, J.; NÜCKLES, M. Writing about the Personal Utility of Learning Contents in a Learning Journal Improves Learning Motivation and Comprehension. **Education Research Internacional**, n. 1, p. 319463, 2012.

SILVA, K. S.; FONSECA, L. S. da.; CORREIA, P. R. M. Abordagem neurcognitiva de processos atencionais envolvidos na aprendizagem mediada por mapas conceituais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 247-268, 2020.

SILVA, L. M. **A metacognição no livro didático de Ciências: um olhar sobre a abordagem ambiental do conteúdo água**. 2016. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.

SILVA, L. R. A. A aula com mediação tecnológica no centro de mídias de educação do amazonas: constructos neuropeadógicos da aprendizagem em EAD. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM - IGAPÓ**, v. 13 – n. 2, p. 66-77, 2019.

SILVA, M. A. **Neurociência, Educação e a Formação de Professores: a percepção sobre origem e aceitação de neuromitos entre licenciandos em ciências da natureza**. 2020.176 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2020.

SILVA, R. S.; SANTOS, E. R.; SANTOS, J. R. A Neurociência como Ferramenta para o Ensino de Ciências e Biologia. in: SILVA. R. S **A Neurociência como Ferramenta para o Ensino de Ciências e Biologia**. 2019. 44 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

SILVA, S. E. de M. SILVA, F. A. R.; TAVARES, J. C. Desenvolvimento de uma sequência didática para a construção do conhecimento (neuro)científico associado ao uso de substâncias psicotrópicas na adolescência. **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- XIV ENPEC**, Caldas Novas, GO, 2023.

SILVA, T. B. de.; BIAVATTI, V. T. Estratégia metacognitiva de aprendizagem autorreguladora, percepção docente sobre a aprendizagem e métodos educacionais em contabilidade. **Revista Contemporânea de Contabilidade**. v. 15, n. 37, p. 3-33, 2018.

SILVA. R. S **A Neurociência como Ferramenta para o Ensino de Ciências e Biologia**, 44f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1^a ed. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2009, p. 33-44.

SIMÕES, E. M. S.; NOGARO, A. **Neurociência Cognitiva para Educadores**: aprendizagem e prática docente no século XXI. 1^a ed. Curitiba: CRV, 2016.

SOARES, C. D. **Sei o que sei e o que não sei? O potencial metacognitivo associado à utilização de vídeos curtos em aulas de Física**. 2022. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Instituto de Ciências Exatas e Geociências, universidade de Passo Fundo, 2022.

SOARES, C. D. **Sei o que sei e o que não sei? O potencial metacognitivo associado à utilização de vídeos curtos em aulas de física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Instituto de Ciências Exatas e Geociências, universidade de Passo Fundo, 2022.

SOUZA, A. B. **Desmotivação Escolar**. 2015. 32 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Tecnológica Federal do Paraná- UTFRP, Medianeira, Paraná, 2015.

SOUZA, F. C.; TRÓPIA, G. A produção sobre educação em neurociência nos encontros em Ensino de Ciências e Biologia. Quantidade sem identificação. **Anais do IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia e II Encontro Regional de Ensino de Biologia Regional 4 - IV ENEBIO II EREBIO** da Regional 4, Goiânia, GO, 2012.

SOUZA, G. G. L. de *et al.* **A Neurociência e a Educação**: como nosso cérebro aprende? *in:* III Curso de Atualização de Professores da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio. Ouro Preto, 2016. Disponível em: Acesso: 25 out. de 2023.

SOUZA, G. P.; ROCHA, L. D.; CHAVES, L. S. **A Programação Neurolinguística como ferramenta para o professor em sala de aula**. 2019. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) - Centro Universitário de Goiás Uni-Anhanguera, Goiânia, 2019.

SOUZA, J. S. S.; MASCARENHAS, S. A. N. Metacognição e Formação de Professores: uma revisão de literatura. **Revista de educação, Ciência e Tecnologia – Tear**, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2023.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq Mudi**, v.11, Supl 2, p. 110-114, 2007.

STEFENON, D. L. **Desigualdades educacionais e esvaziamento curricular, um estudo a partir do caso da recontextualização dos saberes geográficos na escola**. 2017. 216 f. Tese (Doutorado em educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

TEOTONIO, G. S. **O desenvolvimento da metacognição e aprendizagem no ensino de Biologia**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal do vale do São Francisco, 2017.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **International Delphi panel on Mind Brain, and Education science**. Quito, Ecuador: Author. Downloaded, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tracey-Tokuhama-Espinosa/publication/315779095_Delphi_Panel_on_Mind_Brain_and_Education_2016_RESULTS/links/58e3ff980f7e9bbe9c94cefb/Delphi-Panel-on-Mind-Brain-and-Education-2016-RESULTS.pdf. Acesso em 03 fev. 2025.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **The scientifically substantiated art of teaching**: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science). 2008. 625 f. Tese (Doutorado em Educação), Capella University, Minnesota, 2008.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T.; NOURI, A. Evaluating what mind, brain, and education has taught us about teaching and learning. **ACCESS: Contemporary Issues in Education**, v. 40, n. 1, p. 63-71, 2020.

TONNETTI, F.A. **A Especificidade da Ciência da Atenção [da Filosofia da Mente à Neurociência Cognitiva]**. 2008. 147 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo. 2008.

TRENTIN, M. A. S.; ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B.; TEIXEIRA, A. C. Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – RBECT**, v. 8, n. 3, p. 274-292, 2015.

TREVISAN, T. L. **Proposta de ensino para o tema “Calor” direcionado à mobilização dos estudantes do ensino médio para aprender física**. 2021, 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Passo Fundo, 2021.

TRIVIÑOS, A. N. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: A pesquisa qualitativa em educação. 1^a ed. São Paulo, Atlas, 1987.

TRÓPIA, G. Leituras sobre Neurociências na mídia: considerações para o Ensino de Biologia. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia – VIII ENEBIO, VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia Regional NE – VII EREBIO-NE e II SCEB**, online, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO - UNIFESP. **Prodmais**: Solange Wagner Locatelli, 2024. Disponível em: <https://unifesp.br/prodmais/profile/8962640200169519>. Acesso em 2 fev de 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI. Sistema de Bibliotecas. **Manual de normalização**: monografias, dissertações e teses. 3. ed. Diamantina: UFVJM, 2019. 74 p. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/936>. Acesso em: 1 dez. 2019.

VARELA, A. V.; BARBOSA, M. L. A.; FARIAS, M. G. G. Ferramentas cognitivas, ambientes modificadores, medição e construção do conhecimento: potencializando a cognição do sujeito social na perspectiva do aprender. **Ciência da Informação**, v. 43, n. 2, p. 198-209, 2014.

VARGAS, L. S.; MENEZES, J. ALVES, N.; SOSA, P.; MELLO-CARPES, P. M. Conhecendo o Sistema Nervoso: ações de Divulgação e Popularização da Neurociência junto a estudantes da Rede Pública da Educação Básica. **Revista Ciência & Cognição**, v.19, n.2, p. 233-241, 2014.

VEIGA, L. L. de A. *et al.* A metacognição e sua importância para o ensino de ciências: uma revisão da literatura. **Anais do VI Congresso Nacional de Educação - VI Conedu**, Fortaleza, Ceará, 2019.

VENTURA, D. Um retrato da área de Neurociência e comportamento no Brasil. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 26(específica), p. 123-129, 2010.

VIEIRA, I. G. **Metacognição e Ensino de Ciências:** um retrato comprehensivo sobre as produções realizadas no Brasil. 2021. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

VIVEIROS, E. R. **Mindware Semiótico-Comunicativo: Campos Conceituais no Ensino de Física para Deficientes Visuais utilizando uma Interface Cérebro-Computador.** 2013. 487 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2013.

VIVEIROS, E. R.; CAMARGO, E. P. A pesquisa em Neurociência e suas implicações para o Ensino de Ciências: contribuições para o Ensino de Física em deficientes visuais. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC**, Campinas, SP, 2011.

XAVIER, C. **Metacognição e Estratégias de Ensino Metacognitivo:** uma revisão de literatura analítica. 2022. 389 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde). Instituto Nites de Educação em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ, Rio de Janeiro, 2022.

XAVIER, C. S.; PEIXOTO; M. A. P.; VEIGA, L. L. A. Metacognição e suas ferramentas para o aprendizado **Revista Eletrônica**, v. 10, p. 40-70, 2020.

ZACCHI, R. C. **Desempenho escolar e desigualdades educacionais no Brasil:** uma análise a partir do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). 2016. 288 f. Tese (Doutorado em Sociologia Política) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2016.

ZARO, M. A. Emergência da Neuroeducação: Hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, p. 199-210, 2010.

ZIMMERMAN, B. J.; Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? **Contemporary Educational Psychology**, n. 11, p. 307-3013, 1986.

ZIMMERMAN, B. J.; MARTINEZ-PONS, M. Development of a structured interview for assessing students' use of self-regulated learning strategies. **American Educational Research Journal**, v. 23, n. 4, p. 614-628, 1986.

ZULIANI, S. R. Q.; ÂNGELA, A. C. D.; A Utilização de estratégias metacognitivas por alunos de Química Experimental: uma avaliação de discussão de projetos e relatórios. **Anais do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – II ENPEC**, Valinho, SP, 1999.

ZULIANI, S. S. R. Q. A.; SILVA, R. I. V.; JÚNIOR, J. B. S.; BIANCHINI, T. B. Identificando habilidades metacognitivas num curso de licenciatura através da fenomenologia e semiótica social: buscar o conhecimento e a autoaprendizagem. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química - XV ENEQ**, Brasília, DF, 2010.

ZUQUETTO, S. da S. **Produtos Educacionais na Área de Ensino: contribuições de um itinerário didático-pedagógico à luz da acessibilidade pedagógica.** 2021. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Franciscana, 2021.

1 APÊNDICE E ANEXO

Apêndice 1: Questionário Estratégia Metacognitiva KWL

Nome:

Turma

Anote aqui o que eu já sei sobre os cinco sentidos?

Pense em perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a visão?

Reflita sobre o que você aprendeu e como suas perguntas foram respondidas.

Apêndice 2: Caracterização do Estudo de Caso

Desliga o Som!!!!

Deisiene Gonçala

Lucas e Joana moram na cidade de Diamantina em Minas Gerais com seus três filhos: Pedro com 12 anos, Sabrina com 15 anos e Joãozinho com apenas 20 dias de vida. A família segue a mesma rotina todos os dias: dorme às 09 horas da noite, acordam às 05h30min da manhã. As crianças vão para a escola localizada a dois quarteirões da casa da família por volta das 06h40min e voltam para casa às 11h30min. O pai vai para o trabalho às 07 horas e volta às 17h e a Mãe fica em casa cuidando do bebê.

A família sempre foi bem-organizada, cumprindo seus horários a risca, porém, há duas semanas, as crianças começaram a chegar atrasadas na escola e muito cansadas, dormindo durante as aulas.

A professora, muito preocupada com a situação, chamou os pais para conversar e descobriu que após a abertura de um bar, ao lado da casa da família, ninguém conseguia dormir direito devido ao alto volume das músicas tocadas no bar todas as noites.

Os pais visivelmente cansados, estressados e tristes relataram o desespero com a situação vivida e pediram ajuda a professora para solucionar o problema, pois não aguentavam mais ver seus filhos chorando por causa do barulho.

Imagine que vocês fazem parte da família de Pedro e Joana, como a família conseguirá voltar a dormir com qualidade, evitando o mal rendimento dos filhos na escola?

Reflexões:

- Qual o problema enfrentado pela família, no caso “Desliga o Som!”?
- Como resolver a situação desta família que está sofrendo pelo cansaço e pelo sono excessivo dos filhos na escola?

Anexo1: Fragmentos da reportagem: Uso prolongado de telas por crianças e adolescentes preocupa especialistas: veja consequências

Adaptado de Programa Fantástico 10/12/2023

Em 2023, uma pesquisa revelou uma disparada no número de crianças brasileiras com menos de seis anos que já se conectaram à internet.

O pediatra Daniel Becker diz que: crianças e adolescentes que usam excessivamente as telas vão perder em habilidades, em capacidades, em relacionamento, em autoconhecimento. Ele acha que está num grupo de milhares de amigos pertencentes, mas aquilo é uma ilusão.

1.1 Os eletrônicos e a mente dos jovens

1.2

Na adolescência, uma parte importante do cérebro humano não está totalmente desenvolvida: o córtex pré-frontal, que é responsável pelo controle de impulsos, reação a ameaças e recompensas. Com isso, o uso excessivo de telas e redes sociais pode levar a situação para as quais o cérebro jovem ainda não está preparado. Isso não significa que os dispositivos causarão problemas de saúde mental a todos os usuários, mas eles podem ser amplificados em quem já está mais vulnerável.

"Você pega, por exemplo, uma menina de 12 ou 13 anos, que começa a se interessar pela beleza. Ela vai começar a ver um vídeo de moda, maquiagem ou exercício. O algoritmo começa a radicalizar esse conteúdo rapidamente e, em pouco tempo, está recebendo vídeos que estimulam ela a fazer dietas de 400 calorias por dia", alerta Dr Daniel, apontando que esse tipo de conteúdo pode resultar em distorção da autoimagem e desenvolvimento de transtornos alimentares como anorexia ou bulimia.

Saúde mental em jogo

Alguns dos sinais de alerta são:

irritação fácil; ansiedade; privação do sono; preferências por ficar no quarto; falta de interesse em atividades ao ar livre; queda de tempo de interação presencial.

O uso de telas na prática

Família 1:

Duda chega o celular antes de ir para a escola (enquanto se arruma e toma café). Na volta da escola, ela se vê novamente imersa no conteúdo entregue pelo aparelho. A exposição, muitas vezes, avança pela madrugada. "Tem dia que eu fico até seis da manhã", diz ela, confessando que fica ansiosa quando não está com o celular na mão. "No começo era mais para comunicação, aí depois virou um vício mesmo",

Família 2:

Caio fica no computador depois da escola, e se deixar fica o dia todo e vira a noite no computador. Seu irmão Daniel só sai do computador quanto ele está carregando.

Durante o jantar seus pais jantam juntos e os filhos separados, Daniel com o celular na mesa e Caio no quarto na frente do computador.

Com cada um em sua tela, a falta de interação virou uma constante na família e, com o tempo, os conflitos começaram. Discussões e palavrões quando a mãe manda sair do jogo.

O papel da família

A solução para esse problema passa por dois pontos fundamentais: conversa e exemplo.

Afinal, é preciso estabelecer regras razoáveis e os pais precisam segui-las.

Supervisionar o uso das telas e criar alternativas atraentes no mundo real.

Solução da Família 1:

Redução do uso; duas horas por dia a pós as tarefas.

Agora, a Duda, que antes usava o celular para distrair o irmão João Victor, agora usa livros. Os pais relatam que perceberam que ela está mais ativa, até fazendo caminhada.

Solução da Família 2

Conversar, fazer uma proposta. Chame as crianças e eles vão fazer as contrapropostas. É como se fosse uma negociação de paz .

Com o tempo começaram a fazer as refeições juntos sem celular e computador e a brincar no quintal.



UFVJM