



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E  
GESTÃO DO CONHECIMENTO

Ana Elisa Pillon

**Neurociência aplicada à educação matemática:** recomendações para mitigar a ansiedade,  
potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem

Florianópolis-SC  
2024

Ana Elisa Pillon

**Neurociência aplicada à educação matemática:** recomendações para mitigar a ansiedade,  
potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação  
Engenharia e Gestão do Conhecimento da  
Universidade Federal de Santa Catarina para a  
obtenção do título de Doutora em Engenharia e  
Gestão do Conhecimento.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Vania Ribas Ulbricht, Dr<sup>a</sup>.  
Coorientador: Prof. Márcio Vieira de Souza, Dr.

Florianópolis-SC

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.  
Dados inseridos pelo próprio autor.

Pillon, Ana Elisa

Neurociência aplicada à educação matemática: recomendações para mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem / Ana Elisa Pillon ; orientador, Vania Ribas Ulbricht, coorientador, Márcio Vieira de Souza, 2024.

274 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Aprendizagem. 3. Matemática. 4. Neurociência. 5. Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). I. Ulbricht, Vania Ribas. II. Souza, Márcio Vieira de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

**Ana Elisa Pillon**

**Neurociência aplicada à educação matemática:** recomendações para mitigar a ansiedade,  
potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado pela banca examinadora  
composta pelos seguintes membros:

Prof. Marcelo Cairrão Araújo Rodrigues, Dr.  
Universidade Federal de Pernambuco UFPE

Prof. José Paulo Gomes Brazão, Dr.  
Universidade da Madeira UMa

Prof. Maurício Fernandes Pereira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

Prof<sup>a</sup>. Gertrudes Aparecida Dandolini, Dr<sup>a</sup>.  
Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

Prof. Neri dos Santos, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

Certificamos que esta é a versão **original** e **final** do trabalho de conclusão que foi julgado  
adequado para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Insira neste espaço a  
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a  
assinatura digital

Prof<sup>a</sup>. Vania Ribas Ulbricht, Dr<sup>a</sup>.  
Orientador(a)

Florianópolis-SC, 2024

Este trabalho é dedicado àqueles que sonham.  
*“A gente tem que sonhar, senão as coisas não acontecem”.*  
*Oscar Niemeyer*

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas foram importantes na construção deste trabalho, durante os seis anos de trajetória. Agradeço, em especial:

À minha família e amigos. Aqueles que convivem com o doutorando, realmente sabem o quanto seu apoio e suporte são fundamentais. Vários nomes não estão citados aqui, mas quem de fato fez parte desta caminhada, sabe em que momento participou e o quanto sua companhia ou troca de ideias foi importante para mim.

Aos meus orientadores, especialmente à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Vania Ribas Ulbricht, por todos os ensinamentos nestes anos em que me acompanhou oferecendo todo suporte possível. A todos os professores das disciplinas cursadas no PPGEGC, assim como àqueles com os quais o contato foi em outra atividade. Foi um privilégio estar com vocês! #EGCorgulhodepertencer!

Aos professores membros da banca, Gertrudes Dandolini, José Paulo Brazão, Marcelo Cairrão, Maurício Pereira, Neri dos Santos e Tarcísio Vanzin, agradeço por suas preciosas contribuições! Agradeço em especial ao Prof. Dr. Tarcísio Vanzin que em inúmeros momentos acolheu minhas dúvidas e as transformou em ensinamentos valiosos!

À Profa. Dra. Vilma Villarouco (*in memoriam*), pelo incentivo ao estudo da neurociência. Seu exemplo de vida e dedicação à educação jamais serão esquecidos!

Aos professores, setor administrativo e colegas da Especialização em Neurociência, em específico, Prof. Dr. Marcelo Cairrão, Prof. MSc. Ubirakitan Maciel Monteiro, Prof. MSc. Marília Marinho de Lucena, Christophe Albert Lopes de Albuquerque, Prof. MSc. Paulo Nascimento (e Flora). Dedico um agradecimento especial à colega Adna Fontenelle pela parceria no CISTI 23 e troca de tão ricos conhecimentos!

Aos colegas do LAMID: Rejane, Grazi, Lane, Bianca, Edesio e Ivam. Cada um, em diferentes etapas deste caminho, estendeu-me um apoio, e foi vital. Ao Ivam um agradecimento especial ao seu trabalho e dedicação ao *Fractus*. Ao colega Ricardo Pereira@mentor: Muito obrigada!

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC).

À Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis-SC - Gerência de Formação Continuada pelo apoio recebido para o desenvolvimento deste estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – PROEX, pelo incentivo e apoio à realização desta pesquisa.

(...) “não são as tecnologias que vão revolucionar o ensino e, por extensão, a educação de forma geral, mas a maneira como essa tecnologia é utilizada para a mediação entre professores, alunos e a informação” (Kenski, 2010, p. 121).

## RESUMO

O baixo desempenho em matemática no Brasil, evidenciado por dados do PISA e do Saeb, acende um alerta sobre a necessidade de aprimorar a aprendizagem dessa disciplina. A ansiedade matemática, frequentemente presente em estudantes, agrava essa situação, impactando a cognição e o desempenho. A partir do exposto, o objetivo desta pesquisa de tese foi desenvolver recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade matemática, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem dessa disciplina. Para tanto, realizou-se pesquisa aplicada, de modalidade tecnológica, exploratória quanto a seus objetivos e, com abordagem mista. Além disso, utilizando a metodologia *Design-Based Research* (DBR), esta pesquisa investigou a influência da neurociência na aprendizagem matemática de estudantes da rede municipal dos anos finais do ensino fundamental em Florianópolis-SC. Foram analisados indicadores de atenção, variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e a influência da ansiedade durante atividades de matemática, utilizando a Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA) e o sensor *Inner Balance*<sup>TM</sup>. Os resultados indicaram que a VFC se mostrou sensível às diferentes fases da atividade, e que o uso de tecnologias como o aplicativo *Fractus* pode gerar maior índice de VFC, possivelmente associado à maior ativação cognitiva. A partir da triangulação dos dados, foram elaboradas recomendações fundamentadas em neurociência para mitigar a ansiedade matemática, potencializar a cognição e aprimorar a aprendizagem, abrangendo aspectos tecnológicos, metodológicos, socioemocionais e pedagógicos, voltadas a formuladores de políticas públicas em educação e instituições de ensino, sejam públicas ou privadas. As recomendações foram avaliadas por um grupo focal de especialistas, resultando em um conjunto de diretrizes práticas e inovadoras para a educação matemática, com potencial para transformar o processo de ensino e aprendizagem. Por fim o estudo, de maneira crítica, atua como um incentivo e um desafio para que educadores, gestores e formuladores de políticas públicas incorporem essas diretrizes fundamentadas em neurociência, as quais são indissociáveis e inevitáveis para o avanço na aprendizagem da matemática. Ao avaliar as diretrizes em relação às metas gerais deste estudo, constatou-se que o objetivo foi alcançado com potencial significativo para mitigar a ansiedade matemática, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem, resultando em avanços relevantes tanto na prática educacional quanto na área científica.

**Palavras-chave:** Aprendizagem 1. Matemática 2. Ansiedade matemática 3. Tecnologia Educacional 4. Atenção 5. Neurociência 6. Variabilidade da Frequência Cardíaca 7.



## ABSTRACT

*The low performance in mathematics in Brazil, evidenced by data from PISA and Saeb, raises an alert about the need to improve the learning of this discipline. Mathematical anxiety, often present in students, exacerbates this situation, impacting cognition and performance. Based on the above, the objective of this thesis research was to propose neuroscience-based recommendations to mitigate mathematical anxiety and enhance the learning process of this discipline. To achieve this, applied research was conducted, of a technological modality, exploratory regarding its objectives and with a mixed approach. Additionally, using the Design-Based Research (DBR) methodology, this research investigated the influence of neuroscience on the mathematical learning of students from the municipal network in the final years of elementary education in Florianópolis-SC. Attention indicators, heart rate variability (HRV), and the influence of anxiety during mathematics activities were analyzed using the Psychological Battery for Attention Assessment (BPA) and the Inner Balance™ sensor. The results indicated that HRV was sensitive to the different phases of the activity, and that the use of technologies such as the Fractus app may lead to a higher HRV index, possibly associated with increased cognitive activation. Based on data triangulation, neuroscience-based recommendations were developed to mitigate mathematical anxiety and enhance learning, covering technological, methodological, socioemotional, and pedagogical aspects, aimed at policy makers in education and educational institutions, whether public or private. The recommendations were evaluated by a focus group of experts, resulting in a set of practical and innovative guidelines for mathematics education, with the potential to transform the teaching and learning process. Finally, the study, in a critical manner, acts as an incentive and a challenge for educators, managers and public policy makers to incorporate these neuroscience-based guidelines, which are inseparable and inevitable for the advancement of mathematics learning. When evaluating the guidelines in relation to the general goals of this study, it was found that the objective was achieved with significant potential to mitigate mathematical anxiety, enhance cognition and improve the learning process, resulting in relevant advances in both educational practice and in the scientific field.*

**Keywords:** *Learning 1. Mathematics 2. Math Anxiety 3. Educational Technology 4. Attention 5. Neuroscience 6. Heart Rate Variability 7.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Médias de proficiência de matemática do Brasil no PISA .....	24
Figura 2 - Porcentagem de estudantes com aprendizagem adequada – Língua portuguesa e matemática .....	25
Figura 3 - Esboço do surgimento da MBE .....	28
Figura 4 – Proficiência em português e matemática .....	31
Figura 5 - Porcentagem de estudantes com aprendizagem adequada por região.....	32
Figura 6 - Conhecimento interdisciplinar das áreas do PPGEGC - Engenharia do Conhecimento, Gestão do Conhecimento e Mídia do Conhecimento .....	38
Figura 7 - Etapas da DBR.....	44
Figura 8 - Objetos de conhecimento da matemática nos anos finais do ensino fundamental	63
Figura 9 - Representação fração egípcia.....	65
Figura 10 - Tecnologias para a aprendizagem .....	71
Figura 11 - Tela inicial do <i>Fractus</i> .....	73
Figura 12 – <i>Fractus</i> Objetos de Aprendizagem.....	73
Figura 13 - Exemplos de atividades no <i>Fractus</i> .....	74
Figura 14 - O Sistema Nervoso e suas divisões anatômicas e funcionais.....	78
Figura 15 - Diferenças entre o SNAs e SNAp .....	80
Figura 16 – Interação entre o SNAp e SNAs .....	82
Figura 17 – Exemplo de traçado eletrocardiográfico (VFC) .....	83
Figura 18 - Tacograma de adulto jovem normal (A) e de um recém-nascido normal (B) .....	83
Figura 19 - Sensor <i>Inner Balance</i> <sup>TM</sup> .....	85
Figura 20 - Sessão com o <i>Inner Balance</i> <sup>TM</sup> .....	86
Figura 21 - Exemplo - Dados coletados com o <i>Inner Balance</i> <sup>TM</sup> .....	86
Figura 22 - Os sistemas da memória e sua relação com a resposta .....	90
Figura 23 - Modelo do Teste de AC (BPA).....	95
Figura 24 - Modelo do Teste AD (BPA) .....	95
Figura 25 - Modelo do Teste AA (BPA) .....	96
Figura 26 – Escolas participantes da pesquisa.....	98
Figura 27 - Jogo <i>Mind Lab</i> .....	99
Figura 28 - Visitas nas escolas – Diagnóstico - Dados gerais .....	100
Figura 29 – BPA – Aplicação .....	115
Figura 30 – Coleta da VFC dos estudantes.....	126

Figura 31 - Temas e Categorias da Análise temática (entrevistas com professores).....	146
Figura 32 - Temas e Categorias da Análise temática (entrevistas com estudantes).....	152
Figura 33 – Mapa mental – Categorias e Temas (RI).....	164
Figura 34 - Mapa mental – Subcategorias e Temas (RI) .....	165
Figura 35 – Nova ordem das Diretrizes .....	183
Figura 36 – Relação entre os Objetivos e as Diretrizes .....	188
Figura 37 – Buscas da terceira Revisão Integrativa.....	229
Figura 38 – Buscas da quarta Revisão Integrativa .....	234

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Idade dos professores entrevistados.....	100
Gráfico 2 – Formação dos professores entrevistados.....	101
Gráfico 3 – Turmas em que os professores atuam.....	101
Gráfico 4 – Gênero dos estudantes (Diagnóstico) .....	102
Gráfico 5 – Idades dos estudantes (Diagnóstico).....	103
Gráfico 6 – Escolaridade dos estudantes (Diagnóstico).....	103
Gráfico 7 – Gênero dos estudantes (Coleta de dados).....	104
Gráfico 8 – Idade dos estudantes (Coleta de dados).....	105
Gráfico 9 – Escolaridade dos estudantes (Coleta de dados) .....	105
Gráfico 10 - Tipos de deficiências apontadas pelos professores .....	110
Gráfico 11 – Metodologias utilizadas pelos professores.....	111
Gráfico 12 – Uso das TDIC’s pelos professores.....	111
Gráfico 13 – Disciplinas com maior “facilidade” de entendimento.....	112
Gráfico 14 – Conteúdo de maior “dificuldade” .....	113
Gráfico 15 - Uso das TDIC’s nas aulas de matemática.....	113
Gráfico 16 - Resultados de Atenção Concentrada (AC).....	116
Gráfico 17 - Resultados de Atenção Dividida (AD).....	117
Gráfico 18 - Resultados de Atenção Alternada (AA) .....	118
Gráfico 19 - Resultados de Atenção Geral (AG).....	119
Gráfico 20 - Relação entre Acertos na Folha de exercícios (%) e o índice de Atenção Geral (AG).....	121
Gráfico 21 - Índices de Média RR com o <i>Fractus</i> e com a Folha de exercícios .....	128
Gráfico 22 – Resultados da Folha de exercícios .....	130
Gráfico 23 - Índices de rMSSD com o <i>Fractus</i> e com a Folha de exercícios.....	131
Gráfico 24 - Índices de LF/HF nas três fases de coleta .....	133
Gráfico 25 - Índices de <i>Stress Index</i> (SI) com o <i>Fractus</i> e com a Folha de exercícios .....	135
Gráfico 26 – índices de <i>Stress Index</i> dos estudantes.....	136
Gráfico 27 - Relação entre Acertos na Folha de exercícios (%).....	137
Gráfico 28 - Relação entre Acertos na Folha de exercícios (%), tempo de realização da atividade .....	139

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Buscas realizadas no BTD/PPGEGC.....	38
Quadro 2 - Teses e dissertações do PPGEGC indexadas com os descritores “aprendizagem” e “recomendações”.....	39
Quadro 3 - Objetivos específicos e Procedimentos metodológicos realizados.....	47
Quadro 4 – Resultados do <i>Stress Index</i> X Distribuição .....	108
Quadro 5 – Resultados dos testes de Atenção – AC, AD e AA .....	118
Quadro 6 - Coleta de Atenção - Categorias de estudos identificadas .....	122
Quadro 7 - Estatísticas descritivas dos dados da VFC dos estudantes .....	127
Quadro 8 – Coleta de VFC - Categorias de estudos identificadas .....	140
Quadro 9 - Associação entre as Categorias, Subcategorias e os dados da coleta da VFC dos estudantes.....	142
Quadro 10 - Resultados da AC dos professores - Categoria 1.....	146
Quadro 11 - Resultados da AC dos professores - Categoria 2.....	147
Quadro 12 - Resultados da AC dos professores - Categoria 3.....	147
Quadro 13 - Resultados da AC dos professores - Categoria 4.....	148
Quadro 14 - Resultados da AC dos professores - Categoria 5.....	148
Quadro 15 - Resultados da AC dos professores - Categoria 6.....	149
Quadro 16 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 1 .....	152
Quadro 17 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 2 .....	155
Quadro 18 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 3 .....	156
Quadro 19 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 4 .....	157
Quadro 20 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 5 .....	158
Quadro 21 - Categorias de estudos identificadas .....	162
Quadro 22 – Diretrizes X Triangulação .....	171
Quadro 23 – Respostas do Formulário para Especialistas ( <i>Google Form's</i> ).....	173
Quadro 24 – Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 1: Uso das TDIC's.....	175
Quadro 25 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 2: Metodologias de ensino .....	176
Quadro 26 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 3: Engajamento....	177
Quadro 27 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 4: Intervenções e Estratégias Pedagógicas .....	178

Quadro 28 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 5: Dificuldades e desafios .....	180
Quadro 29 – Recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática .....	184
Quadro 30 - Resultados da primeira Revisão Integrativa .....	224
Quadro 31 – Resultados da segunda Revisão Integrativa .....	228
Quadro 32 – Resultados da terceira Revisão Integrativa .....	230
Quadro 33 - Características da Revisão Integrativa da Literatura (quarta RI).....	233
Quadro 34 - Resultados da quarta Revisão Integrativa.....	234
Quadro 35 - Associação entre as Categorias, Subcategorias e os estudos da quarta Revisão Integrativa .....	246
Quadro 36– Categorias e Subcategorias da Pesquisa (Quadro Especial) .....	252
Quadro 37– Recomendações preliminares obtidas com a triangulação de métodos .....	256

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da primeira Revisão Integrativa .....	223
Tabela 2 - Resultados da segunda Revisão Integrativa.....	227
Tabela 3 - Resultados da terceira Revisão Integrativa.....	230

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AA	Atenção Alternada
AC	Atenção Concentrada
AC	Análise de Conteúdo
AD	Atenção Dividida
AG	Atenção Geral
BPA	Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção
BTD/PPGEGC	Banco de Teses e Dissertações do PPGEGC
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DBR	<i>Design-Based Research</i>
EEG	Eletroencefalografia
EGC	Engenharia e Gestão do Conhecimento
FC	Frequência Cardíaca
FEs	Funções Executivas
HRV	<i>Heart Rate Variability</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBIs	<i>Intervals Between Beats</i>
Ideb	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
LF/HF	<i>Low Frequency/High Frequency</i>
MA	<i>Mathematic Anxiety</i>
MEC	Ministério da Educação e Cultura
<i>MeSH</i>	<i>Medical Subject Headings</i>
NADiTA	Núcleo de Acessibilidade Digital e Tecnologias Assistivas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PA	Pressão Arterial
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PPGEGC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento
rMSSD	<i>Root Mean Square of Successive Differences</i>
Saeb	Sistema de Avaliação da Educação Básica



SATEPSI	Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos
SI	<i>Stress Index</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNAs	Sistema Nervoso Autônomo Simpático
SNAp	Sistema Nervoso Autônomo Parassimpático
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TDIC's	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TEPT	Transtorno de Estresse Pós-traumático
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
WoS	<i>Web of Science</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS



Ícone do aplicativo *Fractus*

**Fractus** Logo do aplicativo *Fractus*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	22
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	23
1.2 OBJETIVOS .....	29
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>29</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>29</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	30
1.4 ADERÊNCIA AO EGC.....	36
1.5 ESCOPO DA PESQUISA .....	40
1.6 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	41
<b>1.6.1 Detalhamento da pesquisa.....</b>	<b>42</b>
<i>1.6.1.1-Análise dos dados .....</i>	<i>48</i>
<i>1.6.1.2-Teste do Qui-quadrado (<math>\chi^2</math>).....</i>	<i>49</i>
<i>1.6.1.3 - Teste t de Student.....</i>	<i>50</i>
<i>1.6.1.4 - O coeficiente alfa de Cronbach.....</i>	<i>51</i>
<i>1.6.1.5 - Correlação de Pearson.....</i>	<i>51</i>
<b>1.6.2 Verificação da consistência das recomendações.....</b>	<b>51</b>
1.7 INEDITISMO .....	53
1.8. ASPECTOS ÉTICOS .....	54
1.9 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	54
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	56
2.1 REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA .....	56
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	58
2.3 APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA .....	61
<b>2.3.1 Frações .....</b>	<b>64</b>
2.4 ANSIEDADE NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA.....	66
2.5 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO .....	69
<b>2.5.1 Fractus - Aplicativo para aprendizagem de frações .....</b>	<b>72</b>
2.6 O PAPEL DA NEUROCIÊNCIA NA APRENDIZAGEM .....	74
<b>2.6.1 O sistema nervoso, o cérebro e a relação com a aprendizagem .....</b>	<b>77</b>
<b>2.6.2 Sistema Nervoso Autônomo (SNA) .....</b>	<b>79</b>

2.6.3	<b>Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)</b> .....	<b>81</b>
2.6.3.1	<i>Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca com Inner Balance™</i> .....	84
2.7	<b>O PAPEL DA ATENÇÃO NA APRENDIZAGEM</b> .....	89
2.7.1	<b>Classificação da Atenção</b> .....	<b>91</b>
2.7.2	<b>Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA)</b> .....	<b>94</b>
2.7.3	<b>Relação entre atenção e aprendizagem</b> .....	<b>96</b>
3.	<b>A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM FLORIANÓPOLIS-SC</b> .....	<b>98</b>
3.1	<b>O DIAGNÓSTICO</b> .....	98
3.2	<b>PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS DA ATENÇÃO E DA VFC DOS ESTUDANTES DURANTE A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA</b> .....	104
3.2.1	<b>Coleta da atenção dos estudantes - teste BPA</b> .....	<b>105</b>
3.2.2	<b>Coleta da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) dos estudantes</b> .....	<b>106</b>
3.3	<b>TRATAMENTO DOS DADOS ESTATÍSTICOS</b> .....	107
4.	<b>DESENVOLVIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES</b> .....	109
4.1	<b>COLETA DE DADOS – ENTREVISTAS</b> .....	109
4.1.1	<b>Entrevistas com os professores</b> .....	<b>109</b>
4.1.2	<b>Entrevistas com os estudantes</b> .....	<b>112</b>
4.2	<b>COLETA DE DADOS - BATERIA PSICOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA ATENÇÃO DOS ESTUDANTES</b> .....	114
4.3	<b>COLETA DE DADOS - VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) DOS ESTUDANTES</b> .....	125
4.3.1	<b>Média dos Intervalos RR - Mean RR</b> .....	<b>127</b>
4.3.2	<b>Raiz Quadrada Média das Diferenças Sucessivas – rMSSD</b> .....	<b>129</b>
4.3.3	<b>Relação de baixa frequência/alta frequência - LF/HF</b> .....	<b>132</b>
4.3.4	<b>Índice de estresse - Stress Index (SI)</b> .....	<b>134</b>
4.4	<b>ANÁLISE E TRIANGULAÇÃO DOS DADOS</b> .....	144
4.4.1	<b>Análise das entrevistas com os professores</b> .....	<b>145</b>
4.4.2	<b>Análise das entrevistas com os estudantes</b> .....	<b>151</b>
4.4.3	<b>Análise dos estudos da Quarta Revisão Integrativa da Literatura</b> .....	<b>161</b>
5	<b>TRIANGULAÇÃO DE DADOS E DESENVOLVIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>169</b>
5.1	<b>REFINAMENTO DAS RECOMENDAÇÕES</b> .....	169
5.2	<b>PROPOSIÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES</b> .....	170

<b>6 VERIFICAÇÃO DA CONSISTÊNCIA E COERÊNCIA DAS RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>172</b>
6.1 AVALIAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES COM O GRUPO FOCAL .....	172
6.2 RELATÓRIO FINAL DAS RECOMENDAÇÕES APÓS AVALIAÇÕES .....	183
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>189</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>195</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....</b>	
	212
<b>APÊNDICE B – PRIMEIRA REVISÃO INTEGRATIVA .....</b>	<b>223</b>
<b>APÊNDICE C – SEGUNDA REVISÃO INTEGRATIVA .....</b>	<b>227</b>
<b>APÊNDICE D – TERCEIRA REVISÃO INTEGRATIVA .....</b>	<b>229</b>
<b>APÊNDICE E – QUARTA REVISÃO INTEGRATIVA .....</b>	<b>233</b>
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES .....</b>	<b>239</b>
<b>APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES .....</b>	<b>242</b>
<b>APÊNDICE H – <i>FRACTUS</i> - FOLHA DE EXERCÍCIOS (IMPRESSA) .....</b>	<b>245</b>
<b>APÊNDICE I - ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CATEGORIAS, SUBCATEGORIAS E OS ESTUDOS DA QUARTA REVISÃO INTEGRATIVA .....</b>	<b>246</b>
<b>APÊNDICE J – CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DESTA PESQUISA .....</b>	<b>252</b>
<b>APÊNDICE K – INTERAÇÃO COM CHATGPT4 .....</b>	<b>255</b>
<b>APÊNDICE L – PROPOSIÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES .....</b>	<b>256</b>
<b>APÊNDICE M – TCLE (ESPECIALISTAS DO GRUPO FOCAL) .....</b>	<b>262</b>
<b>APÊNDICE N – GRUPO FOCAL – FORMULÁRIO PARA ESPECIALISTAS .....</b>	<b>265</b>
<b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>	<b>267</b>
<b>ANEXO B – FORMULÁRIOS DO BPA PARA AVALIAÇÃO DA ATENÇÃO CONCENTRADA, DIVIDIDA E ALTERNADA .....</b>	<b>271</b>
<b>ANEXO C – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS ANÁLISES DO <i>KUBIOS</i> .....</b>	<b>274</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A matemática está presente no dia a dia de todas as pessoas desde a pré-história quando os conceitos de medir e contar foram, instintivamente, inserindo-se nas tarefas diárias pois o homem primitivo precisava medir o intervalo entre as áreas que ora habitava, assim como necessitava contar a distância entre ele e o animal que precisava capturar para alimentar-se, dividir a caça entre familiares e comunidade, entre outros (Bezerra, 2022). Desse momento até os dias atuais, pode-se afirmar que os conceitos da matemática foram surgindo e sendo utilizados, acompanhando a evolução da própria humanidade. Ariba (2019) complementa tal afirmativa ao ressaltar que o avanço da tecnologia e da ciência pode ser creditado aos matemáticos e, desta forma, a matemática é considerada como fundamental para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e progressão socioeconômica em qualquer sociedade.

Para além do exposto, Raza e Reddy (2021) reforçam a importância da matemática no mundo atual, cenário em que a capacidade de realizar tarefas matemáticas e possuir raciocínio lógico tornaram-se primordiais na resolução de tarefas e problemas cotidianos. Para os autores, a competência matemática e as habilidades de resolução de problemas mantêm-se como um componente integral em quase todos os currículos educacionais, espalhados por todo o mundo (Raza; Reddy, 2021).

Trazendo esta situação para a presente realidade, alguns dos principais documentos oficiais apontam a relevância da matemática para a formação dos estudantes neste país. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases (LDB, Lei nº 9.394/1996), documento que desde 1996 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, esta deve oferecer ao educando o seu pleno desenvolvimento, preparo para o exercício da cidadania e, ainda, sua qualificação para o trabalho, oferecendo-lhe, obrigatoriamente, currículos compreendendo o estudo de língua portuguesa, matemática, conhecimento do mundo físico e natural, assim como também, estudos sobre a realidade social e política, especificamente do Brasil. Segundo esse caput, devem abranger, obrigatoriamente, o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil (Brasil, 1996).

Outro importante documento, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi instituída tendo por objetivo estabelecer os conhecimentos, competências e habilidades que se espera que sejam desenvolvidos nos estudantes no decorrer de toda a escolaridade básica. No que se refere ao ensino da matemática, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, apresentados neste documento, buscam construir um referencial que possa orientar a prática

escolar contribuindo para que os estudantes tenham acesso a um conhecimento matemático capaz de lhes possibilitar, efetivamente, a inserção no mundo do trabalho, das relações sociais e da cultura. Enfatiza, ainda que, para que este estudante participe criticamente e tenha autonomia, torna-se vital a conexão entre a matemática e os temas transversais como ética, pluralidade cultural, orientação sexual, meio ambiente, saúde, trabalho e consumo (Brasil, 2018).

A busca constante pelo sucesso do processo de ensino-aprendizagem da matemática, neste sentido, relaciona-se não somente com a intenção que os estudantes tenham autonomia e capacidade crítica para atuarem pessoal e profissionalmente em um cenário cada vez mais desafiador, mas, inevitavelmente, relaciona-se à meta incessante em aprimorar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O IDH é responsável por medir e avaliar o desenvolvimento de um país, apresentando seus aspectos sociais e econômicos. Um dos três importantes critérios deste índice avaliativo, a educação, deve apresentar os graus de instrução, as taxas de alfabetização e as taxas de escolaridade nas etapas de educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e superior. Desta feita, este percentual é valioso para um país que almeja aprimorar o seu setor educacional, evoluindo constantemente segundo os parâmetros globais de desenvolvimento (Sousa; Barroso; Ribeiro, 2022).

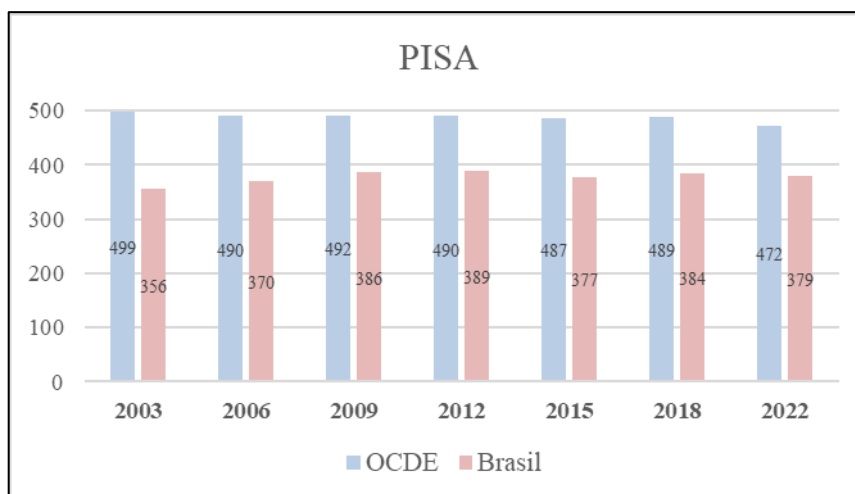
Um dos fatores que pode influenciar a nota dos estudantes em relação à matemática prejudicando seu desempenho chama-se “ansiedade matemática” ou *math anxiety* (MA). Conforme afirmam Carmo e Simionato (2012), a ansiedade matemática é caracterizada por respostas emocionais adversas em situações que exigem habilidades matemáticas. Esse fenômeno é comumente observado no ambiente escolar, embora acompanhe as pessoas por toda sua vida, ao passo que, aqueles que possuem MA evitarão qualquer atividade que envolva o uso da matemática, influenciando, inclusive, na escolha da profissão.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

As ferramentas de educação, as metodologias de aprendizagem e as estratégias de ensino mudaram ao longo do tempo, assim como as situações em que são utilizadas. Em decorrência da pandemia, que afetou grande parte do mundo de dezembro de 2019 a 2021, o ensino remoto foi incorporado em muitos contextos e, por consequência, professores e estudantes utilizaram novas metodologias, atividades e espaços diferenciados para concretizar este processo. Esta evolução é acompanhada por inúmeros órgãos. Um deles, a OCDE

(Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), que mantém parceria com o Ministério da Educação (MEC) no sentido de promover políticas públicas voltadas à melhoria da educação, é constituído por 35 países. Em 1997 a OCDE criou o programa de avaliação denominado PISA, ou Programa Internacional de Avaliação de Alunos por meio do qual é investigado o desempenho dos estudantes nos quesitos leitura, matemática e ciências. Devido à ocorrência da pandemia, os dados coletados em 2018 foram publicados em 2019 e a última avaliação foi publicada apenas em 2022. De acordo com o relatório do PISA 2018 (Brasil, 2020) o Brasil ocupava a 71ª colocação, com apenas 384 pontos, porém, o resultado atualizado do PISA 2022 apresentou informações ainda mais preocupantes: o Brasil ficou em 65º lugar com 379 pontos, baixando sua média anterior em 5 pontos. A Figura 1 apresenta estas informações.

Figura 1 – Médias de proficiência de matemática do Brasil no PISA



Fonte: PISA (2022).

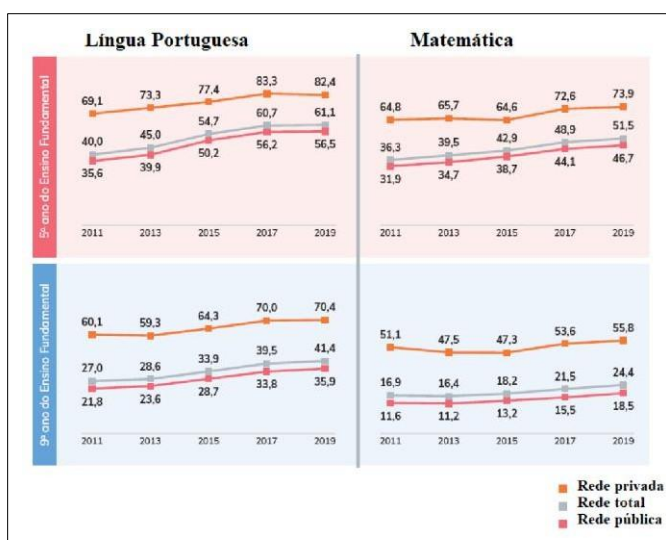
Outro fator relevante apresentado no PISA 2022 foi o alto índice de estudantes brasileiros com baixo desempenho em matemática (abaixo do nível 2) – 73%. De acordo com a OCDE o nível 2 refere-se ao padrão mínimo para que os estudantes possam exercer plenamente sua cidadania. Esta porcentagem significa dizer que entre 10 estudantes brasileiros de 15 anos, 7 não sabem resolver problemas matemáticos simples tais como converter moedas ou, ainda, comparar as distâncias percorridas por um veículo em dois caminhos diferentes (PISA, 2022).

A nível nacional, aponta-se os dados do Anuário Brasileiro de Educação Básica que, ao resgatar as informações relativas à educação no país apresenta dados importantes para o escopo desta pesquisa. Este documento traz informações que refletem uma realidade que, em meio a uma pandemia, pode ter ocasionado reflexos que serão percebidos ao longo de muitos anos, pois, só no ano de 2020, as escolas mantiveram-se fechadas por cerca de dois terços do ano



letivo. De acordo com esse Anuário, em uma análise realizada pelo Instituto Unibanco, foi constatado que ocorreram fortes defasagens em matemática e língua portuguesa, devido à menor aprendizagem decorrente da diferença entre as aulas que foram realizadas de forma remota, ao invés de presenciais, por conta do isolamento social. Este anuário utiliza o termo “aprendizagem adequada” para referir-se ao acompanhamento do nível de aprendizagem de cada estudante (conforme o ano letivo que ele está cursando), tendo em vista os parâmetros da Meta 3 do movimento Todos Pela Educação<sup>1</sup>, e análise dos últimos resultados divulgados do Saeb, Sistema de Avaliação da Educação Básica (Todos, 2021). Na Figura 2 verifica-se a porcentagem dos estudantes com aprendizagem adequada no Brasil, no período entre 2011 e 2019, comparando-se as disciplinas de língua portuguesa e matemática.

Figura 2 - Porcentagem de estudantes com aprendizagem adequada – Língua portuguesa e matemática



Fonte: Todos (2021).

Em observância aos dados da Figura 2 pode-se identificar que a disciplina objeto deste estudo, desde 2011 apresenta os mais baixos níveis registrados nacionalmente – 11,6 em 2011; 11,2 em 2013; 13,2 em 2015; 15,5 em 2017 e 18,5 em 2019 – em se tratando da rede pública, escopo desta pesquisa.

Avançando nesta análise e, com foco no processo ensino e aprendizagem, ressalta-se o apontado pela BNCC no que refere à utilização das Tecnologias Digitais de Informação

<sup>1</sup> O movimento Todos Pela Educação agrega sociedade civil organizada, iniciativa privada, educadores e gestores públicos da educação com a missão de contribuir para a garantia do direito à Educação Básica de qualidade para toda criança e jovem do Brasil. Com este objetivo, trabalha apoiado em 5 Metas, que são: Meta 1 Toda criança e jovem de 4 a 17 anos na escola; Meta 2 Toda criança plenamente alfabetizada até os 8 anos; Meta 3 Todo aluno com aprendizado adequado à sua série; Meta 4 Todo jovem com o Ensino Médio concluído até os 19 anos; Meta 5 Investimento em Educação ampliado e bem gerido (Cruz, 2010).

e Comunicação, ou, usualmente conhecidas como TDIC's. Segundo este documento nacional, há um conjunto de aprendizagens essenciais que devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que, por sua vez, devem encontrar-se inter-relacionadas didaticamente durante todo o período da Educação Básica, que compreende os níveis de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Neste sentido, ainda de acordo com a BNCC, dentre as dez competências gerais da educação básica essenciais para que seja possível assegurar aos estudantes o seu pleno desenvolvimento, na competência de número cinco, é colocado:

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

Conforme ressalta a BNCC, nos anos iniciais do Ensino Fundamental (do primeiro ao quinto ano) a aprendizagem ocorre por meio da consolidação de conteúdos anteriores e ampliação das práticas de linguagem e da experiência estética e intercultural dos estudantes, processo em que são considerados seus interesses e expectativas quanto ao que ainda irão aprender. Nos anos finais (do sexto ao nono ano), além de se depararem com desafios de maior complexidade, os estudantes, inevitavelmente, encontram-se no período de transição entre a infância e adolescência, fase geralmente acompanhada por intensas mudanças decorrentes de transformações biológicas, psicológicas, sociais e emocionais. Além disso, é necessário compreender que os estudantes estão ultrapassando uma fase de seu desenvolvimento repleta de singularidades e formações culturais e identitárias próprias, e, por este motivo, as práticas escolares devem ser capazes de contemplar tais necessidades e, ainda, seus diferentes modos de inserção social. Em complemento, aponta-se também, o importante papel da cultura digital que, em decorrência de seu avanço e do crescente acesso por intermédio de diferentes meios – computadores, telefones celulares, tablets, entre outros – tem transformado os estudantes não só em consumidores, como, principalmente, protagonistas de uma interação social em rede, concretizada cada vez com mais agilidade, e de formas diversas, transformando substancialmente o processo de aprendizagem até então conhecido (Brasil, 2018).

Silva F. (2017) reforça esta afirmativa da BNCC ao apontar que a utilização das TDIC's no contexto educacional, além de viabilizar a compreensão de temas e ideias, possui potencial capaz de gerar a simulação de fatos reais e contextualizados, proporcionando a ampliação do universo de conteúdos inicialmente apresentados, aperfeiçoando o conhecimento inicialmente

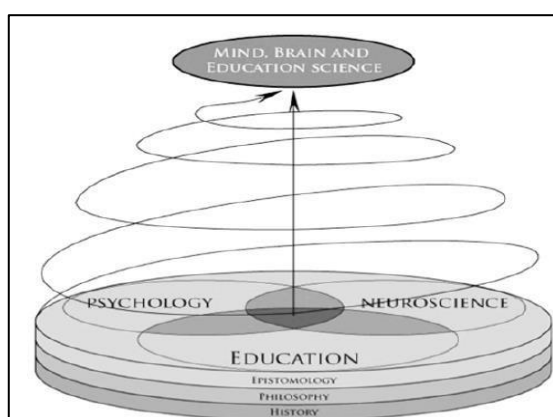
apresentado. Segundo Lima, Queiroz e Sant'anna (2018), as TDIC's possuem um papel imprescindível no processo de aprendizagem pois, com o seu apoio, há um leque imensurável de recursos, que podem ser utilizados pelos professores e estudantes com base em cada meta estabelecida em sala de aula.

Embora tenha sido apontado nos documentos oficiais da educação nacional que as TDIC's deveriam tomar um lugar no processo educacional, e, concomitantemente, transformações tecnológicas e inovações passassem a ser constantes no cenário de uma sociedade do conhecimento reforçando a importância desta prática, o processo de efetiva utilização para a aprendizagem vinha sendo concretizado de forma gradativa. No entanto, a partir do ano de 2020, com o surgimento da pandemia denominada COVID-19 e a paralisação do ensino presencial, o uso das TDIC's tornou-se não só necessário como vital, aumentando drasticamente a utilização de diferentes tecnologias, como forma de continuidade a um processo educacional que não podia manter-se estacionado, tendo em vista as incertezas ocasionadas. Desta forma, de um patamar em que ocorria pouca utilização, devido ao isolamento social decretado, rapidamente, no processo educacional, passou-se a utilizar diversos recursos das TDIC's, conforme as opções de cada instituição escolar, dentre as quais cita-se e-mail, *WhatsApp*, *Google Classroom*, *Google Meet*, *Zoom*, *BigBlueButton* e AVAs (Ambientes Virtuais de Aprendizagem) (Silveira; Bertolini; Parreira, 2020).

No decorrer deste processo houve também a inserção da neurociência como auxiliar no processo educacional. Conforme salientam Grossi, Leroy e Almeida (2015), o campo da neurociência ultrapassou a área da medicina passando a ter evidência na área da pedagogia, tomando importante lugar na busca por compreender a melhor forma de ensinar com vistas a alcançar todos os estudantes.

Segundo Chojak (2018), na segunda metade do século XX iniciou um intenso desenvolvimento de estudos interdisciplinares conduzidos por psicólogos, médicos e neurobiólogos, com foco em aspectos cognitivos do desenvolvimento humano. Com o passar do tempo, pedagogos também se integraram ao debate sobre 'educação amiga do cérebro', contribuindo para a expansão de campos como neuroeducação, neuropedagogia, neurociências educacionais e, Ciência da Mente, Cérebro e Educação (MBE *Mind, Brain and Education Science*). Para a autora, a disciplina MBE define um campo de pesquisa interdisciplinar em neuropsicologia, psicologia educacional e neuropedagogia, e possui os mesmos fundamentos teóricos baseados na história, filosofia e epistemologia dessas disciplinas que, interconectam-se (Chojak, 2018). A Figura 3, da autora, representa esta relação.

Figura 3 - Esboço do surgimento da MBE



Fonte: Chojak (2018).

Como observa-se na Figura 3, Psicologia, Neurociência e Educação estão inter-relacionadas umas às outras e, ao conectarem-se e aprimoram-se formam uma espiral dinâmica de conhecimento. Essa colaboração tem enriquecido as discussões e ampliado o entendimento sobre como o cérebro aprende, influenciando diretamente as práticas pedagógicas (Chojak, 2018). Martins e Almeida (2019, p. 226) corroboram tal afirmativa e salienta que “ambas, neurociência e educação, devem andar juntas, uma sustentando a outra e criando métodos pedagógicos capazes de alcançar cada aprendiz”. Por fim, ainda explicando a importância desta relação Alvarenga (2012) salienta que a neurociência é uma das áreas que mais progrediu recentemente em termos de pesquisa e exploração do funcionamento cerebral e suas conexões com a educação.

Por sua vez, a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), que é a medida das variações nos intervalos entre batimentos cardíacos, é considerada um biomarcador essencial na neurociência, pois ela fornece informações importantes sobre o funcionamento cerebral e sua relação com o sistema cardiovascular. Neste sentido, Sgobbi, Tarouco e Herpich (2019) afirmam que a VFC oferece uma alternativa para identificar indícios cognitivos e nível de atenção dos estudantes durante a aprendizagem e, desta forma, apoiam os professores na escolha de materiais e metodologias mais eficazes, configurando-se, desta forma, na correlação entre a medição da frequência cardíaca e os princípios da neurociência.

Com base nos aspectos apresentados quanto ao ensino da matemática por intermédio de dados mundiais e nacionais, o aumento da utilização das TDIC's para o ensino e, também, a crescente inserção de princípios da neurociência em busca de um aporte para o fortalecimento do processo ensino aprendizagem, observa-se que há uma defasagem quanto a estudos que possam correlacionar tais conceitos. Neste sentido, partindo-se do pressuposto de que há uma

conexão entre a atividade do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), que se manifesta na VFC e os processos mentais e emocionais que influenciam a aprendizagem, esta pesquisa baseia-se na premissa de que as diretrizes fundamentadas na neurociência, especialmente aquelas relacionadas à Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), têm potencial para desempenhar um papel significativo na redução da ansiedade, no aprimoramento da cognição e atenção, e na promoção de melhorias na prática educacional em matemática.

A partir da problemática apresentada estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: Como a aplicação dos princípios da neurociência na educação pode contribuir para mitigar a ansiedade matemática dos estudantes, potencializar sua cognição e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática, resultando em estratégias pedagógicas mais eficazes e melhorias no desempenho acadêmico?

## **1.2 OBJETIVOS**

A fim de alcançar as metas propostas nesta pesquisa, foram criados os objetivos:

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade matemática, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Com o intento de cumprir o objetivo geral desta pesquisa, foram seguidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar e selecionar os indicadores de aprendizagem da matemática, bem como registrar os índices de atenção e de variabilidade da frequência cardíaca presentes durante este processo;
2. Investigar a influência das variáveis atenção, variabilidade da frequência cardíaca (VFC), ansiedade e processos cognitivos no processo de aprendizagem;
3. Identificar padrões e correlações entre a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e atenção durante a aprendizagem da matemática;

4. Desenvolver recomendações preliminares para minimizar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática;
5. Avaliar a eficácia e consistência das recomendações desenvolvidas na mitigação da ansiedade matemática e no aprimoramento da aprendizagem.

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

Com o intento de clarificar os aspectos que justificam esta pesquisa, inicia-se tal reflexão com base nos dados referentes à aprendizagem da matemática. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs, referentes aos terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental (Brasil, 1998, p. 24), a matemática possui papel primordial na formação dos estudantes pois “caracteriza-se como uma forma de compreender e atuar no mundo”. Ressaltam, ainda, que o conhecimento gerado nessa área do saber consolida-se como um fruto da construção humana, atuando efetivamente na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural. Enfatiza também que, para que a matemática auxilie os estudantes na inserção ao mundo do trabalho, assim como no mundo da cultura e das relações sociais, desenvolvendo a opinião crítica dos mesmos, torna-se necessário que ela desempenhe, no decorrer do currículo, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio, na aplicação de problemas, em situações da vida cotidiana, em atividades do mundo do trabalho e, no apoio à construção de conhecimentos em outras áreas curriculares (Brasil, 1998).

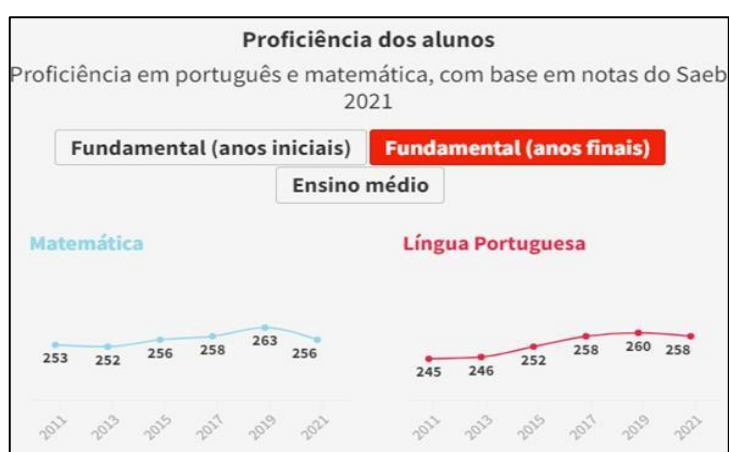
Evidencia-se, em complemento, que a BNCC, também destaca o papel da matemática na formação dos estudantes, salientando que o conhecimento nesta área é necessário não só pela sua aplicação na sociedade contemporânea, mas, também, pelas suas potencialidades quanto à formação de cidadãos críticos e conscientes de suas responsabilidades sociais. Sustenta, ainda, que a matemática não se restringe à quantificação (contagem, medição de objetos, grandezas e cálculos), mas também cria sistemas abstratos fundamentais para a construção de representações significativas e argumentações em diferentes contextos, elementares para o cenário atual (Brasil, 2018).

Para o ciclo do Ensino Fundamental, a BNCC salienta que a matemática deve ter como um de seus compromissos, o desenvolvimento do letramento matemático. Neste tópico, estão inclusas competências e habilidades de raciocínio, representação, comunicação e argumentação matemática, ao ponto de favorecer conjecturas, assim como a formulação e resolução de problemas em diversos contextos, por intermédio da utilização de conceitos, procedimentos,

fatos e ferramentas matemáticas. É também o letramento matemático que assegura aos alunos reconhecer que os conhecimentos matemáticos são fundamentais para a compreensão e atuação no mundo e perceber o caráter de jogo intelectual da matemática, como aspecto que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimula a investigação e pode ser prazeroso (fruição). O desenvolvimento dessas habilidades está intrinsecamente relacionado a algumas formas de organização da aprendizagem matemática, com base na análise de situações da vida cotidiana, de outras áreas do conhecimento e da própria matemática. Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional. Considerando esses pressupostos, e em articulação com as competências gerais da Educação Básica, a área de matemática e, por consequência, o componente curricular de matemática devem garantir aos alunos o desenvolvimento de competências específicas.

Cientes da relevância da matemática, convém oportuno ressaltar os registros sobre os últimos resultados divulgados pelo Ministério de Educação por intermédio do Ideb – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica quanto ao desempenho em matemática, quando comparado ao desempenho em língua portuguesa. As informações encontram-se na Figura 4.

Figura 4 – Proficiência em português e matemática



Fonte: Ribeiro (2022).

A partir dos dados apresentados na Figura 4, observa-se que nos anos finais do ensino médio, em português a proficiência média aumentou dois pontos de 2017 a 2019, porém caiu esses mesmos dois pontos de 2019 a 2021. Enquanto que, na matemática, o índice aumentou cinco pontos de 2017 a 2019, no entanto caiu sete pontos de 2019 a 2021.

Sob outro aspecto de análise, na Figura 5, pode-se observar a avaliação do número de estudantes considerados com “aprendizagem adequada”, separados por região.

Figura 5 - Porcentagem de estudantes com aprendizagem adequada por região

Unidade da federação	5º ano do Ensino Fundamental				9º ano do Ensino Fundamental				3ª série do Ensino Médio			
	Língua Portuguesa		Matemática		Língua Portuguesa		Matemática		Língua Portuguesa		Matemática	
	2007	2019	2007	2019	2007	2019	2007	2019	2007	2019	2007	2019
Brasil	27,9	61,1	23,7	51,5	20,5	41,4	14,3	24,4	24,5	37,1	9,8	10,3
Região Norte	18,4	45,1	13,1	33,9	13,6	29,0	7,2	13,6	13,2	22,0	3,1	4,3
Região Nordeste	18,9	50,0	14,6	39,1	13,3	34,2	8,5	18,8	17,3	29,5	6,2	7,3
Região Sudeste	36,0	69,9	31,6	61,8	24,2	47,1	17,2	29,2	28,7	42,6	11,4	12,2
Região Sul	35,1	70,5	31,2	61,8	23,1	47,6	17,2	29,5	30,9	44,5	14,1	14,0
Paraná	36,9	72,9	34,4	67,1	23,1	47,2	18,3	30,1	29,9	46,0	15,5	15,4
Santa Catarina	34,9	71,9	30,8	62,1	21,7	48,6	17,0	31,6	27,1	40,5	11,6	12,3
Rio Grande do Sul	33,3	66,8	28,2	55,5	24,0	47,2	16,1	27,2	34,8	45,8	14,3	13,5
Região Centro-Oeste	30,9	64,2	25,4	53,0	19,8	42,3	13,8	24,9	24,4	41,8	9,2	12,5

Fonte: Todos (2021).

Observa-se, portanto, que, em relação à matemática, os dados das diferentes regiões do país indicam um desempenho consistentemente inferior em comparação com a disciplina de língua portuguesa. Tendo como foco a matemática, as regiões Norte e Nordeste traz os piores índices. Avaliando-se o 9º ano do ensino fundamental – um dos ciclos pertinentes ao presente estudo, percebe-se que em 2019 (última avaliação realizada), Santa Catarina ocupou o 6º lugar, comprovando que há muito a ser trabalhado para aprimorar estes resultados.

Apropriando-se do exposto por Luna (2014), pode-se clarificar de alguma forma tais resultados. A autora ressalta que, historicamente, enquanto obrigatória, a matemática sempre foi vista pelos estudantes como a pior disciplina da escola e, até mesmo os seus professores, alimentam uma cultura de dificuldades, contribuindo, mesmo que sem perceber, para o aumento de casos de reprovação e evasão escolar. Para esta autora, alguns dos problemas ultrapassados por professores em relação aos estudantes da matemática são falta de atenção, comportamentos desajustados, falta de afetividade, como também, falta de compromisso com o processo de aprendizagem (Luna, 2014).

Outro importante aspecto a ser debatido refere-se às lacunas teóricas dos temas abordados nesta tese. Para esta análise foram realizadas pesquisas com foco nos aspectos: a) Insuficiência de estudos interdisciplinares específicos, b) Métodos de intervenção baseados em evidências neurocientíficas, c) Efeito da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no aprendizado matemático, d) Avaliação longitudinal de intervenções, e) Formação de professores e aplicação de neurociência, f) Impacto de práticas pedagógicas inovadoras e, g) Políticas educacionais e saúde mental. No que se refere à ausência de estudos interdisciplinares



específicos e ao crescente interesse pela neuroeducação, segundo apontam Lavaqui e Batista (2007); Silva, Araújo e Ferreira (2020); Ocampo, Santos e Folmer (2016); e Marques, Espíndola e Sauerwein (2020) faltam estudos interdisciplinares específicos que integrem a neurociência, a psicologia educacional e a didática da matemática para abordar a ansiedade, a cognição e as práticas pedagógicas. Ainda, de acordo com Ocampo, Santos e Folmer (2016), esta é uma lacuna particularmente evidente na área da educação matemática, onde a percepção da interdisciplinaridade entre os professores, muitas das vezes é limitada. Quanto aos estudos sobre métodos de intervenção baseados em evidências neurocientíficas, de acordo com Murakami *et al.* (2022) embora haja um interesse crescente por intervenções neurocientíficas na educação, ainda há uma carência de estratégias pedagógicas específicas para a educação matemática que levem em conta variáveis como ansiedade e a variabilidade da frequência cardíaca. No entanto, há dois trabalhos que podem ser apresentados e que fornecem uma base para o desenvolvimento de intervenções com base neurocientífica na educação matemática e que consideram ansiedade e a variabilidade da frequência cardíaca. O primeiro, de Coelho e Soares (2020) relata um estudo de caso sobre intervenções neuropsicopedagógicas para uma criança com paralisia cerebral e destacou o potencial das intervenções precoces na melhoria do desenvolvimento cognitivo. E, o segundo estudo de Carvalho (2020) analisou os efeitos da atenção plena e da educação em neurociências sobre a dor em adultos com fibromialgia, demonstrando o potencial dessas intervenções na melhora da percepção da dor, capacidade funcional, ansiedade e depressão.

Outra questão apresentada tratou sobre o efeito da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no aprendizado matemático. Sobre este assunto, identifica-se na literatura que a relação entre a VFC e o desempenho em matemática é um campo emergente que ainda carece de estudos detalhados, especialmente em ambientes educacionais reais. O estudo mais recente que surgiu na pesquisa foi o artigo desta pesquisadora, Pillon *et al.* (2024) que, em suas conclusões apresentou que os estudantes demonstraram maior índice de VFC ao utilizar um aplicativo de matemática, sugerindo melhor desempenho cognitivo. Além deste, alguns poucos trabalhos encontrados foram: o estudo de Evaristo (2017) que introduziu um modelo matemático para análise da VFC, apresentando resultados que podem auxiliar futuros estudos, e, a pesquisa de Mendonça *et al.* (2018), que destacou o potencial da VFC na avaliação dos níveis de estresse em professores universitários, sugerindo uma aplicação mais ampla da VFC em ambientes educacionais. Tais pesquisas sugerem coletivamente que a VFC pode

desempenhar um papel na aprendizagem da matemática, mas são necessárias mais pesquisas para compreender completamente esta relação.

Em relação à avaliação longitudinal de intervenções, em busca na literatura existente foi possível perceber que existe uma lacuna sobre os efeitos a longo prazo de intervenções baseadas em *mindfulness* ou outras estratégias neuropsicológicas no aprendizado e na ansiedade matemática. Foram encontrados apenas os trabalhos de Azevedo e Menezes (2020), que descobriram que uma intervenção baseada em *mindfulness* reduziu o estresse percebido e aumentou a autoeficácia e a atenção plena em estudantes universitários, sugerindo que podem ocorrer potenciais benefícios a longo prazo para o desempenho acadêmico e a saúde mental. Da mesma forma, Segalla (2017) relatou que uma intervenção baseada no modelo interdisciplinar de mudança teve um efeito duradouro nas variáveis psicológicas em adolescentes com sobrepeso e obesidade, o que também poderia ter implicações no desempenho acadêmico. E, o trabalho de Cai *et al.* (2016) demonstrou os efeitos positivos a longo prazo de uma reforma curricular de matemática nas capacidades de resolução de problemas dos alunos, indicando o potencial das intervenções para terem impactos duradouros nas competências acadêmicas. No entanto, faltam pesquisas específicas sobre os efeitos a longo prazo das intervenções baseadas na atenção plena ou outras intervenções neuropsicológicas na aprendizagem da matemática e na ansiedade.

Ao revisar os estudos que abordam a formação de professores, identificou-se que, embora muitas pesquisas tenham investigado essa formação em diferentes contextos, observa-se uma lacuna em como eles podem ser capacitados para utilizar conhecimentos de neurociência de maneira eficaz no ensino da matemática, visando diminuir a ansiedade dos alunos. Vasconcellos, Berbel e Oliveira (2009) enfatizam a integração do ensino, da pesquisa e da reflexão crítica na formação de professores, que poderia ser estendida para incluir a aplicação da neurociência em sala de aula. Rocha e Tonelli (2015) e Oliveira e Passos (2008) destacam a necessidade de desenvolvimento profissional contínuo no uso da neurociência no ensino, com Rocha e Tonelli (2015) abordando especificamente a inclusão de alunos com síndrome de Asperger. Cândido *et al.* (2021) ressaltam ainda a importância da formação adequada de professores em neurociências para a educação inclusiva, o que poderia abranger também o uso das neurociências no ensino da matemática. Esses estudos apontam para a necessidade de uma abordagem mais completa na formação docente que englobe a aplicação prática da neurociência em sala de aula.

Analisando-se sobre as práticas pedagógicas inovadoras, em avaliação à literatura foi possível reconhecer que, mesmo que a inovação pedagógica esteja sendo amplamente discutida, há uma lacuna específica na avaliação da eficácia de metodologias inovadoras como, por exemplo, uso de história, jogos educacionais ou gamificação para os estudantes de matemática que apresentam alta ansiedade. No entanto, foram diagnosticados uma série de estudos que exploraram o impacto das práticas inovadoras da educação, sem mencionar a ansiedade. Dentre eles cita-se o estudo de Guimarães *et al.* (2019). Este autor constatou que metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior podem melhorar a qualidade, o comprometimento e a retenção dos alunos. Signori (2016), por sua vez, destacou o potencial da gamificação como método de ensino inovador, principalmente na era digital, devido à sua natureza dinâmica, desafiadora e interativa. Elias, Zoppo e Kalinke, (2019) identificaram jogos, etnomatemática, tecnologias digitais, modelagem matemática e contação de histórias como práticas inovadoras no ensino fundamental de matemática. Por sua vez Cunha *et al.* (2024), enfatizaram a necessidade de modernizar a educação em ciências e matemática por intermédio de abordagens inovadoras, incluindo gamificação, inteligência artificial e estratégias de inclusão digital, para melhorar o envolvimento e os resultados da aprendizagem. Estes estudos sublinham coletivamente o potencial das práticas pedagógicas inovadoras na melhoria da qualidade e eficácia da educação, no entanto, reforça-se que nenhum aborda a ansiedade matemática, reforçando esta lacuna teórica.

No que tange às políticas educacionais e saúde mental, pesquisando-se na literatura foi possível detectar, por intermédio de diferentes pesquisas, que há a necessidade de políticas educacionais que abordem especificamente a saúde mental em contextos matemáticos e científicos. Alguns dos estudos encontrados sobre o tema foram: a pesquisa de Sousa, Barroso e Ribeiro (2022) que destacam a necessidade de uma investigação mais aprofundada dos fatores individuais e laborais associados a problemas de saúde mental em agentes policiais. Já Rezende *et al.* (2022) enfatizam o papel da atenção primária no enfrentamento do estigma da saúde mental e a importância de serviços especializados como o CAPS. Santos (2023), por sua vez ressalta a necessidade de uma Política Nacional de Educação Permanente em Saúde atualizada para potencializar a formação e o desenvolvimento dos trabalhadores da saúde. E, por fim, Oliveira (2018) defende políticas públicas mais eficazes, especialmente para crianças e adolescentes, para abordar questões de saúde mental. Estes estudos sublinham coletivamente a necessidade de políticas de saúde mental mais abrangentes e direcionadas em vários contextos profissionais e específicos da idade. No entanto, não houve estudo nesta busca que tivesse como

foco a aprendizagem da matemática ou, ainda, a redução da ansiedade matemática, confirmando este assunto ser uma lacuna existente na literatura.

Levando-se em conta os dados apresentados, as lacunas teóricas existentes e, ainda, as evidências que comprovam que o processo da aprendizagem da matemática vem sendo acompanhado por um histórico de fatores não positivos, devido à sua importância para a formação pessoal e profissional dos estudantes, considera-se vital buscar formas para aprimorar este processo.

Um dos possíveis meios para alcançar este objetivo, conforme aponta Van Nes (2011), seria buscar auxílio nos princípios da neurociência. Para a autora, sob uma concepção interdisciplinar, a colaboração bidirecional entre a neurociência e a pesquisa educacional pode ser considerada favorável, tanto à pesquisa quanto às neurociências. Tal constatação baseada pela autora tem premissa na afirmativa de que as novas pesquisas científicas podem auxiliar os pesquisadores educacionais a obter uma visão sobre as relações de reconhecimento do cérebro que fundamentam os processos cognitivos e os efeitos das intervenções instrucionais e, por sua vez, os padrões de comportamento estudados antes, durante e após uma intervenção instrucional, podem contribuir para a compreensão de possíveis mudanças no escopo da neurociência, capazes de modificar funções importantes para a aprendizagem (Van Nes, 2011).

Em virtude do que foi mencionado no decorrer do tópico Problema de pesquisa e, com o intento de preencher as lacunas existentes nesta área, esta tese foi desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, especificamente na linha de pesquisa Mídia e conhecimento na educação, com o foco em desenvolver recomendações capazes de auxiliar no processo da aprendizagem da matemática, almejando o aprimoramento dos estudantes quanto à aprendizagem da matemática e a diminuição das situações de ansiedade matemática, utilizando-se os princípios da neurociência, reafirmando, com sua especificidade, a relevância e importância desta pesquisa para a comunidade acadêmica.

#### **1.4 ADERÊNCIA AO EGC**

O Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento (PPGEGC) tem por objetivo primordial formar mestres e doutores, produzindo e disseminando na sociedade conhecimento técnico-científico. Seu principal objeto de pesquisa é o conhecimento, definido por este programa como sendo interdisciplinar, um conteúdo ou processo que resulta de interações sociotécnicas que podem ocorrer entre os agentes humanos

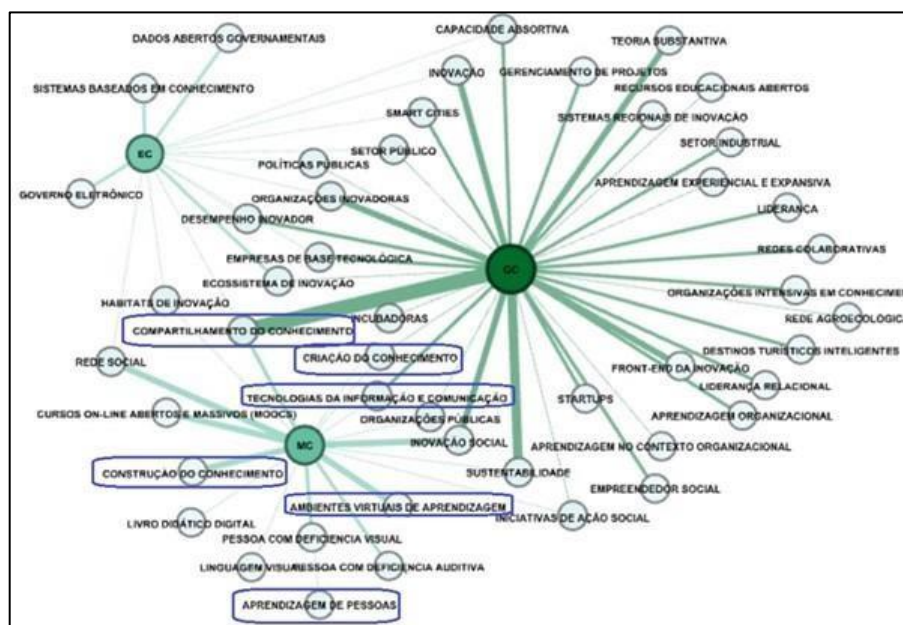
e tecnológicos. Ainda, para este programa, o conhecimento tem caracterização multifacetada pois pode apresentar múltiplos estados (tácito, implícito ou explícito), diferentes lócus (humanos ou artefatos), variadas dimensões (individual, de grupo, organizacional, interorganizacional ou em rede) e, diferentes propriedades (gerenciável ou transmissível). Ademais, o PPGEGC subdivide-se em três áreas de concentração: a Engenharia do Conhecimento que estuda a modelagem e o desenvolvimento de sistemas do conhecimento, a Gestão do Conhecimento que estuda o estabelecimento do ciclo estratégico do conhecimento e, a área de Mídia do Conhecimento que tem como foco de estudo a difusão e comunicação do conhecimento (PPGEGC, 2019a).

Na área Mídia do Conhecimento, mais especificamente, o objetivo é compartilhar e disseminar o conhecimento, mediante o desenvolvimento e avaliação das mídias voltadas a catalisar a habilidade de grupos de pensar, comunicar, disseminar, preservar, apreender e criar conhecimento. Para tanto, são abordadas questões relacionadas à filosofia da ciência, à epistemologia, à sociologia da comunicação, aos processos de inclusão e inovação, às teorias da cognição, às técnicas de equipamentos de produção desse tipo de mensagens e, ainda, às teorias que as estudam. Esta área subdivide-se em uma nova linha de pesquisa, denominada Mídia e Conhecimento na Educação, na qual se encontram estudos direcionados a maximizar a eficiência do processo de ensino sob a utilização de meios tecnológicos e na qual são tratados os itens: aplicação das ciências da computação, comunicação e ciências cognitivas na construção do conhecimento, resolução de problemas, planejamento, educação e treinamento (foco na colaboração), a educação à distância e a educação baseada em tecnologias educacionais (PPGEGC, 2019b).

Nesta pesquisa, evidencia-se o alinhamento com a área de concentração Mídia do Conhecimento, e também, com a linha de pesquisa Mídia e Conhecimento da Educação ao passo que, ao possuir o objetivo final de conceber recomendações que possam contribuir na aprendizagem da matemática, este trabalho ainda estará envolto em temas como as ciências cognitivas, a construção do conhecimento, a resolução de problemas, a educação baseada em tecnologias, direta ou indiretamente. Ressalta-se, também, que esta pesquisa é considerada interdisciplinar pois se fundamenta nos temas: educação, tecnologia educacional e neurociência.

A Figura 6, divulgada durante as aulas da disciplina Fundamentos de Mídia e Conhecimento cursada em 2019/1, representa claramente a interdisciplinaridade do PPGEGC/UFSC e, ainda, demonstra alguns dos temas que encontram-se abordados nesta tese.

Figura 6 - Conhecimento interdisciplinar das áreas do PPGEGC - Engenharia do Conhecimento, Gestão do Conhecimento e Mídia do Conhecimento



Fonte: PPGEGC (2019/1).

Evidencia-se ainda que, nesta tese o conhecimento é reconhecido como resultante da ação de atores ou agentes humanos ou não humanos, em busca da geração de valor, corroborando com a concepção de “conhecimento” concebida pela área de Mídia e Conhecimento do PPGEGC/UFSC (PPGEGC, 2019a), comprovando, novamente, a aderência deste estudo a este programa.

A fim de reconhecer a aderência dos temas propostos nesta pesquisa de tese, foi realizada busca no banco de teses e dissertações (BTD) do PPGEGC/UFSC a partir dos assuntos: aprendizagem, matemática, tecnologia educacional, atenção, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's), ensino fundamental, neurociência e variabilidade da frequência cardíaca (PPGEGC, 2022; PPGEGC, 2024). Os dados foram coletados em dois momentos distintos: antes da banca de qualificação, em fevereiro de 2022, quando foram encontrados 187 documentos, e em março de 2024, durante a segunda busca, quando um total de 902 documentos foram selecionados. O Quadro 1 demonstra essas informações.

Quadro 1 - Buscas realizadas no BTD/PPGEGC

<b>Termo de busca</b>	<b>Fevereiro 2022</b>	<b>Março 2024</b>
“aprendizagem”	146	353
“atenção”	9	236
“matemática”	5	128
“tecnologia educacional”	27	164
“neurociência”	0	21
“variabilidade da frequência cardíaca”	0	0

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Neste momento cabe ressaltar que, embora a busca tenha sido pela palavra “atenção”, em muitas situações percebeu-se que os trabalhos resultantes não trouxeram o significado desta palavra com o mesmo sentido estudado nesta pesquisa. Muitas situações apresentam a frase “para que se preste atenção”, por exemplo, o que não condiz com a busca almejada e, desta forma, invalida tais estudos como auxiliares no seu conteúdo. Outro aspecto observado refere-se à ausência de estudos com o assunto “variabilidade da frequência cardíaca”, o que pode ser considerado indicativo de relevância do presente estudo.

Na busca sobre o termo “aprendizagem”, ocorreu a maior parcela de resultados, com 499 estudos encontrados. Tendo em vista que o objetivo desta pesquisa de tese busca conceber um modelo de recomendações capaz de contribuir ao processo de aprendizagem da matemática, no Quadro 2 apresenta-se os dois trabalhos encontrados com “recomendações” no título e assunto “aprendizagem”. Foram selecionados apenas dois estudos com esta similaridade.

Quadro 2 - Teses e dissertações do PPGE GC indexadas com os descritores “aprendizagem” e “recomendações”

Autor	Ano	Título da Pesquisa	Palavras-chave	Tese (T) / Dissertação (D)
Camila Menegali	2022	Recomendações para transformar conteúdos educacionais em jogos e promover o engajamento	Jogo. Conteúdo sério. Mídia. <b>Aprendizagem.</b>	D
Michel Kramer Borges de Macedo	2009	Recomendações de Acessibilidade e Usabilidade para Ambientes Virtuais de Aprendizagem Voltados para o Usuário Idoso	Acessibilidade, Usabilidade, Idoso, Ambientes Virtuais de <b>Aprendizagem.</b>	D

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Ressalta-se, ainda que, ao pesquisar estudos com título utilizando a palavra “recomendações” e os assuntos abordados “aprendizagem” e “matemática”, simultaneamente, a busca não obteve resultados.

Para além desta análise, cabe salientar que, em se tratando de estudo com escopo similar (que abordou a neurociência e a atenção), foi encontrado apenas um trabalho. A tese em questão, também na área de Mídia do Conhecimento do PPGE GC, foi concluída em 2014 por Bruno Panerai Velloso e intitula-se “Atenção como critério de avaliação de objetos de ensino e aprendizagem baseado em suas características” (Velloso, 2014). Aponta-se, também, que esta pesquisa foi a que primeiramente, no PPGE GC, apresentou em seu conteúdo o termo EEG, referindo-se à Eletroencefalografia, conteúdo abordado no escopo dos princípios da Neurociência. No entanto o autor não cita a palavra “neurociência” em seu estudo.

Desta forma, ao conhecer os diferentes temas estudados pelo PPGEGC e contrastá-los à esta pesquisa de tese, infere-se que este é um trabalho único que pode ser de grande relevância para a comunidade acadêmica, profissionais da área educacional e neurocientífica assim como o PPGEGC e seu vasto campo de pesquisa interdisciplinar.

## 1.5 ESCOPO DA PESQUISA

A proposta deste estudo encontra-se atrelada ao Grupo de Pesquisa Núcleo de Acessibilidade Digital e Tecnologias Assistivas (NADiTA). O grupo faz parte do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC), e está cadastrado no CNPq sob o Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil. Dentre suas atividades, desenvolve teses, dissertações, livros (*e-books*), artigos em periódicos nacionais e internacionais nas áreas de mídia e conhecimento, neurociência, *design* e acessibilidade voltados para o processo ensino-aprendizagem.

O processo ensino-aprendizagem da matemática tem sido apontado como um desafio a professores e estudantes. Os dados do último PISA realizado, assim como as informações da OCDE, demonstram uma sequência de avaliações baixas nesta disciplina, comprovando a necessidade de ações urgentes no sentido de modificar este cenário. Além destes fatores, a ansiedade matemática passa a tomar proporções maiores na literatura científica, sendo definida como sentimentos de medo, tensão e apreensão que algumas pessoas sentem ao lidar com questões matemáticas (Ashcraft, 2002) e que pode resultar em efeitos prejudiciais no seu desempenho matemático, levando estas pessoas, inclusive a evitar áreas educacionais e profissionais relacionadas à matemática (Sammallahti *et al.*, 2023; Ahmed *et al.*, 2012).

Convém ponderar, a partir do exposto, que identificar as dificuldades existentes bem como as melhores práticas pode representar a redução do sentimento de frustração dos partícipes, e, conseqüentemente, diminuir o fracasso escolar. Neste sentido, com o intento de criar recomendações capazes de auxiliar o processo da aprendizagem da matemática, esta pesquisa encontra-se ancorada na Teoria da Aprendizagem Significativa. A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel propõe uma estratégia eficaz para o ensino formal, onde novos conhecimentos interagem de forma não arbitrária com conhecimentos prévios. Essa interação enriquece e diferencia progressivamente os conhecimentos prévios, que então servem como âncoras para novas aprendizagens significativas. Como leciona Ausubel (2003), tendo em vista que cada estudante possui uma



estrutura cognitiva única, todos os novos significados adquiridos também são necessariamente únicos. A aprendizagem por recepção significativa envolve principalmente a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado, exigindo tanto um mecanismo de aprendizagem significativa quanto a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Os novos conhecimentos são alicerçados por conhecimentos e experiências prévias do sujeito, em uma constante atribuição de novos significados frente às diferentes situações enfrentadas ao longo do processo de aprendizagem.

Em virtude do que foi mencionado e com foco na aprendizagem da disciplina de matemática, o público-alvo desta pesquisa de tese resumiu-se a estudantes e professores do 6º a 9º anos do ensino fundamental, da rede municipal de Florianópolis-SC.

## **1.6 ABORDAGEM METODOLÓGICA**

Segundo Morgan (2005) os modos de pensar o mundo são mediados pelo ambiente social e, uma determinada “visão de mundo” pode incluir diferentes maneiras de abordar/estudar uma realidade compartilhada. Nesta pesquisa de tese a visão de mundo está situada no paradigma interpretativista. Para o autor, no paradigma interpretativista o mundo social não é uma realidade objetiva, mas sim uma construção social subjetiva e intersubjetiva, composta por múltiplas perspectivas, interpretações e vivências dos indivíduos. Tendo por base que a ênfase está na compreensão de mundo sob o ponto de vista dos participantes em ação, e não de um observador externo, os teóricos interpretativistas buscam compreender como as diferentes realidades sociais surgem, são mantidas e modificadas. Neste sentido, embora compartilhe a ideia de uma ordem no sistema funcional, a abordagem interpretativa rejeita a busca por uma ciência social objetiva, considerando-a inalcançável.

Sob o ponto de vista da classificação de uma pesquisa quanto à sua natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois tem por objetivo desenvolver conhecimentos para a aplicação prática, buscando solucionar problemas específicos (Silveira; Córdova, 2009). No quesito objetivo, esta pesquisa pode ser caracterizada como descritiva, pois procura descrever as características de determinada população ou fenômeno ou, ainda, estabelecer as relações entre as variáveis encontradas (Gil, 2008).

No que se refere à modalidade, esta pesquisa classifica-se como tecnológica, tendo em vista que parte de um conhecimento pré-existente e busca a produção de novos materiais, produtos e aparelhagens, novos processos, sistemas e serviços ou o aperfeiçoamento destes

(Silveira; Córdova, 2009). Já, quanto a seus objetivos, esta pesquisa configura-se como exploratória, tendo em vista sua busca por proporcionar maior familiaridade com o problema pesquisado, com o intuito de torná-lo explícito ou construir hipóteses a ele pertinentes, sob a forma de recomendações ou diretrizes (Gil, 2008).

Quanto ao tipo de abordagem do problema, nesta pesquisa utilizou-se o método misto. Santos *et al.* (2017) afirmam que os estudos que utilizam métodos mistos, combinam dados quantitativos e qualitativos em uma mesma investigação. Creswell (2010) complementa tal posicionamento ao ressaltar que a técnica de métodos mistos emprega estratégias de investigação que envolvem a coleta de dados de forma simultânea ou sequencial, de acordo com as nuances da pesquisa em questão. Reafirma também, que esta coleta envolve a obtenção de dados numéricos (que pode ocorrer por intermédio de diferentes instrumentos) como, também, de informações textuais que podem ser extraídas de, por exemplo, entrevistas, de modo que o banco de dados é composto tanto por informações qualitativas, como por quantitativas. Para a avaliação da parte qualitativa adotou-se a técnica de análise temática (Braun, Clarke, 2006) e, na sequência, foi realizada a triangulação dos dados. Ademais, para a análise dos achados quantitativos, buscou-se apoio no uso das técnicas estatísticas denominadas Teste Qui-quadrado, *t* de *Student* e o coeficiente alfa de *Cronbach* (Barbetta, 2002).

Além do exposto, para a realização desta pesquisa, optou-se pelo uso da metodologia *Design-Based Research* (DBR) tendo em vista que, segundo Fischer *et al.* (2018) a mesma tem como propósito desenvolver e aprimorar práticas educacionais inovadoras por meio de uma abordagem colaborativa entre pesquisadores e profissionais da educação. A DBR visa, também, integrar teoria e prática, projetando e implementando intervenções educacionais em contextos reais para gerar conhecimento prático e teórico que possa melhorar a eficácia do ensino e da aprendizagem. No caso desta pesquisa de tese, em específico, optou-se por desenvolver recomendações direcionadas a formuladores de políticas públicas para a educação e/ou instituições de ensino, sejam elas públicas ou privadas.

### **1.6.1 Detalhamento da pesquisa**

Tendo em vista a especificidade educacional desta tese, foi utilizada a abordagem metodológica denominada "*Design-Based Research*" (DBR). A DBR começou a ser reconhecida e debatida de maneira formal na literatura acadêmica por volta da década de 1990. No entanto, suas raízes remontam a práticas de pesquisa prévias em disciplinas como ciências

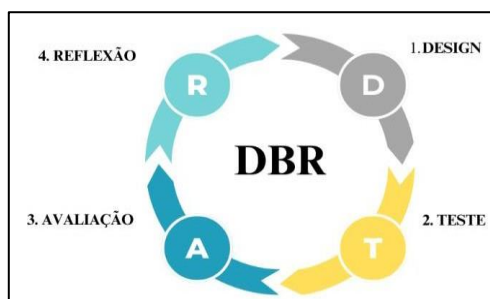
da educação, ciências da computação e design educacional. A partir da introdução de estudos sobre o tema por Brown (1992) e Collins (1992) outros autores começaram a usar termos como *Design experiment*, *Developmental research*, *Formative Research* entre outros para a definição, até o momento em que, a partir de documento manifesto, a terminologia "*Design-Based Research*" passou a ser unânime para definir esta linha de pesquisa (DBR-Collective, 2003). Na transposição para o português, o termo que melhor se adequa ao que realmente a metodologia faz foi definido por Van Den Akker (1999) como “Pesquisa de Desenvolvimento”.

Inúmeros autores conceituam a DBR. Barab e Squire (2004) descrevem a DBR como um conjunto de métodos de pesquisa utilizados para desenvolver teorias, artefatos e práticas pedagógicas com potencial aplicabilidade e utilidade em contextos de ensino e aprendizagem já estabelecidos. Com outro enfoque, Anderson e Shattuck (2012) apontam que a DBR está situada em contextos educacionais reais, com foco no desenho e teste de intervenções, utilizando métodos mistos, envolvendo múltiplas iterações, decorrentes de parceria entre pesquisadores e profissionais, produzindo princípios de design, diferentes da pesquisa-ação, e preocupados com o impacto na prática. Segundo Svihla (2014) a DBR envolve um método de pesquisa que visa estudar a aprendizagem em contextos complexos, considerando os efeitos contextuais para entender como e por que um design suporta a aprendizagem. Essa abordagem inclui o refinamento iterativo de designs de aprendizagem e teoria, com ênfase na colaboração entre pesquisadores, *designers* e praticantes para identificar e investigar problemas práticos na área educacional.

Para Scott, Wenderoth, Doherty (2020) a DBR se alinha harmoniosamente com os métodos de pesquisa das disciplinas de engenharia ou física aplicada, centrando-se na concepção de produtos com finalidades específicas. Ainda, segundo os autores, os pesquisadores que empregam a pesquisa baseada em design seguem uma abordagem semelhante à dos engenheiros no desenvolvimento de novos produtos, porém em uma investigação educacional. Eles identificam um problema educacional, projetam uma solução potencial na forma de ferramentas instrucionais, testam essas ferramentas em um ambiente real e avaliam sua eficácia, ajustando-as conforme necessário. Esse processo iterativo leva a uma constante reflexão sobre os resultados, resultando em ciclos contínuos de concepção, teste, avaliação e refinamento das ferramentas de apoio à aprendizagem dos alunos. Embora haja quatro fases distintas delineadas, muitas vezes há sobreposição de fases à medida que a pesquisa progride.

A DBR contempla quatro etapas, apontadas por Matta, Silva e Boaventura (2014), assim como Scott, Wenderoth, Doherty (2020) e encontram-se apresentadas na Figura 7.

Figura 7 - Etapas da DBR



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como representado na Figura 7 as quatro etapas da DBR são:

- **Fase 1 - Design:** Desenvolver (ou revisar) ferramentas instrucionais baseadas em teorias de aprendizagem para resolver um problema de aprendizagem, tendo por apoio a análise dos problemas realizada pelos investigadores, usuários e/ou demais sujeitos envolvidos.
- **Fase 2 – Teste:** Implementar ferramentas instrucionais na sala de aula, revisando continuamente conforme necessário, enquanto ocorre o desenvolvimento de uma proposta de solução responsiva aos princípios de design, às técnicas de inovação e à colaboração de todos os envolvidos;
- **Fase 3 - Avaliação:** Realizar análises da aprendizagem dos alunos e do ambiente de aprendizagem para avaliar as ferramentas, durante ciclos iterativos de aplicação e refinamento em prática da solução.
- **Fase 4 - Reflexão:** Realizar reflexões para produzir 'princípios de *design*' e aprimorar a implementação da solução, ao mesmo tempo que desenvolve ferramentas de crítica e um processo de implementação para desenvolver esses princípios.

Torna-se relevante enfatizar que, devido à sua natureza intervencionista, a metodologia DBR estabelece uma conexão entre as dimensões teórica e prática, visando contribuir para ambas (Kneubil; Pietrocola, 2017). Além disso, Matta, Silva e Boaventura (2014) ressaltam que a DBR emerge como uma metodologia inovadora que integra aspectos qualitativos e quantitativos, concentrando-se na criação de soluções práticas e benéficas para os desafios educacionais atuais. McKenney e Reeves (2012) complementam apresentando cinco características fundamentais da DBR:

1. **Teoricamente orientada:** A DBR parte e se orienta por teorias, as quais servem como base para a construção e modelagem de soluções práticas. Uma proposta teórica é crucial para guiar o desenvolvimento do *design* educacional proposto.

2. **Intervencionista:** A DBR emprega a fundamentação teórica selecionada e interage com o contexto de aplicação para desenvolver uma intervenção que impacta a prática educacional. Essas intervenções podem abranger desde a criação de materiais didáticos até o estabelecimento de políticas educacionais, sempre visando resolver problemas identificados.

3. **Colaborativa:** A DBR é conduzida em colaboração com diversas partes interessadas, reconhecendo todos os envolvidos como membros da equipe de pesquisa. É essencial que o problema seja definido em conjunto com a comunidade afetada, garantindo que a pesquisa seja validada por todos os envolvidos.

4. **Fundamentalmente Responsiva:** A DBR é moldada pelo diálogo entre a sabedoria dos participantes, o conhecimento teórico e as diversas validações realizadas em campo. O conhecimento é desenvolvido em estreita colaboração com a prática, resultando em iterações contínuas para ajustes e melhorias na intervenção desenvolvida.

5. **Iterativa:** A DBR é uma metodologia iterativa, onde cada desenvolvimento marca o início de um novo ciclo de aperfeiçoamento e refinamento da solução prática encontrada. A abordagem baseia-se em ciclos de estudo, análise, aplicação e reciclagem dos resultados, visando melhorar continuamente a solução proposta.

De acordo com Kneubil e Pietrocola, (2017) na área da educação a DBR pode ser aplicada em pesquisas que investigam estratégias mais apropriadas para o uso de recursos educacionais, estudos relacionados a inovações curriculares ou que abordam a prática docente, entre outros tópicos. Segundo aponta Reeves (2006) podem ser classificadas em quatro grandes áreas os produtos da DBR:

1) **Princípios de Design:** a DBR gera conhecimento em formato de princípios de *design*. Tais princípios são fundamentais para o desenvolvimento de intervenções educacionais inovadoras e eficazes. Por sua vez, as diretrizes, oriundas dos princípios da pesquisa em *design*, são recomendações embasadas em princípios sólidos e evidências empíricas que orientam a concepção, implementação e avaliação de intervenções educacionais, fornecendo um quadro estruturado para a prática baseada em evidências.

**2) Intervenções educacionais:** a DBR visa desenvolver intervenções educacionais inovadoras e eficazes, fundamentadas em teorias sólidas e adaptadas a contextos complexos e naturais.

**3) Ecossistemas de aprendizagem:** a DBR também foca na criação de ecossistemas de aprendizagem para explorar e incentivar novas abordagens de ensino. Esses ambientes são desenvolvidos para analisar e aprimorar práticas educacionais, fornecendo *insights* importantes sobre o processo de aprendizagem.

**4) Metodologia de *design* educacional:** a DBR contribui para desenvolver metodologias de *design* educacional, buscando melhorar a concepção e aplicação de intervenções educacionais, promovendo uma prática educacional em constante aprimoramento.

Neste sentido, as recomendações elaboradas para aprimorar o processo de aprendizagem da matemática, produtos finais desta pesquisa de tese, configuram-se como resultantes dos princípios de *design*, produtos da metodologia DBR. Para este fim, foram seguidas as seguintes etapas:

a) Revisão de literatura: as revisões de literatura realizadas ofereceram uma ampla visão sobre o problema de pesquisa e ajudaram a construir o embasamento teórico, contribuindo para a originalidade deste estudo;

b) Coleta de dados: durante a fase de diagnóstico foram realizadas observações participantes e entrevistas semiestruturadas com professores e estudantes e, na fase posterior, de coleta de dados, foram aplicados os testes de atenção e realizada a coleta dos índices de VFC dos estudantes;

c) Mapeamento e análise dos dados: em um primeiro momento os dados da fase de diagnóstico foram examinados segundo a análise temática apresentada por Braun e Clarke (2006), classificando-os em categorias temáticas. Posteriormente, o mesmo foi realizado com os dados coletados na quarta revisão integrativa. Ao realizar-se a triangulação destes dados pode-se formular uma lista preliminar de recomendações;

d) Elaborado das recomendações;

e) Avaliação da consistência das recomendações desenvolvidas.

Segundo aponta Creswell (2010), um pesquisador, ao dar início a seu estudo, procura conhecer os diferentes métodos a fim de identificar qual deles melhor se relaciona ao seu problema foco, momento em que são definidas as estratégias de investigação. Tendo por base

os objetivos a que se propôs nesta pesquisa, foi elencado como ideal o uso de métodos mistos, ao passo que, conforme apontado por este autor, não se trata da união de métodos qualitativos e quantitativos, mas sim do uso de ambas técnicas com o intento de criar uma nova abordagem, capaz de utilizar-se dos variados elementos destas, gerando um novo modelo de pesquisa (Creswell, 2010). Nesse sentido, no Quadro 3 são apresentados os objetivos específicos e os procedimentos metodológicos realizados neste estudo, demonstrando na prática a inter-relação de métodos utilizados para a consecução desta pesquisa.

Quadro 3 - Objetivos específicos e Procedimentos metodológicos realizados

Objetivos específicos	Etapas da DBR	Técnicas/Atividades realizadas	Resultados
1. Selecionar os indicadores de aprendizagem da matemática, bem como registrar os índices de atenção e de variabilidade da frequência cardíaca presentes durante este processo;	Fase 1 - <i>Design</i> : Desenvolver (ou revisar) ferramentas instrucionais baseadas em teorias de aprendizagem para resolver um problema de aprendizagem, tendo por apoio a análise dos problemas realizada pelos investigadores, usuários e/ou demais sujeitos envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisão de literatura</li> <li>● Estudo de caso</li> <li>● Pesquisa de campo</li> <li>● Observações participantes</li> <li>● Entrevistas semiestruturadas</li> </ul>	Os dados pertinentes à fase de diagnóstico da pesquisa de campo foram descritos no artigo “A aprendizagem da matemática nos anos finais do ensino fundamental em Florianópolis” (Pillon <i>et al.</i> , 2023a). Os indicadores de aprendizagem e níveis de ansiedade dos estudantes coletados foram publicados no artigo “Explorando a aprendizagem matemática: uma investigação da variabilidade da frequência cardíaca no contexto de atividades com frações no Ensino Fundamental” (Pillon <i>et al.</i> , 2024).
2. Investigar a relação entre a atenção, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a ansiedade matemática e os processos cognitivos sob a ótica da teoria da aprendizagem significativa;	Fase 2 – Teste: Implementar ferramentas instrucionais na sala de aula, revisando continuamente conforme necessário, enquanto ocorre o desenvolvimento de uma proposta de solução responsiva aos princípios de design, às técnicas de inovação e à colaboração de todos os envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Coleta de índices de Atenção com o Teste Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA)</li> <li>● Coleta de índices da Variabilidade da Frequência Cardíaca com o sensor <i>Inner Balance™</i></li> </ul>	A análise da atenção dos alunos ocorreu com a aplicação de teste psicológico (BPA) realizado por profissional habilitado (neste caso, a própria pesquisadora). Os dados referentes à coleta dos índices de VFC encontram-se publicados no artigo “ <i>Heart Rate Variability Analysis to track stress level while learning Mathematics</i> ” (Pillon <i>et al.</i> , 2023b).
3. Identificar padrões e correlações entre a VFC e atenção durante a aprendizagem da matemática;	Fase 3 - Avaliação: Realizar análises da aprendizagem dos alunos e do ambiente de aprendizagem para avaliar as ferramentas, durante ciclos iterativos de aplicação e refinamento em prática da solução.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise estatística via teste Qui-quadrado e do Coeficiente de Correlação de <i>Pearson</i></li> </ul>	Os dados referentes à análise estatística dos dados encontram-se publicados no artigo “ <i>Heart Rate Variability Analysis to track stress level while learning Mathematics</i> ” (Pillon <i>et al.</i> , 2023b).

4. Formular recomendações com base nos resultados da análise estatística;	4. Fase 4 - Reflexão: Realizar reflexões para produzir 'princípios de <i>design</i> ' e aprimorar a implementação da solução, ao mesmo tempo que desenvolvo ferramentas de crítica e um processo de implementação para desenvolver esses princípios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Triangulação dos dados</li> </ul>	ICITED24 - Artigo intitulado “Investigação sobre os Índices da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Estresse Mental no Desempenho com Frações: Estudo nos Anos Finais do Ensino Fundamental em Florianópolis-SC” apresentado no Congresso ICITED24 <i>International Conference in Information Technology &amp; Education</i> .
5. Avaliar a consistência das recomendações desenvolvidas.	5. Fase 4 - Reflexão: Realizar reflexões para produzir 'princípios de <i>design</i> ' e aprimorar a implementação da solução, ao mesmo tempo que desenvolvo ferramentas de crítica e um processo de implementação para desenvolver esses princípios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Triangulação dos dados</li> <li>● Grupo focal</li> </ul>	Avaliação e ajuste das recomendações via Grupo focal com especialistas da área deste estudo.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Na sequência, serão apresentadas as informações relativas à Análise dos dados.

#### 1.6.1.1-Análise dos dados

Nesta pesquisa o conjunto de dados coletados diz respeito aos conteúdos a que foi possível manter-se contato por intermédio das revisões de literatura, às entrevistas semiestruturadas realizadas com os estudantes, assim como, aos dados coletados durante a aplicação da Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA), da coleta dos índices de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e, ainda, sobre os conteúdos abordados durante o Grupo focal. Para a análise qualitativa destas informações optou-se pelo método de análise temática, seguindo o indicado por Braun e Clarke (2006). Segundo as autoras, a análise temática é uma ferramenta de pesquisa flexível e útil, capaz de fornecer um conjunto rico e detalhado, embora complexo, de dados. Ela é um método que visa identificar, analisar e relatar padrões, ou temas, dentro dos dados, organizando e descrevendo o conjunto de dados em detalhes. Além disso, a análise temática frequentemente vai além da simples descrição, interpretando vários aspectos do tema de pesquisa. Conforme salientam Caregnato e Mutti (2006) a Análise de Conteúdo (AC) surgiu no início do século XX nos Estados Unidos com o objetivo de analisar



material jornalístico, e, sendo assim, trata-se de uma técnica existente a mais de meio século, utilizada em diferentes setores das ciências humanas. Para esta pesquisa de tese foram utilizados os estágios da análise temática, um dos tipos de análise de conteúdos, apontados por Braun e Clarke (2006), que são:

1) **Estágio 1:** Familiarizar-se com os dados usando Transcrição, quando necessário, seguida pela leitura e releitura cuidadosa dos mesmos, durante a qual são registradas ideias iniciais;

2) **Estágio 2:** Gerar códigos iniciais envolvendo a codificação sistemática das características interessantes dos dados em todo o conjunto de dados, seguida pela coleta de dados relevantes para cada código;

3) **Estágio 3:** Buscar temas usando o agrupamento de códigos em assuntos potenciais, reunindo todos os dados relevantes para cada tema identificado;

4) **Estágio 4:** Revisar os temas verificando se eles funcionam em relação aos extratos codificados (nível 1) e ao conjunto de dados inteiro (nível 2), resultando na Elaborado de um 'mapa' temático da análise;

5) **Estágio 5:** Definir e nomear temas ao realizar uma nova análise para refinar as especificidades de cada tema e a história geral contada pela análise, processo que resultará na geração de definições e nomes claros para cada tema;

6) **Estágio 6:** Produzir o relatório como uma última oportunidade para a análise. Envolve a seleção de exemplos vívidos e convincentes dos extratos, a análise final dos extratos escolhidos e a consideração da relação entre a análise, a questão de pesquisa e a literatura, resultando na Elaborado de um relatório acadêmico da análise.

#### *1.6.1.2-Teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ )*

De acordo com Lopes (2018) o teste Qui-quadrado, um dos mais utilizados em pesquisa social, é usado quando se deseja comparar frequências observadas com expectativas teóricas, testando a significância da associação entre duas variáveis. Este teste é comumente utilizado em três situações: como teste de adequação de ajustamento, como teste de aderência e, como no caso desta pesquisa, como teste de independência (tabela de contingência).

No caso do teste de independência, o Qui-quadrado pode ser usado para verificar se duas variáveis categóricas são independentes ou se há associação entre elas. De acordo com

Barbetta (2002) para tanto, dadas duas variáveis qualitativas, as hipóteses do teste qui-quadrado poderiam ser formuladas da seguinte maneira:

**H<sub>0</sub>:** Afirma que não há diferença significativa entre as frequências observadas e esperadas ou que as duas variáveis são *independentes*;

**H<sub>1</sub>:** Afirma que há diferença significativa entre as frequências ou que as duas variáveis são *dependentes*, ou seja, existe associação entre as duas variáveis.

O teste do Qui-quadrado foi utilizado nesta pesquisa de tese durante a análise dos dados coletados quanto à Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) dos estudantes, e será apresentado no Capítulo 3.

#### 1.6.1.3 - Teste *t* de Student

Segundo a Enciclopédia de Saúde Médica (*Student's*, 2008), o teste *t* de *Student* (ou apenas Teste *t*) é um método paramétrico usado para determinar a significância entre médias. Pode comparar as médias de dois grupos independentes, analisar dados emparelhados ou comparar uma média com um valor hipotético. Geralmente, esses testes exigem que os dados sigam uma distribuição normal e que as populações tenham variância similar, a menos que os tamanhos das amostras sejam aproximadamente iguais.

No senso comum, o teste *t* de *Student* é tido como o método mais utilizado para avaliar se existe uma diferença significativa entre as médias de dois grupos. Ele é comumente empregado quando se deseja comparar as médias de duas amostras e verificar se essas diferenças não ocorreram ao acaso. O seu resultado é apresentado pelo símbolo *t*. Assim, o teste *t* de *Student* é utilizado quando calculamos o coeficiente de correlação de *Pearson* (*r*) e queremos saber se a correlação observada é estatisticamente significativa ou se pode ter ocorrido por acaso. A parametrização utilizada para as hipóteses deste teste são:

- Hipótese Nula (H<sub>0</sub>):  $r = 0$  (não há correlação significativa entre as variáveis)
- Hipótese Alternativa (H<sub>1</sub>):  $r \neq 0$  (há uma correlação significativa entre as variáveis).

Em vista disso, se o valor de *t* for maior que o valor crítico, rejeitamos a hipótese nula e concluímos que a correlação observada é estatisticamente significativa.

#### 1.6.1.4 - O coeficiente alfa de Cronbach

O coeficiente alfa de *Cronbach* mede a correlação entre respostas em um questionário analisando-as e apresentando a correlação média entre as perguntas. O coeficiente  $\alpha$  é calculado com base na variância dos itens individuais e na variância da soma dos itens de todos os avaliadores, considerando que todas as perguntas utilizam a mesma escala de medição, por isso é uma estatística comumente citada por pesquisadores que buscam demonstrar que os testes e escalas resultados de seus projetos de pesquisa são adequados ao seu propósito (Taber, 2017).

Salienta-se, ainda, que o coeficiente alfa de *Cronbach* utiliza a correlação de *Pearson* entre pares de itens para avaliar a consistência interna de um conjunto de itens. Portanto, a correlação de *Pearson* sendo uma parte integral do cálculo do alfa de *Cronbach*, mede a relação linear entre duas variáveis, enquanto o alfa de *Cronbach* utiliza essas correlações para determinar a confiabilidade de um conjunto de itens em uma escala de medição.

#### 1.6.1.5 - Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de *Pearson* ( $R$  ou  $\rho$ ) tem como objetivo determinar o grau de relação entre duas variáveis, resultando em um coeficiente de correlação. Segundo explica Figueiredo Filho (2009) em termos estatísticos, duas variáveis estão associadas quando apresentam semelhanças na distribuição de seus escores. Especificamente, essa associação pode ocorrer por meio da distribuição das frequências ou do compartilhamento de variância. No caso da correlação de *Pearson* ( $r$ ), a associação é medida pela variância compartilhada entre as duas variáveis.

Este método, conhecido como " $r$  de Pearson", é a forma mais comum de análise para dados contínuos e seu resultado é representado pelo símbolo  $r$ . Os resultados desta análise estatística frente à coleta de dados desta pesquisa de tese serão abordados no Capítulo 3.

### 1.6.2 Verificação da consistência das recomendações

Com foco no objetivo de desenvolver recomendações capazes de diminuir a ansiedade matemática e auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da matemática, após realizar-se análise temática e triangulação de todos os dados coletados – entrevistas com os professores, entrevistas com os estudantes, coleta de atenção dos estudantes e coleta de

variabilidade da frequência cardíaca dos estudantes – passou-se à etapa de verificação da consistência das recomendações preliminares, último objetivo específico desta pesquisa. Para esta etapa optou-se pela realização de um Grupo focal.

Conforme sustentam Cybis, Betiol e Faust (2007), a técnica de Grupo Focal (GF) consiste em reunir um grupo de discussão composto por usuários que expressam suas opiniões sobre um determinado assunto. O propósito dessa técnica é obter informações de caráter qualitativo, oferecendo aos pesquisadores uma grande riqueza de dados sobre o desempenho de atividades desenvolvidas, a prestação de serviços, ou problemas relacionados a um produto ou sistema existente. Dias (2000) complementa ao salientar que o emprego dessa técnica vem sendo utilizado desde os anos 50, porém foi a partir dos anos 80 que ocorreu um aumento substancial na sua aplicação, sendo considerada uma abordagem econômica e direcionada. Esta técnica é caracterizada como um recurso valioso para compreender o processo de construção das percepções, experiências e dificuldades, além de fornecer indícios sobre o grau de satisfação dos usuários.

O Grupo Focal é um método de pesquisa qualitativa que envolve interação grupal a partir de um tema selecionado e geralmente envolve de oito a doze pessoas que discutem um determinado tema sob a direção de um moderador que promove a interação e orienta a discussão (Richter; Bottenberg; Roberto, 2006). Cada sessão dura de uma a duas horas, focando-se em poucos tópicos. O moderador segue uma agenda que delinea os principais assuntos a serem discutidos, os quais são geralmente específicos para que a conversação sobre eles seja relevante. Ele é o responsável, também, por administrar todos os passos do grupo, mantendo o ritmo da reunião de forma que todos participem e evitando que ocorra a dispersão ou o monopólio de algum participante. Pode, ainda, haver a presença de um observador externo que apenas assiste e/ou registra as discussões (Dias, 2000).

Dentre as vantagens de trabalhar com grupos focais Dias (2000) cita: reações espontâneas e dinâmicas de grupo, um clima relaxado nas discussões, interação que estimula novas ideias, a confiança dos participantes em expressar suas opiniões, a obtenção de uma quantidade relativamente grande de informações em um curto período de tempo e a um custo reduzido, participação ativa e obtenção de informações que não se limitam às concepções prévias dos avaliadores, além da alta qualidade das informações obtidas e a facilidade de compreender os resultados. No entanto, também apresenta desvantagens, como a possibilidade de gerar polêmicas e oposição durante a discussão, e as respostas podem ser influenciadas pelas opiniões de outros participantes.

## 1.7 INEDITISMO

Embora o ensino de Matemática tenha passado por mudanças substanciais, essas não foram suficientes para suprir as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. São diversos os fatores que dificultam a sua aprendizagem, dentre os quais pode-se destacar o processo de critérios, no que tange à formação mínima exigida, para o exercício da profissão solicitados nos processos seletivos, igualmente a capacitação inadequada dos professores, a metodologia tradicional, a busca inadequada por novos recursos pedagógicos, a falta de contextualização e a linguagem utilizada, o quantitativo de estudantes por sala de aula.

Além destes, outro fator que tem sido alvo de estudo, quando se trata desta disciplina, refere-se à ansiedade matemática (*math anxiety* ou MA). A ansiedade matemática é definida como um intenso sentimento emocional de desconforto relacionado à capacidade das pessoas de compreender e realizar atividades matemáticas (Macabodbod, 2023). Estudantes com MA descrevem sensações de tensão, apreensão e temor, preocupações que podem interferir no desempenho em matemática. Ademais, um alto nível de MA está correlacionado com consequências negativas, incluindo notas mais baixas em matemática e, em última análise, a evasão de carreiras em áreas quantitativas (Pizzie *et al.*, 2020).

Com o objetivo de verificar o ineditismo desta proposta de tese, optou-se pela realização do método denominado Revisão Integrativa da Literatura. Segundo Torres-Carrión *et al.* (2018) esta estratégia científica é reconhecida por sintetizar variados estudos com temas correlatos, propiciando ao pesquisador a oportunidade de construir novos conhecimentos. Em complemento, Creswell (2010), salienta que este método tem como principal característica a ampliação do campo de visão do pesquisador em relação à investigação. Para a realização da RIL foram seguidas as etapas propostas por Botelho, Cunha e Macedo (2011), quais sejam:

- a) primeiramente ocorre a identificação do tema e seleção da questão de pesquisa;
- b) na segunda etapa, há o estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão;
- c) na terceira fase ocorre a identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados;
- d) na etapa quatro, há a categorização dos estudos selecionados;
- e) na quinta meta, realiza-se a análise e interpretação dos resultados;
- f) e, por último, na sexta etapa, apresenta-se a revisão e síntese do conhecimento.

A fim de embasar teoricamente esta tese foram realizadas quatro revisões integrativas da literatura, em diferentes situações. As mesmas serão apresentadas no Capítulo 2.

## **1.8. ASPECTOS ÉTICOS**

Toda pesquisa realizada com a participação de indivíduos carrega consigo determinados riscos, que podem ser, por exemplo, a identificação involuntária de um dos participantes, o uso indevido de suas imagens, a fadiga decorrente da realização das atividades propostas, entre outros. A fim de evitar tais problemas e assegurar a proteção dos participantes, desde a sua fase inicial como projeto, esta pesquisa de tese passou por avaliação e foi considerada aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSC (CEPSH). Assim, foi gerado o Parecer Consubstanciado do CEP sob número 3.296.598, que encontra-se disponibilizado no Anexo A.

Além deste documento, para a etapa de entrevistas dos participantes (professores e estudantes) foi utilizado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para cada um destes participantes (pais, estudantes e professores). Uma amostra dos documentos TCLE utilizados está acessível para consulta no Apêndice A.

Ademais, para preservar o sigilo e o anonimato dos participantes da pesquisa, não foram incluídas imagens das entrevistas ou dos testes no trabalho, e os nomes dos participantes também foram omitidos.

## **1.9 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Essa pesquisa de tese passou por diferentes etapas: primeiramente ocorreu a fase de diagnóstico realizada por meio de pesquisa de campo nas escolas, com os professores e estudantes dos anos finais do ensino fundamental e, após a pandemia em uma segunda fase, ocorreram as coletadas de dados. Todo o percurso foi acompanhado por revisão bibliográfica porém neste documento foi dado enfoque especial às Revisões Integrativas executadas, momento em que aprimora-se de conhecimentos científicos disponíveis nas bases de dados.

A fim de demonstrar essa evolução, os tópicos encontram-se disponibilizados em 8 seções, quais sejam:

Na Seção 1, Introdução, discorre-se sobre o cenário em que a problemática que permeia esta tese encontra-se, qual seja, as dificuldades apresentadas pelos estudantes frente a disciplina de matemática, sob a perspectiva de dados nacionais e internacionais. Além disso, apresenta-se o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos, a justificativa para escolha deste tema, a aderência ao programa, o passo a passo dos procedimentos metodológicos

utilizados, o ineditismo do trabalho e, por fim, os aspectos éticos que foram mantidos para sua consecução.

A Seção 2, inicia com a apresentação da Revisão Integrativa da Literatura, método essencial para a construção teórica deste estudo. Na sequência são expostos os conteúdos que sustentaram este trabalho, dentre os quais cita-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a Aprendizagem da matemática, a Ansiedade Matemática (MA), as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) e, ainda, tópicos sobre a neurociência, a atenção e uso da análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) para identificar fatores, como a cognição, capazes de auxiliar no processo de aprendizagem.

Na Seção 3 exibe-se os dados que foram coletados, dividindo-os nas etapas de diagnóstico, uso do frequencímetro (coleta da VFC) e coleta de atenção dos estudantes.

Já na Seção 4 aborda-se o desenvolvimento das recomendações preliminares, na sequência a Seção 5 demonstra a triangulação de todos os dados coletados e a Seção 6 apresenta a Verificação da consistência das recomendações.

Por fim, a Conclusão da Seção 7 descreve uma perspectiva geral deste estudo, elenca as limitações e, ainda, indica novas pesquisas que poderiam ser desenvolvidas com enfoque similar e, de alguma forma, auxiliar a evolução da aprendizagem da matemática.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão demonstrados os principais temas estudados nesta pesquisa de tese. Iniciou-se a composição da fundamentação teórica deste estudo com uma Revisão Integrativa, como será apresentado na sequência.

### 2.1 REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Devido ao escopo específico desta pesquisa de tese, para a construção de seu referencial teórico, foram realizadas mais de uma revisão integrativa da literatura, em diferentes momentos, o que contribuiu para o seu ineditismo e originalidade.

A primeira Revisão Integrativa da Literatura (RIL) foi realizada entre julho e agosto de 2019, momento em que foram consultadas as bases *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo* e, foram considerados apenas trabalhos dos anos de 2008 a 2018. A escolha por estas bases deu-se devido à sua fidedignidade e reconhecimento no meio acadêmico, excluindo-se a possibilidade de incidência de estudos considerados “*gray literature*”. Os resultados desta RIL, na íntegra, encontram-se publicados no artigo “As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino-aprendizagem de Matemática: uma revisão integrativa” (Pillon *et al.*, 2020). O detalhamento desta primeira revisão integrativa realizada encontra-se no Apêndice B (Quadro 30).

Convém evidenciar que na fase da pesquisa bibliográfica para realização do artigo que apresentasse esta RIL, teve-se contato pela primeira vez com o termo ansiedade matemática (*mathematic anxiety* ou MA), no estudo “*The relationship between middle school students’ mathematics anxiety and their mathematical understanding*” no qual Kaba e Sengul (2018) pesquisaram quantitativamente a relação entre a “ansiedade matemática” e a compreensão desta disciplina, com um público-alvo de 466 estudantes do ensino médio. A partir deste momento, passou-se a considerar este tema como um dos assuntos principais desta tese.

Uma segunda Revisão Integrativa foi realizada, a fim de inserir o tema neurociência ao escopo da pesquisa. Para esta busca foram consultadas as bases *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*. Após os passos de leitura de títulos, resumos e palavras-chave, esta revisão contou com apenas 9 estudos para a leitura completa. Por intermédio da leitura pode-se concluir que, em oito dos nove estudos, ocorreu a abordagem dos temas “Neurociência”, “Aprendizagem” e “Tecnologias Educacionais”, focos similares a esta pesquisa. Além disso, apontou a utilização destes temas em disciplinas como neurociência, matemática, inglês, tecnologias da informação



e comunicação, e, até mesmo, ciências complexas. Ressalta-se, porém, que em apenas uma das pesquisas o público alvo foi parcialmente similar ao deste projeto de tese, objetivando analisar estudantes de 5º e 6º anos do ensino fundamental. Na grande maioria dos estudos percebeu-se a referência à neurociência como um campo capaz de auxiliar a aprendizagem no contexto educacional bem como, apontou diferentes formas de utilização das TDIC's neste processo, como um suporte fundamental. Esta revisão foi publicada no capítulo “O papel da Neurociência no processo de aprendizagem: uma revisão integrativa da literatura” disponibilizado em e-Book (Qualis L1) (Scandolaria; Pillon; Ulbricht, 2022). As demais informações sobre a realização da segunda Revisão Integrativa estão disponíveis no Apêndice C (Quadro 31).

A fim de coletar dados para o processo de Qualificação deste doutorado, a partir de junho de 2022 foi realizada uma terceira Revisão Integrativa da Literatura, seguindo os mesmos passos dos processos anteriores, ancorados em Botelho, Cunha e Macedo (2011). Com este objetivo foram consultadas as bases *Scopus*, *Web of Science* para a coleta de artigos científicos e, ainda, foi realizada busca na base ProQuest, a fim de identificar as dissertações e teses sobre os temas correlatos aos estudados nesta pesquisa.

Ressalta-se que, nesta revisão, em relação ao assunto “ansiedade matemática”, obteve-se apenas três estudos: *Patterns of Attention and Anxiety in Predicting Arithmetic Fluency among School-Aged Children*. (Orbach; Fritz, 2022); *Math anxiety and executive function: Neural influences of task switching on arithmetic processing* (Pizzie; Raman; Kraemer, 2020); e, *Math Anxiety Among Junior Secondary School Children in Lagos, Nigeria: Gender and School Type Effects* (Idowu, 2018). No Apêndice D está o detalhamento desta revisão.

Na quarta Revisão Integrativa desta pesquisa de tese optou-se pelo enfoque nos temas aprendizagem e ansiedade na matemática. Inicialmente 42 títulos foram selecionados porém, ao realizar a leitura dos resumos dos estudos, identificou-se que apenas 30 tinham relação com esta pesquisa e, desta forma, apenas estes foram lidos na íntegra. Após a leitura restaram para análise 22 trabalhos, que possuíam foco na Ansiedade matemática (MA). As informações desta RIL estão apontadas na íntegra no Apêndice E (Quadro 33).

Sobre os estudos analisados nesta RIL, ressalta-se que alguns apontaram possíveis intervenções para sanar o problema da MA, como por exemplo, em “*I Can Math!: Reducing Math Anxiety and Increasing Math Self-Efficacy Using a Mindfulness and Growth Mindset-Based Intervention in First-Year Students*” (Samuel; Warner, 2021), em “*I Can Math, Too!: Reducing Math Anxiety in STEM-Related Courses Using a Combined Mindfulness and Growth Mindset Approach (MAGMA) in the Classroom*” (Samuel; Buttet; Warner, 2023), em “*A Meta-*

*Analysis of Math Anxiety: Interventions*” (Sammallahti *et al.*, 2023), em “*Effects of using history as a tool to teach mathematics on students’ attitudes, anxiety, motivation and achievement in grade 11 classrooms*” (Lim; Chapman, 2015), em “*Mathematics anxiety and stereotype threat: Shared mechanisms, negative consequences and promising interventions*” (Maloney; Schaeffer; Beilock, 2013) e em “*Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety*” (Ahmed *et al.*, 2012).

Dois estudos citaram o uso de *Biofeedback* para a ansiedade matemática, o “*An Integrative Model for the Effectiveness of Biofeedback Interventions for Anxiety Regulation: Viewpoint*” (Weerdmeester, *et al.*, 2020) e o “*Effect of cardiovascular biofeedback on nursing staff stress: a randomized controlled clinical trial*” (Macedo *et al.*, 2023). Outra informação relevante foi a indicação da relação entre o uso (ou não) das tecnologias para a aprendizagem e a ansiedade matemática, presentes nos estudos “*Mathematics, technology and learning: How to align these variables in order to explain anxiety towards mathematics and attitude towards the use of technology for learning mathematics*” (Navarro-Ibarra *et al.*, 2017) e “*Mathematics: I don’t like it! i like it! very much, a little, not at all... social support and emotions in students from 2nd and 3rd cycles of education*” (Monteiro *et al.*, 2017).

Além do exposto, salienta-se que não houve, no decorrer das quatro Revisões Integrativas realizadas coincidência de escopo completo com esta pesquisa, ou seja, não foi encontrado estudo que abordasse o público-alvo de escolas públicas, com foco nos anos finais do ensino fundamental, abordando a disciplina matemática, o uso ou não das TDIC’s e, ainda, análise da atenção e da variabilidade da frequência cardíaca como princípios da Neurociência a fim de aprimorar o processo de aprendizagem, o que comprova o ineditismo desta pesquisa de doutorado.

## 2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi a teoria de aprendizagem escolhida para ser base teórica para o desenvolvimento das recomendações que terão como propósito mitigar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de aprendizagem desta disciplina.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi proposta por David Ausubel no ano de 1963 e, diferentemente das demais teorias tradicionais existentes na época, nesta o autor apontou como ponto central de reflexão a hipótese de que, dentre todos os fatores que

influenciam a aprendizagem, o mais importante é o que o aluno previamente sabe (Agra *et al.*, 2019).

Agra *et al.* (2019) salientam, ainda que a Aprendizagem Significativa trata-se de uma estratégia promissora em situações formais de ensino, pois consiste na interação não arbitrária e não literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) relevantes. A partir de sucessivas interações, um determinado subsunçor progressivamente adquire novos significados, tornando-se mais rico, refinado e diferenciado, sendo capaz de servir de âncora para novas aprendizagens significativas. O ponto central da teoria de Ausubel é que, dentre todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante é o que o aluno previamente sabe, considerado o ponto de partida. Desvendar o que o aluno já sabe é mais do que identificar suas representações, conceitos e ideias; requer consideração da totalidade do ser cultural/social em suas manifestações e linguagens corporais, afetivas e cognitivas. Para tanto, o professor deve estar aberto para que o aluno possa revelar suas expectativas vividas, os objetos incorporados em sua vida e suas condições existenciais, não se limitando apenas ao aspecto intelectual.

Para Ausubel, para que o processo de aprendizagem realmente seja significativo, o material a ser aprendido deve fazer “sentido” para o estudante e, ainda, torna-se vital que o estudante queira aprender. Desta forma, o estudante, neste modelo de aprendizagem, não é um receptor passivo pois, ao fazer uso dos significados que já possui internalizados, para captar os novos que estão sendo recebidos, ele participa ativamente da construção do seu próprio conhecimento (Cruz; Tavares; Costa, 2020).

Neste sentido, dentre as principais características da Aprendizagem Significativa estão a não arbitrariedade, que se entende por uma relação lógica e relevante entre a nova ideia e as outras já existentes, que serve de base para incorporar, compreender e fixar os novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aprendiz, e a característica substantiva, a qual salienta que, uma vez aprendido determinado conteúdo pelo estudante, ele será capaz de expressar a essência dessa nova informação com suas próprias palavras (Carvalho *et al.*, 2015). Como resume Moreira (2012) em uma aprendizagem considerada significativa, as ideias expressas simbolicamente interagem de forma substantiva e não-arbitrária com o que o estudante já sabe, reforçando que, “substantiva” refere-se a “não literal” e, por sua vez, o termo “não-arbitrária” considera que ocorre relação com algum conhecimento relevante que já existe na estrutura cognitiva deste sujeito.

Segundo apontam Taufikurrahman, Budiyo e Slamet (2021), a aprendizagem significativa possui resultados positivos quando aplicada para a aprendizagem da matemática, pois envolve uma hierarquia de conceitos que facilita a assimilação de novos conteúdos. Segundo essa teoria, novos conceitos são facilmente compreendidos quando os conceitos básicos são corretamente entendidos e interligados de maneira relevante. A aplicação dessa abordagem nas escolas é particularmente eficaz para melhorar a compreensão dos alunos. Nesse contexto, o professor atua como facilitador, fornecendo materiais didáticos que correspondem às características e ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Além disso, os professores podem desenvolver materiais didáticos que aumentem a autossuficiência na aprendizagem dos estudantes.

Além destes, outro valoroso aspecto foi considerado para esta escolha: David Ausubel é considerado um representante da Psicologia Cognitivista (ou Cognitivismo), base teórica que se preocupa com a compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação que se encontram presentes na cognição de cada ser humano. A cognição é tida como um processo mediante o qual o mundo de significados tem a sua origem e, à medida que o ser se situa neste mundo, estabelece as relações e atribui significados específicos à realidade que está vivenciando. Logo, sob o constructo cognitivista a aprendizagem ocorre mediante um processo de armazenamento de informações, que incorpora novos conhecimentos a uma estrutura do cérebro do indivíduo, organizando tais elementos para que possam ser utilizados no futuro. Sendo assim, a habilidade de organizar estas informações é que deve ser desenvolvida para que haja sucesso na aprendizagem (Moreira; Masini, 2012). Importantes fatores que fazem parte do desenvolvimento intelectual, tais como a percepção, a atenção, as representações mentais, a memória, a linguagem, a tomada de decisão, o pensamento, o raciocínio e os processos básicos envolvidos no funcionamento cognitivo são estudados pela Psicologia Cognitivista e, podem influenciar o comportamento e desenvolvimento cognitivo do ser humano (Santos; Zancanaro; Santos, 2015), sendo, desta forma, considerados temas relevantes para esta pesquisa.

Desse modo, vislumbra-se uma conexão entre a Psicologia Cognitivista de Ausubel e a neurociência, ao analisar-se a interação entre os processos cognitivos estudados por Ausubel e os fundamentos neurocientíficos que explicam como o cérebro processa e armazena as informações, consolidando a aprendizagem.

### 2.3 APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

A matemática faz parte do conjunto de disciplinas vitais para a formação pessoal e profissional das pessoas. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especificamente no Ensino Fundamental, a articulação entre os campos da aritmética, álgebra, geometria, estatística e probabilidade, tem o importante papel de garantir que os estudantes relacionem observações empíricas do mundo real às representações (tais como tabelas, figuras e esquemas) associando-as a atividades da matemática (conceitos e propriedades) e, assim, construindo suas próprias induções e conjecturas a ponto de aplicá-las no seu dia a dia. Desta forma, o esperado é que eles desenvolvam a capacidade de aplicar a matemática para resolver problemas, utilizando os conceitos e procedimentos, interpretando-os e produzindo resultados a partir de soluções encontradas em análise ao contexto em que se encontram inseridos. Salienta ainda a BNCC, que este conjunto de capacidades que se espera dos estudantes, podem ser estimuladas sobretudo, ao final do ensino fundamental (Brasil, 2018).

Raza e Reddy (2021, p. 1) reforçam tal importância na afirmativa “a matemática é o motor, o veículo, o motorista e a linguagem das iniciativas, inovações e empreendimentos humanos de hoje”. Os autores salientam, também, que nossa atualidade é orientada pela matemática e, desta forma, a capacidade de realizar as tarefas matemáticas, assim como, o desenvolvimento do raciocínio lógico são considerados fatores essenciais para a resolução de tarefas e problemas cotidianos. Portanto, a competência matemática e as habilidades de resolução de problemas são mantidas como um componente integral em quase todos os currículos educacionais em todo o mundo.

Hallal e Pinheiro (2018) corroboram com o referido tema apontado pela BNCC e frisam ainda que, o ensino da matemática configura-se como um desafio mútuo, que acomete tanto professores quanto estudantes. Para os professores há a necessidade, reforçada pela BNCC, de que os conteúdos oferecidos possam ser articulados com as relações do cotidiano dos estudantes, a fim de propor o estabelecimento de relações entre estes e as experiências de cada um. Assim como, para os estudantes, aprender de forma contextualizada, relacionando os conteúdos a outros conhecimentos pré-existentes, e, desta forma, gerando conexões importantes para desenvolver suas competências e habilidades de forma interdisciplinar torna-se um processo de aprendizagem mais amplo, que demanda maior interesse e ação, sendo mais exigente do que o ensino tradicional a que todos estavam acostumados anteriormente.

Acerca do tema em apreço e, tendo em vista que a matemática é uma disciplina curricular capaz de possibilitar o estabelecimento de conexões e competências necessárias aos estudantes da atualidade, Hallal e Pinheiro (2018) fazem uma associação entre a aprendizagem significativa e o ensino da matemática salientando a importância desta forma de aprendizagem pois, por seu intermédio, efetiva-se uma interação entre os novos conhecimentos e os que já estavam na estrutura cognitiva dos estudantes e, desta forma, não há apenas um ensino mecânico (repetição) mas sim, novos conhecimentos são adquiridos pela atribuição de significado ao que está sendo aprendido.

Levando-se em consideração os diferentes campos que compõem o estudo da matemática, nos quais ocorre a inter-relação entre ideias de equivalência, ordem, proporcionalidade, interdependência, representação, variação e aproximação, a BNCC propõe cinco unidades temáticas a serem trabalhadas no decorrer do Ensino Fundamental, sendo que cada uma poderá receber ênfase diferenciada, de acordo com o ano de escolarização. São as temáticas: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas, probabilidade e estatística. (Brasil, 2018).

No estado de Santa Catarina, público-alvo desta pesquisa, o currículo de matemática encontra-se alinhado às competências gerais instituídas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e, também, está articulado com as Propostas Curriculares do Estado e dos Municípios de Santa Catarina. O documento “Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense” informa, por ano escolar, as unidades temáticas, os objetos de conhecimento e habilidades a serem desenvolvidas em cada fase.

Na Figura 8, estão identificados os objetos de conhecimento a serem trabalhados nos anos finais do ensino fundamental.

Figura 8 - Objetos de conhecimento da matemática nos anos finais do ensino fundamental

Unidade temática	6º ano:	7º ano:	8º ano:	9º ano:
1. Números	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de numeração decimal</li> <li>- Operações com números naturais</li> <li>- Fluxograma para determinar a paridade de um número natural</li> <li>- Múltiplos e divisores de um número natural</li> <li>- Números primos e compostos</li> <li>- Frações</li> <li>- Operações com números racionais</li> <li>- Aproximação de números para múltiplos de potências de 10</li> <li>- Cálculo de porcentagens por meio de estratégias diversas, sem fazer uso da "regra de três"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Múltiplos e divisores de um número natural</li> <li>- Cálculo de porcentagens e de acréscimos e decréscimos simples</li> <li>- Números inteiros</li> <li>- Fração e seus significados: como parte de inteiros, resultado da divisão, razão e operador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notação científica</li> <li>- Potenciação e radiciação</li> <li>- O princípio multiplicativo da contagem</li> <li>- Porcentagens</li> <li>- Dízimas periódicas: fração geratriz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade dos números reais para medir qualquer segmento de reta</li> <li>- Números irracionais</li> <li>- Potências com expoentes negativos e fracionários</li> <li>- Números reais: notação científica e problemas</li> <li>- Porcentagens</li> </ul>
2. Álgebra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propriedades da igualdade</li> <li>- Problemas que tratam da partição de um todo em duas partes desiguais, envolvendo razões entre as partes e entre uma das partes e o todo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Números racionais na representação fracionária e na decimal</li> <li>- Linguagem algébrica</li> <li>- Equivalência de expressões algébricas</li> <li>- Problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais</li> <li>- Equações polinomiais de 1º grau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor numérico de expressões algébricas</li> <li>- Associação de uma equação linear de 1º grau a uma reta no plano cartesiano</li> <li>- Sistema de equações polinomiais de 1º grau</li> <li>- Sequências recursivas e não recursivas</li> <li>- Variação de grandezas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funções: representações numérica, algébrica e gráfica</li> <li>- Razão entre grandezas de espécies diferentes</li> <li>- Grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais</li> <li>- Expressões algébricas</li> </ul>
3. Geometria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano cartesiano: associação dos vértices de um polígono a pares ordenados</li> <li>- Prismas e pirâmides</li> <li>- Polígonos</li> <li>- Construção de figuras semelhantes</li> <li>- Construção de retas paralelas e perpendiculares, fazendo uso de régua, esquadros e softwares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformações geométricas de polígonos no plano cartesiano</li> <li>- Simetrias de translação, rotação e reflexão</li> <li>- A circunferência como lugar geométrico</li> <li>- Relações entre os ângulos formados por retas paralelas intersectadas por uma transversal</li> <li>- Triângulos</li> <li>- Polígonos regulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Congruência de triângulos e demonstrações de propriedades de quadriláteros</li> <li>- Mediatrizes e bissetrizes como lugares geométricos</li> <li>- Transformações geométricas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstrações de relações entre os ângulos formados por retas paralelas intersectadas por uma transversal</li> <li>- Relações entre arcos e ângulos na circunferência de um círculo</li> <li>- Semelhança de triângulos</li> <li>- Relações métricas no triângulo retângulo</li> <li>- Teorema de Pitágoras</li> <li>- Retas paralelas cortadas por transversais</li> <li>- Polígonos regulares</li> <li>- Distância entre pontos no plano cartesiano</li> <li>- Vistas ortogonais de figuras espaciais</li> </ul>
4. Grandezas e medidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas sobre medidas envolvendo grandezas como comprimento, massa, tempo, temperatura, área, capacidade e volume</li> <li>- Ângulos: noção, usos e medida</li> <li>- Planitas básicas e vistas aéreas</li> <li>- Perímetro de um quadrado como grandeza proporcional à medida do lado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas envolvendo medições</li> <li>- Cálculo de volume de blocos retangulares</li> <li>- Equivalência de área de figuras planas</li> <li>- Medida do comprimento da circunferência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Área de figuras planas</li> <li>- Área do círculo e comprimento de sua circunferência</li> <li>- Volume de cilindro reto</li> <li>- Medidas de capacidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidades de medida para medir distâncias muito grandes e muito pequenas</li> <li>- Unidades de medida utilizadas na informática</li> <li>- Volume de prismas e cilindros</li> </ul>
5. Probabilidade e estatística	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo de probabilidade como a razão entre o número de resultados favoráveis e o total de resultados possíveis em um espaço amostral equiprovável</li> <li>- Cálculo de probabilidade por meio de muitas repetições de um experimento (frequências de ocorrências e probabilidade frequentista)</li> <li>- Leitura e interpretação de tabelas e gráficos</li> <li>- Coleta de dados, organização e registro</li> <li>- Construção de diferentes tipos de gráficos para representá-los e interpretação das informações</li> <li>- Diferentes tipos de representação de informações: gráficos e fluxogramas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentos aleatórios</li> <li>- Estatística</li> <li>- Pesquisa amostral e pesquisa censitária</li> <li>- Planejamento de pesquisa, coleta e organização dos dados, construção de tabelas e gráficos e interpretação das informações</li> <li>- Gráficos de setores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Princípio multiplicativo da contagem</li> <li>- Soma das probabilidades de todos os elementos de um espaço amostral</li> <li>- Gráficos de barras, colunas, linhas ou setores e seus elementos constitutivos e adequação para determinado conjunto de dados</li> <li>- Organização dos dados de uma variável contínua em classes</li> <li>- Medidas de tendência central e de dispersão</li> <li>- Pesquisas censitárias ou amostral</li> <li>- Planejamento e execução de pesquisa amostral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise de probabilidade de eventos aleatórios: eventos dependentes e independentes</li> <li>- Análise de gráficos divulgados pela mídia: elementos que podem induzir a erros de leitura ou de interpretação</li> <li>- Leitura, interpretação e representação de dados de pesquisa expressos em tabelas de dupla entrada, gráficos de colunas simples e agrupadas, gráficos de barras e de setores e gráficos pictóricos</li> <li>- Planejamento e execução de pesquisa amostral e apresentação de relatório</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Currículo (2019).

No que concerne à forma como todos os objetos de conhecimento disponibilizados para os anos finais são trabalhados no dia a dia, no território catarinense, buscando utilizar os desdobramentos da Teoria Histórico Cultural para o ensino, os mesmos não são abordados fragmentadamente, mas sim em conexão com os demais conteúdos. Para que este movimento teórico ocorra com resultados positivos, ressalta-se a importância de análise constante do processo de aprendizagem, para que o mesmo possa estar sendo remodelado quando necessário, buscando a apropriação contínua dos conhecimentos científicos e, ainda, do desenvolvimento do pensamento teórico (Currículo, 2019).

Segundo salienta Gilmore (2023), o desempenho matemático encontra-se associado a habilidades cognitivas gerais, que influenciam a proficiência em componentes específicos e os processos matemáticos básicos. Entre essas habilidades a autora cita:

- **Memória de trabalho:** A capacidade de reter e manipular informações temporariamente para realizar tarefas cognitivas complexas.

- **Controle inibitório:** A capacidade de inibir respostas automáticas e focar a atenção em informações relevantes.
- **Habilidades espaciais:** A capacidade de compreender e manipular informações espaciais e visuais.
- **Habilidades linguísticas:** A capacidade de compreender e usar a linguagem de forma eficaz para processar informações matemáticas.

Ademais, Gilmore (2023) ressalta a complexidade das influências na cognição matemática e a importância de considerar uma ampla gama de habilidades cognitivas gerais para compreender o desempenho matemático. Algumas delas são:

- a) **Relação entre memória de trabalho e desempenho matemático:** Estudos indicam que a memória de trabalho é crucial para a recuperação de fatos numéricos e uso de estratégias aritméticas, influenciando significativamente a fluência aritmética, cálculos escritos e compreensão de conceitos aritméticos.
- b) **Impacto do controle inibitório na matemática:** O controle inibitório está relacionado à seleção de estratégias adaptativas, recuperação de fatos numéricos e processamento de números racionais, desempenhando um papel importante na escolha de estratégias aritméticas baseadas em conceitos.
- c) **Importância das habilidades espaciais na matemática:** Meta-análises mostram uma forte associação entre raciocínio espacial e desempenho matemático, especialmente em raciocínio lógico e resolução de problemas. Habilidades espaciais são essenciais para a compreensão de conceitos geométricos e resolução de problemas que envolvem visualização e manipulação de objetos no espaço.




### 2.3.1 Frações

Os primeiros registros sobre as frações remontam os 3000 anos a.C.. Conta-se que os matemáticos dos faraós do Egito marcavam as terras próximas ao Nilo com pedras. Porém, no período de junho a setembro, quando o rio inundava, as marcações eram perdidas e, assim, os proprietários passavam a utilizar cordas como forma de medida. Para medir os terrenos, então, as pessoas chamadas de “estiradores de cordas” esticavam a corda e verificavam quantas vezes aquela unidade de medida estava contida naquele lado do terreno. No entanto, mesmo sendo uma unidade considerada adequada para aquela função, dificilmente cabia um número inteiro



de vezes no lado do terreno. Por este motivo, foi então que Sesóstri, um faraó desta época, teve a ideia de repartir as terras usando um novo tipo de número, o número fracionário. Etimologicamente, a palavra fração, do latim *fractus*, significa “partido”. A partir disso os egípcios passaram a usar frações para representar os números fracionários, porém, naquele momento, utilizavam apenas as frações unitárias, ou seja, com numerador igual a 1. Para representar as frações unitárias eles usavam um sinal oval alongado sobre o denominador e, as demais frações, eram representadas por uma soma de frações de numerador 1. (Silva M., 2017). A Figura 9 mostra a representação de uma fração egípcia.

Figura 9 - Representação fração egípcia

escrita egípcia	nossa escrita
	$\frac{1}{3}$
	$\frac{1}{12}$
	$\frac{1}{21}$

Fonte: Silva M. (2017).

As frações correspondem à forma de representação dos números racionais. Este conteúdo é apresentado pela primeira vez aos estudantes no 4º ano do ensino fundamental, momento em que o objeto de conhecimento é descrito como: números racionais - frações unitárias mais usuais ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$  e  $\frac{1}{100}$ ). As habilidades que se espera desenvolver nos estudantes, sobre este conteúdo, são: Reconhecer as frações unitárias mais usuais ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$  e  $\frac{1}{100}$ ) como unidades de medida menores do que uma unidade, utilizando a reta numérica como recurso. A partir desta inclusão, as frações passam a ser trabalhadas em diferentes etapas da educação infantil, e, devido à sua importância, seguirão fazendo parte das mais variadas situações, sejam elas de aprendizagem ou ainda, pessoais.

Embora seja um dos assuntos mais importantes da matemática no ensino fundamental, Fonseca e Santos (2019) informam que o conteúdo de fração ainda é comumente acompanhado por dificuldades ao longo da vida escolar das pessoas. Os autores ressaltam que, em muitas situações, os estudantes inicialmente acreditam que se trata de um conteúdo muito fácil e, portanto, não dispõem de atenção suficiente para assimilar o tema, perpetuando as dificuldades com frações pelo resto de sua jornada estudantil e profissional.

## 2.4 ANSIEDADE NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

A ansiedade foi percebida e relatada inicialmente na literatura em 1957, por Dregen e Aiken que identificaram muitos estudantes universitários relatando desconforto perante situações de resolução de problemas. Com isso, estes autores passaram a denominar tal situação de “ansiedade a números”, que, diferente de outros tipos de ansiedade, ocorria especificamente em relação ao uso e aplicação de cálculos e outras relações numéricas. Somente em 1978 esta primeira denominação foi substituída pela identificação “ansiedade matemática” pois foi percebido pelo autor que os relatos aumentavam a cada dia, e envolviam estudantes dos diversos níveis de ensino assim como pessoas que já haviam passado pelos anos escolares (Carmo; Simionato, 2012). Como reforçado pelos autores na literatura identifica-se diferentes denominações que equiparam-se à expressão inglesa “*mathematics anxiety*” ou “*math anxiety*”, que são: “ansiedade matemática”, “ansiedade em relação à matemática” e, ainda, “ansiedade diante da matemática” (Carmo; Simionato, 2012).

A este respeito, Herreras (2018) descreve que a competência matemática pode causar inquietação, estresse e até mesmo um sentimento de desamparo nos estudantes. A propensão para o baixo desempenho pode ser atribuída à ansiedade, além de fatores ainda em investigação, como atrasos e déficits nos processos neurocognitivos.

Paralelamente a esta questão, o estresse mental ou emocional vem sendo identificado como um dos principais desafios nas sociedades contemporâneas (Loures *et al.*, 2002). Altos níveis de estresse podem estar associados ao surgimento da ansiedade, especialmente em pessoas com predisposição. Assim como outras formas de ansiedade, a ansiedade matemática engloba uma variedade de dimensões complexas, manifestando-se por meio de reações cognitivas, afetivas, somáticas e comportamentais. Portanto, a ansiedade matemática (*math anxiety* ou MA) descreve sensações de tensão, apreensão e medo de que esse sentimento possa interferir no desempenho em matemática. Alto índice de MA está correlacionado com consequências negativas, incluindo notas mais baixas em matemática e, em última análise, a evasão de carreiras quantitativas (Ahmed *et al.*, 2012; Pizzie *et al.*, 2020).

Oportuno se torna ressaltar que tanto o estresse quanto a ansiedade são compreendidos como respostas do nosso corpo a qualquer ameaça à nossa integridade, visando favorecer a sobrevivência e a adaptação às mudanças no ambiente. No entanto, essa relação pode desencadear diversos comportamentos e doenças, prejudicando a saúde do indivíduo (Rocha *et al.*, 2023). Convém evidenciar o apresentado por Brunyé *et al.* (2013) em seu estudo “*Learning*

*to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety*". De acordo com os autores, altos níveis de estresse e ansiedade, especialmente ansiedade matemática, podem prejudicar o desempenho acadêmico, incluindo a aprendizagem e a resolução de problemas matemáticos. Ademais, a ansiedade excessiva pode consumir recursos cognitivos e de atenção, dificultando a capacidade de lidar efetivamente com tarefas complexas, como testes de matemática.

Conforme salientam Verkijika e De Wet (2015), a ansiedade matemática apresenta-se como um fator fisiológico representativo da aprendizagem pois, ela é responsável por produzir respostas fisiológicas nos corpos dos estudantes que atrapalham o processo ensino aprendizagem. Dentre essas reações, os autores citam tensão muscular, aumento da frequência cardíaca e respiração acelerada. Reforçam, ainda que, essa relação negativa entre ansiedade matemática e desempenho matemático é descrita por pesquisadores, como, por exemplo, Ashcraft e Krause (2007), Jansen *et al.* (2013) e Ramirez *et al.* (2013) que concluíram que, à medida que a ansiedade matemática aumenta, o desempenho nesta disciplina tende a diminuir. Além desse fato, cabe reforçar a importância da memória de trabalho na relação entre ansiedade matemática e o desempenho nesta disciplina. Kellog, Hopko e Ashcraft (1999) discutem a teoria da eficiência de processamento, que postula que os indivíduos possuem um pool limitado de recursos da memória de trabalho disponíveis para completar tarefas cognitivas. Em indivíduos altamente ansiosos, esses recursos são consumidos por "preocupações", deixando menos recursos disponíveis para a conclusão das tarefas. Conforme as tarefas se tornam mais difíceis, mais recursos da memória de trabalho são necessários para completá-las de forma eficaz. Quando os recursos da memória de trabalho estão sobrecarregados, é provável que ocorram déficits de desempenho. A ansiedade matemática pode levar a pensamentos intrusivos e preocupações que reduzem o pool disponível de recursos da memória de trabalho, prejudicando assim a eficiência do desempenho. Em resumo, a teoria sugere que a ansiedade pode afetar negativamente o desempenho cognitivo ao reduzir os recursos da memória de trabalho necessários para completar as tarefas.

Em complemento ao exposto, Figueira e Freitas (2020) salientam que a MA pode resultar de preditores genéticos e ambientais e estar associada ao baixo desempenho na memória de trabalho (MT) e no controle inibitório (CI). Segundo as autoras:

a) **Fatores Genéticos:** Estudos indicam alterações que afetam o metabolismo da dopamina, podem impactar o desempenho da memória e da matemática, sugerindo uma base genética para essas relações. Ademais, outros estudos apontam que fatores genéticos

relacionados à ansiedade geral e à cognição matemática podem influenciar a predisposição à ansiedade matemática, destacando a interação entre genética e memória de trabalho.

b) **Fatores Ambientais:** Experiências negativas com a matemática e outros fatores ambientais também influenciam a manifestação da ansiedade matemática. Essas experiências, combinadas com fatores genéticos, contribuem para o desenvolvimento da ansiedade em relação à matemática.

Cumpra assinalar os exemplos de fatores ambientais que influenciam o surgimento da Ansiedade Matemática (MA) conforme elencado por Figueira e Freitas (2020):

a) Experiências negativas com a matemática: Vivências anteriores de fracasso, dificuldades ou situações de estresse em contextos matemáticos podem contribuir para o desenvolvimento da MA.

b) Ambiente escolar: A qualidade do ensino de matemática, a pressão por desempenho acadêmico e a abordagem da disciplina no ambiente escolar podem impactar a percepção e a ansiedade dos estudantes em relação à matemática.

c) *Feedback* negativo: Comentários críticos, comparações desfavoráveis com outros estudantes e *feedback* negativo sobre o desempenho em matemática podem aumentar a ansiedade dos estudantes em relação à disciplina.

d) Pressão social: Expectativas sociais sobre o desempenho em matemática, estereótipos de gênero relacionados à habilidade matemática e comparações com colegas também podem influenciar a ansiedade dos estudantes.

Esses fatores ambientais contribuem para a construção da MA e influenciam a forma como os estudantes percebem e lidam com desafios matemáticos, destacando a importância do ambiente educacional e social na abordagem da ansiedade em relação à matemática.

Quanto às formas de intervenções para solucionar o problema da ansiedade matemática, Carmo e Simionato (2012) recomendam, por exemplo:

a) **Exposição a situações específicas:** os estudantes são gradualmente expostos a um maior volume de problemas matemáticos ao longo do tempo, com o objetivo de ajudá-los a enfrentar e superar a ansiedade associada a essas situações. A exposição progressiva a desafios matemáticos crescentes permite que os alunos desenvolvam gradualmente suas habilidades e confiança na resolução de problemas, ao mesmo tempo em que aprendem a lidar com a ansiedade de forma mais eficaz. Essa técnica baseia-se no princípio da dessensibilização

sistemática, que envolve a exposição gradual e controlada a estímulos ansiosos para reduzir a resposta de ansiedade.

b) **Escrita sobre os próprios sentimentos e dificuldades ao tentar resolver exercícios de matemática:** a escrita reflexiva pode ajudar os estudantes a identificar e compreender melhor suas emoções em relação à matemática, permitindo que reconheçam e enfrentem suas dificuldades de forma mais consciente. Ao colocar em palavras seus sentimentos e pensamentos, os estudantes podem desenvolver uma maior autoconsciência e autocontrole em relação à ansiedade matemática. Além disso, a atividade de escrita sobre os próprios sentimentos e dificuldades pode servir como uma ferramenta de autorregulação emocional, auxiliando os alunos a gerenciar o estresse e a ansiedade associados à matemática e a desenvolver estratégias eficazes para lidar com essas emoções.

c) **Trabalhos em grupo semanais:** Os trabalhos em grupo semanais têm como objetivo promover a interação entre os alunos, estimular a troca de ideias e proporcionar um ambiente de aprendizagem colaborativo. Essa abordagem ajuda a reduzir a ansiedade dos estudantes, permitindo que compartilhem experiências e discutam estratégias de resolução de problemas. Além disso, ao participar desses trabalhos, os alunos desenvolvem habilidades sociais, melhoram a compreensão dos conceitos matemáticos e aumentam a confiança em suas capacidades, resultando em uma experiência de aprendizagem mais positiva e enriquecedora.

d) **Elogios contingentes ao desempenho dos alunos:** Elogios contingentes ao desempenho dos alunos são uma estratégia eficaz para reforçar comportamentos desejados e promover uma atitude positiva em relação à matemática. Ao elogiar os alunos conforme seu desempenho, os professores incentivam a persistência, autoconfiança e motivação durante as atividades matemáticas. Essa abordagem melhora o desempenho acadêmico e reduz a ansiedade, criando um ambiente de aprendizagem mais favorável e encorajador.

Assim, por todos os argumentos apresentados, identificar os estudantes com alta ansiedade matemática e oferecer opções de intervenções capazes de auxiliar os mesmos a reconstruir sua confiança e reduzir os níveis de MA pode ser crucial para aprimorar seu desempenho em matemática.

## 2.5 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Acompanhando as mudanças de uma era considerada “do conhecimento” e, cada dia mais “digital”, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação ou, TDIC’s, assumiram

papel vital no processo de ensino e aprendizagem. Conforme assinala Silva F. (2017), as TDIC's estão cada vez mais presentes no cotidiano escolar e, assim, sua utilização pode aprimorar a qualidade da educação matemática.

Molenaar e Campen (2017) salientam que, em específico para as aulas de matemática, o uso das TDIC's pode ser considerado elementar tendo em vista que, ao utilizá-las, os estudantes são acometidos por uma sensação positiva apenas pelo fato de estarem usando uma metodologia diferente da tradicional, que faz parte da grande maioria das aulas que participam. Em complemento, Basso (2003) justifica que, ao utilizar computadores para as aulas de matemática, o professor deixa de ser detentor do conhecimento e cria-se a oportunidade de se desenvolverem experiências centradas nos estudantes. Esta metodologia, ao alterar o foco de tarefas e responsabilidades do professor para os estudantes, modifica o status de ensino tradicional e desperta o interesse dos participantes do processo de aprendizagem.

Reforçando tal parecer, a base curricular nacional, em seu documento de Diretrizes curriculares nacionais para a educação básica, salienta que, de forma articulada, a base comum nacional e a parte diversificada devem estar organizadas de forma que, também, as tecnologias de informação e comunicação perpassem transversalmente a proposta curricular desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, imprimindo direção aos projetos político-pedagógicos (Brasil, 2013).

Quando busca-se ter como foco de análise a aprendizagem da matemática, especificamente, o uso das TDIC's é apontado como responsável por inúmeros avanços, tendo em vista que, a disponibilidade de ferramentas e dispositivos inteligentes passou a resultar em melhorias no desempenho dos estudantes, aumento do entusiasmo e curiosidade em matemática, criação de ambiente de aprendizagem autêntico e ativo, fatores que podem ser considerados importantes para uma aprendizagem efetivamente significativa. (Raza; Reddy, 2021).

Em complemento, o documento do Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM, 2014) salienta que, para que ocorra a aprendizagem significativa em matemática, as ferramentas e tecnologias devem ser consideradas como indispensáveis para uso no processo de aprendizagem. Reforça, ainda, que, os computadores, tablets, smartphones, e calculadoras, tornam acessíveis os aplicativos que auxiliam os estudantes a explorarem os conteúdos da disciplina, facilitando o entendimento de conceitos e procedimentos, além de envolver os mesmos com o raciocínio matemático (NCTM, 2014).

Pelas razões acima expostas, o documento Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense, apresentada na Figura 10, os assuntos que ainda precisam ser incorporados aos projetos político-pedagógicos nas escolas do Estado. Reafirma que, “as escolas do Território Catarinense ainda precisam avançar na definição de um currículo que aponte para o trabalho com tecnologias para a aprendizagem para todos os estudantes da Educação Infantil e do Ensino Fundamental” (Currículo, 2019, p. 18).

Figura 10 - Tecnologias para a aprendizagem



Fonte: Currículo (2019).

Neste sentido, aspectos como a globalização e a utilização cada vez maior das tecnologias tornaram-se preocupações de esfera econômica, política, social e cultural, e, desta feita, a escola desempenha um papel crucial tendo em vista que tais preocupações exigem uma revisão das formas de pensar e de preparar os estudantes para suas relações interpessoais, a cidadania e o mercado de trabalho. Essa realidade exige, como condição para a mudança, não apenas a solução de problemas estruturais nas escolas e a inclusão de novas disciplinas no currículo, mas também um entendimento profundo de como se aprende e do que ocorre durante o processo de aprendizagem. Esse conhecimento pode ser fornecido pela inclusão de princípios da neurociência na formação de professores que, por sua vez, podem auxiliar os mesmos na compreensão dos processos neurocognitivos, fatores que podem estar sendo responsáveis pelo baixo desempenho dos estudantes (INE. EAD, s.d).

Logo, ao reconhecer-se que para ensinar e aprender na sociedade atual tornou-se vital o entrosamento com as TDIC's, nesta pesquisa de tese optou-se pela utilização de um aplicativo desenvolvido como objeto de aprendizagem, denominado *Fractus*.

### 2.5.1 *Fractus* - Aplicativo para aprendizagem de frações

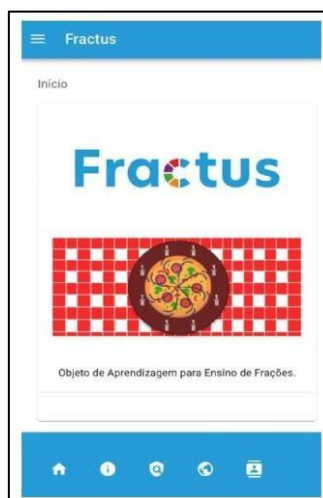
Em junho de 2022, foi defendida a dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento sob o título *FRACTUS: Aplicativo para aprendizagem de frações*. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um aplicativo para a aprendizagem de frações no formato de um objeto de aprendizagem. A motivação para o desenvolvimento deste aplicativo foi o resultado da pesquisa realizada na primeira parte deste projeto de tese, em 2019, momento em que os estudantes relataram que o conteúdo de matemática que eles tinham maior dificuldade era “frações”. O *Fractus* disponibiliza atividades sobre frações em formato de objetos de aprendizagem que podem ser realizados via aplicação *web/mobile* em dispositivos como *smartphones*, *tablet's* ou televisores e, ainda, possui a indicação de exercícios que podem ser impressos para sua realização (Galvão Filho, 2022).

De acordo com Galvão Filho (2022), para o desenvolvimento do *Fractus* foi necessário utilizar um conjunto de ferramentas específicas. Ressalta ainda o autor, que a escolha baseou-se em ferramentas que apresentam melhores configurações de acessibilidade e capacidade de interoperabilidade, além de maior integração entre as ferramentas. Foram utilizados:

- a) Para o *design* UX/UI: Figma, ZeroHeight, Material UI, Adobe Illustrator.
- b) Para o desenvolvimento de *software*: React.js; Next.js; Node.js; Express; PWA.
- c) As linguagens: HTML5; CSS3; JavaScript; XML; Json; EcmaScript6+; TypeScript.
- d) Os gerenciadores de pacotes: Pacotes NPM; Yarn.
- e) Outras Tecnologias: MongoDB e MongoDB Atlas; Heroku; Docker.

Após a conclusão de seu desenvolvimento, o protótipo do *Fractus* foi testado por ferramentas de acessibilidade *web* e disponibilizado via *web site* e, com a aprovação da pesquisa, foi gerada uma versão final do *software* disponibilizada *via web*, que pode ser instalada em *desktop* via PWA e, também, em versão *Mobile*. Diante desse quadro, em junho de 2022 foi defendida a dissertação sob o título *Fractus: Aplicativo para aprendizagem de frações* (Galvão Filho, 2022). Em julho de 2022 foi registrada sob o código 730 a expedição do Certificado de Registro do Programa de Computador *Fractus* junto ao INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Na Figura 11 apresenta-se a tela inicial do *Fractus*.



Figura 11 - Tela inicial do *Fractus*

Fonte: *Fractus* (2022).

O *Fractus* disponibiliza aos estudantes seis opções de atividades que foram denominadas de Objetos de aprendizagem. Na Figura 12 observa-se a disponibilidade das atividades obedecendo tal indicação.

Figura 12 – *Fractus* Objetos de Aprendizagem

Fonte: *Fractus* (2022).

O *menu* de atividades apresentado na Figura 12 foi idealizado tendo em vista a sequência indicada por Costa (2021), que ressalta que, geralmente as escolas e os livros didáticos utilizados, trabalham o conteúdo de “frações” começando pelas definições, passando à classificação, número misto, equivalência e, por fim, as operações. O *Fractus* oferece três tipos de atividades aos estudantes: frações com pizza, frações com laranja e, frações com chocolate. A Figura 13 mostra exemplos destas atividades.

Figura 13 - Exemplos de atividades no *Fractus*

Fonte: *Fractus* (2022).

O aplicativo *Fractus* foi utilizado pelos estudantes em uma das etapas da coleta de dados da Variabilidade da Frequência Cardíaca com o frequencímetro, representando o uso das TDIC's na aprendizagem da matemática. Os dados coletados foram apresentados no Congresso *18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* ocorrido em Portugal em 2023 (Pillon *et al.*, 2023b) e serão abordados em capítulo posterior.

## 2.6 O PAPEL DA NEUROCIÊNCIA NA APRENDIZAGEM

Em 2006 a Lei nº 11.274 alterou o artigo 32 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e o tempo de permanência nas escolas aumentou para 9 anos que cita: “O Ensino Fundamental obrigatório, com duração de 9 (nove) anos, gratuito na escola pública, iniciando-se aos 6 (seis) anos de idade, terá por objetivo a formação básica do cidadão (...)”. (Brasil, 2006, p. 1). Por intermédio desta alteração, foi estipulado um maior tempo de convívio escolar e, conseqüentemente, maiores oportunidades de aprendizagem. Conforme salienta Porto (2007), a aprendizagem é um processo fundamental da vida pois, com ela, todo indivíduo aprende e desenvolve os comportamentos que o possibilita viver. Ademais, afirma a autora que “Todas as atividades e realizações humanas exibem os resultados da aprendizagem” (Porto, 2007, p. 15).

Oportuno se torna dizer que o processo de aprender modifica o ser humano, resultando em uma educação permeada por aspectos filosóficos, biológicos, antropológicos e psicológicos. Tais elementos possibilitam a interdisciplinaridade, configurando-se como uma rede de saberes interligados. Neste contexto, cresce a cada dia a busca por novos conhecimentos quanto ao

papel do cérebro e o desenvolvimento de estudos neurocientíficos, que possam auxiliar o processo de aprendizagem, ao repensar as práticas de ensino em uma atualidade onde observa-se elevados índices de ansiedade, receios, inabilidades, dificuldades na construção do pensamento, relações interpessoais, comportamentos e, também, emoções. Desta forma, vislumbra-se o papel da neurociência com o foco em contribuir para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas, capazes de oferecer aos profissionais da educação, ferramentas que possam trazer resultados em uma aprendizagem significativa (Costa, 2021).

A crescente conexão entre a neurociência e a aprendizagem tem sido relatada por inúmeros autores (Costa, 2021; Bartoszeck, 2006; Martins e Almeida, 2019; Guerra, 2011). Além destes, Silva *et al.* (2022) assinalam que esta relação possui papel primordial, destacando que o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro é fundamental para compreender como ocorre o processo de aprendizagem. Ainda, ressaltam os autores que, a neurociência cognitiva em específico, oferece *insights* valiosos sobre como o cérebro processa as informações recebidas, armazena memórias e lida com os diferentes aspectos do aprendizado, o que pode ser aplicado de forma eficaz no contexto educacional, singularmente no ensino de disciplinas como a matemática.

Em virtude das considerações apresentadas, cabe ressaltar que a neurociência pode ser definida como o conjunto de ciências envolvidas no estudo do sistema nervoso (por este motivo alguns autores utilizam a denominação “as neurociências”), em especial o cérebro humano (Oliveira, 2011) e, desta forma, o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro é fundamental para compreender como ocorre o processo de aprendizagem (Silva *et al.*, 2022). No entanto, como apontam Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006) a neurociência “está na moda”, mas principalmente a área denominada “neurociência cognitiva”, que direciona sua dedicação ao estudo das relações entre o sistema nervoso e a cognição humana. Silva *et al.* (2022) complementam salientando que enquanto a neurociência é um campo amplo que estuda o sistema nervoso e o cérebro com foco na sua estrutura, função e conexões neurais, a neurociência cognitiva vai além, investigando especificamente os processos mentais e cognitivos tais como a percepção, a atenção, a memória, a linguagem e o pensamento, assim como pesquisa a forma como esses processos encontram-se relacionados à atividade cerebral.

Sob enfoque similar, Fonseca (2014) descreve que a aprendizagem humana emerge de múltiplas funções, capacidades e habilidades cognitivas que se encontram interligadas. Para o autor ocorre um processo denominado tríade funcional da aprendizagem humana, em que as funções conativas, as funções executivas (FE) e as funções cognitivas têm papel fundamental.

Dentre as funções cognitivas ou processos mentais o autor cita a atenção, a percepção, a orientação, a memória, as gnosias, a linguagem, o raciocínio, a resolução de problemas, a execução e expressão de informação. Sobre as funções conativas, o autor salienta que, considerando-se o aspecto positivo do termo, diz respeito à motivação, às emoções, temperamento e personalidade do indivíduo, posicionando-o frente às tarefas de três maneiras distintas: a) componente valor (porque faço a tarefa), b) componente de expectativa (o que faço com a tarefa) e, c) componente afetivo (como me sinto na tarefa). As funções executivas, responsáveis por coordenar e conectar as funções cognitivas e conativas, selam a tríade neuro funcional da aprendizagem. São exemplos de funções executivas: a atenção, a percepção, a memória de trabalho, o controle, a ideação, a planificação e a antecipação, a flexibilização, a metacognição, a decisão, a execução. Para este autor, o estudo desta tríade com foco na aprendizagem, traduzindo dados investigados sob a luz da neurociência, buscando aprimorar a atuação dos professores e a aprendizagem dos estudantes, constitui um dos grandes desafios deste século (Fonseca, 2014).

De acordo com Diamond (2013) as Funções Executivas (FEs) referem-se a um conjunto de processos mentais necessários quando é preciso se concentrar e prestar atenção, especialmente em situações onde agir automaticamente ou confiar no instinto ou na intuição seria imprudente, insuficiente ou inviável. A autora ressalta que há três principais FEs: controle inibitório, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva sendo que, a partir dessas três é que são desenvolvidas as FEs superiores como raciocínio, resolução de problemas e planejamento. Reforçando a importância das FEs para o desenvolvimento cognitivo, social e psicológico dos indivíduos, em pesquisa e outros estudos a autora apontou dois importantes fatores: as FEs são mais importantes para a prontidão escolar do que o índice de QI ou a leitura, ou ainda, matemática de nível básico. E, quanto à relação entre as FEs e o sucesso escolar, ressalta que as FES podem prever a competência em matemática e leitura, ou seja, a presença e desenvolvimento das FEs podem ser utilizados para estimar ou inferir o desempenho futuro dos estudantes em tarefas matemáticas.

Em complemento Cartwright (2012) cita que as FEs começam a se desenvolver na infância e abrangem uma série de processos, como atenção, inibição, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva. Esses processos permitem que os indivíduos controlem seu próprio comportamento, trabalhem em direção a objetivos e gerenciem tarefas cognitivas complexas. Dessa forma, as funções executivas desempenham um papel crucial no desenvolvimento de habilidades acadêmicas, como a leitura. Devido à sua relevância para a aprendizagem, indica-

se a avaliação das FEs e, para este fim, torna-se necessária a colaboração da neuropsicologia, área de estudo interdisciplinar que combina os conhecimentos da neurociência, psicologia e medicina para entender a relação entre o cérebro e o comportamento. A neuropsicologia possui, desta forma, importante papel ao avaliar, diagnosticar e indicar formas de reabilitação a indivíduos que estejam apresentando déficits cognitivos.

Em vista do exposto identifica-se que diferentes temas e estudos têm demonstrado o crescimento da relação apontada entre a neurociência e a educação. Martín-Loeches, em 2012 muito claramente apresentou esta premissa afirmando na conclusão de seu estudo: “Não há necessidade de esperar mais, já há bastante conhecimento útil acumulado. Além disso, o mais empolgante é que o futuro da neurociência educacional parece extremamente frutífero e promissor” (Martín-Loeches, 2015, p. 70).

### **2.6.1 O sistema nervoso, o cérebro e a relação com a aprendizagem**

A neurociência tem muito a contribuir para a educação, e sua contribuição será cada vez mais essencial no futuro, dado o impacto significativo no desenvolvimento social, cognitivo e emocional humano (Martín-Loeches, 2015). Para Martín-Loeches (2015), que tem ensinado neurociência básica a pessoas que se tornarão professores, o alcance destes argumentos possui especial relevância, porém, sabe-se, que ainda há um longo caminho a percorrer. Em seu estudo, por sua vez, Janet Zadina propõe o desenvolvimento de novos especialistas que sejam tanto neurocientistas quanto educadores (Zadina, 2015). A autora sugere um currículo para neurocientistas cognitivos que inclua uma formação ampla e profunda em neurociências, aliada a práticas reais e extensas de ensino nas escolas, algo que poderia trazer grandes benefícios para nossa sociedade.

Assinalam, ainda a este respeito Leisman, Mualem e Mughrabi (2015) que a qualidade da informação básica sobre a neurociência, pode ser considerada determinante no desenvolvimento dos processos escolares, a ponto de se tornar tão relevante quanto o próprio processo de alfabetização. Para os autores, desta forma, deve-se apostar nos ensinamentos base, com enfoque na relação da neurociência e o cérebro. Corroborando com o exposto, Consenza e Guerra (2011) argumentam que compreender o funcionamento do cérebro pode ser extremamente eficaz para o trabalho do educador. Os autores explicam que é possível relacionar alterações neurobiológicas com questões pedagógicas, desde que essas relações sejam baseadas

e orientadas por evidências. Eles ressaltam que essa relação é recíproca, pois a neurociência também deve aproveitar as práticas e enfrentar as dificuldades encontradas na sala de aula. No entanto, os autores propõem que é essencial incluir "[...] temas relacionados às neurociências na formação inicial do educador" (Consenza e Guerra, 2011, p. 145).

Sob critério similar, Bartoszeck (2006) ressalta que o desenvolvimento do cérebro humano está intimamente relacionado à aprendizagem e à educação. Este desenvolvimento ocorre por intermédio de estímulos do ambiente que, por sua vez, levam os neurônios a formarem novas sinapses, tornando-as cada vez mais intensas e, como consequência, estas constituem-se em novos circuitos, com capacidade de armazenamento molecular.

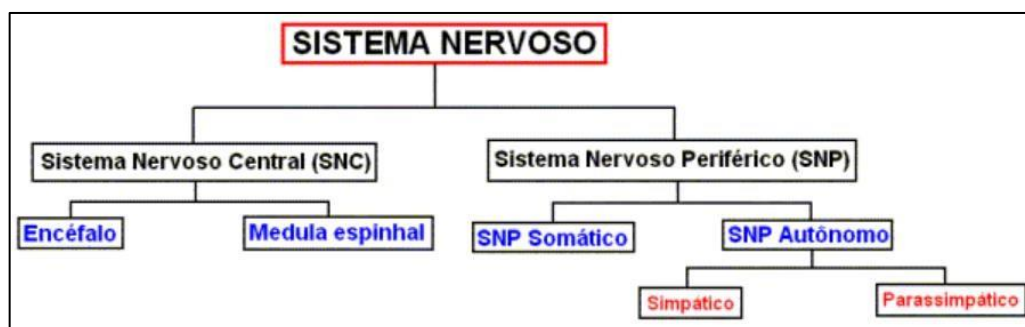
Costa (2021) destaca que, com os avanços tecnológicos recentes e a necessidade crescente de aprimoramento do processo ensino-aprendizagem, a educação tem se conectado com a neurociência para compreender o funcionamento cerebral. Isso permite que os professores aprimorem suas estratégias pedagógicas diárias.

A aprendizagem está ligada a funções mentais como atenção, memória, percepção, emoção e funções executivas, todas dependentes do cérebro, o que ressalta a importância da integração entre educação e neurociência. Guerra (2011) reforça que conhecer o funcionamento cerebral auxilia os educadores a tornar o ensino mais significativo, utilizando estratégias pedagógicas que estimulam a reorganização do sistema nervoso, promovendo mudanças neurobiológicas e comportamentais que favorecem a aprendizagem.

Embora o cérebro seja o órgão mais conhecido e estudado quando é citada a neurociência, ele faz parte do Sistema Nervoso Central (SNC). O SNC, uma rede de estruturas que se estende por todo o nosso corpo, conecta o cérebro à medula espinhal e aos nossos nervos.

Tendo em vista os critérios anatômicos e funcionais, o sistema nervoso subdivide-se em Sistema Nervoso Central (SNC) - formado pelo encéfalo e medula espinhal, e Sistema Nervoso Periférico (SNP), conforme mostrado na Figura 14.

Figura 14 - O Sistema Nervoso e suas divisões anatômicas e funcionais



Fonte: Maciel (2019).

Dentre as estruturas estudadas pela neurociência, nesta pesquisa de tese, foi dada atenção especial ao Sistema Nervoso Autônomo, com suas subdivisões em Sistema Nervoso Simpático e Sistema Nervoso Parassimpático, apresentados no item 2.6.2.

### **2.6.2 Sistema Nervoso Autônomo (SNA)**

O SNA constitui a parte do SNC que controla a maioria das funções viscerais do nosso organismo e, por este fato, pode também ser chamado de sistema visceral ou neurovegetativo. Como seu nome aponta, ele funciona independentemente de nossa vontade e tem por função regular o ambiente interno do corpo, controlando a atividade dos sistemas digestório, cardiovascular, excretor e endócrino, auxiliando no controle da pressão arterial, motilidade gastrointestinal, secreção gastrointestinal, esvaziamento da bexiga, sudorese, temperatura corporal e muitas outras atividades (Guyton; Hall, 2017).

É sobretudo importante assinalar, para além do já exposto, que o coração é o órgão que recebe diretamente as influências do SNA com modificações constantes na frequência de seus batimentos, assim como tem a capacidade de acelerar ou diminuir os movimentos peristálticos que estão relacionados à digestão. Neste sentido, o SNA encontra-se diretamente envolvido ao nível homeostático de controle, pois atua modulando a atividade de inúmeros órgãos assim como o funcionamento de diferentes sistemas fisiológicos, com o objetivo final de atender à demanda fisiológica na qual o organismo encontra-se envolvido (Haddad Junior; Visconti, 2018).

Uma das suas principais características é a rapidez e intensidade com que o SNA altera as funções viscerais. Desta forma, em apenas 3 a 5 segundos ele pode aumentar a frequência cardíaca (FC) até valores duas vezes maiores que o normal e, em 10 a 15 segundos, a pressão arterial (PA) pode ser duplicada, ou, no extremo, entre 10 a 15 segundos a pressão arterial pode ser reduzida podendo causar um desmaio. Com a sudorese e a bexiga podem ocorrer, também, modificações muito rápidas pois, a sudorese pode começar em segundos e, a bexiga, pode, involuntariamente, ser esvaziada em poucos segundos (Guyton; Hall, 2017).

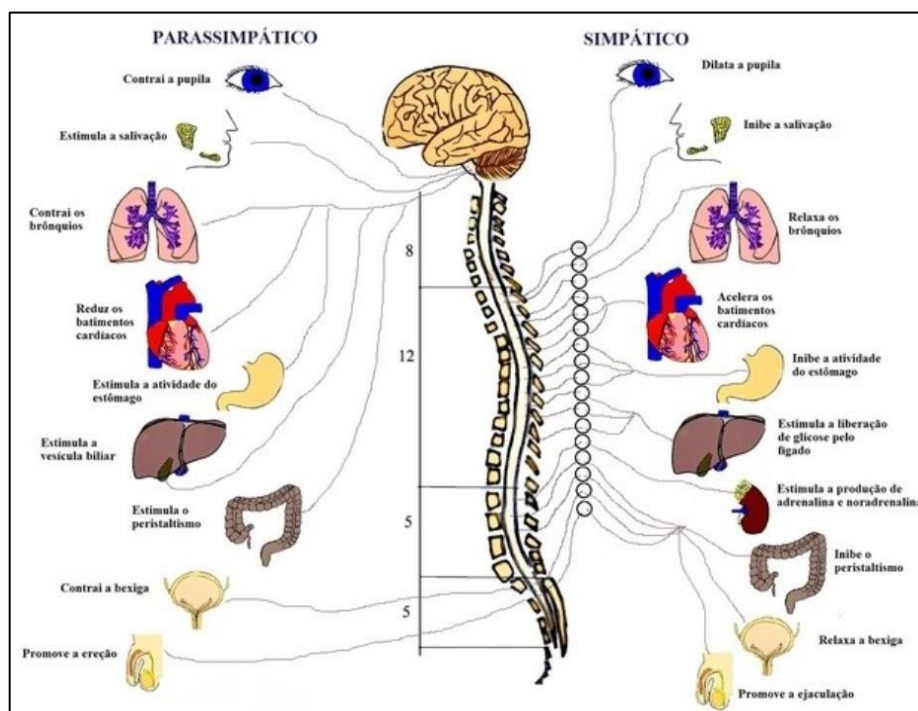
Registre-se, ainda, que o SNA é também o responsável pelas adaptações do corpo, buscando a manutenção do seu correto funcionamento e das necessidades vitais, regulando-o via retroalimentação sensorial e, estando intimamente relacionado à experiência e expressão emocional. Sendo assim, quando um indivíduo se encontra em estado de alerta ou perigo, seus níveis de vigilância são elevados, seus sentidos tornam-se aguçados e os estados

de sono e sonho são alterados, pois, desta forma, o corpo tenta se manter acordado para sobreviver. Mediante estes “avisos”, a fisiologia do organismo, especificamente cardíaca e respiratória, altera-se a fim de adaptar-se ao estado emocional e situacional vigente. Este tipo de situação é comumente estudado no campo da Psicofisiologia (Loureiro, 2018).

As diferentes reações e adaptações do SNA podem se tornar situações reais e, por intermédio de tarefas cognitivas, apresentarem diferentes estados de atenção, concentração e tensão. Segundo salienta Loureiro (2018), a variação desses estados influencia os sinais fisiológicos dos indivíduos e, cumpre assinalar, a comparação desses sinais fisiológicos, tem se configurado em uma eficiente metodologia, capaz de identificar a variação que pode ocorrer em detrimento de tais reações e, sua valorosa contribuição para a realização de tarefas cognitivas.

O SNA interage com os órgãos para levar e trazer informações importantes para manter a homeostase do organismo, assim como, mantém ligação com o SNC, com o mesmo objetivo. Tal comunicação é efetivada por intermédio dos neurônios, células que, por meio de seus prolongamentos – axônios – são capazes de enviar impulsos elétricos de uma célula a outra. O SNA realiza essa troca de informações por duas vias distintas: a simpática (SNAs) e a parassimpática (SNAp) que, atuam de forma antagônica e complementar, como apresentado na Figura 15.

Figura 15 - Diferenças entre o SNAs e SNAP



Fonte: Sistema (2022).



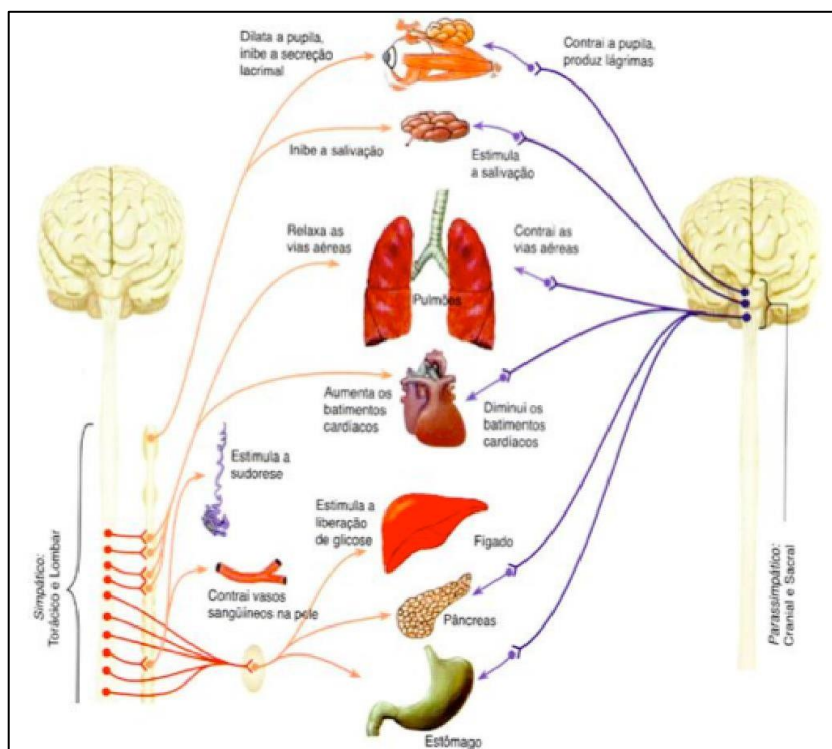
A Figura 15 apresenta os ramos simpáticos e parassimpáticos e suas sinapses entre diversas partes do organismo provocando resultados diferenciados. No caso específico do coração, que recebe inervações de ambas divisões do SNA, a frequência de batimentos resulta de influências reflexas sobre uma ou ambas divisões e, dependendo da situação, podem causar aumento na atividade simpática e diminuição na atividade parassimpática. Estas modificações são resultado da ação do SNA enquanto responsável por regular os recursos fisiológicos, optando por luta/fuga ou repouso/digestão, o que requer o equilíbrio dinâmico entre estes dois ramos – SNAs e SNAp, sendo que, este equilíbrio relaciona-se à atividade cerebral. Desta maneira, esse sistema acaba por influenciar a regulação constante da frequência cardíaca (FC) e do tônus vascular, assim como, auxilia também na manutenção da pressão arterial (PA) (Matos, 2013). Convém notar, ante o exposto, que a análise dos índices de variabilidade da frequência cardíaca têm sido objeto de pesquisa devido ao seu importante papel na regulação autonômica do coração. Desta feita, no tópico posterior este tema será aprofundado.

### 2.6.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

Segundo Guyton e Hall (2017), o coração, um dos principais órgãos do corpo humano, controla o seu ritmo com o auxílio do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), que, em parceria com ele, modula as necessidades fisiológicas vitais, seja em repouso ou em exercício. Conforme salienta Matos (2013), a partir da demanda física ou mental, a frequência cardíaca sofre determinados ajustes, e, assim, eleva ou diminui o número de batimentos por minuto, tendo em vista a intensidade que lhe é imposta. O interesse neste processo tem aumentado significativamente o número de pesquisadores que buscam estudar a relação entre o desempenho cognitivo e a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).

De acordo com Matos (2013), o grau de atividade do SNA é responsável por determinar se o trabalho cardíaco será aumentado ou reduzido. Sugere a autora que, quanto maior a FC, maior a ação da via simpática e menor atividade da via parassimpática. E, ao contrário, quanto menor a FC, maior será a ativação parassimpática, com redução de ação do ramo simpático e, desta forma, predomínio da atividade vaga. Neste modelo, infere-se que, o esperado é que o coração tenha respostas variadas aos diferentes estímulos ambientais a que se encontra sujeito, como pode-se observar na Figura 16.

Figura 16 – Interação entre O SNAp e SNAs



Fonte: Morales & Everardo (2011).

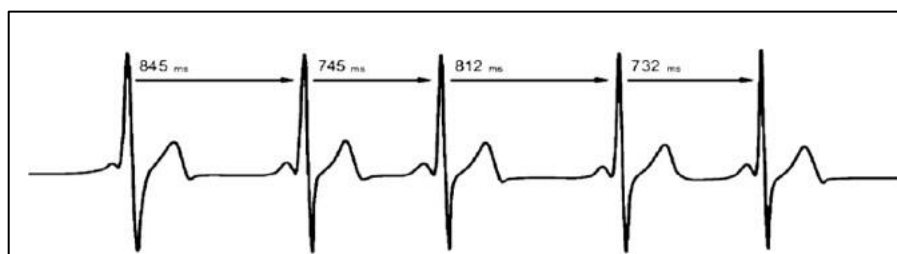
Em análise ao apresentado na Figura 16, constata-se que, o predomínio da atividade simpática do SNA provoca o aumento da frequência cardíaca (como um cardioacelerador) ao passo que, o predomínio da atividade parassimpática do SNA, tem efeito contrário, ocasionando a redução da frequência cardíaca (como um cardioinibidor).

No entanto, o coração não pode ser considerado um metrônomo e, assim, seus batimentos não podem ser regulares como um relógio. Desta forma, as alterações na FC, definidas como Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), são consideradas normais e esperadas, além de indicarem a habilidade do coração em atender às diferentes estimulações fisiológicas ou ambientais, dentre as quais, cita-se: respiração, exercício físico, estresse, alterações hemodinâmicas e metabólicas, sono, desordens decorrentes de doenças diversas (Vanderlei *et al.*, 2009).

Conforme destacado por Thayer e Lane (2009), a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) mede as oscilações no tempo entre dois batimentos cardíacos consecutivos, conhecidos como intervalos RR (ou *Intervals Between Beats* - IBIs). Esse intervalo é o tempo entre dois picos R observados pelo eletrocardiograma (ECG). Assim, a média RR, que é a média dos intervalos RR coletados em uma amostra e expressa em milissegundos (ms), segundo Shaffer e Ginsberg (2017), evidencia que um coração saudável não funciona como um

metrônomo. Em vez disso, ele apresenta variações constantes, permitindo que o sistema cardiovascular se ajuste rapidamente às necessidades físicas e psicológicas e mantenha sua homeostase. A frequência cardíaca é modulada continuamente por mecanismos fisiológicos complexos. Durante o intervalo R-R, o controle da frequência cardíaca é exercido pela ação do sistema nervoso autônomo, que inclui os ramos simpático e parassimpático. A ativação do ramo simpático diminui o intervalo R-R, acelerando a frequência cardíaca, enquanto a ativação do ramo parassimpático o prolonga, reduzindo a frequência cardíaca (Thayer *et al.*, 2009). A Figura 17 apresenta um traçado eletrocardiográfico que ilustra o intervalo R-R medido, correspondente ao tempo entre dois batimentos cardíacos consecutivos.

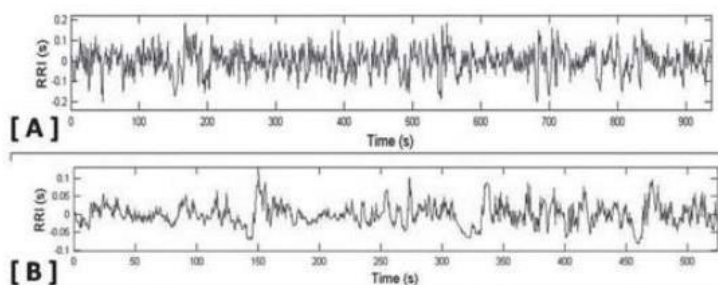
Figura 17 – Exemplo de traçado eletrocardiográfico (VFC)



Fonte: Sgobbi, Tarouco e Herpich (2019, p. 136).

A medida da VFC pode ser útil para avaliar a modulação do SNA, pois ao constatar que estão ocorrendo mudanças nos padrões da VFC, tem-se indicadores de comprometimento da saúde destes indivíduos. Matos (2013) em seu estudo apresentou dois tacogramas, o primeiro de um adulto jovem normal, e o segundo de um recém-nascido normal, a fim de demonstrar as diferenças observadas. A Figura 18 demonstra estes intervalos.

Figura 18 - Tacograma de um adulto jovem normal (A) e de um recém-nascido normal (B)



Fonte: Vanderlei *et al.* (2009, p. 206).

Ao analisar a Figura 18, pode-se identificar que a VFC (B), do recém-nascido, demonstra uma menor atividade, pois está de acordo com a idade do indivíduo, apontando normalidade. Conforme sustenta Matos (2013), quando observa-se como resultado uma alta VFC, tem-se um indivíduo saudável, com mecanismos autonômicos eficientes. No entanto, quando se vislumbra baixa VFC, pode-se estar à frente de um indicador de adaptação anormal

e insuficiente do SNA o que pode sugerir o mau funcionamento fisiológico deste indivíduo em análise. Para esta autora, ainda, a análise da VFC, enquanto medida simples e não-invasiva dos impulsos autonômicos, pode ser utilizada como um marcador quantitativo funcional do balanço autonômico. E, ainda, como cita Loureiro (2018), os índices cardíacos podem ser utilizados para quantificar a carga cognitiva, além de estados de saúde como ansiedade e depressão.

Como reforça Falcão Neto (2017) a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma técnica não invasiva, de fácil manuseio e barata, amplamente utilizada para investigar a modulação autonômica. O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) utiliza a VFC para identificar alterações nos intervalos dos batimentos cardíacos (R-R). Qualquer desequilíbrio nesse sistema ativa o SNA, que atua por meio de seus ramos simpático e parassimpático para reestabelecer o equilíbrio funcional dos órgãos e sistemas. Em adição ao apresentado, Sgoobi, Tarouco e Herpich (2019) ressaltam que o setor educacional necessita de tecnologias de informação e comunicação que auxiliem os professores na escolha de materiais educacionais para um ensino- aprendizagem mais eficaz. Tecnologias como sistemas tutores inteligentes, automação em salas de aula, ambientes virtuais de aprendizado, ferramentas colaborativas e a Internet das Coisas estão em destaque, com um crescimento exponencial. Entre essas, o uso de sensores para coletar dados variados, como a Variabilidade de Frequência Cardíaca (VFC) obtida a partir de frequencímetros, tem se destacado. Pesquisas, como as de Thayer *et al.* (2009) e Quintana *et al.* (2012), relacionam a VFC com funções cognitivas e reconhecimento emocional, evidenciando sua aplicabilidade no processo educacional.

Sendo assim, a partir do exposto, para esta pesquisa de tese optou-se pelo uso do frequencímetro chamado *Inner Balance* para realizar a coleta dos índices de variabilidade cardíaca dos estudantes, item que será apresentado a seguir.

#### 2.6.3.1 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca com *Inner Balance*<sup>TM</sup>

A fim de alcançar os objetivos a que se propôs nesta pesquisa de tese, para analisar a Frequência Cardíaca (FC) dos estudantes e sua variabilidade (VFC) foi utilizado o frequencímetro denominado *Inner Balance*<sup>TM</sup>.

Dentre as especificações deste aparelho disponibilizadas no *site* oficial (disponível em: <https://www.heartmath.com/The-Inner-Balance/>), salienta-se:

- a) o aparelho é otimizado para garantir medições precisas de VFC;
- b) possui fotodetector de grau médico;

- c) tem taxa de amostragem de 125 hz, que mede a frequência cardíaca 125 vezes por segundo;
- d) possui *bluetooth* ultrabaixo de última geração trabalhando em uma faixa de potência de saída de 0,5 mW ou menos, o que é significativamente menor do que os telefones celulares;
- e) possui forma ergonômica para fácil colocação com um *design* leve e de baixo perfil.

A empresa HeartMath, pioneira em pesquisa do ritmo cardíaco (HRV) e no treinamento de autorregulação emocional há mais de 25 anos, desenvolveu este sensor tendo por base mais de 400 estudos independentes, revisados por pares, que foram publicados sobre as suas tecnologias e metodologias (HeartMath, 2022). O sensor *Inner Balance* tem por objetivo analisar o ritmo cardíaco, obtido com a Variabilidade da Frequência Cardíaca o que indicará aos seus usuários, como os seus estados emocionais estão afetando o seu sistema nervoso.

A Figura 19 apresenta a imagem do sensor *Inner Balance*<sup>TM</sup>.

Figura 19 - Sensor *Inner Balance*<sup>TM</sup>



Fonte: Inner (2024).

Além das especificações apresentadas, como outra característica positiva deste sensor, aponta-se a facilidade de utilização. O *Inner Balance* é acoplado ao aparelho celular e, o sensor existente na outra extremidade do cabo, é clipado à orelha do usuário.

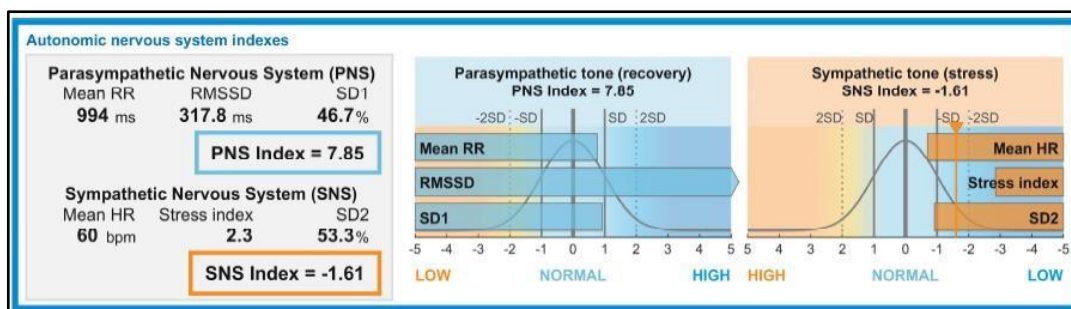
A partir deste momento, com o *start* no aplicativo, o mesmo passa a coletar as informações como apresentado na Figura 20.

Figura 20 - Sessão com o *Inner Balance*™

Fonte: HeartMath (2024).

Além do já apresentado, outra facilidade na utilização deste sensor refere-se ao *feedback* de VFC em tempo real. Como pode-se observar na Figura 20, o usuário, assim como os aplicadores, tem acesso em tempo real aos dados que estão sendo coletados por meio do visor do aparelho celular.

Após a coleta de dados, os mesmos são transferidos individualmente em formato txt. para o programa *Kubios HRV Analysis Software* que realiza a análise dos indicadores da VFC, apontando o domínio do tempo, domínio da frequência e dados não-lineares. O Kubios, por sua vez, gera um documento em PDF para cada coleta. Na Figura 21 demonstra-se parte de um exemplo de dados coletados com o uso do *Inner Balance*™.

Figura 21 - Exemplo - Dados coletados com o *Inner Balance*™

Fonte: *Kubios HRV Standard* (ANEXO C).

Embora retrate apenas parte do documento em que estão apresentados todos os itens resultantes da VFC detectada a partir do uso do *Inner Balance*, na Figura 24, salienta-se que neste estudo, em específico, serão utilizados os dados referentes ao domínio de tempo - *Mean RR* e *rMSSD*, e domínio da frequência - *LF/HF*, além do *Stress Index* (SI). Quanto aos aspectos

analisados no quesito domínio do tempo, *Mean RR* representa a média dos intervalos RR, ou seja, a média dos tempos entre dois batimentos cardíacos consecutivos (Silva *et al.*, 2022). A média do intervalo RR é um indicador crucial na avaliação da variabilidade da frequência cardíaca e está associada à regulação autonômica do coração. Em corações saudáveis, a maior atuação do sistema nervoso parassimpático é refletida por uma média do intervalo RR mais prolongada, indicando uma influência parassimpática mais intensa e uma reação de relaxamento. Contrariamente, a ativação do sistema nervoso simpático pode reduzir a média do intervalo RR, sugerindo uma resposta a situações de estresse ou excitação. Assim, a análise da média do intervalo RR oferece *insights* sobre o equilíbrio entre os sistemas nervosos simpático e parassimpático e seu impacto na variabilidade da frequência cardíaca (Shaffer; Ginsberg, 2017). O aumento da Média RR pode indicar maior influência do SNP, associada a relaxamento, recuperação e melhor adaptabilidade ao estresse (Task Force, 1996; Shaffer & Ginsberg, 2017). Porém, a diminuição da Média RR sugere maior influência do SNS, associada a estresse, ansiedade ou excitação (McCraty; Shaffer, 2015).

O índice de rMSSD (*Root Mean Square of Successive Differences*), que significa raiz quadrada média das diferenças sucessivas, é a principal medida de domínio temporal usada para estimar as mudanças na atividade vagal refletidas na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). Ele reflete a variabilidade de curto prazo dos intervalos RR entre batimentos cardíacos consecutivos e é fundamental para avaliar a modulação rápida da frequência cardíaca, fornecendo informações valiosas sobre o equilíbrio entre os sistemas nervosos simpático e parassimpático, associado à regulação parassimpática do sistema nervoso autônomo. A análise do rMSSD é útil na avaliação das respostas adaptativas do coração a variações atmosféricas moderadas e outras condições externas (Shaffer; Ginsberg, 2017).

No que se refere ao domínio da frequência, o índice LF/HF (*Low Frequency/High Frequency*) é parte integrante da análise da variabilidade da frequência cardíaca e é comumente empregado para estimar o equilíbrio entre as atividades dos sistemas nervosos simpático (indicado pela frequência baixa - LF) e parassimpático (indicado pela frequência alta - HF). No entanto, a interpretação deste índice é alvo de debates, pois a influência do sistema nervoso simpático na potência de baixa frequência pode variar consideravelmente dependendo das condições de teste. Assim, entender o índice LF/HF exige consideração do contexto específico e das condições sob as quais os dados foram obtidos (Shaffer; Ginsberg, 2017).

O *Stress Index*, último fator avaliado neste estudo, é derivado da análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e considerado um indicador valioso para avaliar o

nível de estresse fisiológico de um indivíduo. Embora não seja uma medida direta do estresse psicológico, ele reflete a atividade do sistema nervoso autônomo (SNA), que é modulado pelo estresse (Laborde; Mosley; Thayer, 2017). Segundo o *User's guide Kubios HRV Standard* (Tarvainen *et al.*, versão 3.5) o índice de *Stress Index* (ou SI) representa a medida geométrica da VFC refletindo o estresse presente no sistema cardiovascular. Cabe ressaltar, no entanto, que o foco nesta pesquisa recai sobre o estresse mental, presente no nosso dia a dia e fator que tem sido apontado como influenciador de quase todo nosso organismo, sendo o sistema cardiovascular mais profundamente afetado. Clarificando este conceito, é importante salientar que o estresse é um fenômeno universal e persistente ao longo da vida humana, experienciado por todos em algum momento. Sua presença é uma constante tanto na arte quanto na literatura de todas as eras, refletindo sua relevância. A razão para sua prevalência abrangente na vida humana decorre da complexidade das interações sociais, pessoais e ambientais, assim como da variedade de formas como o estresse se manifesta. O estresse é definido como qualquer influência do ambiente interno ou externo que perturbe o equilíbrio (homeostase) de um ser vivo (Shahsaravani; Abadi; Kalkhoran, 2015). Ainda, segundo os autores, é preciso ressaltar que o estresse fisiológico envolve respostas físicas e biológicas do corpo a estressores internos ou externos, reguladas pelo sistema nervoso autônomo e endócrino. Tais respostas incluem aumento da frequência cardíaca, pressão arterial, liberação de hormônios como cortisol e adrenalina, supressão imunológica, alterações respiratórias, tensão muscular e sudorese, preparando o corpo para ação. Desencadeado por estressores físicos, mentais ou psicológicos, o estresse gera reações fisiológicas semelhantes, demonstrando a interconexão entre seus diversos tipos. Assim, o estresse fisiológico reflete como o corpo responde integradamente a diferentes estressores, impactando os aspectos físicos, mentais e emocionais. Conceituando, em separado os itens, temos que:

- a) o estresse fisiológico (ou físico) refere-se a qualquer influência do ambiente interno e/ou externo sobre um ser vivo que perturba seu estado de equilíbrio (homeostase);
- b) o estresse mental é descrito como uma sensação de pressão e tensão mental, podendo resultar em problemas psicológicos e sociais se atingir níveis elevados;
- c) e o estresse psicológico envolve a percepção interna do indivíduo em relação a situações estressantes, podendo gerar ansiedade e outras emoções negativas, levando a distúrbios psicológicos como o transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) (Shahsaravani; Abadi; Kalkhoran, 2015).



Conforme discutido por Loures *et al.* (2002), o sistema cardiovascular é profundamente afetado pelo estresse mental. Estudos recentes indicam que as alterações fisiológicas resultantes do estresse incluem hiperatividade simpática e inibição vagal, que causam um desequilíbrio na função do Sistema Nervoso Autônomo (SNA). Esse desequilíbrio pode levar a eventos isquêmicos e arrítmicos. No entanto, é importante destacar que os mecanismos que induzem essas alterações diferem dos provocados pelo estresse físico.

O documento completo (PDF) que demonstra a forma como a coleta de dados é mostrada em apenas um documento, onde pode-se identificar a Representação Gráfica das análises do Kubios encontra-se disponibilizado na íntegra no Anexo C.

## **2.7 O PAPEL DA ATENÇÃO NA APRENDIZAGEM**

Hermann von Helmholtz foi considerado o primeiro pesquisador que, em meados do século XIX, investigou o construto da atenção, mostrando que a visão humana tinha a capacidade de direcionar a atenção a um certo estímulo em detrimento de outros. Em fase posterior, 1890, William James também trabalhou científica e sistematicamente o conceito da atenção, porém, para ele a focalização e concentração eram aspectos fundamentais e básicos deste construto. Na sequência, Thorndike (1907) apresentou em seus estudos, duas possibilidades ao se referir à atenção: atenção como sensação e, a atenção como ato ou ação. Enquanto sensação, a atenção seria caracterizada como esforço para que prevaleça um sentimento ou interesse em detrimento a outros. Já como um ato ou ação, a atenção seria a focalização de uma parte da mente em algumas ideias, enquanto outras são excluídas (Rueda, 2013).

Em etapas seguintes foram propostas diferentes teorias sobre o termo e tiveram suas contribuições, no entanto, a teoria de Broadbent (1958), retomando as ideias de William James, teve sua relevância ao referir-se à seletividade da atenção.

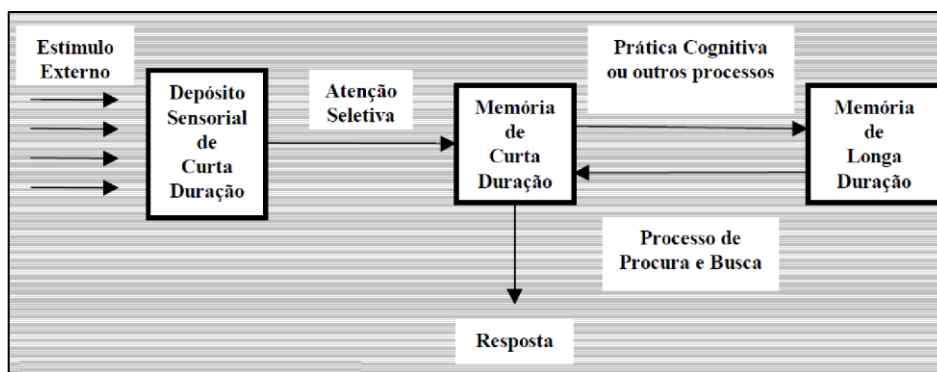
Deste momento em diante várias outras pesquisas surgiram até o presente, resultando em diferentes definições. De acordo com Strauss, Barton e Reilley (1995), a atenção é uma função mental complexa, relacionada à capacidade de focalizar um estímulo do meio ambiente ou interno. Rueda (2013), define a atenção como a capacidade da pessoa selecionar e manter o controle da entrada de informações externas e o processamento de informações internas necessárias em um determinado momento. Assinala-se, ainda, a definição proposta por

Sternberg (2000, p. 78) em que a atenção é um “fenômeno pelo qual o ser humano processa ativamente uma quantidade limitada de informações do enorme montante de informações disponíveis pelos órgãos dos sentidos, de memórias armazenadas, e de outros processos cognitivos”.

Com base no exposto, identifica-se que a atenção pode ser entendida como a capacidade de um indivíduo para focalizar, selecionar e processar um estímulo do ambiente em detrimento de outros, tornando-se, assim, capaz de utilizar seus recursos cognitivos para emitir respostas rápidas e adequadas, tendo em vista os estímulos a que se encontra sujeito. Ademais, há um consenso entre os pesquisadores sobre a importância deste construto em diversas funções mentais, como, principalmente, a linguagem e o aprendizado, o que torna a atenção um dos componentes mais importantes do grupo das funções cognitivas (Rueda, 2013).

No que se refere à associação entre a atenção e a aprendizagem, Ladewig (2017) salienta que, para a conclusão de um processo de aprendizagem é necessário que ocorra a seleção de informações que podem estar no meio ambiente ou serem fornecidas pelo professor. No entanto, para que esta informação seja retida, para posterior interpretação e armazenamento na memória de longa duração, a atenção é fundamental. Na Figura 22 observa-se este processo.

Figura 22 - Os sistemas da memória e sua relação com a resposta



Fonte: Ladewig (2017).

Por intermédio da Figura 22 pode-se identificar que a atenção possui importante papel na capacidade de retenção das informações que são relevantes, pois, com estas informações, associadas aos processos de controle, os indivíduos guardam as informações em sua memória de longa duração, tornando efetivo o processo de aprendizagem.

Gertsenchtein (2011) reforça tal afirmativa ao apontar que a atenção pode ser considerada como necessária ao registro e armazenamento das informações e, desta forma, condição para a organização dos pensamentos e a modulação da experiência consciente, elementos imprescindíveis para o processo da aprendizagem. Para a autora, ainda, a atenção

desempenha um papel central como modeladora dos sistemas sensorial, cognitivo e emocional pois, cada indivíduo, ao desenvolver seu próprio “estilo atencional”, desenvolve capacidades únicas e diferenciadas que vão desde a habilidade de controle do tono muscular, como frequência cardíaca e respiratória.

A atenção é uma das funções mais importantes do SNC para o aprendizado pois ela nos permite, diante de uma variedade de estímulos de diferentes tipos, aos quais somos expostos diariamente, definir o que é mais relevante em determinado momento e focar nossa atenção para aprender sobre aquilo que nos interessa. No entanto, nossa capacidade de manter a atenção em um estímulo ou tema específico é limitada a um curto período de tempo. Por isso, é fundamental utilizar estímulos variados no processo de aprendizagem (INE.EAD, s.d.). Guerra (2010, p. 8) salienta a importância da atenção ao afirmar que "Dificilmente um aluno prestará atenção em informações que não tenham relação com seu arquivo de experiências, com seu cotidiano ou que não sejam significativas para ele".

A partir do exposto, na próxima etapa desta pesquisa foi aplicada uma bateria de testes de atenção, denominada BPA, com os estudantes. Por intermédio da Figura 22 pode-se identificar que a atenção possui importante papel na capacidade de retenção das informações que são relevantes, pois, por meio destas informações, associadas aos processos de controle, os indivíduos guardam as informações em sua memória de longa duração, tornando efetivo o processo de aprendizagem.

### **2.7.1 Classificação da Atenção**

A atenção pode ser classificada em dois tipos principais: voluntária (controlada) e involuntária (automática). A atenção voluntária envolve um esforço consciente e deliberado para focar em uma determinada tarefa, inibindo distrações. Já a atenção involuntária é capturada automaticamente por estímulos externos com características específicas, como intensidade, novidade ou movimento. Enquanto a atenção voluntária requer controle consciente e é influenciada por motivações e expectativas, a atenção involuntária opera de forma automática e está relacionada à reação de orientação. Ambos os tipos de atenção são essenciais para o processamento de informações e a interação com o ambiente (Lima, 2005).

Ainda, segundo Lima (2005), a atenção pode ser dividida em quatro subtipos com base em sua operação: seletiva, sustentada, alternada e dividida. A atenção seletiva permite focar em estímulos específicos, ignorando outros. A atenção sustentada mantém o foco em um estímulo

ou tarefa por um período prolongado. A atenção alternada possibilita alternar o foco entre diferentes estímulos ou tarefas. Já a atenção dividida envolve o desempenho simultâneo de duas tarefas, geralmente com uma delas sendo processada de forma automática, enquanto a outra requer esforço cognitivo.

Segundo a forma como o construto atenção é operacionalizado, pode-se encontrar diferentes classificações. Os conceitos que têm sido mais mencionados, na atualidade, são: atenção alternada, atenção dividida e a atenção sustentada. Além disso, cita-se, também, a atenção concentrada pois trata-se de tópico avaliado pela Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA) que foi utilizada neste projeto de tese e, trata-se de um dos conceitos utilizados na avaliação atencional no país (Rueda, 2013).

Rueda (2013) apresenta as distinções entre os tipos de atenção:

- a) **Atenção alternada (AA):** este tipo de atenção refere-se à capacidade em focar a seletividade da atenção ora em um estímulo, ora em outro, por um determinado período de tempo.
- b) **Atenção dividida (AD):** neste modelo a atenção tem como característica a capacidade de procurar dois ou mais estímulos simultaneamente.
- c) **Atenção sustentada:** neste tipo de atenção o indivíduo precisa dirigir seu foco atencional a um determinado estímulo, entre diferentes distratores a ele apresentados.
- d) **Atenção concentrada (AC):** na atenção concentrada o indivíduo tem a capacidade de selecionar apenas uma fonte de informação diante de vários estímulos.

Cabe ressaltar que, para diferenciar a atenção concentrada da sustentada leva-se em consideração que, para o resultado da atenção sustentada analisa-se o fruto da comparação do desempenho do indivíduo que está sendo testado em diferentes partes do teste, ou seja, para avaliar este tipo de atenção compara-se o desempenho no início do teste com o desempenho no final, verificando se houve ou não a sustentação da atenção. No caso da atenção concentrada, diferentemente, avalia-se se o indivíduo consegue concentrar sua atenção em um determinado período de tempo, sem a preocupação de conhecer o seu desempenho inicial ou final. Rueda (2013) salienta, ainda, que em qualquer tipo de atenção a ser avaliada, algumas características, inevitavelmente, estarão presentes, pois fazem parte do construto atenção, quais sejam: a seletividade da atenção, o controle voluntário da atenção e, ainda, a capacidade limitada da atenção.

De acordo com Benczik, Leal e Cardoso (2016), do ponto de vista neurobiológico e cognitivo, a aprendizagem depende de vários sistemas, como memória, linguagem, atenção, psicomotricidade, organização e raciocínio, funcionando de forma integrada e harmoniosa. A atenção, sendo um fenômeno complexo e multifacetado, interage estreitamente com a percepção, a memória, a motivação, o afeto e o nível de consciência, entre outros aspectos, que são essenciais para esse processo. Neste sentido, cabe ressaltar o papel de cada um dos tipos de atenção para o suporte ao processo de aprendizagem, apresentado por Lopez-Caudana (2020):

a) **Atenção concentrada:** A atenção concentrada desempenha um papel fundamental na aprendizagem, pois está diretamente relacionada à capacidade dos alunos de se concentrarem em uma única tarefa, ignorando distrações e mantendo o foco em informações relevantes.

b) **Atenção dividida:** Na aprendizagem, a atenção dividida pode melhorar a eficiência com que os alunos absorvem e processam informações, especialmente em ambientes tecnológicos como a robótica, onde devem alternar a atenção entre várias tarefas. Contudo, sem o gerenciamento adequado da sobrecarga de informações, pode se tornar um desafio. É crucial, portanto, desenvolver estratégias educacionais que refinem as habilidades de atenção dividida dos alunos, ajudando-os a otimizar seu aprendizado em contextos complexos.

c) **Atenção alternada:** A atenção alternada desempenha um papel importante na aprendizagem, pois permite aos alunos mudar o foco de atenção conforme necessário para lidar com diferentes aspectos de uma situação de aprendizagem. Ademais, promove a flexibilidade cognitiva, crucial para lidar com múltiplas ideias ou abordagens pedagógicas.

d) **Atenção sustentada:** A atenção sustentada, também conhecida como atenção contínua, refere-se à capacidade de manter o foco em uma tarefa específica por um período prolongado de tempo. Essa habilidade é fundamental para a aprendizagem, pois permite aos alunos dedicarem atenção constante e consistente às atividades educacionais.

Reafirmando a importância da atenção, Diamond (2013) salienta as possíveis consequências da falta de atenção para o processo ensino-aprendizagem como sendo:

- dificuldades de compreensão e assimilação de informações;
- problemas de memória e esquecimento frequente;
- baixo desempenho acadêmico;
- desmotivação e desinteresse pelos estudos; e
- dificuldades de seguir instruções e completar tarefas.

A fim de identificar as principais características da atenção dos estudantes, público-alvo desta pesquisa, foi aplicada a Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA) e os resultados serão divulgados na seção 3.2.

### **2.7.2 Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA)**

A Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA) tem por objetivo avaliar a capacidade geral de atenção e, também pode ser utilizada para identificar a avaliação individualizada dos tipos de Atenção Concentrada (AC), Atenção Dividida (AD) e, Atenção Alternada (AA) – no Anexo B encontram-se os respectivos formulários. Esta bateria de testes foi criada pelo psicólogo Fabián Javier Marín Rueda ao estudar indivíduos em diferentes fases do desenvolvimento humano, com idades entre 6 e 82 anos (Rueda, 2013). A BPA encontra-se registrada junto ao SATEPSI – Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos, tal como prevê a Resolução CFP nº 009/2018 e, também, o Código de Ética Profissional dos Psicólogos (Conselho, 2005) e, está disponível para consulta no conjunto de testes psicológicos favoráveis para aplicação, no endereço <https://satepsi.cfp.org.br/testesFavoraveis.cfm>.

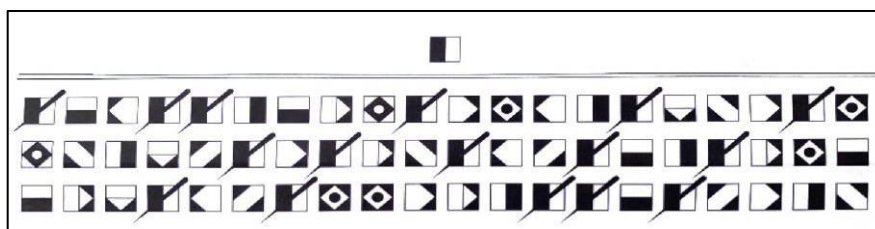
A BPA foi escolhida tendo em vista que pode ser utilizada como auxiliar na avaliação de aspectos atencionais nas mais diversas áreas, tais como, clínica, escolar, organizacional, de trânsito, para a seleção de pessoal, como diagnóstico ao transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, em avaliações neuropsicológicas, entre outros. Ademais, para a sua aplicação são necessários apenas o livro de instruções, as folhas de resposta (AC, AD e AA), caneta azul ou preta, cronômetro, crivo de correção e folha de interpretação (Rueda, 2013).

Outro importante fator para esta escolha: a aplicação pode ser individual ou coletiva, desde que observadas as orientações do referido autor, mantendo-se a fidedignidade da BPA. Desta feita, de acordo com a situação de cada escola a ser pesquisada, poderá ocorrer a opção em aplicar o BPA individualmente ou em coletivo.

Para esta pesquisa de tese, em específico, esta bateria de testes foi escolhida tendo por base sua especificidade com os tipos de atenção e sua relação com a aprendizagem. Salienta-se, ainda, que o teste foi aplicado pessoalmente pela pesquisadora, graduada em Psicologia e, portanto, registrada no órgão competente sob o número CRP-SC 12/05110. Conforme institui o Código de Ética do Profissional Psicólogo, foi assegurado o sigilo quanto aos resultados do BPA.

A aplicação de todo o conjunto de testes da bateria BPA demanda cerca de 20 minutos no total. O primeiro teste a ser aplicado deve ser o da Atenção Concentrada (AC). Este teste avalia a habilidade do indivíduo em focar em uma única fonte de informação, ignorando distrações e estímulos irrelevantes, em um tempo determinado. Para a realização deste teste, o participante terá o tempo de 2 minutos (Rueda, 2013). Na Figura 23 observa-se o modelo do teste AC apresentado ao participante, onde ele visualiza como deverá realizar este teste.

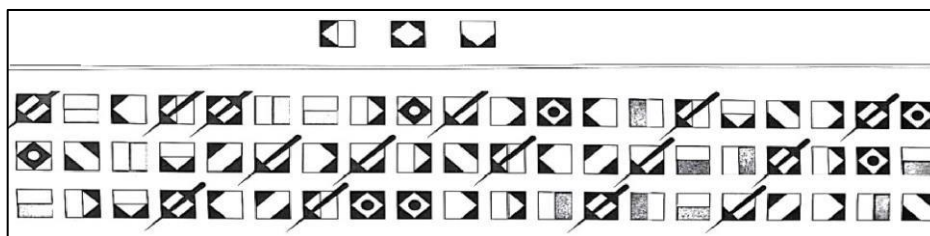
Figura 23 - Modelo do Teste de AC (BPA)



Fonte: Adaptado de Rueda (2013).

Como segunda parte da BPA, o participante deverá realizar o teste AD. Neste, obtém-se informações sobre a capacidade do indivíduo procurar dois ou mais estímulos simultaneamente, em um tempo determinado, e, ainda, com vários distratores ao seu redor. Para esta parte, o indivíduo terá o tempo de 4 minutos. A Figura 24 retrata um modelo do teste AD.

Figura 24 - Modelo do Teste AD (BPA)

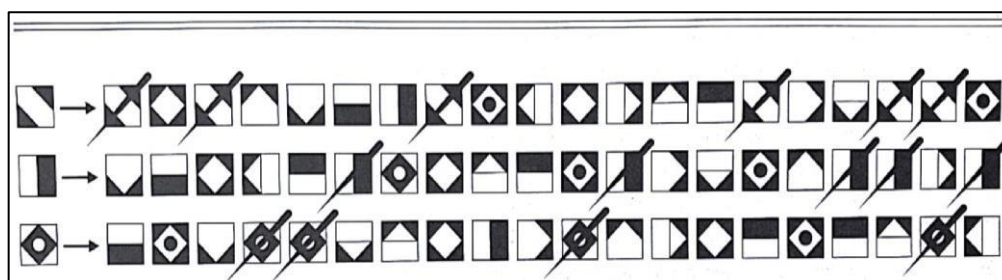


Fonte: Adaptado de Rueda (2013).

Na terceira parte da aplicação da BPA, o participante responderá ao teste AA. Neste, tem-se a indicação da capacidade do indivíduo focar sua atenção e selecionar ora um estímulo, ora outro, por um determinado período de tempo e, ainda, tendo a sua frente vários estímulos distratores. Para esta atividade o participante conta com 2 minutos e 30 segundos de tempo para a realização.

A Figura 25, demonstra o modelo do teste AA.

Figura 25 - Modelo do Teste AA (BPA)



Fonte: Adaptado de Rueda (2013).

Desta forma, no total, ao realizar a BPA completa, o participante não excederá 20 minutos, configurando-se, desta forma, em outro ponto que pode ser considerado importante para a escolha desta bateria de testes: para a aplicação completa, utiliza-se menos que 30 minutos, configurando-se em uma rápida e assertiva aplicação, fator relevante quando se aplica uma pesquisa de campo no decorrer do processo de aprendizagem, junto às escolas, em que os estudantes devem ausentar-se das aulas para a sua realização.

### 2.7.3 Relação entre atenção e aprendizagem

A atenção e a aprendizagem encontram-se inter-relacionadas quando unidas por um mesmo objetivo: construir novos conhecimentos. Conforme aponta Guerra (2011), a atenção tem papel fundamental enquanto função mental que permite aos indivíduos selecionar, em um determinado momento, os estímulos relevantes e pertinentes, dentre vários outros, constituindo novos esquemas cerebrais, vitais para a consecução da aprendizagem.

A este respeito, Ladewig (2017) assinala que o estudo da atenção tem sido foco de curiosidade de inúmeros pesquisadores, há mais de um século. Salienta, também, que, de uma forma abrangente pode-se definir a atenção como um processo que direciona, seleciona, alerta, delibera e contempla, assim como, define vários processos que variam entre a concentração e a vigilância (Ladewig, 2017). Ressalta, ainda, que diversos autores propuseram modelos representativos dos diferentes estágios da aprendizagem, onde observa-se a relevância do papel dado à atenção, dentre os quais ele explicita o de Fitts e Posner (1967) que se divide em três estágios: cognitivo, associativo e autônomo. No estágio inicial, cognitivo, o indivíduo tenta compreender os objetivos da tarefa, mas há a ocorrência de um grande número de erros, o que provoca a variabilidade na sua “performance”. Estes erros e a variabilidade na “performance”, produzem uma sobrecarga nos mecanismos da atenção do indivíduo. No segundo estágio,



denominado associativo, o indivíduo já consegue realizar a atividade com mais facilidade e a quantidade de erros diminuiu, fazendo com que a carga nos mecanismos de atenção passe a ser moderada, o que auxilia no seu desempenho, ao passo que o indivíduo consegue direcionar sua atenção para outros aspectos da “performance”. Após certo período de prática, ele consegue passar ao estágio final, autônomo, no qual a sua habilidade está bem desenvolvida e ele já realiza a ação como consistência e “quase sem pensar”, sendo que, nesta fase, as exigências ao processo de atenção passam a ser mínimas (Ladewig, 2017).

No que se refere, em específico, à importância da atenção para o processo de aprendizagem, Ladewig (2017) salienta que existe uma relação positiva entre a facilidade para realizarmos uma atividade e a quantidade de prática. Com o tempo de prática, naturalmente ocorrerá a melhora na “performance”, no entanto, caso não se tenha o tempo suficiente para aguardar o curso natural de desenvolvimento, torna-se preciso desenvolver estratégias capazes de diminuir as exigências nos processos de atenção dos estudantes, favorecendo o processo de aprendizagem. Ressalta o autor, porém, que as estratégias a serem utilizadas bem como os pontos a serem trabalhados, por meio dos quais os estudantes direcionaram sua atenção, deverão ser minuciosamente avaliados pelos professores, baseados em suas experiências, para que o processo ensino-aprendizagem se efetive da melhor forma, apresentando sucesso (Ladewig, 2017).

Tal afirmativa corrobora com a definição da teoria base adotada para esta pesquisa de tese, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). A TAS é definida como uma estratégia em situação formal de ensino, mediante a qual ocorre uma interação não arbitrária e não literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (que Ausubel chama de subsunçores) relevantes. Desta feita, com as sucessivas interações, certo subsunçor adquire novos significados, tornando-se mais refinado e capaz de servir de âncora para novas aprendizagens significativas. Sob esta consideração, o fator que mais importa é aquilo que o estudante já conhece, ou seja, o seu ponto de partida, e, na sua relevância, precisa ser desvelado pelos professores levando-se em consideração a totalidade do ser cultural e social, assim como suas manifestações diferenciadas (Agra *et al.*, 2019).

### 3. A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM FLORIANÓPOLIS-SC

Neste capítulo serão divulgadas as etapas de realização da pesquisa nas escolas.

#### 3.1 O DIAGNÓSTICO

A partir da aprovação deste estudo na Plataforma Brasil e da obtenção da declaração de aprovação do comitê de ética (número 3.296.598), como pesquisa de campo foram realizadas visitas às escolas municipais de Florianópolis. A ordem de visitação iniciou a partir da sequência alfabética de escolas, fornecidas no *site* da Secretaria Municipal de Educação (Educação, 2021) e a sua proximidade de localização. Na Figura 26 pode-se visualizar as escolas (enumeradas de 1 a 9) que participaram da pesquisa. Fizeram parte da etapa de diagnóstico as escolas de 1 a 9. Porém, na segunda etapa, de coleta, somente 8 destas escolas mantiveram sua participação.

Figura 26 – Escolas participantes da pesquisa



Fonte: Google Maps (2024).

A Prefeitura Municipal de Florianópolis/SC possui 37 escolas municipais no total, no entanto, para os objetivos deste estudo foram selecionadas as 21 escolas que atuam com 6º a 9º ano do ensino fundamental. Em cada uma das escolas visitadas foi seguido um roteiro: reunião com a direção ou coordenação pedagógica para apresentação do projeto, observação participante de uma aula de matemática (de cada ano, de 6º a 9º, no mínimo), entrevista semiestruturada com todos os professores de matemática 6º a 9º da escola, entrevista semiestruturada com, no mínimo, um aluno de cada turma de 6º a 9º ano da escola. Todos os participantes das entrevistas receberam, leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No caso dos estudantes que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa, o TCLE foi assinado por eles e pelos seus pais ou responsáveis.

De 18 de junho de 2019 a 16 de março de 2020 foram visitadas 47,6% (10 escolas) do total de escolas deste universo, sendo que esta atividade só foi interrompida devido à pandemia. Nas entrevistas realizadas com os responsáveis, estas pessoas autorizaram o seguimento da pesquisa e assinaram o ofício encaminhado pela Gerência de Formação Continuada (GFC) da Prefeitura de Florianópolis/SC, que, em consonância com as Portarias Municipais 116/2012 e 076/2014, autoriza o pesquisador a realizar seu estudo no ambiente escolar sob sua jurisdição. Após foram realizadas as observações participantes e, na sequência, iniciadas as entrevistas com professores e estudantes. No total foram observadas 35 aulas sendo: 8 aulas de 6º ano; 9 de 7º ano; 9 de 8º ano; e 9 aulas de 9º ano. Desta amostra, 99% das aulas observadas foram expositivas-dialogadas e, na sua grande maioria, a metodologia utilizada foi apresentação e explicação do conteúdo seguido por resolução de exercícios no quadro pelo professor com posterior correção. Apenas em uma das aulas observadas o professor utilizou jogos educacionais como metodologia ativa, aplicando o jogo *Mind Lab*. Além disso, apenas mais uma das escolas visitadas mencionou o uso do *Mind Lab*. Cabe ressaltar, neste momento que, este percentual de utilização refere-se em específico ao conjunto de escolas que fizeram parte desta amostra e, também, este relato apresenta o que foi observado neste período. Na Figura 27 mostra-se o jogo *Mind Lab* disponibilizado pela Prefeitura de Florianópolis-SC.

Figura 27 - Jogo *Mind Lab*



Fonte: Correio (2022).

Logo após serem concluídas as observações passou-se às entrevistas semiestruturadas. Foram entrevistados 15 professores e 50 estudantes. Analisando o público total, de professores e estudantes, 65 pessoas foram entrevistadas sendo 26 pessoas do gênero masculino (40%) e 39 do gênero feminino (60%). A Figura 28 apresenta estas informações.

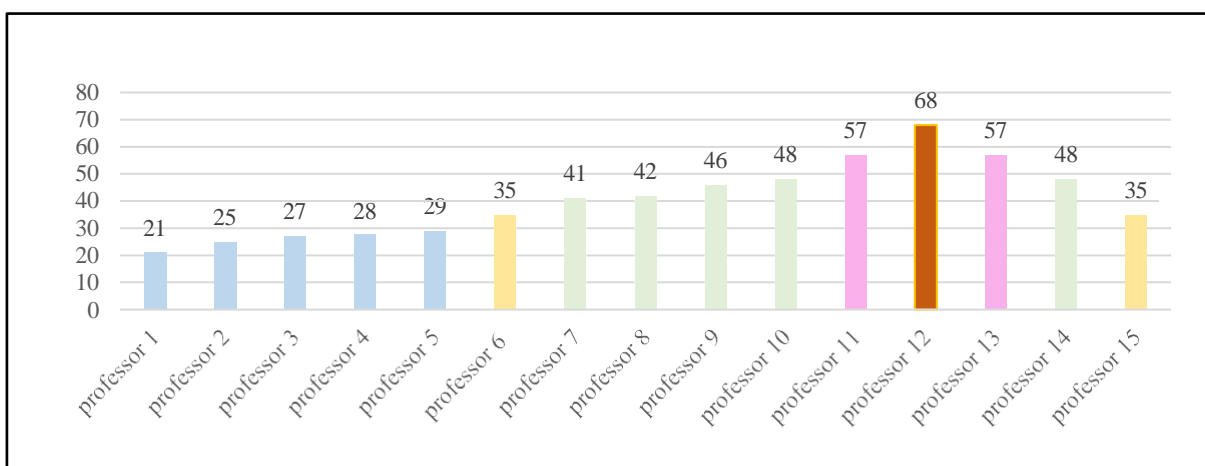
Figura 28 - Visitas nas escolas – Diagnóstico - Dados gerais



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Durante as visitas percebeu-se que em algumas das escolas havia apenas um professor que ministrava a disciplina em todas as turmas, enquanto em outras havia mais de um. Por este motivo, houve um total de 15 professores entrevistados, sendo 7 do gênero feminino (53,3%) e 8 do masculino (46,7%). A amostra apresentou grande diversidade no que se refere à idade dos professores. O Gráfico 1 demonstra tal diversidade.

Gráfico 1 – Idade dos professores entrevistados

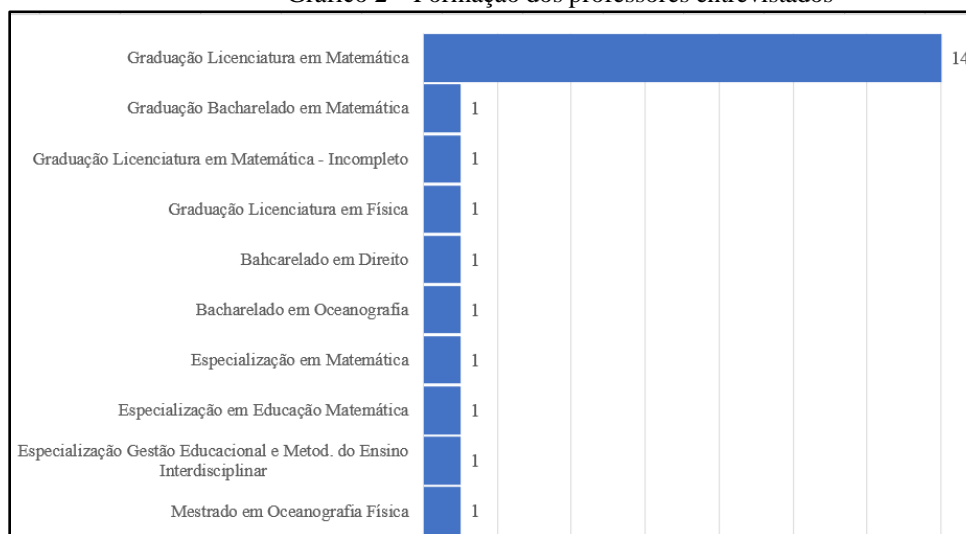


Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como visualiza-se no Gráfico 1, do total de 15 professores, foram entrevistados 5 com idade de 20 a 30 anos (33%), 2 professores com idade entre 30 e 40 anos (13,3%), 5 professores entre 40 e 50 anos (33,3%), 2 professores na faixa de 50 a 60 anos (13,3%) e apenas 1 professor na faixa de 60 a 70 anos (6,66%). Outro fator a ser observado foi a média de idade, que ficou entre 40 e 50 anos (40-46), correspondendo a profissionais adultos maduros. Além da idade,

outro aspecto analisado foi a formação acadêmica dos professores. No Gráfico 2 demonstra-se estes índices.

Gráfico 2 – Formação dos professores entrevistados

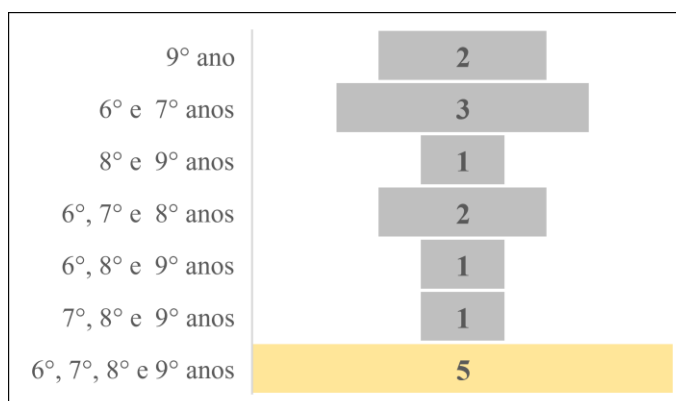


Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como visualiza-se no Gráfico 2, a grande maioria dos professores entrevistados (14 dos 15 professores, 93,3%) possui Graduação Licenciatura em Matemática e um dos professores (6,66%) ainda está cursando (Graduação Licenciatura em matemática - Incompleto). Quanto à ocorrência de duas graduações, apenas um dos professores, além da Licenciatura em Matemática possui Bacharelado em Oceanografia (6,66%); outro professor que além desta licenciatura possui Bacharelado em Direito (6,66%); e, um terceiro que possui, também, Graduação Licenciatura em Física (6,66%), porém os mesmos não atuam nesta segunda formação. Do total de 15 professores, somente 3 possuem especialização e, apenas 1 possui mestrado, sendo que este curso não foi realizado na área da matemática.

A atuação dos professores junto à escola foi o item abordado posteriormente. O Gráfico 3 ressalta estas informações.

Gráfico 3 – Turmas em que os professores atuam



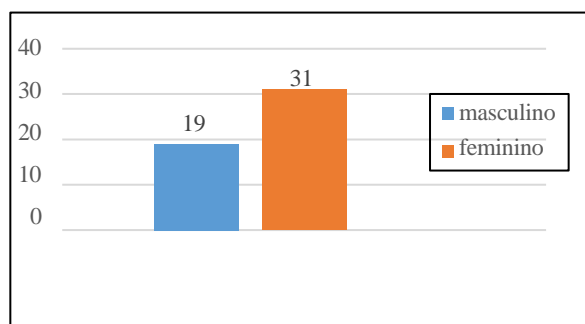
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Apenas 5 dos 15 professores estavam atuando nos quatro anos do ensino fundamental estudados nesta pesquisa – 6º, 7º, 8º e 9º anos, o que representa 33,3%. Três professores (20%) atuam em 6º e 7º ano; 2 professores (13,3%) estão nas turmas de 6º, 7º e 8º anos; e, 2 professores (13,3%) estão nas turmas de 9º ano. Além disso, há 1 professor (6,66%) que atua com turmas de 7º, 8º e 9º anos; 1 professor (6,66%) que acompanha as turmas de 6º, 8º e 9º anos; e, 1 professor (6,66%) que possui as turmas de 8º e 9º anos.

Como segunda etapa da entrevista, passou-se às questões abertas que seguem a sequência apresentada no Questionário dos professores (disponível no Apêndice F). No capítulo 5, que trata sobre o Desenvolvimento das recomendações serão apresentadas as análises destas questões.

As entrevistas com os estudantes foram realizadas em seguida. Os cinquenta estudantes entrevistados foram selecionados de forma intencional e não-probabilística. As entrevistas foram realizadas em sala cedida pela direção das escolas, sempre no decorrer das aulas de matemática. Os participantes foram alocados individualmente em sala vazia, silenciosa e com cadeiras confortáveis e responderam um questionário com doze questões utilizadas como roteiro (o mesmo está disponível no Apêndice G). Cinquenta estudantes aceitaram participar voluntariamente da pesquisa e foram entrevistados. No que se refere ao gênero desses participantes, o Gráfico 4 mostra os resultados.

Gráfico 4 – Gênero dos estudantes (Diagnóstico)

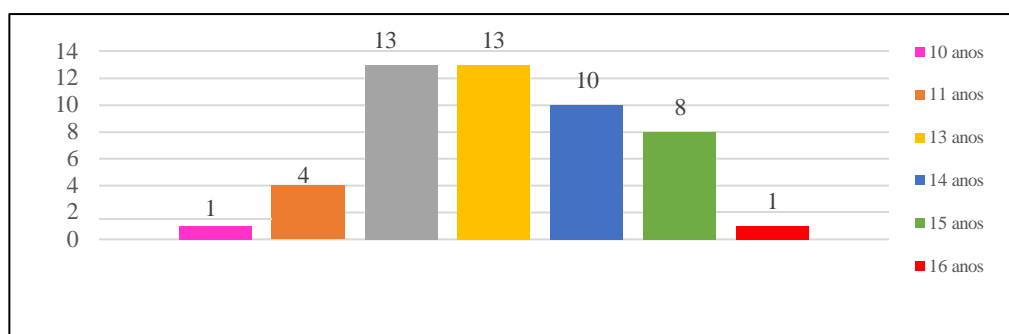


Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Na fase de diagnóstico, 19 estudantes (38%) eram do sexo masculino e 31 estudantes (62%) do sexo feminino.

As turmas analisadas possuíam idades variadas, como mostra o Gráfico 5.

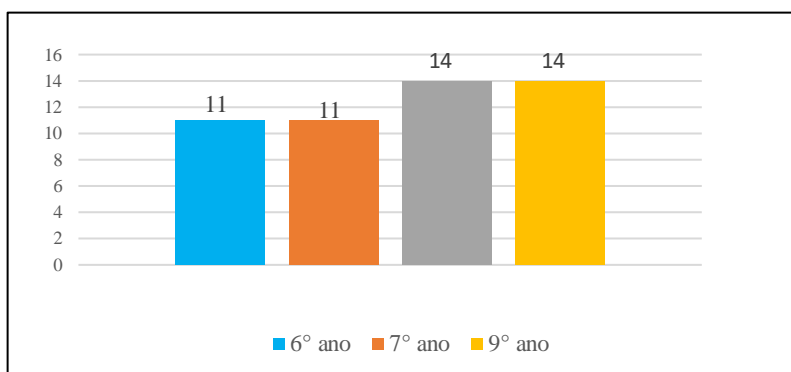
Gráfico 5 – Idades dos estudantes (Diagnóstico)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Analisando-se o Gráfico 5 percebe-se que houve participação de idêntico número de estudantes com 12 anos e com 13 anos (26% ou 13 estudantes), 20% com 14 anos (10 estudantes), 16% (8 estudantes) com 15 anos e, novo empate com 10 e 16 anos, representando 2% cada idade (1 estudante cada idade). No Gráfico 6 demonstra-se a escolaridade dos estudantes no momento do diagnóstico.

Gráfico 6 – Escolaridade dos estudantes (Diagnóstico)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme apresentado no Gráfico 6, no período de diagnóstico participaram 22% (11 estudantes) do 6º ano, 22% (11) do 7º ano, 28% (14) do 8º ano e, 28% (14) do 9º ano.

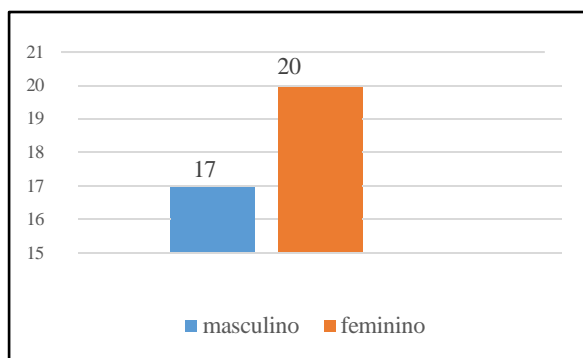
Após a coleta do perfil dos estudantes entrevistados passou-se às questões abertas com o objetivo de identificar a situação atual do processo de aprendizagem da matemática para este público-alvo. A análise das questões abertas será apresentada no item 5.1.2, pertencente ao capítulo de Desenvolvimento das recomendações.

No próximo capítulo serão apresentadas as informações adquiridas durante a fase de coleta de dados desta pesquisa.

### 3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS DA ATENÇÃO E DA VFC DOS ESTUDANTES DURANTE A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Da mesma forma que ocorreu na fase de diagnóstico, na etapa de coleta de dados a população-alvo foi composta por estudantes dos anos finais do ensino fundamental (de 6º a 9º ano) na rede municipal de Florianópolis-SC. A etapa de coleta de dados foi efetivada entre agosto e outubro de 2022 e, os estudantes foram selecionados de forma intencional e não-probabilística, participando voluntariamente do estudo. Procurou-se realizar a coleta de dados nas mesmas escolas que participaram da fase de diagnóstico, porém, em algumas, não houve o retorno no momento em que realizou-se o contato inicial, após o período pandêmico. Desta forma, nesta fase participaram 9 escolas e 55 estudantes no total. No entanto, apesar da coleta de dados ter sido realizada com 55 estudantes, o *software Kubios* exige um mínimo de 5 minutos de dados coletados com o *Inner Balance* para análise. Portanto, os estudantes que não atingiram esse tempo mínimo de uso do frequencímetro em uma das etapas não puderam ser incluídos na amostra. A amostra foi reduzida para trinta e sete estudantes (n=37) nesta etapa. No Gráfico 7 apresenta-se os dados sobre o gênero dos estudantes participantes.

Gráfico 7 – Gênero dos estudantes (Coleta de dados)



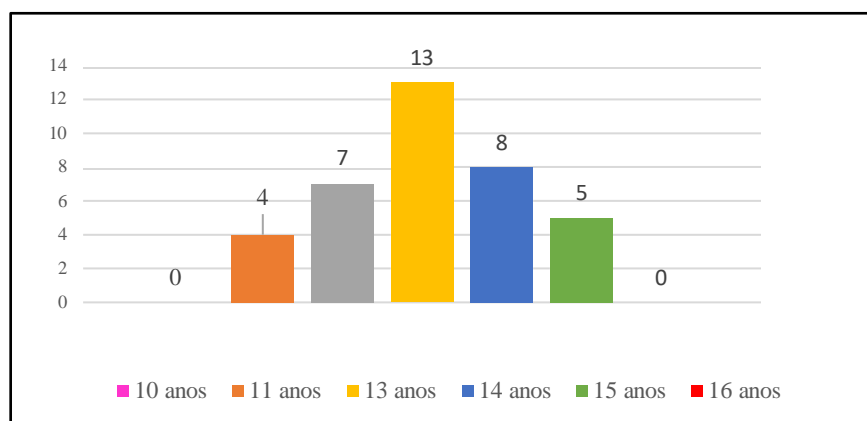
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme observa-se no Gráfico 7, na coleta de dados, 54% (20 estudantes) eram do sexo feminino e 46% (17 estudantes) do sexo masculino.

No que se refere à idade dos participantes, o Gráfico 8 representa a diversidade do público-alvo desta etapa.



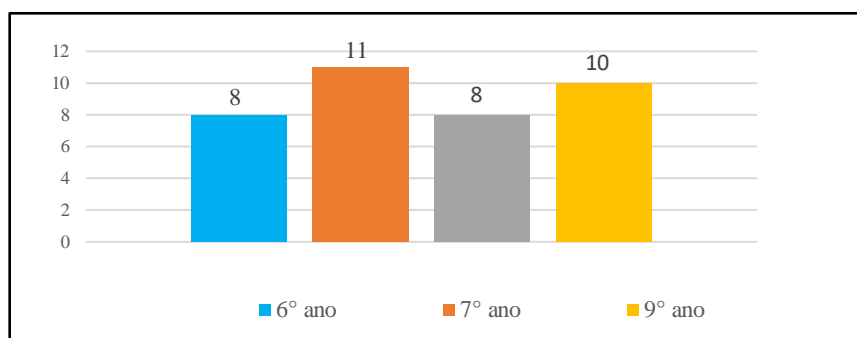
Gráfico 8 – Idade dos estudantes (Coleta de dados)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como verifica-se no Gráfico 8, foram 11% (4 estudantes) com 11 anos, 19% (7) com 12 anos, 35% (13) com 13 anos, 22% (8) com 14 anos e 13% (5) com 15 anos. Nesta etapa não participaram estudantes com 10 e 16 anos. Outro fator analisado foi a escolaridade dos estudantes, conforme apresenta-se no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Escolaridade dos estudantes (Coleta de dados)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Segundo apresentação do Gráfico 9, na etapa de coleta os estudantes eram 21% (8 estudantes) do 6º ano, 29% (11) do 7º ano, 21% (8) do 8º ano e, 29% (10) do 9º ano.

Os dados da coleta serão divulgados posteriormente.

### 3.2.1 Coleta da atenção dos estudantes - teste BPA

Os procedimentos de coleta dos dados iniciaram após a apresentação dos objetivos da pesquisa. Após o recebimento dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecidos (TCLE) dos participantes devidamente assinados, os mesmos foram alocados em salas vazias, silenciosas e

com cadeiras confortáveis. Para a realização do teste BPA a coleta foi realizada em pequenos grupos. O Capítulo 4 apresenta os resultados na íntegra.

### 3.2.2 Coleta da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) dos estudantes

Da mesma forma como foi realizado na coleta com o BPA, nesta etapa iniciou-se lembrando os objetivos da pesquisa e explicando, novamente, as fases desta etapa de coleta de dados. Os estudantes foram individualmente alocados em salas vazias, silenciosas e com cadeiras confortáveis, e foram equipados com o sensor *Inner Balance*<sup>TM</sup>. Nos momentos que precederam o uso do frequencímetro, os estudantes responderam a um questionário padrão no qual foram coletados dados pessoais, como histórico médico e uso de medicamentos. Todos os participantes apresentaram bom estado de saúde, e, portanto, nenhuma condição que pudesse interferir na coleta de dados foi observada. Os critérios de inclusão para a seleção dos participantes abrangeram estudantes saudáveis, sem diagnóstico médico conhecido. Foram excluídas as pessoas com histórico de problemas de saúde mental, transtornos de humor, assim como questões cardiovasculares e pulmonares.

Esse procedimento teve uma duração média de 25 a 30 minutos por estudante, e foram divididos em três etapas: a primeira fase foi de “repouso” (com 10 minutos de duração), seguida pelas etapas de atividades de aprendizagem matemática, sendo a fase 2 utilizando o aplicativo *Fractus* (que usou de 5 a 14 minutos) e a fase 3 envolvendo e resolução de exercícios em uma folha impressa (durante 5 a 16 minutos). Cabe ressaltar que na fase 3 a folha impressa que continha exercícios sobre frações, é parte integrante do *Fractus*, e apresenta-se disponível no Apêndice H.

De posse dos dados, inicialmente, os mesmos foram examinados no *software emWave Pro Plus*<sup>®</sup> versão 3.11 e, em seguida, submetidos à análise no *software Kubios HRV Standard* 3.5, que elimina artefatos e produz um documento em PDF com os índices derivados de métodos lineares. Para esta pesquisa foram selecionados os índices obtidos por métodos lineares de domínio de tempo - *Mean RR* e *rMSSD*, e domínio da frequência - *LF/HF*, além do *Stress Index (SI)*. Na sequência, no item 4.3 desta tese serão apresentados, individualmente, estes resultados.

Salienta-se ainda que no artigo “Explorando a aprendizagem matemática: Uma investigação da variabilidade da frequência cardíaca no contexto de atividades com frações no Ensino Fundamental” (Periódico *Cuadernos de Educación y Desarrollo* – QUALIS A2) foram

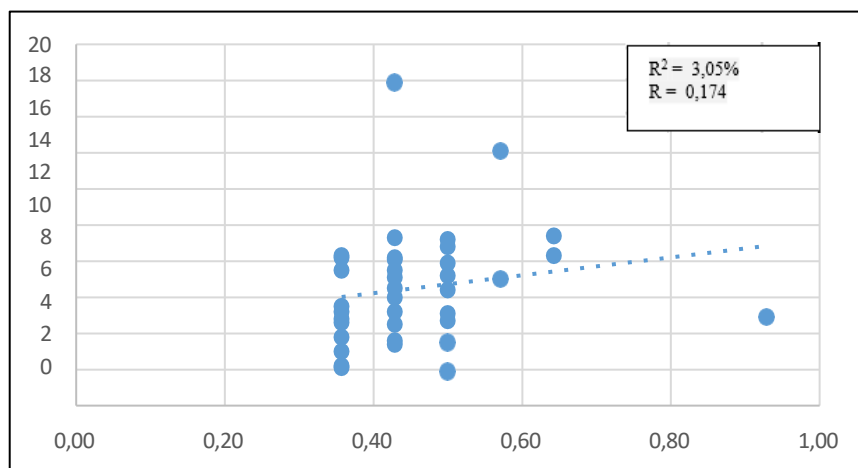
disponibilizados os conteúdos abordados durante a etapa de coleta de dados deste estudo (Pillon *et al.*, 2024).

### 3.3 TRATAMENTO DOS DADOS ESTATÍSTICOS

Segundo aponta Thayer (2007) a análise da VFC pode auxiliar o processo educacional ao ser capaz de coletar indícios cognitivos importantes para este processo. Com este foco, nesta pesquisa foi utilizado o sensor *Inner Balance*<sup>TM</sup> e a coleta de dados ocorreu durante 25 a 30 minutos, divididos em 3 etapas: a primeira fase de repouso, a segunda quando os estudantes utilizaram o *Fractus* e, a terceira, momento em que eles realizaram os exercícios impressos.

Considerando-se as estatísticas descritivas apontadas no Quadro 7 (página 127) em que identificou-se os maiores índices de *Stress Index* (SI) durante o uso do *Fractus*, passou-se à análise específica desta etapa a fim de validar a pesquisa. Inicialmente foi definida a parametrização para o tempo de respostas dos sujeitos. Na sequência foi aplicado aos dados o Coeficiente de Correlação de *Pearson*, cujo objetivo é encontrar o grau de relação linear entre duas variáveis envolvendo dados contínuos, chamado de “*r* de *Pearson*” e apresentado sob a forma de R. Tendo por base as variáveis “tempo” decorrido durante um desafio cognitivo e o “índice de estresse” observado nesta etapa o valor de R foi de 0,174 para a fase de utilização do *Fractus*. No Gráfico 10 demonstra-se o R, assim como sua linha de tendência.

Gráfico 10 - Coeficiente de correlação durante o uso do *Fractus*



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

De acordo com Gráfico 10, onde temos  $R = 0,174$ , observa-se que há uma correlação ínfima fraca entre as variáveis analisadas, demonstrando que as mesmas caracterizam-se como variáveis independentes, ou seja, o tempo que o estudante levou para realizar a atividade, pode

estar relacionado ao índice de estresse apresentado por ele nesta etapa. Em observância ao Coeficiente de determinação  $R^2$  pode-se afirmar, também, que a variação no tempo é explicada em 3,05% pela variação no SI.

Além disso, a fim de avaliar quantitativamente a relação entre os resultados deste estudo e a distribuição esperada do estresse mental em estudantes durante atividades de matemática, utilizou-se o teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Seguindo os pressupostos de Baevsky e Berseneva (2008), o *Stress Index* (SI) representa a tensão dos sistemas reguladores e a centralização do gerenciamento do ritmo cardíaco, com escores entre 7 e 12 pontos sendo considerados "normais" segundo o *User's Guide Kubios HRV Standard* (Tarvainen, Versão 3.5). Assim, com um erro máximo de 5%, um escore de estresse maior que 12 foi considerado "acima do normal" e menor que 7, "abaixo do normal", enquanto escores entre 7 e 12 foram considerados "normais". Um escore de estresse menor que 7 e tempo de resposta abaixo da média (1,28 minutos) foi definido como "abaixo do normal", enquanto um escore maior que 12 e tempo de resposta acima da média foi definido como "acima do normal". As demais configurações foram consideradas "normais". No Quadro 4 estão discriminados os resultados.

Quadro 4 – Resultados do *Stress Index* X Distribuição

<b>Descrição</b>	<b>Índice SI X Estudantes</b>	<b>Tempo associado ao escore SI</b>
Acima de “normal”	2 estudantes com $SI \geq 12$	1 estudantes com escore $\geq 12$ e tempo maior do que a média
Estresse “normal”	14 estudantes com SI entre 7 e 12	22 estudantes com escore entre 7 e 12
Abaixo de “normal”	21 estudantes com $SI \leq 7$	14 estudantes com escore $\leq 7$ e tempo menor do que a média

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Com base no exposto, calculando o qui-quadrado -  $\chi^2$  encontramos 5,09E-21 que, para  $v=2$  graus de liberdade, valida completamente o nível de significância de 5% como limite bilateral da distribuição do qui-quadrado. Em virtude disso, assumindo um erro de 5% a hipótese é válida, ou seja, existe uma relação no estudo entre o estresse e o tempo de resposta dos estudantes.

No que se refere à análise da correlação entre as variáveis em estudo, o coeficiente da Correlação de Pearson apontou que o tempo para realizar as atividades e o estresse mental gerado por elas, são variáveis independentes. E, por fim, o teste do qui-quadrado validou o experimento ao confirmar que, assumindo um erro de 5%, a hipótese é válida e, assim, há relação entre o estresse e o tempo de resposta, neste estudo em específico.

## **4. DESENVOLVIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES**

Neste capítulo serão descortinados os passos seguidos para a construção das recomendações. Inicialmente serão apresentados os dados das entrevistas com os professores, na sequência estão os conteúdos das entrevistas com os estudantes, bem como a coleta de dados sobre a atenção dos estudantes e, ainda, em relação à variabilidade da frequência cardíaca dos mesmos durante a realização de atividades de matemática.

Na sequência será abordada a triangulação destes dados em conjunto com as informações da Revisão integrativa realizada com foco no tema “ansiedade matemática”.

### **4.1 COLETA DE DADOS – ENTREVISTAS**

No decorrer da etapa de diagnóstico foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os professores e com os estudantes, do 6º a 9º anos do ensino fundamental, que serão apresentadas detalhadamente nos próximos itens.

#### **4.1.1 Entrevistas com os professores**

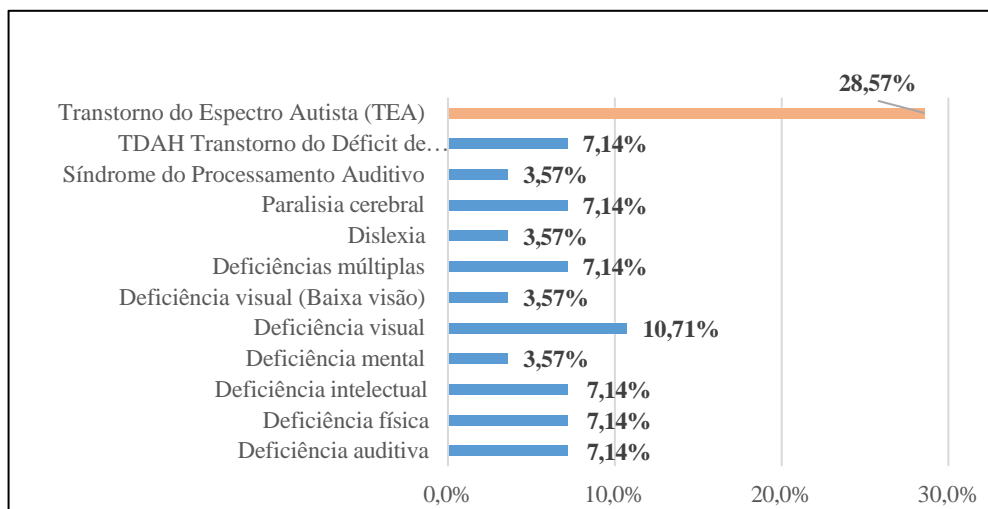
A entrevista semiestruturada com os professores foi realizada seguindo a ordem dos itens do Questionário para os professores disponibilizado no Apêndice F.

Nas primeiras questões, foram coletadas informações como nome completo, idade, gênero, formação acadêmica, tempo de atuação com a disciplina matemática, e, também número de alunos e turmas nesta disciplina.

Na sequência os professores foram questionados sobre a participação de estudantes com algum tipo de deficiência em suas turmas.

O Gráfico 11 demonstra as respostas destes professores.

Gráfico 11 - Tipos de deficiências apontadas pelos professores



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

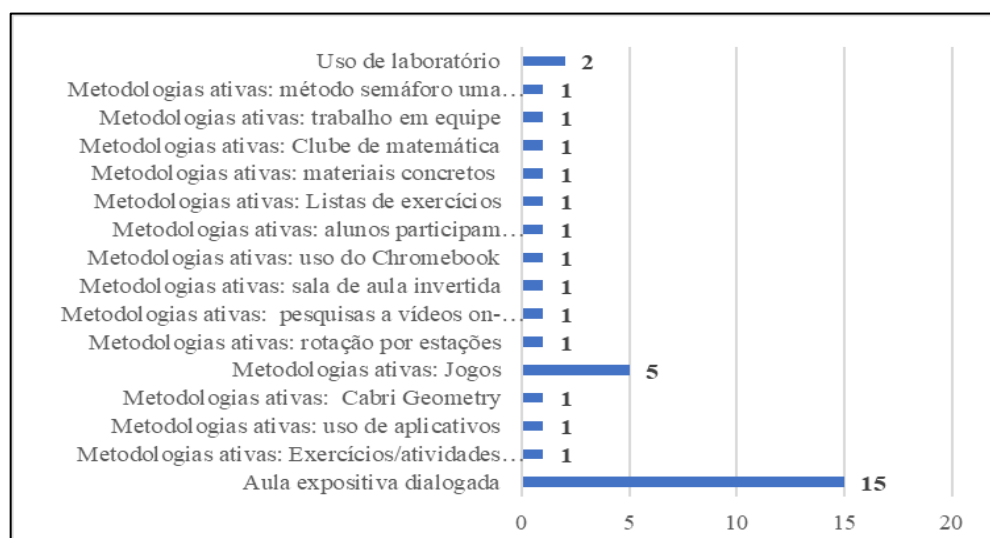
Como observa-se no Gráfico 11 a maioria dos professores respondeu que possui, no mínimo, um estudante com algum tipo de deficiência em cada uma de suas turmas. Os 15 professores entrevistados citaram um total de 28 estudantes portadores de algum tipo de deficiência. O tipo de deficiência mais citado entre os professores foi o Transtorno do Espectro Autista (TEA) com índice de 28,57% de incidência (8 estudantes), seguido pela Deficiência visual com 10,71% (3 estudantes). Em terceiro lugar, com 7,14% dos casos estão: Deficiência física, Deficiências múltiplas, Deficiência intelectual, Paralisia cerebral, Deficiência auditiva, Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) – representando 2 estudantes. Com 3,57% do conjunto (1 estudante) houve a citação de: Síndrome do Processamento Auditivo, estudante que não lê e não escreve (sem diagnóstico), Dislexia, Deficiência visual (Baixa visão), Deficiência mental.

Na pergunta seguinte, os professores deveriam indicar as metodologias que utilizavam no decorrer das suas aulas da disciplina.

Dentre as opções estavam aula expositiva e dialogada, uso de metodologias ativas (e especificação destas), uso de laboratório ou “outros”.

O Gráfico 12 demonstra os resultados.

Gráfico 12 – Metodologias utilizadas pelos professores

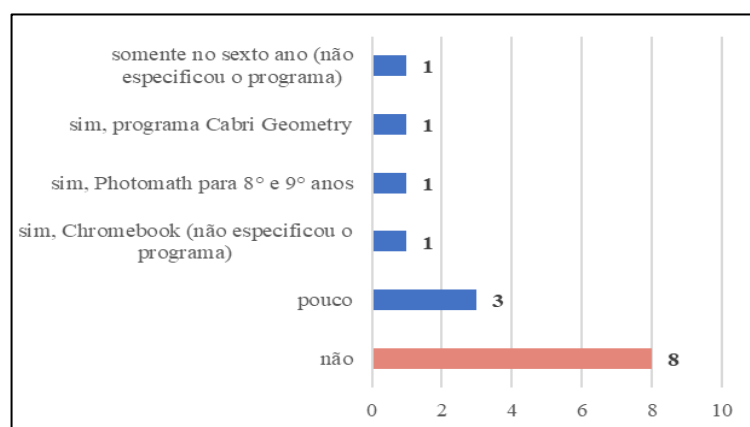


Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Em análise ao Gráfico 12 conclui-se que a totalidade de professores (15) utiliza aulas expositivas dialogadas. Além desta modalidade, quando questionados sobre o uso de metodologias ativas, eles citaram utilizar: exercícios/atividades em duplas, uso de aplicativos, programa *Cabri Geometry*, jogos (dentre eles um professor citou o *Mind Lab*), rotação por estações, pesquisas a vídeos *on-line*, sala de aula invertida, uso do *Chromebook* (mas o professor não indicou para qual ação usou este aparelho), alunos participam ativamente das correções durante as aulas, listas de exercícios, materiais concretos, Clube de matemática, trabalho em equipe, método semáforo uma vez por semana (para + pensa + age).

A questão seguinte perguntou aos professores se eles utilizam as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) nas suas aulas de matemática. O Gráfico 13 demonstra os resultados.

Gráfico 13 – Uso das TDIC's pelos professores



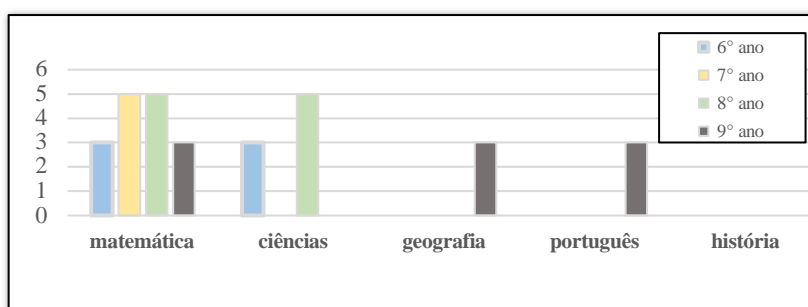
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme observa-se no Gráfico 13 a maioria dos professores (8, representando 53%) afirmou não utilizar as TDIC's em suas aulas e, somente 3 professores indicaram o uso esporádico. Além destes, os demais professores, de forma individual, afirmaram utilizar dois programas: o *Cabri Geometry* e o *Photomath*. Ressalta-se que, na questão anterior sobre o uso de metodologias ativas para as aulas, o *Photomath* não foi citado.

#### 4.1.2 Entrevistas com os estudantes

Durante a fase de diagnóstico foram realizadas, após as entrevistas com os professores, entrevistas semiestruturada com os estudantes e foi seguida a sequência presente no Questionário para os estudantes disponibilizado no Apêndice G. Inicialmente foi perguntado aos estudantes: “Quais as disciplinas que você possui maior facilidade de entendimento neste ano letivo?”. O Gráfico 14 mostra as respostas dos estudantes.

Gráfico 14 – Disciplinas com maior “facilidade” de entendimento



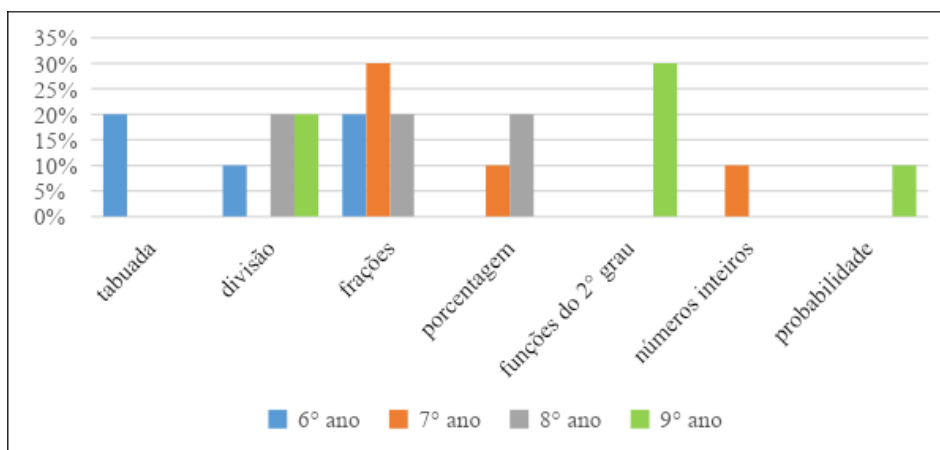
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Para análise desta etapa foi realizada classificação das respostas em primeiro lugar, segundo lugar e terceiro lugar, obedecendo a ordem de resposta dos estudantes. Conforme apresentado na Figura 1 no 6º ano, como primeira disciplina citada ocorreu empate entre matemática e ciências. No 7º ano, a disciplina de matemática ficou em primeiro lugar. No 8º ano, houve empate entre as disciplinas matemática e ciências. Por último, no 9º ano, a disciplina citada em primeiro lugar teve votação idêntica e as disciplinas português, matemática e geografia ocuparam esta posição. A disciplina de história não foi apontada como primeira opção de disciplina de maior facilidade de compreensão por nenhuma das quatro turmas em análise.

Na sequência, tendo por foco a disciplina matemática, foi questionado aos estudantes quais os conteúdos que eles possuíam maior “dificuldade” para compreender, como mostra o Gráfico 15.



Gráfico 15 – Conteúdo de maior “dificuldade”

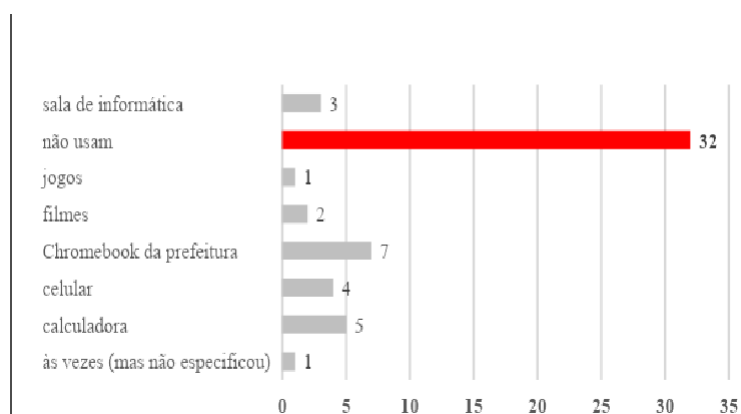


Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme observa-se no Gráfico 15 no 6º ano os estudantes citaram a “tabuada” e as “frações” o mesmo número de vezes. No 7º ano, o conteúdo “frações” foi o mais citado. Já no 8º ano, percebe-se que os três conteúdos citados empataram: “divisão”, “frações” e “porcentagem”. No 9º ano, as “funções do 2º grau” tiveram o maior número de citações. Cabe ressaltar que, dentre os conteúdos citados pelos estudantes como sendo os de maior “dificuldade”, o item “frações” foi apresentado por três dos quatro anos em análise – 6º, 7º e 8º, sendo considerado, desta forma, o conteúdo com maior índice de dificuldade para o público-alvo desta pesquisa.

Finalizando a entrevista com os estudantes, na questão seguinte foi perguntado aos mesmos: “Os seus professores utilizam as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC’s) em suas aulas de matemática?”. As respostas foram transcritas no Gráfico 16.

Gráfico 16 - Uso das TDIC’s nas aulas de matemática



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Com base no Gráfico 16, identifica-se que mais da metade dos estudantes (32 estudantes, 64%) respondeu que os seus professores de matemática não utilizam as TDIC’s em suas aulas de matemática. Nos momentos em que a utilização foi citada, os estudantes

referiram-se às aulas na sala de informática (e uso dos computadores da escola), realização de jogos, apreciação de filmes, ou, ainda, uso do celular, calculadora ou o *Chromebook* cedido pela prefeitura (porém não especificaram para qual objetivo o *Chromebook* era usado).

Ressalta-se que o conjunto de informações referentes à etapa de diagnóstico desta pesquisa encontram-se disponibilizadas no artigo “A aprendizagem da matemática nos anos finais do ensino fundamental em Florianópolis”, na revista *Educação Matemática Pesquisa EMP*, Qualis A1 (Pillon *et al.*, 2023a).

#### 4.2 COLETA DE DADOS - BATERIA PSICOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA ATENÇÃO DOS ESTUDANTES

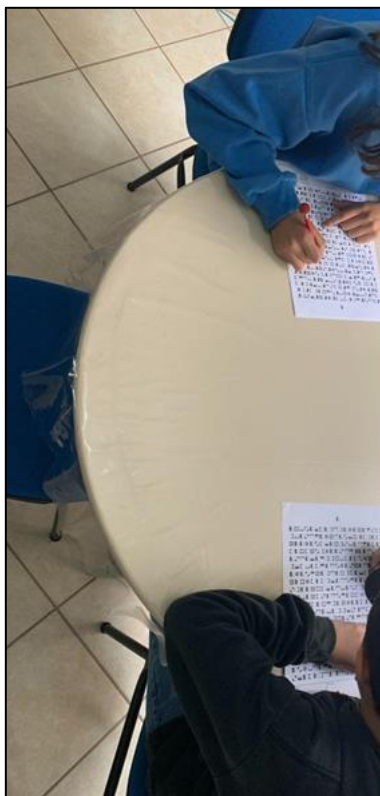
A atenção possui papel vital no contexto educacional, afetando diretamente tanto o desenvolvimento cognitivo quanto emocional dos estudantes, além de sua participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. A capacidade dos alunos de pensar, participar em atividades educativas e se engajar significativamente no processo educativo depende essencialmente da atenção. A relação pedagógica, que evolui por intermédio das interações entre professores e alunos, é fundamental nesse aspecto (Freitas; Baptista, 2017). Feitas tais considerações, priorizar a atenção como um objetivo pedagógico torna-se essencial para fomentar um ambiente escolar acolhedor e favorável, que suporte o desenvolvimento holístico dos estudantes.

Seguindo este propósito, no decorrer da segunda etapa da pesquisa de campo junto às escolas municipais de Florianópolis-SC, o BPA foi aplicado com os estudantes de 6º a 9º anos do ensino fundamental.

A aplicação foi efetivada com os 55 estudantes que fizeram parte da amostra inicial, porém, devido à uma especificidade desta pesquisa em relação a um dos *softwares* que foi utilizado para a decodificação dos dados da VFC, a amostra teve que ser reduzida para 37 estudantes (n=37).

A Figura 29 demonstra um momento de aplicação com dois estudantes.

Figura 29 – BPA – Aplicação



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A versão utilizada foi a BPA-2 - Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção-2 de aptidões específicas e autoria de Fabian Javier Marín Rueda. Utilizando-se as regras da aplicação, os estudantes realizaram os testes em sala silenciosa, com cadeiras confortáveis e de forma coletiva, com, no máximo 10 estudantes ocupando o mesmo ambiente. Ainda, conforme indicado no manual do BPA (Rueda, 2013), a aplicação obedeceu a seguinte ordem com seus tempos correspondentes:

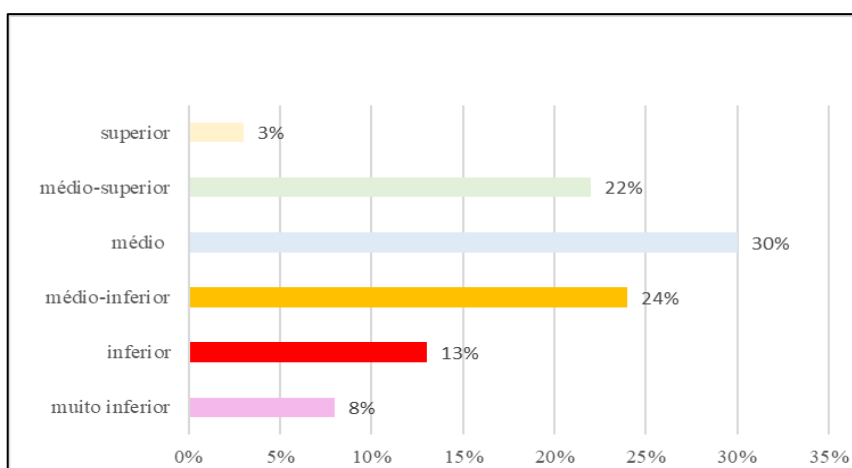
- 1º Teste de Atenção Concentrada (2 minutos)
- 2º Teste de Atenção Dividida (4 minutos)
- 3º Teste de Atenção Alternada (2 min e 30 seg)

Os resultados dos testes de atenção são categorizados em cinco níveis principais: inferior, médio-inferior, médio, médio-superior e superior. Essas categorias indicam se o desempenho do indivíduo em cada tipo de atenção avaliada (concentrada, dividida, alternada ou geral) está abaixo, dentro ou acima do esperado para sua faixa etária e escolaridade. Para

uma análise mais detalhada, especialmente em avaliações individuais, as pontuações podem ser ainda mais especificadas dentro de percentis, que são subgrupos dentro das cinco categorias principais (Rueda, 2013). Considerando o foco na análise de grupo desta pesquisa, os resultados serão apresentados agrupados nas cinco categorias principais, fornecendo uma visão geral do desempenho dos participantes. Para tanto, os dados coletados foram tabulados inicialmente no Excel e, seguindo as indicações de Braun e Clarke (2006) para a Análise temática, foram organizados e encontram-se apresentados por meio de gráficos.

O primeiro teste aplicado foi de Atenção Concentrada (AC). A atenção concentrada é essencial para a aprendizagem eficaz, permitindo que os alunos se aprofundem no conteúdo, minimizem distrações, processem informações com clareza e retenham o conhecimento de forma duradoura. Isso leva a um melhor desempenho acadêmico e à capacidade de aplicar o conhecimento em diferentes contextos. Os dados referentes à Atenção Concentrada dos estudantes estão no Gráfico 17.

Gráfico 17 - Resultados de Atenção Concentrada (AC)



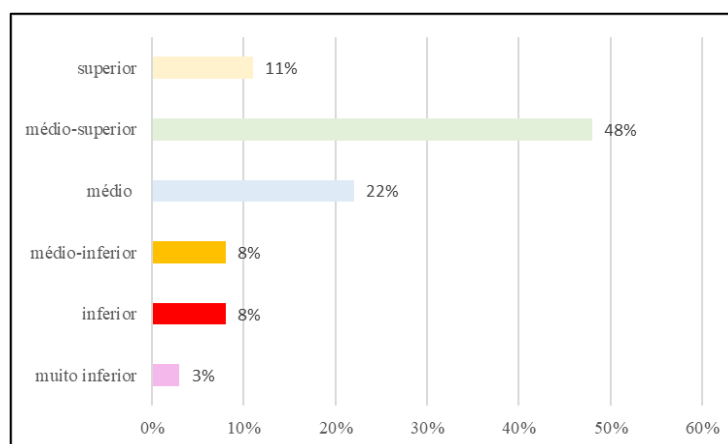
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme a apresentação do Gráfico 17 30% dos estudantes obtiveram nota média quanto à Atenção Concentrada; 22% ficaram com nota médio superior e somente 3% tiveram nota superior. Os demais tiveram notas abaixo da média, totalizando 45% (18 estudantes) somando-se os itens médio inferior, inferior e muito inferior. Salienta-se, neste quesito que, embora a categoria “muito inferior” não seja apresentada junto às demais respostas padrão (superior, médio superior, médio, médio inferior e inferior), caso ocorra durante a avaliação do estudante média abaixo do *status* “inferior”, ele receberá esta avaliação, como foi o caso de 3 estudantes neste teste (8%). Na apresentação descritiva da interpretação dos resultados da AC

de um desses estudantes, seguindo as normas de correção do BPA, foi descrito que, para a nota de 41 pontos para a AC, configura-se como um participante que dispõe de atenção concentrada muito abaixo da média. Este estudante, se comparado às demais pessoas da amostra normativa, demonstrou possuir muita dificuldade para selecionar uma única fonte de informação diante de vários estímulos distratores em um tempo predeterminado. Sendo assim, considerando as atribuições da função na qual essa pessoa atua (ou atuará em sua vida profissional), sugere-se, de posse desse resultado, indicar a esta pessoa que verifique com os profissionais habilitados para tal, até que ponto essa dificuldade pode interferir em suas atividades diárias.

Na sequência foi aplicado o teste de Atenção Dividida (AD). Segundo salienta Lima (2005) a atenção dividida, definida como a capacidade de lidar com múltiplas fontes de informação e tarefas simultaneamente, é crucial para a aprendizagem em um mundo multitarefa. Ela permite aos alunos processar informações de forma eficiente, alternar entre tarefas com fluidez e se adaptar aos diversos estímulos do ambiente de aprendizagem, tornando-os mais dinâmicos e preparados para os desafios contemporâneos. Os resultados do teste de AD dos estudantes estão no Gráfico 18.

Gráfico 18 - Resultados de Atenção Dividida (AD)



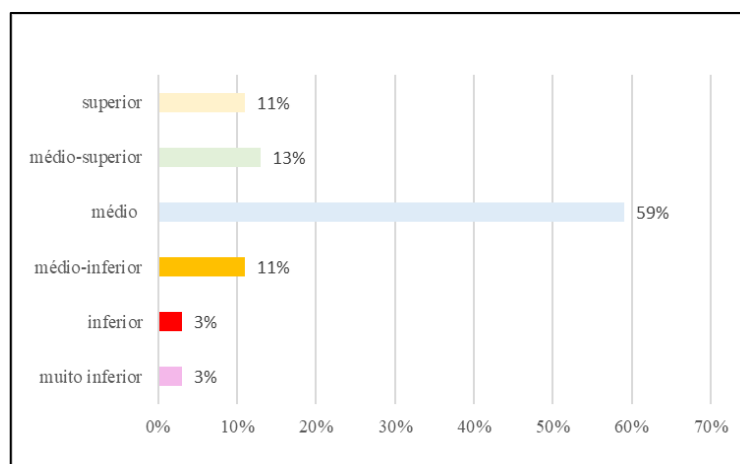
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Analisando-se o Gráfico 18 identifica-se que a maioria dos estudantes, 48% (18 estudantes) receberam nota médio superior. Além destes, 11% (4 estudantes) ficaram com nota superior e 22% (8 estudantes) receberam nota médio. Neste quesito, um número reduzido de participantes (19%) tiveram avaliação entre médio inferior, inferior e muito inferior. Porém, dentre estes, houve uma ocorrência (3%) de participantes com avaliação “muito inferior”.

Após, os estudantes realizaram o teste de Atenção Alternada (AA). Segundo ressalta Lima (2005) a atenção alternada refere-se à capacidade de alternar o foco entre diferentes

tarefas e informações de forma eficiente, e é considerada crucial para a aprendizagem. A AA permite aos alunos adaptarem-se a novas situações, responder às demandas cognitivas variadas e participar ativamente de diversas atividades de aprendizagem. Isso facilita a resolução de problemas, a tomada de decisões e a flexibilidade cognitiva, otimizando o processo de aprendizagem. Os dados sobre as avaliações da AA dos participantes encontram-se disponibilizados no Gráfico 19.

Gráfico 19 - Resultados de Atenção Alternada (AA)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Vislumbra-se no Gráfico 19 que, quanto à avaliação da Atenção Alternada, os participantes, na sua maioria, 59% (22 estudantes) obtiveram nota médio. Apenas 13% (5 estudantes) alcançaram a nota médio superior e, somente 11% (4 estudantes) conseguiram nota superior. O total de estudantes com nota abaixo da média foi de 18% (6 participantes).

Concluindo a análise das etapas do teste BPA, pode-se inferir que os participantes tiveram avaliações diversas entre os tipos de atenção avaliados - AC, AD e AA. No Quadro 5 pode-se visualizar os principais dados:

Quadro 5 – Resultados dos testes de Atenção – AC, AD e AA

Teste de Atenção	Médio (% das notas dos estudantes)	Médio superior (% das notas dos estudantes)	Superior (% das notas dos estudantes)
AC	30%	22%	3%
AD	22%	48%	11%
AA	59%	13%	11%

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme demonstrado no Quadro 5, dentre os três testes aplicados apenas o AD, referente à Atenção Dividida, obteve maior número de estudantes com resposta no nível “Médio superior” o que comprova que a maioria dos participantes (48%) apresentaram

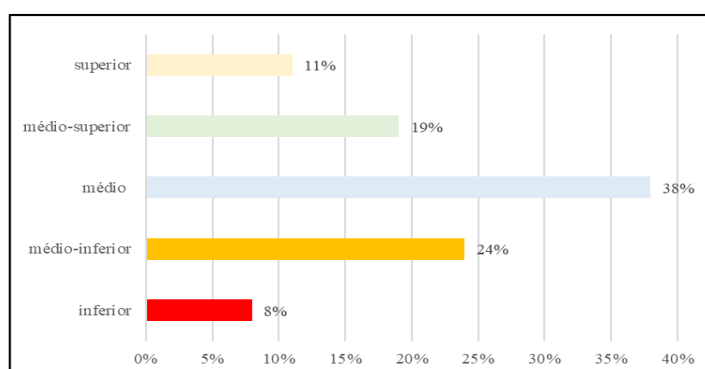
desempenho médio superior na Atenção Dividida que, segundo indicado por Rueda (2013), este resultado aponta que os participantes possuem habilidade acima da média em rastrear múltiplos estímulos simultaneamente dentro de um limite de tempo, mesma na presença de outros distratores, em comparação com a amostra normativa. No que trata sobre o resultado da AA, com maior índice de estudantes com nota “médio”, de acordo com o manual de correção do BPA (Rueda, 2013), este resultado aponta que o participante dispõe de atenção alternada dentro da média, se comparado às pessoas da amostra normativa, sendo capaz de focar sua atenção e selecionar ora um estímulo, ora outro, por um determinado período de tempo e diante de vários estímulos distratores.

Quanto ao resultado no teste AC, para este público-alvo, 30% dos participantes tiveram nota média. Sobre este índice, Rueda (2013) informa que este participante comprovou dispor de atenção concentrada dentro da média, quando comparado às pessoas da amostra normativa, ou seja, consegue selecionar uma única fonte de informação diante de vários estímulos distratores em um tempo predeterminado.

Além de avaliar individualmente os três tipos de atenção - Atenção Concentrada (AC), Atenção Dividida (AD) e Atenção Alternada (AA) - o BPA avalia a capacidade geral de atenção dos participantes, a partir da análise dos três testes em conjunto. O teste BPA pode ser utilizado para avaliações psicológicas em diferentes contextos, tais como clínico, escolar, organizacional, neuropsicológico, como auxílio ao diagnóstico de TDAH e outras avaliações em que se tornar necessário investigar os aspectos atencionais (Rueda, 2013).

A correção da etapa de Atenção geral é realizada pelo aplicador, não é uma fase aplicada novamente com os participantes como as demais. Dessa maneira, em momento posterior, tendo reunido os resultados das aplicações dos testes AC, AD e AA, procedeu-se à avaliação da capacidade geral de atenção dos estudantes, com base na análise dos três testes em conjunto. As respostas desta parte da análise encontram-se divulgadas no Gráfico 20.

Gráfico 20 - Resultados de Atenção Geral (AG)



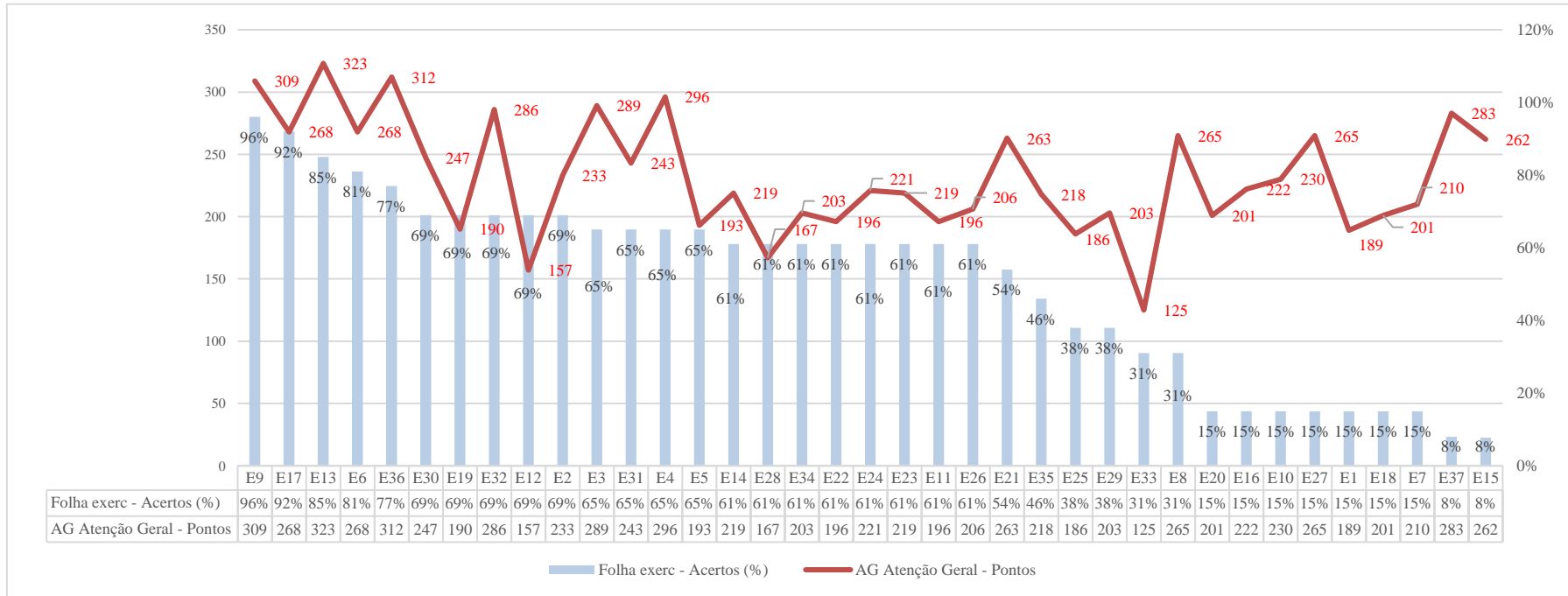
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme identifica-se no Gráfico 20 o maior número de respondentes, 38% (14 estudantes) conseguiu nota média no teste AG o que representa que eles possuem uma capacidade atencional geral dentro da média, se comparados às pessoas da amostra normativa. Sete participantes (19%) tiveram nota média superior, comprovando que estas pessoas apresentam uma capacidade atencional geral acima da média, se comparadas às pessoas da amostra normativa. E, 11% (apenas 4 estudantes) alcançaram nota superior na AG, representando que elas possuem uma capacidade atencional geral bem acima da média, quando comparadas às pessoas da amostra normativa (Rueda, 2013).

Com a intenção de alcançar os objetivos específicos idealizados nesta pesquisa e investigar como as variáveis atenção, variabilidade da frequência cardíaca (VFC), ansiedade e processos cognitivos podem ser analisadas de forma conjunta, no Gráfico 21 realiza-se uma correlação entre os índices da Atenção Geral (AG) dos estudantes e, os resultados dos exercícios de frações realizados utilizando-se folhas impressas.



Gráfico 21 - Relação entre Acertos na Folha de exercícios (%) e o índice de Atenção Geral (AG)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

A partir da visualização do Gráfico 21 nota-se que a apresentação gráfica irregular não comprova que ocorreu correlação de número de acertos com os índices de atenção geral. A partir da análise realizada, os dados não fornecem evidências robustas que sustentem uma associação significativa entre a atenção geral e o desempenho nos exercícios de frações neste conjunto específico de estudantes. Sendo assim, infere-se que outros fatores, além da atenção, exercem um impacto maior na determinação dos resultados acadêmicos e desempenho desses estudantes. Para alcançar uma resposta sobre estes resultados, uma indicação seria investigar a influência de outras variáveis, como ansiedade, habilidades matemáticas e estratégias de aprendizagem, no desempenho em exercícios de frações.

Tendo por base o conjunto de análises realizadas com os dados referentes à atenção dos estudantes, apresentados até este momento, na etapa seguinte realizou-se a Análise temática seguindo a direção apontada por Braun e Clarke (2006). Desta forma, com releitura de todos os conteúdos coletados, os temas principais foram categorizados para que pudesse ser gerado o mapa temático que dará origem ao relatório final. No Quadro 6 estão disponíveis as categorias desta etapa da pesquisa.

Quadro 6 - Coleta de Atenção - Categorias de estudos identificadas

<b>Categoria</b>	<b>Identificação</b>
CATEG 1	Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas
CATEG 2	Associação Entre VFC e Desempenho Cognitivo
CATEG 3	Implicações Educacionais da Medição da VFC

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Utilizando-se como base teórica as Categorias disponibilizadas no Quadro 6 e dando sequência às etapas da Análise temática, reunindo-se os assuntos similares, foram geradas as subcategorias, que são:

**Categoria 1:** Desempenho nos Testes de Atenção

- Subcategoria 1A: Atenção Concentrada
- Dados Relevantes: Gráfico com 30% dos estudantes atingindo nível médio, 22% médio superior e 3% superior, indicando a capacidade dos alunos de se aprofundar no conteúdo minimizando distrações.

- Subcategoria 1B: Atenção Dividida
- Dados Relevantes: Gráfico mostrando 48% dos estudantes no nível médio superior, refletindo a capacidade de lidar com múltiplas fontes de informação simultaneamente.

- Subcategoria 1C: Atenção Alternada
- Dados Relevantes: Gráfico indicando que 59% dos estudantes alcançaram o nível médio, mostrando a habilidade de alternar entre diferentes tarefas e informações.

**Categoria 2:** Correlações entre Atenção e Desempenho Acadêmico

- Subcategoria 2A: Relação entre Atenção e Desempenho em Matemática
- Dados Relevantes: Discussão sobre a falta de correlação significativa entre os índices de atenção geral e o desempenho nos exercícios de frações, sugerindo que outros fatores podem estar influenciando os resultados acadêmicos.

**Categoria 3:** Influência de Variáveis Psicoeducacionais

- Subcategoria 3A: Impacto de Fatores Além da Atenção
- Dados Relevantes: Análise sugerindo que variáveis como ansiedade, habilidades matemáticas e estratégias de aprendizagem podem ter um impacto significativo nos resultados dos estudantes.

**Categoria 4:** Recomendações Pedagógicas Baseadas em Dados

- Subcategoria 4A: Estratégias para Melhorar a Atenção
- Dados Relevantes: Baseando-se nos resultados dos testes de atenção, sugerir intervenções para fortalecer a atenção onde necessário e melhorar o desempenho acadêmico.
- Subcategoria 4B: Adaptações Curriculares e Metodológicas
- Dados Relevantes: Propor modificações nos métodos de ensino que considerem as diferentes capacidades de atenção dos estudantes para maximizar o aprendizado.

Após a análise abrangente dos dados sobre a atenção dos estudantes, bem como todas as análises realizadas a respeito das categorias temáticas e suas relações, as seguintes recomendações emergiram:

**Categoria 1:** Desempenho nos Testes de Atenção

**Subcategoria 1A:** Atenção Concentrada

a) Desenvolvimento de Atividades Focadas: Propor atividades que exigem alta concentração por períodos prolongados para fortalecer a capacidade de atenção concentrada dos estudantes, como problemas de matemática que requerem passos múltiplos ou análise detalhada.

b) Ambientes de Aprendizado Controlados: Assegurar que os ambientes de aprendizagem sejam otimizados para minimizar distrações, como salas de aula com ruído controlado e arranjo físico que limita interrupções visuais.

**Subcategoria 1B:** Atenção Dividida

a) Treinamento em Multitarefa: Introduzir exercícios que promovam a habilidade de atenção dividida, como trabalhar com múltiplas fontes de informação simultaneamente ou resolver problemas que requerem a alternância entre diferentes conjuntos de habilidades.

b) Uso de Tecnologia para Simular Multitarefas: Implementar tecnologias que simulam cenários de multitarefas, oferecendo aos estudantes a oportunidade de praticar a divisão de sua atenção de forma controlada e segura.

**Subcategoria 1C:** Atenção Alternada

a) Exercícios de Flexibilidade Cognitiva: Criar atividades que exigem mudanças frequentes no foco de atenção para melhorar a atenção alternada, como jogos que requerem que os alunos alternem rapidamente entre diferentes tipos de tarefas.

b) Avaliações Dinâmicas: Incorporar avaliações que exigem que os alunos alternem entre diferentes seções ou tipos de problemas, incentivando-os a desenvolver a capacidade de mudar rapidamente de uma tarefa para outra.

**Categoria 2:** Correlações entre Atenção e Desempenho Acadêmico

**Subcategoria 2A:** Relação entre Atenção e Desempenho em Matemática

a) Desenvolvimento de Programas de Treinamento de Atenção Específicos: Implementar programas que treinem os estudantes em tipos específicos de atenção (concentrada, dividida e alternada), que são essenciais para o sucesso em matemática, utilizando ferramentas e métodos baseados em evidências neurocientíficas.

b) Uso de *Feedback* Imediato em Atividades Matemáticas: Incorporar tecnologias que proporcionem *feedback* imediato nas tarefas matemáticas para manter e reforçar a atenção dos estudantes, ajudando-os a ajustar suas estratégias de aprendizado em tempo real.

**Categoria 3:** Influência de Variáveis Psicoeducacionais

**Subcategoria 3A:** Impacto de Fatores Além da Atenção

a) Intervenções para Redução de Ansiedade: Introduzir técnicas de relaxamento e *mindfulness* especificamente antes de testes e avaliações de matemática para ajudar a reduzir a ansiedade e promover um estado mental mais propício ao desempenho acadêmico.

b) Capacitação de Professores para Reconhecimento de Ansiedade e Estresse em Estudantes: Oferecer treinamento para professores para que possam identificar sinais de ansiedade e estresse em estudantes e intervir adequadamente, adaptando o ritmo das aulas conforme necessário.

**Categoria 4:** Recomendações Pedagógicas Baseadas em Dados

**Subcategoria 4A:** Estratégias para Melhorar a Atenção

a) Adaptação do Ambiente de Aprendizagem: Reestruturar o ambiente de aprendizagem para minimizar distrações, utilizando configurações de sala de aula que favoreçam a atenção plena e a concentração durante as atividades de matemática.

b) Pausas Ativas Durante as Aulas: Incorporar pausas ativas e breves exercícios físicos ou mentais durante as aulas de matemática para ajudar a manter os níveis de atenção dos estudantes, especialmente em períodos mais longos de instrução.

**Subcategoria 4B:** Adaptações Curriculares e Metodológicas

a) Diferenciação Curricular: Desenvolver e implementar um currículo que considere as diferentes necessidades atencionais dos estudantes, utilizando abordagens diferenciadas para estudantes com níveis variados de capacidade de atenção.

b) Integração de Tecnologia Educacional: Utilizar recursos tecnológicos que engajem diferentes tipos de atenção (como jogos educativos e aplicativos interativos) para ensinar conceitos matemáticos de maneira mais envolvente e eficaz.

Essas recomendações são projetadas para abordar diretamente as questões de atenção e ansiedade dos estudantes no contexto do aprendizado de matemática, utilizando *insights* da neurociência para aprimorar tanto o ambiente quanto as práticas pedagógicas.

#### 4.3 COLETA DE DADOS - VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) DOS ESTUDANTES

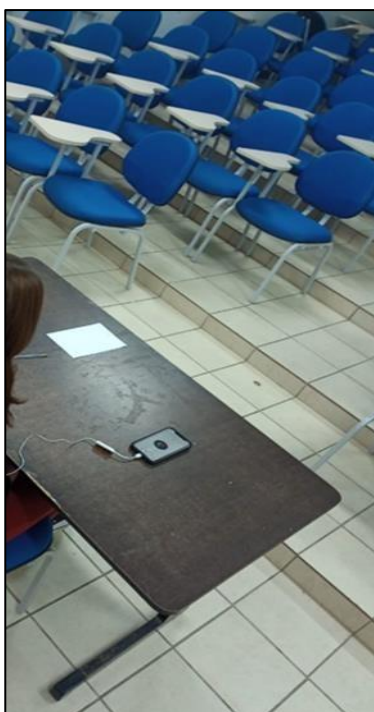
A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é uma medida que se baseia na análise dos intervalos de tempo entre batimentos cardíacos consecutivos, conhecidos como intervalos RR, e reflete as flutuações naturais do coração. Essa métrica é frequentemente empregada para examinar o impacto do sistema nervoso autônomo no funcionamento cardíaco, servindo como um indicador sensível da saúde autonômica e emocional. No campo educacional, a VFC é

valiosa para entender como fatores como estresse, ansiedade e diferentes estados cognitivos podem influenciar o processo de aprendizagem.

Na segunda etapa de coleta de dados junto às escolas municipais de Florianópolis-SC com os estudantes de 6º a 9º anos do ensino fundamental, ocorreu a coleta da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) dos mesmos durante a realização de atividades de matemática. No total o procedimento durou, em média, de 25 a 30 minutos e todos os estudantes realizaram as três etapas: repouso, uso do *Fractus* e, por fim, realização de exercícios em folha impressa. Foram coletados os índices *Mean RR*, *rMSSD*, *LF/HF*, *Stress Index* (SI). Ressalta-se que o foco de análise nestas variáveis ocorreu devido às pesquisas a que se teve conhecimento e que tinham como objeto de estudo a associação entre a VFC e o desempenho cognitivo (Bartoszeck, 2006; Costa, 2021; Martins, Almeida, 2019; Oliveira, 2011).

A coleta foi realizada com 55 estudantes, porém foram considerados como amostra total nesta pesquisa 37 destes estudantes ( $n= 37$ ). A Figura 30 mostra um momento de utilização do Inner Balance por uma das estudantes que participou da pesquisa.

Figura 30 – Coleta da VFC dos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Inicialmente, os dados foram visualizados usando o *software* em Wave Pro Plus® versão 3.11 e, em seguida, analisados no *Kubios HRV Standard 3.5*, que remove artefatos e produz um documento em PDF com os índices derivados de métodos lineares. Para a análise estatística,

foi empregado o *software* JASP versão 0.16.4 que gerou os valores da Média e Desvio padrão, conforme disponibilizado no Quadro 7.

Quadro 7 - Estatísticas descritivas dos dados da VFC dos estudantes

Variável	Fase 1: Repouso		Fase 2: <i>Fractus</i>		Fase 3: Folha de exercícios	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
<i>Mean RR</i>	694,68	91,27	701,38	98,08	687,19	90,29
rMSSD	107,55	71,35	99,75	65,27	111,19	62,81
LF/HF	1436,49	1691,42	929,63	846,08	1054,00	923,79
<i>Stress Index (SI)</i>	5,67	2,64	6,51	3,18	5,91	2,60

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Como vislumbra-se no Quadro 7 ao serem comparados os valores das médias das variáveis analisadas, os maiores índices das médias para este público-alvo foram:

- a) quanto à Média RR, durante a fase 2 com o uso do *Fractus*;
- b) no que se refere ao rMSSD, na fase 3 no decorrer da realização de exercícios na folha impressa;
- c) em relação ao índice de LF/HF, na etapa 1 durante o repouso;
- d) a respeito do valor de *Stress Index (SI)*, a maior média ocorreu no decorrer da fase 2, enquanto os estudantes utilizaram o *Fractus*.

Estes resultados serão apresentados detalhadamente nos próximos itens desta tese.

#### 4.3.1 Média dos Intervalos RR - *Mean RR*

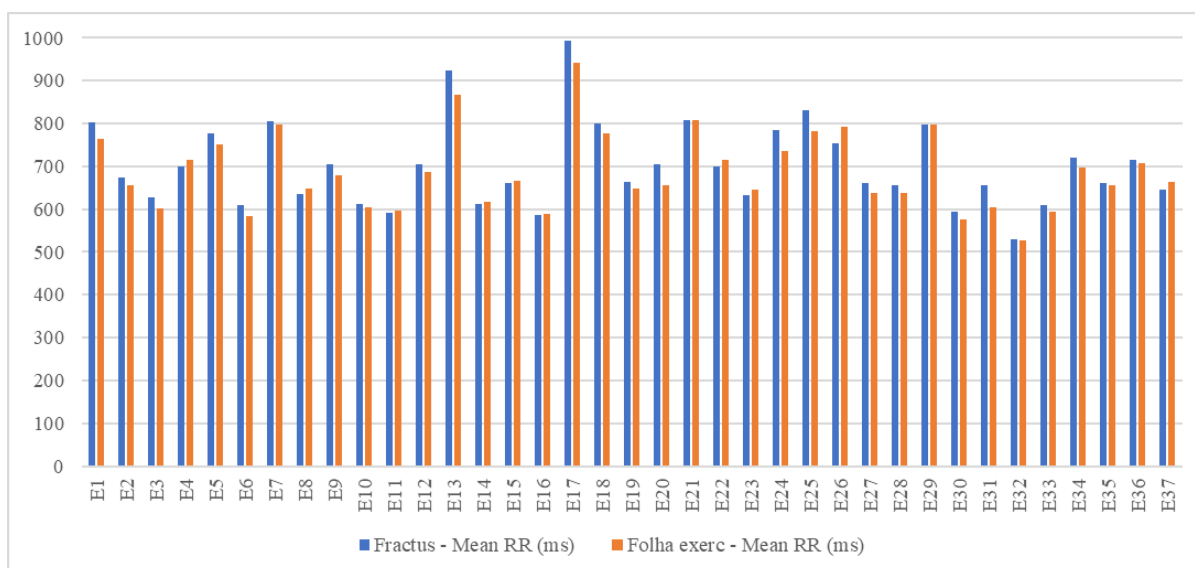
A *Mean RR*, que reflete a atividade global do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), pode ser um indicador do estado de prontidão para aprender. Uma *Mean RR* mais longa geralmente está associada a maior atividade parassimpática, indicando relaxamento e melhor adaptabilidade ao estresse, o que facilita a absorção de novas informações. Por outro lado, uma *Mean RR* menor sugere maior influência do Sistema Nervoso Simpático (SNS), associada a estresse, ansiedade ou excitação, podendo prejudicar o aprendizado (Thayer; Yamamoto; Brosschot, 2010).

Observando-se o Quadro 7 identifica-se que o maior índice de *Mean RR* ocorreu na segunda fase de coleta, momento em que os estudantes estavam utilizando o aplicativo *Fractus*

para a realização dos exercícios de frações. Dentro do contexto teórico abordado, observa-se que um aumento na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) está associado a um melhor equilíbrio entre os sistemas nervosos simpático e parassimpático. Adicionalmente, constatou-se que elevações significativas na VFC, juntamente com melhorias no desempenho, estão ligadas à ativação do controle inibitório sobre o estresse. A partir desses resultados parciais, sugere-se que os estudantes estavam envolvidos em processos de autorregulação para alcançar sucesso na atividade cognitiva. A alta dedicação dos estudantes se refletiu em valores elevados de VFC, indicando uma possível conexão entre a autorregulação e a resposta fisiológica, o que pode ser um sinal de adaptação e sucesso na tarefa cognitiva.

Sob uma abordagem analítica diferente e com o objetivo de avaliar o índice de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) exclusivamente durante a realização de atividades matemáticas — excluindo a fase inicial de repouso e considerando o uso ou não das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's), representadas pelo *Fractus* nesta pesquisa — o Gráfico 22 apresenta a comparação entre o emprego do *Fractus* e a execução de uma tarefa em folha de exercícios, desconsiderando o período de repouso.

Gráfico 22 - Índices de Média RR com o *Fractus* e com a Folha de exercícios



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Ao examinar visualmente o Gráfico 22 observa-se que os índices de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), especificamente a média RR, foram similares nas duas etapas, embora não haja coincidência exata entre os valores. O Estudante 21 teve um índice de *Mean RR* mais próximo, com 808 no *Fractus* e 807 na folha de exercícios. Analisando a média RR da amostra completa durante a realização de exercícios de frações (excluindo a etapa de



repouso), observou-se que 70% dos estudantes (26 indivíduos) apresentaram índices mais altos com o uso do Fractus, enquanto 30% (11 estudantes) demonstraram maior VFC durante as atividades em papel.

Com base nesses resultados, Vanderlei *et al.* (2009) afirmam que um índice de VFC mais elevado sinaliza uma boa adaptação e eficiência dos mecanismos autonômicos, indicando que índices mais altos de VFC estão associados a melhor cognição. Complementarmente, Thayer (2007) aponta que o aumento na VFC pode refletir uma maior atividade do sistema nervoso simpático, sugerindo uma ativação do córtex cerebral na regulação da atividade autonômica em estado de vigília. Este fenômeno é observado na transição de um estado de repouso para a execução de atividades cognitivas, incluindo tarefas de observação, concentração ou memória. Assim, os resultados deste estudo indicam que, durante o uso das TDIC's no processo de aprendizagem matemática, ocorreram os maiores índices de VFC, os quais podem estar ligados a um desempenho cognitivo superior.

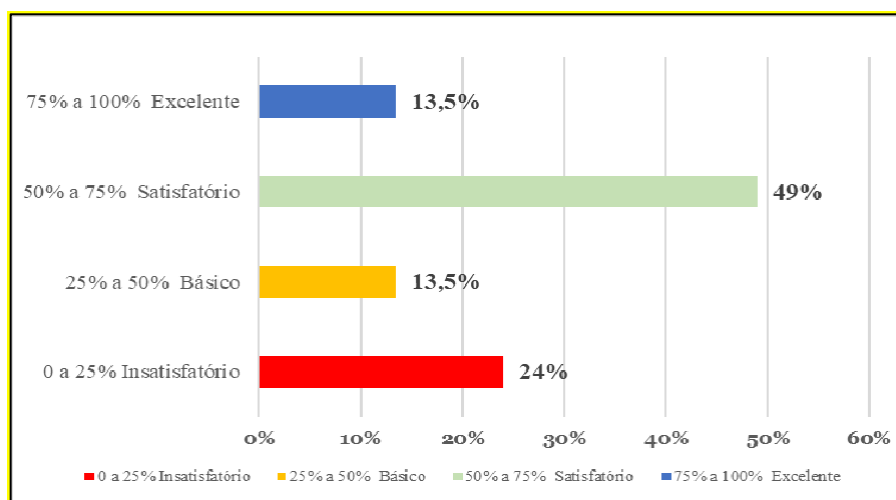
#### **4.3.2 Raiz Quadrada Média das Diferenças Sucessivas - rMSSD**

O rMSSD é um indicador de atividade parassimpática, refletindo principalmente a atividade vagal. Altos valores de rMSSD estão associados a um maior controle vagal, indicando um estado de calma e relaxamento, que é propício para o aprendizado efetivo e para a recuperação e regulação emocional. Em contrapartida, uma diminuição do rMSSD sugere uma redução na atividade vagal, o que pode estar relacionado a condições de estresse, ansiedade ou problemas de saúde (Thayer; Lane, 2000). Pesquisas como Hilgarter *et al.* (2021), Madison *et al.* (2021), Matos (2013) e Sbissa (2014), apontam a relevância da variável rMSSD para o estudo do processo cognitivo.

Em análise ao Quadro 7 nota-se que o maior índice rMSSD foi observado na terceira fase de coleta, quando os estudantes realizaram os exercícios sobre frações em folha impressa. Neste aspecto, pode-se inferir que a predominância da ativação parassimpática em detrimento da simpática pode indicar cansaço, visto que esta foi a terceira etapa do estudo, o que pode ter levado a um declínio na produtividade. Além disso, é importante destacar a dificuldade observável dos estudantes ao executarem as tarefas desta fase. Notavelmente, metade das atividades na folha envolvia operações com frações, sobre as quais os estudantes reportaram falta de aprendizado durante o período pandêmico.

A folha de exercícios impressa foi oferecida aos estudantes como atividade final da coleta de dados e foi a etapa que eles levaram mais tempo para concluir. O Gráfico 23 divulga os resultados.

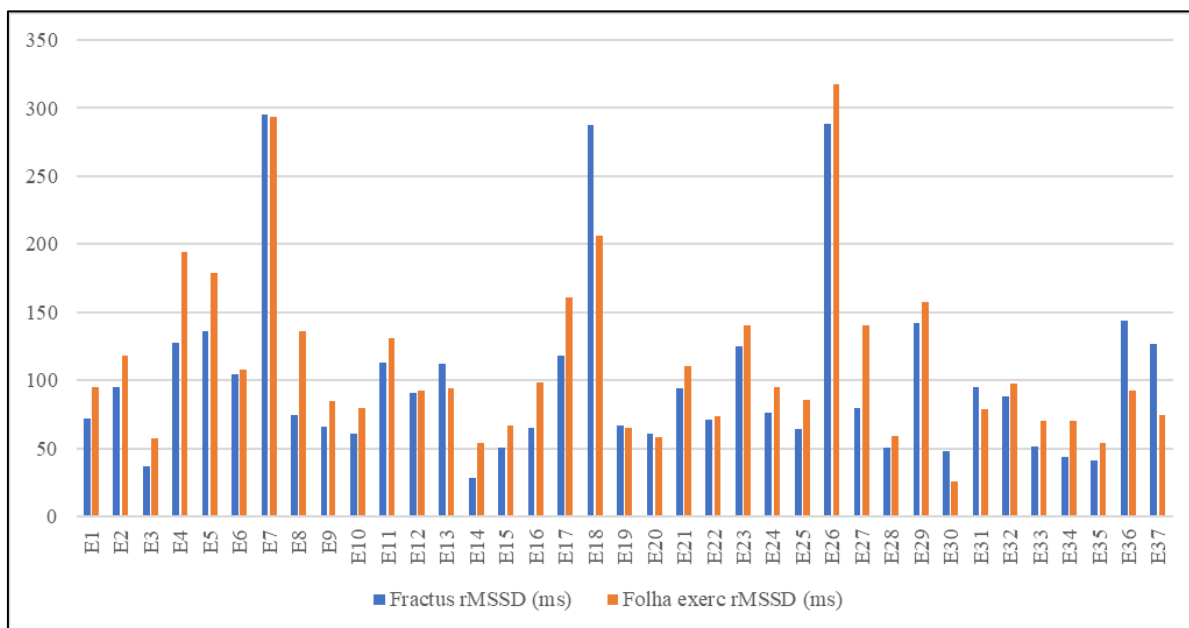
Gráfico 23 – Resultados da Folha de exercícios



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme mostrado no Gráfico 23, apenas 13,5% (5 estudantes) alcançaram a nota máxima nos exercícios, enquanto 49% (18 estudantes) tiveram desempenho satisfatório. Analisando todos os resultados considerados "não satisfatórios", que incluem os estudantes nos níveis básico e insuficiente, verifica-se que 37,5% dos estudantes se enquadram nessa categoria. Esse índice é considerado alto, especialmente porque os exercícios foram aplicados logo após uma revisão dos conteúdos com o uso do *Fractus*. Tais resultados evidenciam as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em resolver os exercícios, reflexo das lacunas de aprendizagem criadas durante o período pandêmico.

Da mesma forma como foi realizado com a variável anterior em análise, e com o objetivo de verificar os dados quanto ao índice de rMSSD somente durante a realização de atividades de matemática (excetuando-se a fase de repouso) no Gráfico 24 demonstra-se a comparação de valores dos dados referentes a este índice, nas etapas 2 e 3 de coleta de dados.

Gráfico 24 - Índices de rMSSD com o *Fractus* e com a Folha de exercícios

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Verifica-se no Gráfico 24 que a maior média de rMSSD incidiu sobre a terceira etapa, em que os estudantes encontravam-se realizando os exercícios na folha impressa. Analisando o gráfico, destaca-se que 76% (28 estudantes) apresentaram índices mais altos realizando os exercícios na folha impressa, e 24% (9 estudantes) obtiveram maior índice de rMSSD enquanto realizavam os exercícios no aplicativo *Fractus*.

Estes resultados indicam que os participantes exibiam sinais de fadiga, manifestados por calma e relaxamento, o que pode estar associado ao cansaço decorrente desta ser a terceira etapa do estudo. Esse estado de fadiga provavelmente contribuiu para um declínio na produtividade subsequente (Pillon, 2023b). Adicionalmente, observa-se qualitativamente que os estudantes enfrentaram dificuldades significativas ao realizar as atividades propostas nesta fase, particularmente nas operações envolvendo frações. Essa dificuldade é particularmente preocupante, dado que metade dos problemas na folha de atividades focava nesse conceito matemático, e os estudantes reportaram uma aprendizagem ineficaz desses conteúdos durante o período pandêmico.

Conforme enfatizam Carmo e Simionato (2012) os erros ou baixo desempenho ao resolver exercícios, ou respostas incorretas a perguntas feitas pelo professor, podem levar ao estabelecimento de controle aversivo. Se este controle aversivo se tornar evidente, pode iniciar

um ciclo onde os erros se tornam mais comuns, intensificando a estimulação aversiva que, conseqüentemente, pode desencadear a origem da ansiedade matemática.

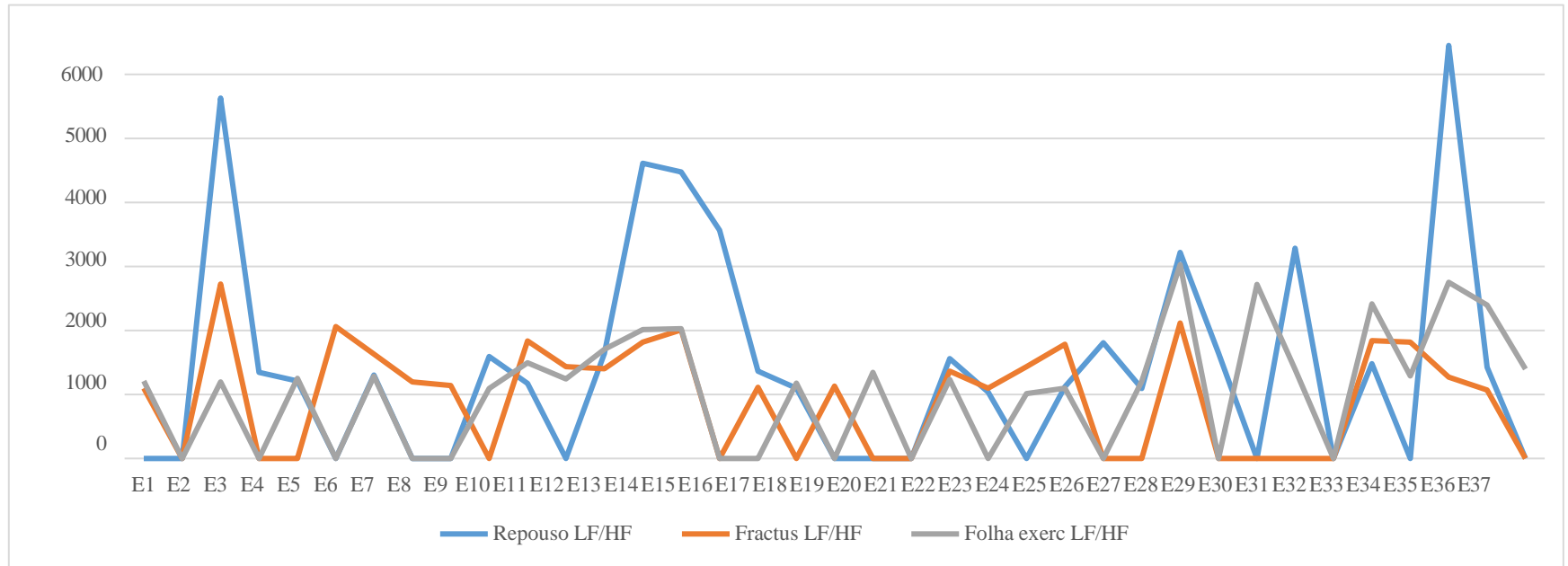
Estes achados sublinham a necessidade de serem abordados não somente os aspectos cognitivos, mas também os socioemocionais dos estudantes no processo de ensino de matemática. Ansiedade e estresse podem afetar drasticamente tanto o desempenho acadêmico quanto a qualidade da aprendizagem. Portanto, é imperativo desenvolver e implementar estratégias pedagógicas que minimizem a ansiedade matemática e fomentem o bem-estar emocional dos estudantes, assegurando assim um ambiente de aprendizagem mais saudável e produtivo.

### **4.3.3 Relação de baixa frequência/alta frequência - LF/HF**

A variável LF/HF, que representa a razão entre as potências nas bandas de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF), é empregada para avaliar o equilíbrio entre as atividades simpática e parassimpática, caracterizando o balanço simpatovagal sobre o coração. Um aumento no LF/HF pode sinalizar uma maior influência simpática ou um desequilíbrio autonômico, tipicamente associado a estados de estresse ou ansiedade que podem afetar negativamente o processo de aprendizagem. Por outro lado, uma diminuição no LF/HF indica uma predominância parassimpática, sugerindo um estado de relaxamento e um ambiente mais propício ao aprendizado (Billman, 2013). Estudos como Matos (2013), Vanderlei *et al.* (2009), Hilgarter *et al.* (2021), Sbissa (2014), Zhang e Yu (2011), Lopes *et al.* (2013) e Borges (2022) salientam a relevância da variável LF/HF.

A fim de apresentar graficamente os dados coletados com os participantes sobre a variável LF/HF, no Gráfico 25 divulgam-se essas informações. Ressalta-se, no entanto que, tendo em vista o maior grau de média de LF/HF ter ocorrido na fase 1, de repouso, para esta representação serão mostrados os índices das três etapas de coleta (incluindo a fase de repouso, diferentemente das análises apresentadas anteriormente das variáveis *Mean RR* e *rMSSD*).

Gráfico 25 - Índices de LF/HF nas três fases de coleta



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

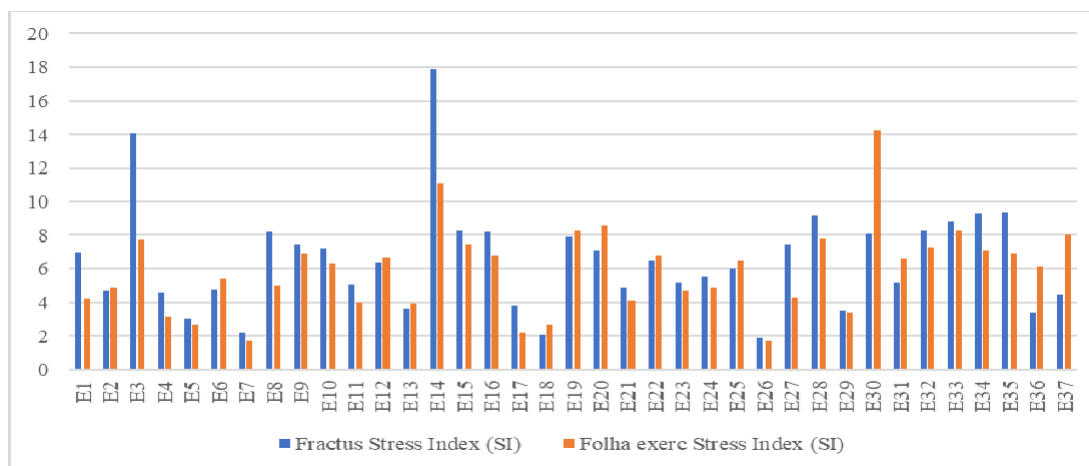
Identifica-se por intermédio do Gráfico 25 que o maior índice de LF/HF aconteceu na fase de repouso, tendo em vista que 43% (16 estudantes) tiveram alto valor de LF/HF nesta etapa da coleta, 11 estudantes (representando 30% dos participantes) tiveram maior média de LF/HF com o uso do *Fractus* e, na etapa final realizando exercícios em folha impressa, o índice médio foi alto apenas para 10 estudantes (27%). Ademais, ao identificar que a maior média foi registrada durante a fase de repouso, torna-se importante destacar que, nesta relação simpátovagal, índices mais elevados estão associados a uma maior atividade do sistema simpático. No contexto deste estudo, esses resultados podem ser atribuídos ao estado de tensão e ansiedade dos estudantes, gerados pela expectativa de participação na pesquisa.

Este resultado corrobora as observações de Loureiro (2018), que enfatiza como um período prolongado destinado à fase de repouso pode influenciar a resposta fisiológica dos participantes, tornando-a potencialmente cansativa e até mesmo estressante. No contexto específico desta pesquisa, durante a coleta, foi notável a ansiedade dos estudantes em realizar a tarefa, considerando que se tratava de uma atividade ainda desconhecida para eles, como foi expresso verbalmente na maioria dos casos.

#### **4.3.4 Índice de estresse - *Stress Index* (SI)**

O índice de estresse, calculado a partir da variabilidade da frequência cardíaca, reflete a carga de estresse cardiovascular e é geralmente derivado da análise da variabilidade do intervalo RR. Valores elevados deste índice indicam um alto nível de estresse fisiológico, o qual pode impedir a eficácia da aprendizagem. Monitorar o índice de estresse é crucial, pois pode ajudar a identificar os momentos em que intervenções destinadas a reduzir o estresse são particularmente necessárias para melhorar o processo de aprendizagem.

Com o intuito de visualizar os dados coletados quanto ao índice SI dos estudantes, no Gráfico 26 estão os valores resultantes das etapas 2 e 3 de atividades de matemática e a respectiva comparação.

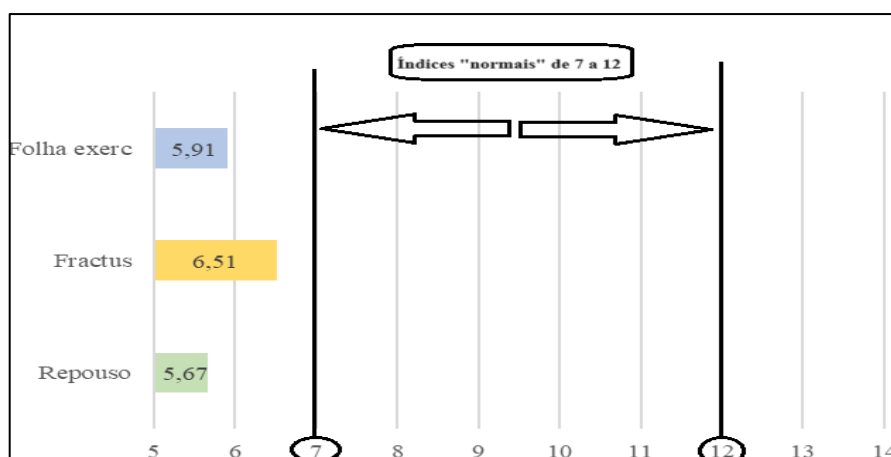
Gráfico 26 - Índices de *Stress Index* (SI) com o *Fractus* e com a Folha de exercícios

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como pode-se visualizar no Gráfico 26 os valores médios mais altos da variável SI ocorreram no decorrer da etapa de uso do aplicativo *Fractus*. Ademais, ressalta-se que a maioria dos participantes, 65% (24 estudantes) apresentou maior média de SI com o *Fractus* e, 13 estudantes (35%), com a realização da folha de exercícios.

Torna-se importante relembrar que o índice de estresse (*Stress Index*) é uma medida derivada da análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca, utilizada para avaliar o nível de estresse ou carga emocional impactando o sistema nervoso autônomo, e desta forma, esse índice pode revelar como o sistema nervoso autônomo reage a situações de estresse, ansiedade ou outras condições emocionais. Além dos dados quantitativos, durante a coleta de dados desta pesquisa, foi percebido que os estudantes estavam ansiosos para realizar a tarefa, especialmente devido ao fato de ser uma atividade ainda desconhecida para eles (o uso do *Inner Balance*), conforme relatado verbalmente pelos mesmos, o que pode ter influenciado no aumento de SI.

Reafirma-se ainda que, para esta pesquisa adotou-se os pressupostos de Baevsky e Berseneva (2008). De acordo com os autores, o *Stress Index* - SI serve como um indicador da tensão nos sistemas reguladores e reflete o nível de centralização na gestão do ritmo cardíaco. Conforme o *User's Guide do Kubios HRV Standard* (Tarvainen, Versão 3.5), que segue essas diretrizes, os índices de estresse considerados "normais" variam entre 7 e 12 pontos. Relembrando os índices de SI neste estudo - com média 5,67 na fase de repouso, 6,51 na segunda etapa e 5,91 na fase final - o Gráfico 27 apresenta tais valores em relação à normalidade apresentada pelo guia.

Gráfico 27 – índices de *Stress Index* dos estudantes

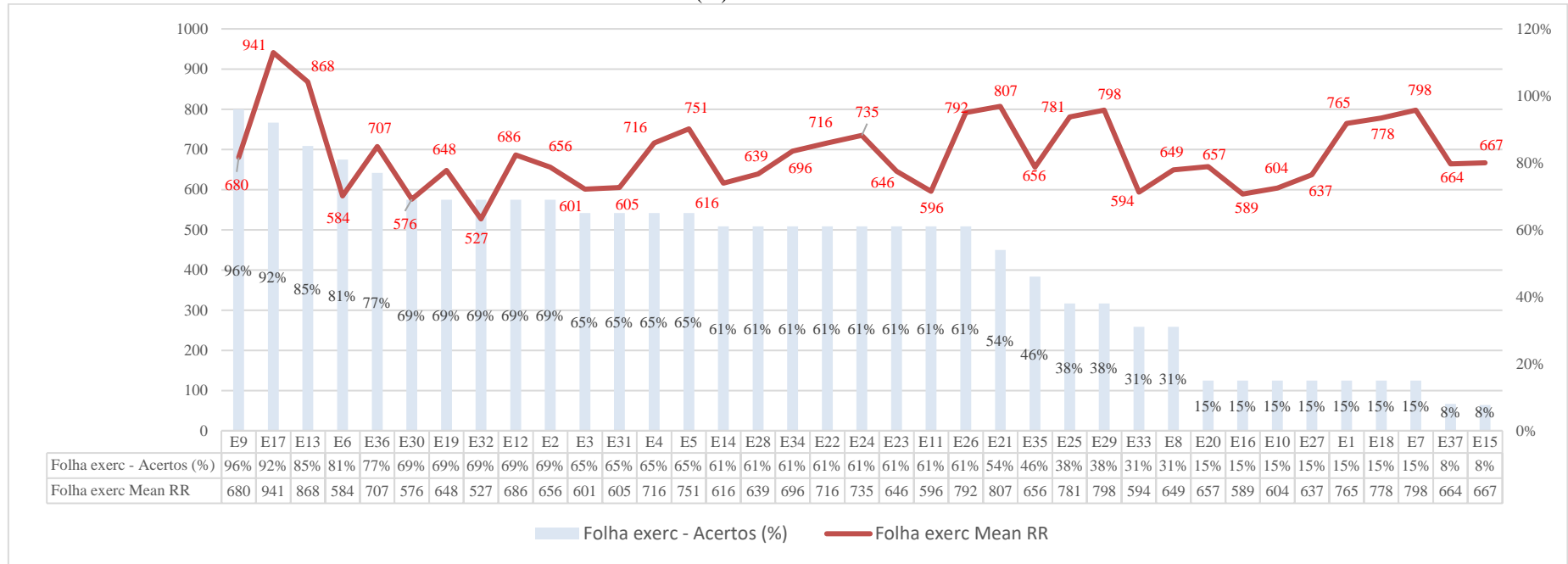
Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

A partir da observação ao Gráfico 27 pode-se considerar que os níveis de SI coletados neste estudo não alcançaram os níveis de 7 a 12 e portanto não podem ser considerados como “índices normais de estresse” indicados pelo *User's Guide do Kubios HRV Standard*, material específico do *software Kubios*. Sob este prisma, todos os participantes responderam aos estímulos de forma considerada “abaixo do normal” (de acordo com o Guia do Kubios) e, o valor alcançado durante a Fase 2 com o uso do *Fractus* foi o que mais chegou próximo da pontuação para ser considerado como “índice normal”. Frente a tal constatação, cabe lembrarmos que o estresse surge quando as demandas do ambiente excedem a capacidade de adaptação individual, gerando um desequilíbrio entre as exigências do contexto e os recursos disponíveis para enfrentá-las, caracterizando assim uma situação estressante. No entanto, o estresse também desempenha um papel motivador, fornecendo energia para a busca de realizações pessoais e profissionais, logo sua presença em índices saudáveis pode ser considerada benéfica (Lipp, 2004; Mota-Cardoso *et al.*, 2000).

Com foco no objetivo específico deste estudo, que busca investigar como as variáveis atenção, variabilidade da frequência cardíaca (VFC), ansiedade e processos cognitivos podem influenciar o processo de aprendizagem, realizou-se uma análise comparando os seguintes dados: a) resultados da atenção geral (AG), b) resultados da média de VFC (*Mean RR*), e c) resultados da folha de exercícios. No Gráfico 28 divulga-se a comparação entre a porcentagem de acertos na folha de exercícios impressa e o índice de média RR de cada estudante (E1 a E37).



Gráfico 28 - Relação entre Acertos na Folha de exercícios (%) e o índice *Mean RR*



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024)

OBSERVAÇÃO: Para melhor visualização os dados foram distribuídos iniciando por ordem de maior porcentagem de acertos (e a linha de tendência laranja representa os índices *Mean RR*). Cabe destacar que foram utilizados os resultados dos exercícios impressos, pois, na fase em que o *Fractus* foi utilizado, ainda não era possível obter os resultados quantitativos dos exercícios realizados pelos estudantes durante o seu uso.

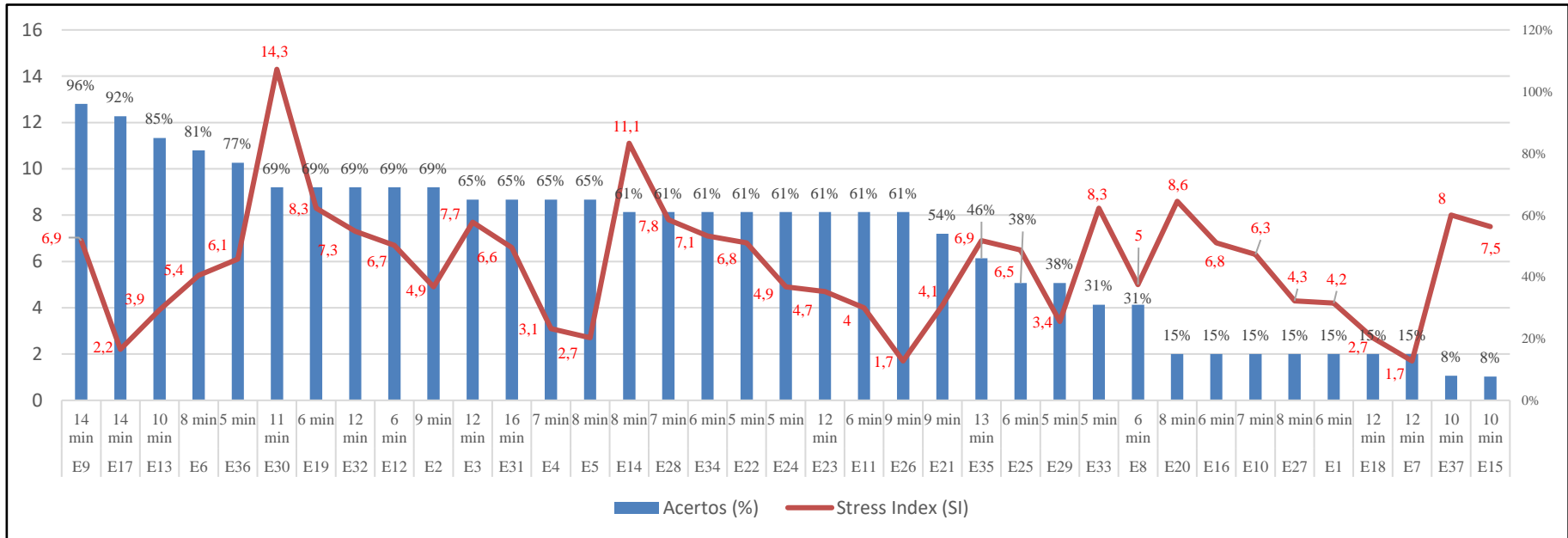
Salienta-se que os índices de acertos foram organizados seguindo a classificação: de 0 a 25% de acertos recebe a nota “insatisfatório”, de 25 a 50% “básico”, de 50 a 75% “satisfatório” e, por fim, de 75 a 100% a nota é “excelente”. Em observância ao Gráfico 28 pode-se inferir que não houve uma correlação substancial entre a variabilidade da frequência cardíaca (Média RR) e o desempenho em exercícios de frações neste grupo específico de estudantes. A dispersão gráfica não mostra um padrão definido, e as comparações entre os grupos com alta e baixa VFC não revelam diferenças significativas, sugerindo que a VFC não é um fator crucial para o desempenho nos exercícios. Fatores como competências matemáticas, estratégias de aprendizado, nível de atenção e ansiedade podem exercer uma influência mais pronunciada no desempenho estudantil em exercícios de frações. Sendo assim, pode-se concluir que, para este público-alvo, os resultados não fornecem suporte suficiente para afirmar que a variabilidade da frequência cardíaca (Média RR) afeta significativamente o desempenho em exercícios de frações.

Em mais uma análise, seguindo os objetivos específicos a que se propôs nesta pesquisa de tese, mostra-se no Gráfico 29 a comparação entre a porcentagem de acertos na folha de exercícios impressa, o tempo que os estudantes levaram para realizar esta atividade (em minutos) e, ainda, os valores de estresse (*Stress Index* ou SI), representando uma das variáveis da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) dos estudantes ao realizarem esta atividade de matemática.

Para melhor visualização, os itens foram distribuídos respeitando-se a ordem de maior porcentagem de acertos na folha impressa de exercícios e a linha de tendência (laranja) mostra os índices de *Stress Index* (SI) dos estudantes.

O Gráfico 29 encontra-se na página seguinte.

Gráfico 29 - Relação entre Acertos na Folha de exercícios (%), tempo de realização da atividade e o índice de Estresse (SI)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Conforme pode-se conferir no Gráfico 29 não há associação visual entre os maiores índices de acertos e valores mais altos de estresse (SI) representados pela linha de tendência laranja, ou seja, não é possível afirmar que, para este público-alvo, quanto maior o índice de estresse, melhores foram os resultados dos exercícios. Outro fator em análise refere-se ao tempo de execução da atividade. O grupo completo de estudantes realizou a tarefa durante 5 a 16 minutos e, conforme percebe-se no Gráfico 29 houve diversidade entre o tempo utilizado e as notas produzidas. Por exemplo, temos o registro de estudante que levou 8 minutos para concluir a tarefa (metade do tempo gasto pelo grupo), seu índice de estresse foi 5,4 e ele alcançou nota 81% (Excelente) como o Estudante 6. Em outro caso, o estudante E37 levou 10 minutos para concluir a atividade, teve estresse de 8 pontos e sua nota foi 8% pois ele acertou apenas 1 questão, o que lhe deixou com o conceito “insatisfatório”. Desta feita, com esta análise pode-se sugerir que, para o público alvo desta pesquisa, não houve uma relação significativa entre o índice de estresse, o tempo de realização da atividade e o desempenho em exercícios de frações. Da mesma forma que o resultado da correlação anterior, como um meio de buscar novos conhecimentos sobre as relações possíveis entre estas variáveis e suas perspectivas junto à aprendizagem da matemática, poderiam ser abordados outros fatores como, por exemplo, a ansiedade matemática, as habilidades matemáticas e, ainda, diferentes estratégias de aprendizagem.

De posse de todas as informações da coleta de Variabilidade da Frequência Cardíaca dos estudantes, passou-se às etapas definidas por Braun e Clarke (2006) para a consecução da Análise temática. Após leitura completa do material, os principais assuntos abordados foram categorizados com o intuito de constituir o relatório final. As categorias geradas estão expostas no Quadro 8.

Quadro 8 – Coleta de VFC - Categorias de estudos identificadas

<b>Categoria</b>	<b>Identificação</b>
<b>CATEG 1</b>	Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas
<b>CATEG 2</b>	Associação Entre VFC e Desempenho Cognitivo
<b>CATEG 3</b>	Implicações Educacionais da Medição da VFC

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Na sequência, seguindo as etapas da AC, a partir dos assuntos semelhantes foram criadas subcategorias, que são:

**Categoria 1:** Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas

**Subcategoria 1A:**

- Variações na VFC Durante Diferentes Fases da Atividade
- Observações das médias de Mean RR, rMSSD, LF/HF, e *Stress*

*Index* em diferentes fases: repouso, uso de *Fractus*, e exercícios em folha.

**Subcategoria 1B:**

- Influência do Contexto de Aprendizado na VFC
- Impacto do uso de tecnologias (*Fractus*) comparado a métodos

tradicionais (folha de exercícios) na VFC.

**Categoria 2:** Associação entre VFC e Desempenho Cognitivo

**Subcategoria 2A:**

- Correlações Entre VFC e Desempenho em Matemática
- Análise de como variações na VFC correspondem a diferenças no

desempenho acadêmico.

**Subcategoria 2B:**

- Indicativos de Estresse e Ansiedade
- Discussão sobre como altos índices de *Stress Index* e variações

no LF/HF indicam níveis de estresse e ansiedade.

**Categoria 3:** Implicações Educacionais da Medição da VFC

**Subcategoria 3A:**

- Estratégias Pedagógicas Baseadas na VFC
- Sugestões para incorporar monitoramento da VFC para adaptar

abordagens pedagógicas que minimizem ansiedade e maximizem aprendizado.

**Subcategoria 3B:**

- *Feedback* Fisiológico Como Ferramenta de Aprendizado
- Exploração do potencial da VFC como uma ferramenta para *feedback*

imediate sobre o estado emocional e cognitivo dos estudantes.

Prosseguindo com a Análise temática, após análise das informações da coleta os dados foram associados e transferidos ao Quadro 9.

Quadro 9 - Associação entre as Categorias, Subcategorias e os dados da coleta da VFC dos estudantes

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Dados relevantes</b>	<b>Associado a:</b>
<b>CATEG 1</b> Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas	<b>Subcategoria 1A:</b> Variações na VFC Durante Diferentes Fases da Atividade	As estatísticas descritivas dos dados da VFC dos estudantes mostradas no Quadro 7 indicam as médias e desvios padrão para as variáveis Mean RR, rMSSD, LF/HF e Stress Index durante as fases de repouso, uso do Fractus e exercícios em folha impressa.	Este quadro ilustra como a VFC varia significativamente entre diferentes fases da atividade, o que é essencial para entender a resposta fisiológica dos estudantes em diferentes contextos de aprendizado.
<b>CATEG 1</b> Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas	<b>Subcategoria 1B:</b> Influência do Contexto de Aprendizado na VFC	Os resultados discutidos no texto que comparam o uso do Fractus e a realização de exercícios em folha indicam variações na VFC, que podem sugerir diferentes respostas ao uso de tecnologia versus métodos tradicionais.	As mudanças nos índices de VFC refletem como diferentes métodos pedagógicos (tecnológicos versus tradicionais) influenciam a carga emocional e fisiológica dos estudantes.
<b>CATEG 2</b> Associação entre VFC e Desempenho Cognitivo	<b>Subcategoria 2A:</b> Correlações Entre VFC e Desempenho em Matemática	A discussão sobre como os maiores índices de VFC, especialmente durante o uso do Fractus, podem estar associados a uma melhor regulação emocional, o que por sua vez pode correlacionar-se com o desempenho acadêmico.	A análise mostra como o aumento da VFC pode estar relacionado ao aumento da capacidade cognitiva e ao desempenho em tarefas de matemática.
<b>CATEG 2</b> Associação Entre VFC e Desempenho Cognitivo	<b>Subcategoria 2B:</b> Indicativos de Estresse e Ansiedade	Os valores de <i>Stress Index</i> (SI) durante as diferentes fases indicam o nível de estresse fisiológico. A maior média de SI durante o uso do <i>Fractus</i> sugere maior estresse ou ansiedade.	Estes dados são cruciais para entender como o estresse e a ansiedade afetam a aprendizagem e podem ser usados para desenvolver estratégias para reduzir esses fatores negativos.
<b>CATEG 3</b> Implicações Educacionais da Medição da VFC	<b>Subcategoria 3A:</b> Estratégias Pedagógicas Baseadas na VFC	Observações e análises sobre como a VFC pode ser utilizada para adaptar as estratégias pedagógicas a fim de promover um ambiente de aprendizado mais eficaz.	Discussões sobre a implementação de métodos que minimizem a ansiedade e maximizem a aprendizagem com base nos índices de VFC.

<b>CATEG 3</b> Implicações Educacionais da Medição da VFC	<b>Subcategoria 3B: Feedback</b> Fisiológico como Ferramenta de Aprendizado	A análise da VFC e seu impacto sobre o desempenho dos alunos fornece um <i>feedback</i> direto sobre o estado emocional e cognitivo, que pode ser usado para ajustar as técnicas de ensino em tempo real.	A utilização dos dados de VFC para fornecer <i>feedback</i> imediato e adaptar as estratégias de ensino de acordo com as necessidades fisiológicas e emocionais dos estudantes.
--	--	---	---

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Nesse sentido, tendo por base todas as informações pertinentes à coleta da VFC dos estudantes e, ainda, as categorias e subcategorias geradas, assim como as associações que foram criadas tendo em vista as relações existentes entre os temas, sugere-se as seguintes recomendações:

**Categoria 1:** Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas

**Subcategoria 1A:** Variações na VFC Durante Diferentes Fases da Atividade

a) Uso de Tecnologia para Monitoramento da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC):

- Recomendação: Implementar o monitoramento contínuo da VFC para analisar como diferentes contextos influenciam a resposta emocional e cognitiva dos estudantes.

**Subcategoria 1B:** Influência do Contexto de Aprendizado na VFC

a) Promoção de Atividades Práticas e Lúdicas:

- Recomendação: Integrar atividades práticas e lúdicas, como jogos matemáticos e problemas do mundo real, para variar o contexto de aprendizagem e monitorar como essas mudanças afetam a VFC e o engajamento dos alunos.

**Categoria 2:** Associação Entre VFC e Desempenho Cognitivo

**Subcategoria 2A:** Correlações entre VFC e Desempenho em Matemática

a) Treinamento para Professores em Estratégias Baseadas em Neurociência:

- Recomendação: Oferecer *workshops* ou cursos sobre neurociência para educadores, focando em técnicas que eles podem utilizar para melhorar a atenção, reduzir a ansiedade, e aumentar a retenção de conteúdo matemático.

b) Aplicação de Princípios da Neuroeducação para Diferentes

Estilos de Aprendizagem:

- Recomendação: Desenvolver e utilizar recursos didáticos que atendam a diferentes estilos de aprendizagem (visual, auditivo, cinestésico) em aulas de matemática.

**Subcategoria 2B:** Indicativos de Estresse e Ansiedade

a) Integração de Técnicas de *Mindfulness* na Sala de Aula:

- Recomendação: Implementar sessões curtas de *mindfulness* antes das aulas de matemática para preparar mentalmente os alunos, aumentando o foco e reduzindo a ansiedade e o estresse.

**Categoria 3:** Implicações Educacionais da Medição da VFC

**Subcategoria 3A:** Estratégias Pedagógicas Baseadas na VFC

a) Avaliação e Ajuste Contínuo das Estratégias Pedagógicas:

- Recomendação: Realizar avaliações periódicas das estratégias pedagógicas implementadas, utilizando dados da VFC para fazer ajustes conforme necessário.

**Subcategoria 3B:** *Feedback* Fisiológico Como Ferramenta de Aprendizado

a) Uso de *Feedback* Positivo e Reforço:

- Recomendação: Professores devem fornecer *feedback* imediato e positivo durante as atividades de matemática para reforçar o aprendizado e aumentar a confiança dos alunos.

As recomendações propostas buscam desenvolver um ambiente educacional que responda de maneira eficaz às demandas socioemocionais e cognitivas dos estudantes, integrando princípios da neurociência para aprimorar a aprendizagem em matemática. O objetivo é diminuir os níveis de ansiedade e elevar o desempenho acadêmico, promovendo uma experiência de aprendizado mais enriquecedora e eficiente.

#### 4.4 ANÁLISE E TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

A fim de validar este estudo conferindo-lhe credibilidade e rigor metodológico, foi utilizada a triangulação de dados.

Segundo Denzin e Lincoln (2006), a triangulação reflete uma tentativa de assegurar a compreensão em profundidade de um fenômeno que está sendo estudado. Em complemento, Marconi e Lakatos (2011) conceituam a triangulação como sendo a combinação de metodologias utilizadas para abranger a máxima amplitude de informações sobre determinado fenômeno, ao ponto de conseguir descrevê-lo, explicá-lo e compreendê-lo.

A definição de Zapellini e Feuershutte (2015, p. 246) é mais ampla e ressalta que a triangulação trata-se de:



um procedimento que combina diferentes métodos de coleta e de análise de dados, diferentes populações/sujeitos (ou amostras/objetos), diferentes perspectivas teóricas e diferentes momentos no tempo, com o propósito de consolidar suas conclusões a respeito do fenômeno que está sendo investigado.

Para esta pesquisa de tese, em específico, a triangulação combinou diferentes métodos de coleta, sujeitos diversos e, também, diferentes momentos pois, por seu intermédio, serão analisados os dados coletados: a) durante as entrevistas com os professores, b) no decorrer das entrevistas com os estudantes, c) com os dados de atenção dos estudantes adquiridos com a bateria de testes BPA, e, por fim, d) com os índices de VFC dos estudantes que foram coletados com o *Inner Balance*.

#### **4.4.1 Análise das entrevistas com os professores**

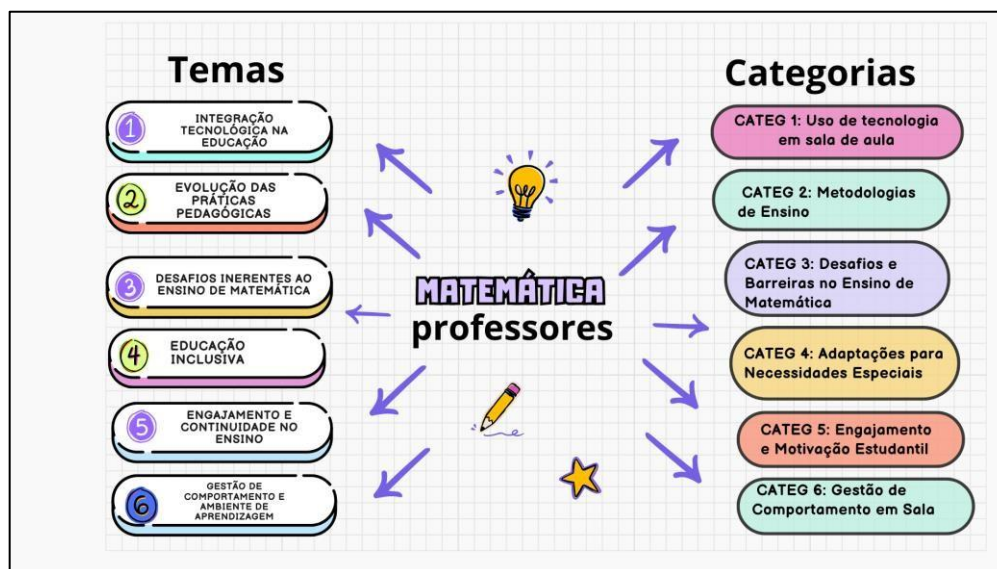
A técnica de análise temática foi utilizada para a avaliação das respostas às questões discursivas dos participantes (professores e estudantes) com o objetivo de verificar os indicadores quantitativos ou não presentes nas mensagens obtidas (Bardin, 2011; Braun, Clarke, 2006). Seguindo a teoria de Braun e Clarke (2006) tal análise passou pelos seis estágios apontados pelas autoras (e apresentados no item 1.6.1.1. Análise dos dados).

Como primeiro estágio foi criada uma matriz de síntese para que pudesse ser realizada a leitura das transcrições das entrevistas e o apontamento das ideias iniciais. Na segunda etapa foram codificadas as características interessantes do material para que, na fase três, tais itens pudessem ser agrupados em temas. Já na fase quatro um mapa temático foi gerado com o objetivo de, na etapa posterior pudessem ser refinadas as informações que levariam à produção do relatório (etapa final).

A partir da sequência do roteiro indicado, os temas gerados com base na análise das transcrições das entrevistas com os professores foram: a) Integração Tecnológica na Educação; b) Evolução das Práticas Pedagógicas; c) Desafios Inerentes ao Ensino de Matemática; d) Educação Inclusiva; e) Engajamento e Continuidade no Ensino e f) Gestão de Comportamento e Ambiente de Aprendizagem. Após, na quarta fase do roteiro, com a definição dos temas e a análise das transcrições foi possível gerar as categorias temáticas, que são: 1) Uso de tecnologia em sala de aula; 2) Metodologias de ensino; 3) Desafios e barreiras no ensino de matemática; 4) Adaptações para necessidades especiais; 5) Engajamento e motivação estudantil e 6) Gestão de comportamento em sala.

Com foco no indicado por Braun e Clarke (2006), para a etapa de representação apresenta-se um mapa temático na Figura 31 em que visualiza-se, os temas e categorias oriundos da AC das entrevistas com os professores.

Figura 31 - Temas e Categorias da Análise temática (entrevistas com professores)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No relatório final desta etapa, para apresentar os resultados da análise temática e a triangulação com os dados das entrevistas, optou-se por utilizar quadros. Esses quadros demonstram a relação entre as respostas dos professores e as categorias temáticas identificadas. Para garantir o anonimato dos participantes, foram atribuídos pseudônimos como P1, P2 e assim por diante, representando cada professor individualmente. A estrutura dos quadros foi organizada com base nas seis categorias temáticas que emergiram durante a análise. No Quadro 10 demonstra-se os dados relacionados à Categoria 1 Uso de tecnologia em sala de aula.

Quadro 10 - Resultados da AC dos professores - Categoria 1

Entrevistas com os professores		Categoria 1: Uso de Tecnologia em Sala de Aula
Subcategoria	Respondente	Frase
SUB 1A: Disponibilidade e Acesso a Recursos Tecnológicos	P 1	"Na verdade, eu não utilizo. Eu até gostaria, mas nós temos um problema com infraestrutura aqui na escola... nós temos poucos <i>Chromebooks</i> para muitos alunos."
	P 5	"Não, não. Infelizmente na nossa escola é uma realidade que a gente não pode se dar ao luxo de usar muito."

	P 11	"A escola possui <i>tablets</i> , mas só conseguimos usar em algumas ocasiões especiais, não é algo constante."
<b>SUB 1B:</b>  Frequência e Tipo de Uso de Tecnologia	P 2	"Na verdade, eu não uso, não. Por falta de costume mesmo, porque a escola tem condições de usar, tem."
	P 4	"Eu faço uso de TDIC's sim, mas de uma maneira bastante limitada... utilizo muito experimento em sala, principalmente matemática prática."
	P 7	"Utilizo o <i>data show</i> , para apresentação de <i>slides</i> e vídeos."
	P 14	"Uso bastante o quadro digital quando ele está disponível, facilita muito para mostrar gráficos e simulações."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No Quadro 11 estão apresentados os dados da Categoria 2 Metodologias de ensino.

Quadro 11 - Resultados da AC dos professores - Categoria 2

Entrevistas com os professores Categoria 2: <b>Metodologias de Ensino</b>		
<b>Subcategoria</b>	<b>Respondente</b>	<b>Frase</b>
<b>SUB 2A:</b> Métodos Tradicionais vs. Inovadores	P 7	"Aula expositiva dialogada, uso de grupos para discussão."
	P 12	"Procuro variar bastante nas metodologias, mas sempre incluo atividades que exigem raciocínio e não só memorização."
<b>SUB 2B:</b> Utilização de Práticas Colaborativas	P 10	"Encorajo muito o trabalho em equipe, acho que eles aprendem melhor quando podem discutir e resolver problemas juntos."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No Quadro 12 estão apresentados os dados da Categoria 3 Desafios e Barreiras no Ensino de Matemática.

Quadro 12 - Resultados da AC dos professores - Categoria 3

Entrevistas com os professores Categoria 3: <b>Desafios e Barreiras no Ensino de Matemática</b>		
<b>Subcategoria</b>	<b>Respondente</b>	<b>Frase</b>
<b>SUB 3A:</b> Deficiências de Base em Matemática	P 1	"Eles já chegam com uma deficiência muito grande desde o início... Eu fico praticamente o ano inteiro fazendo revisão."
	P 6	"Eles têm muita dificuldade porque eles não têm base... então, tem essa dificuldade comportamental que eles têm."
	P 11	"Nota-se que o raciocínio lógico está muito comprometido em muitos alunos."

<b>SUB 3B:</b> Distrações e Comportamento em Sala	P 3	"Tem muita conversa, eu preciso chamar atenção deles. Então, isso dificulta bastante porque eu perco tempo fazendo com que eles se aquietem."
	P 8	"O barulho é um problema constante, o que dificulta muito a concentração dos alunos."
	P 13	"Os alunos muitas vezes se distraem com qualquer coisa, então sempre tenho que criar formas de chamar a atenção deles."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No Quadro 13 estão apresentados os dados da Categoria 4: Adaptações para Necessidades Especiais.

Quadro 13 - Resultados da AC dos professores - Categoria 4

Entrevistas com os professores		Categoria 4: <b>Adaptações para Necessidades Especiais</b>
<b>Subcategoria</b>	<b>Respondente</b>	<b>Frase</b>
<b>SUB 4A:</b> Integração de Alunos com Deficiências	P 1	"Aqui na escola nós temos alunos cadeirantes, alunos com síndrome de Down... então, a gente faz a adaptação de acordo com a necessidade do aluno."
	P 13	"Tenho alunos com dislexia e sempre preparo materiais específicos para eles, como resumos e mapas mentais."
<b>SUB 4B:</b> Estratégias de Ensino Individualizadas	P 4	"Tenho um aluno disléxico... Então eu dou um trabalho mais individualizado para ele para ele poder desenvolver."
	P 9	"Adapto o material para alguns alunos com dificuldades específicas, procuro trazer mais visualizações e elementos táteis."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No Quadro 14 estão apresentados os dados da Categoria 5: Engajamento e Motivação Estudantil.

Quadro 14 - Resultados da AC dos professores - Categoria 5

Entrevistas com os professores		Categoria 5: <b>Engajamento e Motivação Estudantil</b>
<b>Subcategoria</b>	<b>Respondente</b>	<b>Frase</b>
<b>SUB 5A:</b> Estratégias para Aumentar o Engajamento	P 3	"Eu tento fazer jogos com eles. Isso desperta o interesse deles porque eles gostam muito de brincar."
	P 4	"Eu tento sempre trazer algo novo para eles, alguma novidade para chamar a atenção deles."

	P 8	"Tento trazer curiosidades matemáticas, histórias interessantes sobre matemáticos para tornar as aulas mais atrativas."
	P 15	"Incluo jogos e competições matemáticas para tornar a aprendizagem mais dinâmica e menos estressante."
<b>SUB 5B:</b> Impacto da Rotatividade de Professores	P 2	"Aqui tem muita rotatividade de professor... então isso atrapalha bastante o processo porque cada professor tem uma maneira de trabalhar."
	P 12	"A constante mudança de professores é um desafio, mas tento manter um padrão nas minhas turmas para não confundi-los."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No Quadro 15 estão apresentados os dados da Categoria 6: Gestão de comportamento em sala.

Quadro 15 - Resultados da AC dos professores - Categoria 6

Entrevistas com os professores		Categoria 6: <b>Gestão de comportamento em sala</b>
Subcategoria	Respondente	Frase
<b>SUB 6A:</b> Técnicas de Gestão Comportamental	P 8	"O barulho é um problema constante, o que dificulta muito a concentração dos alunos."
	P 9	"Frequentemente tenho que intervir para manter a disciplina, o que me obriga a ser muito firme às vezes."
	P 14	"Minhas técnicas de gestão de classe incluem muita conversa e acordos com os alunos sobre o que esperamos uns dos outros."
<b>SUB 6 B:</b> Resposta Educacional a Comportamentos Desafiadores	P 6	"Eles têm muita dificuldade porque eles não têm base... então, tem essa dificuldade comportamental que eles têm."
	P 10	"Algumas vezes, a agitação é tanta que preciso parar a aula para reestabelecer a ordem."
	P 15	"Quando o comportamento disruptivo é muito, às vezes uso pequenas recompensas para incentivar a boa conduta."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Após a análise das informações extraídas das entrevistas com os professores, correlacionadas às categorias e subcategorias geradas a partir dos temas abordados pelos professores, foram criadas Recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática, que são:

1) Recomendações - Categoria 1: Uso de Tecnologia em Sala de Aula

- **SUB 1A:** Incentivar investimentos em tecnologias que são acessíveis e adequadas às necessidades dos alunos, promovendo treinamento para os professores sobre como utilizar esses recursos para facilitar o aprendizado individualizado.

- **SUB 1B:** Promover o uso regular de tecnologia em sala de aula por intermédio de plataformas que ofereçam feedback imediato e adaptativo, ajudando a reduzir a ansiedade por meio de uma experiência de aprendizagem mais controlada e personalizada.

2) Recomendações Categoria 2: Metodologias de Ensino

- **SUB 2A:** Adotar métodos inovadores, como salas de aula invertidas e aprendizado baseado em jogos, que mostram potencial em neurociência para melhorar a atenção e a retenção de informações.

- **SUB 2B:** Fomentar práticas colaborativas que permitam aos alunos trabalhar em grupos para resolver problemas, reduzindo a pressão individual e aumentando a compreensão por intermédio da discussão e do apoio mútuo.

3) Recomendações Categoria 3: Desafios e Barreiras no Ensino de Matemática

- **SUB 3A:** Desenvolver programas de reforço que abordem diretamente as deficiências de base em matemática com métodos apoiados pela neurociência, como visualizações interativas e manipulativas.

- **SUB 3B:** Implementar estratégias para reduzir as distrações em sala, como a criação de regras claras de comportamento e o uso de barreiras físicas ou acústicas para minimizar o ruído.

4) Recomendações Categoria 4: Adaptações para Necessidades Especiais

- **SUB 4A:** Integrar tecnologias assistivas e métodos de ensino que sejam inclusivos para alunos com deficiências, utilizando insights da neurociência sobre como diferentes cérebros aprendem.

- **SUB 4B:** Oferecer formação específica para professores sobre como criar e utilizar materiais didáticos individualizados que atendam às necessidades de alunos com dificuldades de aprendizagem.

5) Recomendações Categoria 5: Engajamento e Motivação Estudantil

- **SUB 5A:** Utilizar estratégias que aumentem o engajamento dos alunos, como gamificação e aprendizado baseado em projetos, que são métodos eficazes segundo estudos em neurociência para aumentar a motivação.

- **SUB 5B:** Abordar o impacto da rotatividade de professores desenvolvendo um sistema de mentorias que assegure continuidade e consistência no ensino, ajudando a manter um ambiente de aprendizado estável e motivador.

6) Recomendações Categoria 6: Gestão de Comportamento em Sala

- **SUB 6A:** Capacitar professores em técnicas de gestão comportamental que sejam baseadas em evidências de como o cérebro responde ao estresse e à disciplina.

- **SUB 6B:** Implementar políticas de intervenção precoce que identifiquem e tratem comportamentos desafiadores antes que eles se tornem disruptivos, usando técnicas de regulação emocional e de atenção consciente.

Na seção seguinte serão avaliados os dados colhidos durante as entrevistas com os estudantes.

#### **4.4.2 Análise das entrevistas com os estudantes**

Utilizando-se os estágios para a Análise de Conteúdos apresentada por Braun e Clarke (2006) foram seguidas as mesmas etapas da análise das entrevistas com os professores. No estágio inicial, desenvolveu-se uma matriz de síntese para facilitar a análise das transcrições das entrevistas e o registro das primeiras impressões. No segundo passo, os aspectos relevantes do conteúdo foram codificados. Em seguida, na terceira fase, esses elementos foram organizados em temas. Na quarta etapa, um mapa temático foi elaborado, visando o aprimoramento das informações na fase subsequente, que culminaria na Elaborado do relatório final.

Seguindo este roteiro, os temas que surgiram a partir da análise das transcrições das entrevistas com os estudantes foram:

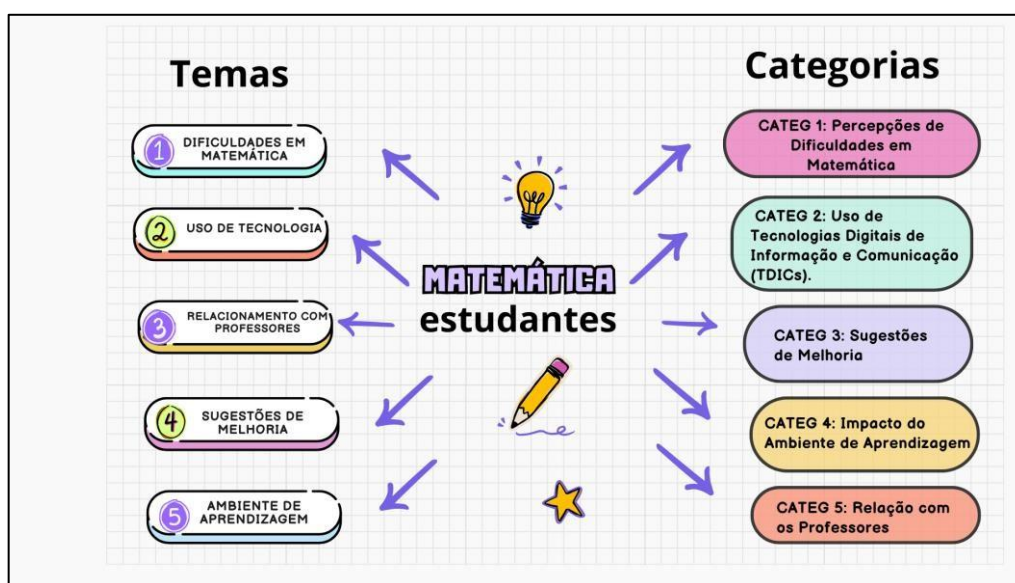
- a) dificuldades em matemática;
- b) uso de tecnologia;
- c) relacionamento com professores;
- d) sugestões de melhorias;
- e) ambiente de aprendizagem.

Fazendo parte da quarta etapa da AC, a partir da definição dos temas e análise das transcrições foram criadas as categorias de análise que são: 1) percepções de dificuldades em

matemática; 2) uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação TDIC's; 3) sugestões de melhoria; 4) impacto do ambiente de aprendizagem e, 5) relação com os professores.

De acordo com Braun e Clarke (2006), para a etapa de representação pode ser utilizado tabelas ou mapas mentais. A Figura 32 apresenta, por meio de um mapa temático, os temas e categorias decorrentes desta análise temática.

Figura 32 - Temas e Categorias da Análise temática (entrevistas com estudantes)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Para a indicação do relatório final com as informações da AC triangulando os dados das entrevistas com os estudantes, os temas e, também, as categorias apontadas, utilizou-se quadros em que pode-se identificar a associação entre as respostas dos estudantes e as categorias temáticas. A fim de preservar a identidade dos estudantes foram utilizados os pseudônimos E1, E2 e subsequentemente, representando estudante 1, estudante 2 e assim por diante. Os quadros foram criados de acordo com as categorias, que, nesta etapa de análise, são 5.

No Quadro 16 demonstra-se os dados relacionados à categoria 1 Percepções de dificuldades em matemática.

Quadro 16 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 1

Entrevistas com os estudantes		Categoria 1: <b>Percepções de dificuldades em matemática</b>
Subcategoria	Respondente	Frase
SUB 1 A - <b>Dificuldades com Conceitos Específicos:</b> Muitos alunos mencionam	E 1	“Cálculo algébrico que a gente está estudando no momento. Eu sei que o professor já falou muitas vezes que é um conteúdo que a gente vai levar muito para a frente, ensino médio, cálculo algébrico, mas eu preciso



conceitos matemáticos específicos com os quais têm dificuldades, como frações, equações e geometria.		me esforçar bastante, é o que eu tenho mais dificuldade no momento."
	E 2	"raiz quadrada...mas não lembro bem dos nomes, não tenho certeza."
	E 4	"Agora eu tô com um pouco de dificuldade na matéria nova... equações por troca de...substituições de primeiro grau."
	E 5	"A dificuldade em matemática é os números romanos que a gente aprendeu no início do ano e uma fórmula que tem a ver com os números romanos, mas eu não sei o nome. E frações também."
	E 6	"divisão de frações, expressões numéricas com frações, expressões numéricas com muitos algarismos."
	E 7, E 14	"nenhum"
	E 8, E 24, E 34	"frações"
	E 9, E 10	"porcentagem"
	E 11	"Funções do segundo grau, geometria espacial."
	E 12	"Báskara."
	E 13	"números decimais"
	E 15	"inequações"
	E 16	"frações, porcentagem"
	E 17, E 30	"potenciação"
	E 18	"Todo o restante." (exceto Potenciação e equação)
	E 19	"No momento não tive dificuldade."
	E 20	"Funções, probabilidade".
	E 21	"Tabuada"
	E 22	"Tabuada e frações"
	E 23	"Números decimais"
E 25, E 27	"Divisão"	
E 26	"Monômios, polinômios"	
E 28	"Quase todos tirando trigonometria e porcentagem."	
E 29	"Raiz quadrada."	
E 31	"Equações do segundo grau."	

	E 32	"decorar as fórmulas da área do círculo, do retângulo"
	E 33	"Teorema de Tales"
	E 35	"geometria"
	E 36	"álgebra"
	E 37	"cálculo"
	E 38	"Tenho dificuldades em quase toda a matemática."
	E 39	"logaritmos"
	E 40	"trigonometria"
	E 41	"estatística"
	E 42	"frações complexas"
	E 43	"Não entendo bem a matemática no geral."
	E 44	"probabilidade"
	E 45	"cálculos avançados"
	E 46	"Tenho problemas para entender os conceitos matemáticos básicos."
	E 47	"operações com polinômios"
	E 48	"geometria espacial"
	E 49	"sistemas de equações"
	E 50	"A matemática em geral é um desafio para mim."
<b>SUB 1 B - Dificuldades Gerais de Compreensão:</b> Alguns alunos expressam uma dificuldade geral com matemática, indicando um problema mais amplo na compreensão dos princípios matemáticos.	E 1	"Eu tenho problema de interpretação, eu tenho dificuldade em português e acredito que isso atrapalha em outras disciplinas."
	E 3	"Não é muita, claro, mas é com matemática e física (bastante)."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

O Quadro 17 apresenta os dados referentes à Categoria 2 Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's).

Quadro 17 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 2

Entrevistas com os estudantes		Categoria 1: <b>Percepções de dificuldades em matemática</b>
Subcategoria	Respondente	Frase
<b>SUB 2 A - TDIC's para Tarefas Específicas:</b> Os alunos mencionam o uso de TDIC's, como calculadoras em telefones móveis e <i>Chromebooks</i> , mas principalmente para tarefas específicas ou apenas ocasionalmente.	E 5	"Mas na aula de apoio, no outro turno, a professora não usa nada digital mas usa jogos e a gente aprende bastante com isso."
	E 9	"Às vezes a professora deixa a gente usar a calculadora do celular, mas é bem de vez em quando."
	E 11	"Na hora de exercícios ela deixa usar a calculadora no celular."
	E 12	"Na hora dos exercícios ela deixa a gente usar a calculadora no celular, mas é só isso. Pesquisa ela nunca deixa, geralmente é só calculadora. De todos os anos, esse ano foi a primeira vez que a gente pode usar o celular para fazer uma pesquisa, foi aquele dia que a professora estava na sala para assistir a nossa aula."
	E 23	"Sim, ela usa mais para pesquisa... ela entrega o Chromebook e a gente pode usar na aula."
	E 26	"Sim, em uma aula que usamos Chromebook para montar gráficos."
	E 30	"Só para fazer a chamada ela usa o celular. A professora usa Mind Lab, o jogo Cores e Formas."
<b>SUB 2 B - Limitações no Uso de TDIC's:</b> Vários alunos apontam que os TDIC's são usados de forma limitada ou não são utilizados em suas aulas de matemática, o que pode ser visto como uma limitação na aplicação da tecnologia na educação.	E 1	"Não, na aula de matemática não. Em nenhum conteúdo de matemática é usada".
	E 2	"Matemática não. Às vezes a gente utiliza em inglês, a gente utiliza em história e em português eu acho, não tenho certeza."
	E 7	"Na matemática não usam, só para chamadas. Nas outras disciplinas, que não sejam matemática usam, para fazer trabalhos e, de vez em quando, para pesquisar alguma coisinha."
	E 13	"Às vezes, por causa que, quando o aluno faz uma pergunta para o professor e ele não sabe o que responder ele pesquisa no celular, mas a gente não usa na sala não."
	E 35	"A gente não usa muito a tecnologia na sala de aula."
	E 36	"Não usamos TDIC's em matemática."
	E 42	"Quase não usamos tecnologia, o que poderia ajudar."
	E 48	"A sala de aula tem poucos recursos tecnológicos disponíveis."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Levando-se em consideração as colocações de Navarro-Ibarra *et al.* (2017), ao afirmarem que o uso da tecnologia pode afetar positivamente as atitudes dos alunos em relação ao aprendizado de matemática, e, reconhecendo que, para este público alvo de professores, o uso das TDIC's ainda não é efetivo, assim como a utilização de metodologias ativas ainda é escassa, nesta pesquisa de tese, este é um tema que requer especial atenção.

No Quadro 18 demonstra-se as informações sobre a Categoria 3 Sugestões de melhoria.

Quadro 18 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 3

Entrevistas com os estudantes		Categoria 3: <b>Sugestões de melhoria</b>
Subcategoria	Respondente	Frase
<p><b>SUB 3 A - Métodos de Ensino Inovadores:</b> Alunos sugerem métodos de ensino mais envolventes, incluindo o uso de jogos, exemplos práticos e tecnologia para ajudar a entender conceitos difíceis. Alguns alunos citaram os métodos inovadores que os seus professores utilizam.</p>	E 6	"Explicar mais e pegar formas diferentes de fazer essa conta, de uma maneira que o aluno entendesse de uma forma mais fácil."
	E 11	"Poderíamos criar um jogo de memória."
	E 12	"Talvez um jogo de memória para toda a matemática em si, mas que possuísse a fórmula da Báskara."
	E 16	"Eu passaria bastante atividades e reforçaria sempre o assunto que os alunos têm dificuldades, usaria jogos, outras dinâmicas mais divertidas para o pessoal entender, prestar mais atenção."
	E 17	"Eu gostaria que eles usassem problemas para explicar os macetes, as fórmulas, não só contas."
	E 21	"A professora P 10 trabalha com a gente a Torradinha para ajudar na tabuada."
	E 22	"A professora trabalha com a gente a Torradinha, ela fala o número e a gente tem que falar o resultado, por exemplo, 6 vezes 6, e a gente tem q escrever o resultado. A gente tem que entregar para ela o resultado".
	E 25	"A professora passa filmes e atividades de algumas matérias."
	E 27	"Eu daria atividades diferentes tipo jogos que falassem sobre isso, tentaria explicar melhor, usaria as TDIC's com <i>sites</i> com jogos de matemática para isso."
	E 29	"Eu gosto bastante de trabalhar em cartaz, então eu teria que pesquisar bastante e faria trabalhos em cartaz e em grupo e faria para apresentar."
	E 32	"Eu acho que colocando as fórmulas matemáticas nas paredes e jogando também pode ajudar."
	E 33	"usar jogos."

	E 34	"de uma forma mais divertida e dinâmica... explica e faz junto com o aluno."
	E 40	"Sugiro o uso de aplicativos para melhorar a compreensão da trigonometria."
	E 44	"Seria útil se usássemos mais exemplos práticos e reais para entender melhor."
<b>SUB 3 B - Aumento de Apoio Pedagógico:</b> Sugestões para um aumento do suporte dos professores por meio de explicações mais claras, ensino mais paciente e uso de materiais didáticos variados.	E 1	"Bom, quase todos os dias, em algumas disciplinas, geografia, português, às vezes matemática, a gente tem os 10 primeiros minutos do primeiro período para ler."
	E 15	"Os professores poderiam se aprofundar um pouco mais no conteúdo porque tem colegas se sentem mal de perguntar."
	E 37	"Os professores poderiam ser mais pacientes e passar mais tempo explicando."
	E 43	"Gostaria de mais tempo de aula e mais apoio individual."
	E 49	"Os professores poderiam oferecer mais sessões de tutoria para os alunos."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

O próximo item, Quadro 19 traz as informações com referência à Categoria 4 Impacto do Ambiente de Aprendizagem.

Quadro 19 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 4

Entrevistas com os estudantes		Categoria 4: <b>Impacto do Ambiente de Aprendizagem</b>
Subcategoria	Respondente	Frase
<b>SUB 4 A - Distrações na Sala de Aula:</b> Alguns alunos discutem como as distrações no ambiente da sala de aula, como barulho e comportamento de outros alunos, impactam sua capacidade de concentrar e aprender.	E 3	"Eu preciso de muita atenção do professor e na sala tem muito barulho e daí eu não consigo prestar atenção."
	E 4	"Eu sento no fundo porque eu sou alta então, acaba o pessoal do fundo conversando muito, e então eu me distraio, me disperso, acabo não prestando muita atenção na aula."
	E 8	"Eu que não consigo entender às vezes."
	E 28	"Para mim a aula dela é a melhor, então o problema sou eu. Os alunos falam sem parar, para mim fica difícil."

	E 38	"Há muita conversa e barulho, o que dificulta a concentração."
<b>SUB 4 B - Estrutura Física e ambiental da Sala:</b> Problemas com a configuração física da sala de aula, como arranjo dos assentos e acesso aos recursos, são mencionados como fatores que afetam o aprendizado.	E 1	"Em outras disciplinas a gente vai para a sala de informática. A gente já foi para geografia, história, ciências."
	E 20	"Eu acho que ela deveria colocar os que estão atrapalhando para fora, mas ela ainda dá a opção deles ficar quieto para as outras pessoas entenderem mas eles não colaboram."
	E 46	"A disposição da sala dificulta a visibilidade do quadro e a audição das explicações."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

E, por fim, o Quadro 20 divulga os resultados da AC quanto à Categoria 5 Relação com os professores.

Quadro 20 - Resultados da AC dos estudantes - Categoria 5

Entrevistas com os estudantes		Categoria 5: <b>Relação com os professores</b>
Subcategoria	Respondente	Frase
<b>SUB 5 A - Comunicação Efetiva:</b> Os alunos valorizam explicações claras e calmas dos professores, indicando a necessidade de uma comunicação eficaz no ensino.	E 10	"Eu acho que é mais de mim, não da professora. Eu tentaria explicar da forma mais fácil possível, com um desenho talvez, para ajudar os alunos."
	E 18	"Eu utilizaria o modo mais fácil dos jovens entenderem com a tecnologia mesmo, porque hoje é mais fácil a gente prestar atenção no celular do que o professor falando."
	E 28	"Para mim a aula dela é a melhor, então o problema sou eu. Os alunos falam sem parar, para mim fica difícil."
	E 41	"Os professores deveriam explicar melhor e mais calmamente."
	E 50	"Gostaria que os professores fossem mais claros e diretos nas suas explicações."=
<b>SUB 5 B - Suporte Emocional e Encorajamento:</b> O suporte emocional e o encorajamento dos professores são destacados como cruciais para o	E 1	"Quase todos os dias, em algumas disciplinas, geografia, português, às vezes matemática, a gente tem os 10 primeiros minutos do primeiro período para ler, então a gente pega uma caixa de livro na biblioteca e lê durante 10 minutos, e todo mundo lê. Eu acho que isso é muito bom, porque ajuda muito na interpretação né, se fosse assim, 10 minutos por dia em cada dia da semana seriam 50 minutos."

entendimento e a confiança dos alunos.	E 3	"Eu fico muito nervosa quando eu não entendo alguma coisa. Ai se o professor entender, se ele está calmo, ele consegue explicar com calma, bem direitinho, isso me ajuda muito."
	E 19	"Sobre a escola o que eu gosto muito é o apoio psicológico para os alunos, a escola não bota muita pressão assim nos alunos, então a escola está assim, ajudando a gente no ensino."
	E 39	"Preciso de mais encorajamento e apoio emocional para enfrentar os desafios matemáticos."
	E 47	"Preciso de mais encorajamento dos professores quando não entendo algo."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Em observação aos resultados das análises realizadas com as entrevistas dos estudantes associados às categorias e subcategorias criadas por suas respostas apresentados nessa sessão, as possíveis recomendações que, utilizando por fundamento os princípios da neurociência, e tendo por objetivo mitigar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática, seriam:

**CATEG 1:** Percepções de Dificuldade em Matemática - Recomendações:

**Sub 1 A** - Dificuldades com Conceitos Específicos

- a) Implementar tutoriais interativos com realidade aumentada para explicar conceitos complexos de matemática.
- b) Desenvolver recursos didáticos adaptados para diferentes estilos de aprendizagem, visando aclarar conceitos matemáticos desafiadores.

**Sub 1 B** - Dificuldades Gerais de Compreensão

- a) Utilizar programas de ensino adaptativos que ajustem a dificuldade dos problemas conforme o progresso do aluno.
- b) Incorporar sessões de *mindfulness* antes das aulas para preparar mentalmente os alunos, aumentando o foco.

**CATEG 2:** Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) - Recomendações:

**Sub 2 A** - TDIC's para Tarefas Específicas a) Integrar aplicativos de aprendizado baseados em gamificação para reforçar conceitos matemáticos.

b) Utilizar dispositivos de monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca para identificar e gerenciar a ansiedade dos alunos em tempo real.

**Sub 2 B** - Limitações no Uso de TDIC's

a) Ampliar a implementação de plataformas interativas que ofereçam feedback personalizado e imediato.

**CATEG 3:** Sugestões de Melhoria - Recomendações:**Sub 3 A** - Métodos de Ensino Inovadores

a) Incluir jogos matemáticos e problemas do mundo real para aplicar conceitos de forma tangível.

b) Promover atividades práticas que envolvam os alunos em aprendizado experiencial.

**Sub 3 B** - Aumento de Apoio Pedagógico

a) Oferecer treinamento contínuo para professores em técnicas de neurociência educacional.

b) Capacitar professores em estratégias para reconhecer e abordar a ansiedade matemática.

**CATEG 4:** Impacto do Ambiente de Aprendizagem - Recomendações:**Sub 4 A** - Distrações na Sala de Aula:

a) Implementar estratégias focadas na minimização de elementos disruptivos e na promoção de um ambiente de aprendizagem mais focado. Como, por exemplo, estabelecer regras específicas para o uso de dispositivos eletrônicos, limitando-os a atividades relacionadas às aulas ou definindo horários específicos para seu uso.

**Sub 4 B** - Estrutura Física da Sala

a) Reorganizar o *layout* da sala de aula para facilitar a interação e a colaboração entre os alunos.

**CATEG 5:** Relação com os Professores - Recomendações:**Sub 5 A** - Comunicação Efetiva

a) Treinar professores para usar linguagem clara e acessível ao explicar conceitos matemáticos.

**Sub 5 B** - Suporte Emocional e Encorajamento

a) Desenvolver programas de mentoring e coaching para professores focados em suporte emocional.

b) Instruir professores a fornecer *feedback* positivo e imediato durante as atividades matemáticas para aumentar a confiança dos alunos.



Essas recomendações estão em conformidade com os objetivos específicos desta pesquisa e incorporam percepções das entrevistas para sugerir intervenções práticas que podem ser utilizadas na aplicação dos princípios da neurociência na educação matemática.

#### 4.4.3 Análise dos estudos da Quarta Revisão Integrativa da Literatura

A Revisão Integrativa da Literatura utilizada para fazer parte da triangulação de dados constituintes das Recomendações desta pesquisa, utilizou como *string* de busca, inicialmente: ((“ansiedade” OR “*anxiety*”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“*mathematical learning*”)) e, na sequência, buscando atingir estudos com foco na redução da ansiedade matemática, a *string* foi aperfeiçoada para: ((“ansiedade” OR “*anxiety*”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“*mathematical learning*”) AND (“redução”) OR (“*reducing*”)). Foram pesquisadas, nas duas situações, documentos disponibilizados via *open access*. A partir da leitura completa dos 42 documentos resultantes da Revisão Integrativa da Literatura o grupo de estudos foi reduzido a 30, tendo em vista semelhança de temas abordados. A partir desta definição aplicou-se a Análise temática nos 30 artigos com base na descrição das etapas indicadas por Braun e Clarke (2006). Conforme ressaltam Caregnato e Mutti (2006), esta análise pode ser quantitativa ou qualitativa sendo que, na abordagem quantitativa ela observará a frequência das características repetidas no conteúdo do texto, já na avaliação qualitativa, seu papel passa a ser considerar a presença ou ausência de uma dada característica de conteúdo, ou um conjunto de características de conteúdo, em um determinado fragmento do texto. Ressaltam, também, que nesta análise o texto torna-se o meio de expressão do sujeito, e o analista por sua vez, deve procurar classificar as unidades de texto (palavras ou frases) que se repetem, buscando inferir uma expressão que as represente.

Com base nas etapas apresentadas por Braun e Clarke (2006) para a Análise temática, como primeiro estágio foi criada uma matriz de síntese com os principais dados dos documentos recuperados - título, autores, palavras-chave, resumo, introdução e conclusão. Tendo por base estas informações, em uma segunda etapa foram criadas as categorias, codificando os dados de forma sistemática.

As categorias criadas encontram-se apresentadas no Quadro 21.

Quadro 21 - Categorias de estudos identificadas

<b>Categoria</b>	<b>Identificação</b>
CATEG 1	Impacto emocional e psicológico da ansiedade matemática
CATEG 2	Intervenções e estratégias pedagógicas para a redução da ansiedade matemática
CATEG 3	Desempenho acadêmico e cognitivo
CATEG 4	Suporte pedagógico, educacional e ambiental
CATEG 5	Pesquisas e metodologias de ensino inovadoras

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Em fase posterior da Análise temática, a fim de agrupar os temas similares, cada uma das categorias foram subdivididas em subcategorias, que ajudam a detalhar e especificar as intervenções e abordagens dentro de cada área principal, permitindo uma análise mais aprofundada dos dados e uma melhor compreensão das diversas dimensões da ansiedade matemática e seu tratamento. São elas:

**CATEG 1:** Impacto emocional e psicológico da ansiedade matemática

Subcategorias:

**SUB 1A** - Efeitos Cognitivos: Como a ansiedade afeta processos cognitivos como atenção e memória;

**SUB 1B** - Confiança e Proficiência: Relação entre ansiedade matemática e autoeficácia dos alunos. Além de intervenções em sala de aula, é importante oferecer suporte emocional e psicológico individualizado aos estudantes que enfrentam ansiedade matemática significativa. Podem ser implementados programas de apoio psicológico para estudantes, como sessões de aconselhamento, para discutir a ansiedade matemática e desenvolver estratégias de enfrentamento. Além disso, podem ser realizados *workshops* ou sessões de *coaching* para estudantes e professores sobre como reconhecer e gerenciar a ansiedade matemática.

**CATEG 2:** Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade

**SUB 2A** - Técnicas de Relaxamento: abrangendo tanto técnicas específicas de redução de ansiedade quanto métodos pedagógicos inovadores que contribuem para este fim. Podem ser utilizados estudos sobre *mindfulness*, *biofeedback*, e outras técnicas para gerenciar

ou reduzir a ansiedade específica à matemática, ensinando os alunos a controlar suas respostas fisiológicas à ansiedade.

**SUB 2B** - Avaliação Formativa: Utilizar métodos de avaliação que valorizam diferentes formas de expressão e compreensão matemática pode reduzir a pressão sobre os estudantes e promover uma cultura de aprendizagem mais inclusiva.

### **CATEG 3:** Desempenho acadêmico e cognitivo

**SUB 3A** - Metodologias de Ensino: Como diferentes abordagens pedagógicas afetam o aprendizado. Adotar estratégias de ensino diferenciadas que se alinhem com a teoria da carga cognitiva, ajustando o nível de desafio às capacidades individuais dos alunos para evitar sobrecarga.

**SUB 3B** - Fatores Cognitivos: Impacto da ansiedade em funções cognitivas específicas. Aplicar técnicas de aprendizagem baseadas em evidências neurocientíficas para melhorar a atenção e a memória, como mnemônicos e métodos de repetição espaçada.

### **CATEG 4:** Suporte pedagógico, educacional e ambiental

**SUB 4A** - Ambiente Colaborativo: Promover trabalho em equipe e suporte entre pares.

**SUB 4B** - Recursos Ambientais: Influência do espaço físico e recursos disponíveis no manejo da ansiedade. Criar um ambiente de sala de aula que incentive a colaboração e o apoio entre colegas, promovendo um clima de aprendizagem positivo.

**SUB 4C** - Fornecer treinamento baseado em neurociência para professores, capacitando-os a reconhecer e apoiar estudantes com ansiedade matemática.

### **CATEG 5:** Pesquisas e metodologias de ensino inovadoras Subcategorias:

**SUB 5A** - Tecnologia na Educação: Uso de ferramentas digitais e plataformas *online* para o ensino de matemática.

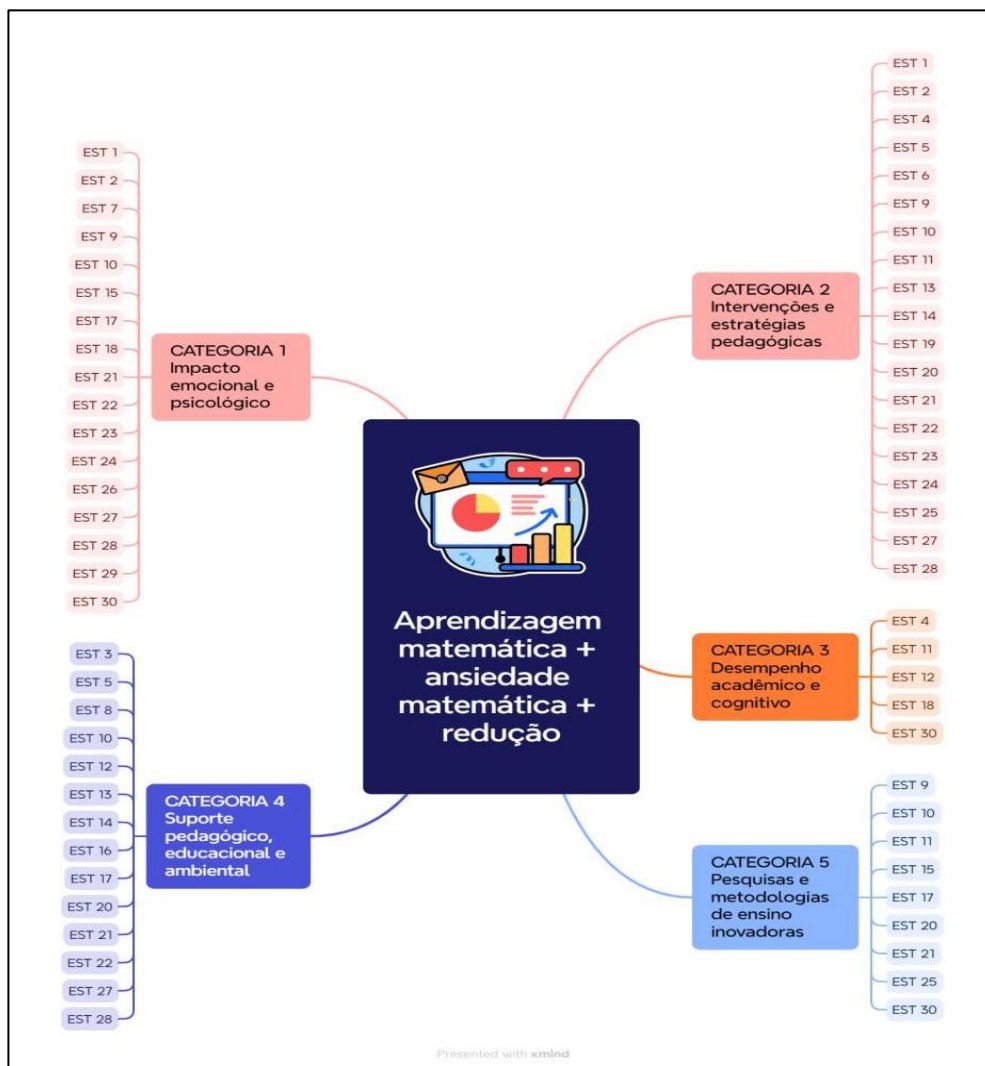
**SUB 5B** - Aprendizado Contextualizado: Atividades que conectam a matemática com aplicações práticas do mundo real.

**SUB 5C** - Jogos educacionais e Gamificação: Uso de elementos de jogos para aumentar o engajamento e reduzir a ansiedade.

Como sendo parte constituinte da Análise temática indicada por Braun e Clarke (2006), e buscando produzir o relatório final desta análise, na Etapa 5 as categorias foram identificadas a partir da análise dos textos do *portfólio* e, desta forma, no Apêndice E (Quadro 33) apresenta-se o título, ano e autores de cada um desses estudos. Complementando esta análise, no Apêndice I está disponível o Quadro 35 que demonstra a associação que foi realizada entre as Categorias, Subcategorias e os estudos desta Revisão Integrativa.

A fim de apresentar graficamente a relação existente entre os 30 estudos da quarta Revisão Integrativa e as categorias, associação apresentada detalhadamente no Quadro 33, na Figura 33 demonstra-se por intermédio de um mapa mental os relacionamentos que ocorreram entre os estudos (que aparecem em diferentes categorias) e as categorias com os temas abordados nestas pesquisas.

Figura 33 – Mapa mental – Categorias e Temas (RI)

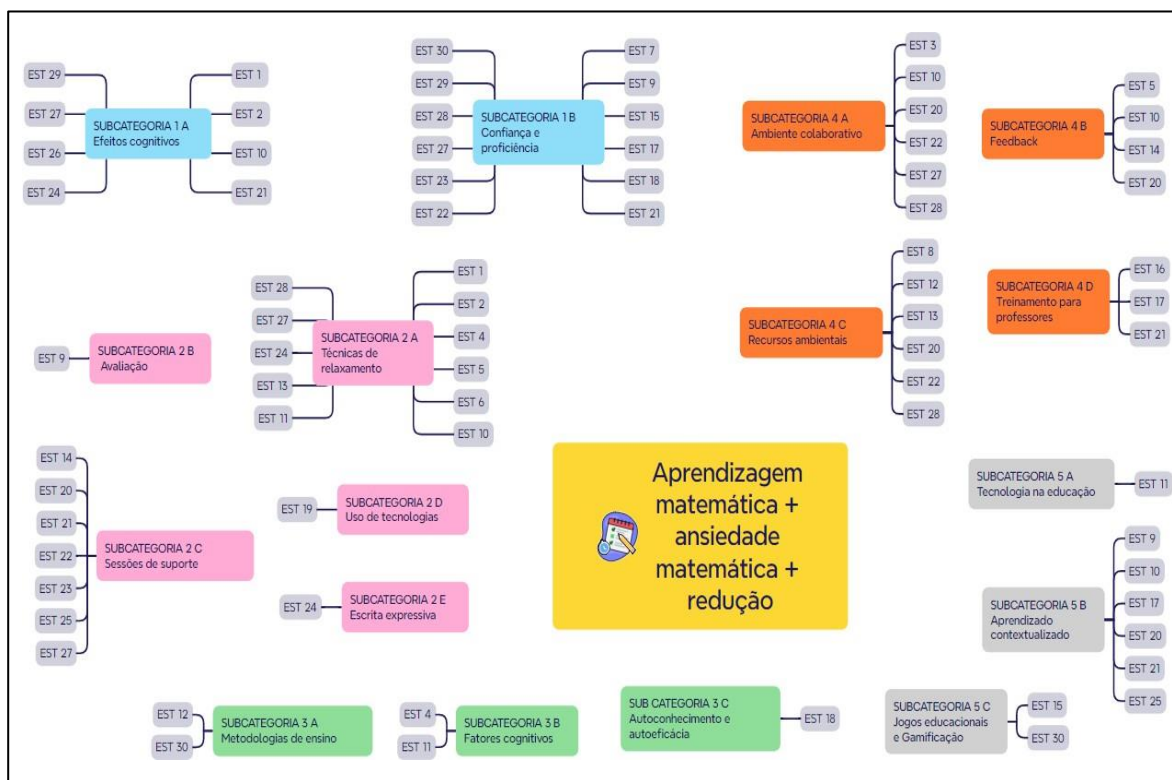


Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como pode-se perceber na Figura 34 as três maiores incidências foram: a Categoria 2 (Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade) foi a que mais esteve presente nos estudos avaliados (19 estudos). Após, a Categoria 1 (Impacto emocional e psicológico da ansiedade matemática) obteve o segundo maior número de citações (17 estudos), seguida pela Categoria 4 (Suporte pedagógico, educacional e ambiental) que foi citada em 14 estudos.

Em análise posterior, ressaltando as subcategorias apresentadas no Apêndice I (Quadro 35), na Figura 34 apresenta-se a representação das 17 subcategorias e os estudos em que foram identificadas.

Figura 34 - Mapa mental – Subcategorias e Temas (RI)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No que identifica-se visualmente, as três subcategorias mais relacionadas aos estudos foram: a subcategoria SUB 1 B (Confiança e proficiência) com 12 identificações, a subcategoria 2 A (Técnicas de relaxamento) com 11 relações e, no terceiro lugar, a subcategoria 1 A (Efeitos cognitivos), com 8 associações aos estudos em análise. Da mesma forma que na figura que apresenta as categorias (Figura 34) aqui pode-se reconhecer que os estudos foram citados em diferentes momentos, confirmando que os temas relacionam-se entre si.

Tendo em vista os dados colhidos nesta Revisão Integrativa, foram geradas as recomendações sugeridas, de acordo com as Categorias e Subcategorias utilizadas para as análises, que são:

**CATEG 1: Impacto Emocional e Psicológico da Ansiedade Matemática**

**SUB 1 A: Efeitos Cognitivos - Recomendações:**

- Promover treinamentos e *workshops* para professores sobre os efeitos da ansiedade na cognição, enfatizando estratégias para reconhecer e abordar a ansiedade em sala de aula a fim de minimizar seu impacto na atenção e memória dos alunos.
- Oferecer formação contínua aos professores em estratégias neuroeducacionais e socioemocionais, equipando-os para melhor apoiar os alunos com ansiedade matemática.

**SUB 1 B: Confiança e Proficiência - Recomendações:**

- Implementar programas de mentorias e tutorias entre pares, que podem ajudar a aumentar a autoeficácia dos alunos em matemática, reduzindo a ansiedade e promovendo uma atitude mais positiva em relação ao aprendizado da disciplina.

**CATEG 2: Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade**

**SUB 2 A: Técnicas de Relaxamento - Recomendações:**

- Integrar práticas de *mindfulness* e *biofeedback* no currículo de matemática, com sessões regulares antes ou durante as aulas para ajudar os alunos a gerenciar o estresse e a ansiedade.

**SUB 2 B: Avaliação Formativa - Recomendações:**

- Adotar métodos de avaliação formativa contínua que enfatizem o crescimento e o aprendizado ao invés da penalidade por erros, para reduzir a pressão e incentivar a exploração matemática sem medo.
- Utilizar avaliações formativas contínuas e fornecer *feedback* construtivo que enfatize a compreensão conceitual e aprofundada da matemática, ao invés de focar somente em tarefas procedimentais.

**CATEG 3: Desempenho Acadêmico e Cognitivo**

**SUB 3 A: Metodologias de Ensino - Recomendações:**

- Explorar e implementar abordagens pedagógicas alternativas, como aprendizado baseado em projetos ou aprendizado invertido, que podem facilitar a compreensão e a retenção de conceitos matemáticos complexos.

- Adotar estratégias de Ensino Adaptativo que ajustem o ritmo e o estilo de ensino às necessidades individuais dos alunos, empregando tecnologias educacionais para personalizar o aprendizado.
- Aplicar técnicas de aprendizagem Baseadas no Cérebro que são conhecidas por serem eficazes com base na neurociência cognitiva, como aprendizagem espaçada e intercalada, para melhorar a retenção e compreensão.
- Encorajar a aprendizagem mediante Projetos de Matemática Baseados em Problemas do Mundo Real, tendo em vista que a aprendizagem baseada em problemas que contextualizam a matemática dentro de situações da vida real, promovem uma compreensão mais profunda e relevante sobre os conteúdos abordados.

**SUB 3 B: Fatores Cognitivos - Recomendações:**

- Desenvolver e aplicar ferramentas diagnósticas para avaliar como a ansiedade afeta funções cognitivas específicas em matemática, permitindo intervenções mais direcionadas.
- Realce do Processamento Cognitivo - Integrar atividades que promovam a codificação dual, como as que combinam elementos visuais e verbais, o que pode ajudar na absorção de conceitos matemáticos complexos.

**CATEG 4: Suporte Pedagógico, Educacional e Ambiental**

**SUB 4 A: Ambiente Colaborativo - Recomendações:**

- Promover uma cultura de colaboração e suporte mútuo, incentivando grupos de estudo e projetos colaborativos que podem ajudar a reduzir a ansiedade individual e melhorar o desempenho acadêmico.
- Implementar programas de suporte psicoeducacional que informem os alunos sobre a ansiedade matemática, suas causas, efeitos, e estratégias de enfrentamento, como parte de uma educação socioemocional.

**SUB 4 B:** Recursos Ambientais - Recomendações:

- Reavaliar e adaptar a estrutura física das salas de aula para criar um ambiente de aprendizagem acolhedor e estimulante, que considere tanto as necessidades psicológicas quanto acadêmicas dos alunos.
- Criar uma atmosfera na sala de aula que promova a segurança psicológica e incentive a curiosidade e a exploração matemática sem medo do erro.
- Fomentar um ambiente colaborativo em sala de aula que valorize o suporte entre pares e professores, o que pode reduzir a ansiedade e melhorar as emoções relacionadas ao aprendizado de matemática.

**CATEG 5:** Pesquisas e Metodologias de Ensino Inovadoras**SUB 5 A:** Tecnologia na Educação - Recomendações:

- Aumentar o uso de tecnologias educacionais, como plataformas de aprendizagem adaptativa que personalizam a experiência de aprendizagem e ajudam a gerenciar a ansiedade ao permitir que os alunos progredam ao seu próprio ritmo.

**SUB 5 B:** Aprendizado Contextualizado - - Recomendações:

- Desenvolver currículos que conectem a matemática com aplicações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e diminuindo a ansiedade ao mostrar a utilidade dos conceitos matemáticos.

**SUB 5 C:** Jogos Educacionais e Gamificação - Recomendações:

- Incorporar elementos de Jogos Educacionais e gamificação nas aulas de matemática para aumentar o engajamento, proporcionar um ambiente de aprendizado divertido e reduzir a ansiedade associada ao estudo tradicional.
- Utilizar jogos educacionais e gamificação para tornar a aprendizagem matemática mais envolvente e menos intimidadora, aproveitando os sistemas de recompensa do cérebro para motivar os alunos.



## 5. TRIANGULAÇÃO DE DADOS E DESENVOLVIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES

Nos capítulos anteriores, foram coletados e analisados dados para investigar como as variáveis atenção, variabilidade da frequência cardíaca (VFC), ansiedade e processos cognitivos podem influenciar o processo de aprendizagem da matemática para estudantes dos anos finais do ensino fundamental. Neste capítulo, esses dados foram combinados e as informações foram cruzadas por intermédio da triangulação, permitindo a elaboração das recomendações preliminares.

Com o intuito de apresentar todas as categorias e subcategorias das coletas de dados deste estudo, englobando entrevistas com professores, entrevistas com estudantes, coleta de atenção com BPA, coleta da VFC e a Revisão Integrativa, foi criado o Quadro XX(denominado Quadro Especial) que encontra-se disponível no Apêndice J.

### 5.1 REFINAMENTO DAS RECOMENDAÇÕES

Para a etapa de refinamento das informações foram seguidas as etapas de Análise temática embasada teoricamente em Braun e Clarke (2006).

Inicialmente, realizando a leitura dos 30 artigos da Revisão Integrativa (estágio 1 da Análise temática) identificou-se os principais temas abordados:

- Melhorar a experiência psicológica na sala de aula;
- Intervenções centradas no apoio cognitivo ou na regulação das emoções;
- Sugerir estratégias de intervenção na redução da ansiedade matemática nos sistemas de formação inicial de professores;
- Utilizar medidas preventivas para minimizar a ansiedade matemática e ajudar a manter os níveis de bem-estar;
- Oferecer estratégias educacionais que devem ser pensadas para lidar com a saúde mental dos estudantes em situações estressantes;
- Reduzir a MA usando *mindfulness* e/ou *biofeedback*;
- Uso da história da matemática como ferramenta de ensino;
- Usar jogos educacionais e gamificação nas aulas de matemática.

Devido ao extenso conjunto de dados a serem analisados para conduzir as Recomendações preliminares a serem apresentadas ao Grupo focal, nesta etapa foi utilizada

uma Inteligência Artificial generativa, denominada ChatGPT© da OpenAI. Lançado em 2018, o GPT-1, primeiro modelo de linguagem de amplo alcance baseava-se em modelos transformadores generativos pré-treinados (GPT). Esta tecnologia utiliza uma grande quantidade de dados de conteúdo digital disponível publicamente, que são interpretados por meio de processamento de linguagem natural para ler e produzir textos semelhantes aos humanos em vários idiomas. Esses modelos podem demonstrar criatividade na escrita, desde um parágrafo até um artigo de pesquisa completo, além de serem capazes de conversar com o usuário de forma amigável e convincente (Fischer; Juliani; Bleicher, 2024).

Para o segundo estágio (gerar códigos iniciais) foi realizada interação com o ChatGPT-4, como apresentado no Apêndice K. Desta interação surgiram as seguintes diretrizes:

- **Diretriz 1:** Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) no Ensino de Matemática
- **Diretriz 2:** Metodologias de Ensino e Aprendizagem de Matemática/Metodologias de Ensino Inovadoras
- **Diretriz 3:** Fatores que Influenciam o Engajamento e a Motivação dos Estudantes em Matemática
- **Diretriz 4:** Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade
- **Diretriz 5:** Dificuldades e Desafios no Ensino e Aprendizagem de Matemática

Na etapa seguinte, foram agrupados todos os dados relevantes coletados neste estudo e distribuídos em cada diretriz. Cabe salientar que todas as categorias e subcategorias apresentadas no Quadro 36 Categorias e Subcategorias da Pesquisa (Quadro Especial – Apêndice J) foram contempladas, reafirmando a congruência de dados desta pesquisa.

Assim, como quarta fase da Análise temática, por meio desta triangulação de informações foram geradas as Recomendações preliminares a serem apresentadas ao Grupo focal para devida avaliação. Ao ser realizado o Grupo focal, foi concluída a análise com a geração de recomendações pós-avaliação dos especialistas, etapas a serem apresentadas na sequência.

## 5.2 PROPOSIÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES

No Quadro 22 são apresentadas as diretrizes nas quais foram distribuídas as recomendações preliminares de acordo com o texto inicial, ainda não avaliadas pelos

especialistas. Aponta-se que, nesta etapa, adotou-se o termo *diretriz* para denominar, em um nível mais global, as normativas principais que agrupam as recomendações relacionadas a uma mesma diretiva. Já as recomendações estão em um nível mais específico e, portanto, mais são mais executáveis do ponto de vista prático. A coluna à direita descreve os métodos que fizeram parte da triangulação e permitiram a formulação das recomendações. No Quadro 22 apresenta-se as Diretrizes e sua respectiva triangulação.

Quadro 22 – Diretrizes X Triangulação

<b>Diretriz</b>	<b>Triangulação</b>
<b>Diretriz 1:</b> Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) no Ensino de Matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<b>Diretriz 2:</b> Metodologias de Ensino e Aprendizagem de Matemática/Metodologias de Ensino Inovadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<b>Diretriz 3:</b> Fatores que Influenciam o Engajamento e a Motivação dos Estudantes em Matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<b>Diretriz 4:</b> Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Coleta de VFC,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<b>Diretriz 5:</b> Dificuldades e Desafios no Ensino e Aprendizagem de Matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Coleta de VFC</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No Apêndice L (Quadro 37) está disponível além da Proposição das recomendações preliminares, as cinco Diretrizes e suas Recomendações. Este foi o quadro apresentado aos especialistas que fizeram parte do Grupo Focal.

## 6 VERIFICAÇÃO DA CONSISTÊNCIA E COERÊNCIA DAS RECOMENDAÇÕES

Como definido por Freire (2013), as recomendações propostas oferecem uma síntese propositiva do que deve ser feito e como deve ser feito para solucionar o problema diagnosticado.

Sendo assim, neste capítulo aborda-se a Avaliação das recomendações preliminares que foi realizada por intermédio do Grupo Focal com especialistas da área temática desta pesquisa, último objetivo específico deste estudo.

### 6.1 AVALIAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES COM O GRUPO FOCAL

O Grupo Focal foi realizado na plataforma *Google Meet*, com data e hora previamente agendadas e acordadas entre os participantes. Foram disponibilizados três dias e horários distintos para que os participantes pudessem incluir esta atividade conforme suas agendas: segunda-feira às 19h, quarta-feira às 9h e quinta-feira às 16h. Antes da realização do Grupo Focal os participantes leram e assinaram o TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (disponível no Apêndice M), consentindo com a gravação tendo em vista a relevância das respostas para a Análise de dados.

Os participantes foram convidados por intermédio de *e-mail* e, neste momento receberam o resumo expandido da tese, tiveram acesso aos artigos já publicados durante a pesquisa e ao formulário no *Google Form's* contendo as perguntas sobre cada uma das recomendações. Foram convidados 16 especialistas, porém apenas 9 participaram. No grupo participante havia 14,3% com idade acima de 55 anos, 42,9% possuíam de 45 a 55 anos e 42,9% com idade entre 35 e 45 anos. Além disso, 71,4% dos especialistas eram do gênero feminino enquanto 28,6%, do gênero masculino. Dentre as formações dos participantes cita-se: Graduação em Ciências da Computação e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática; Graduação em Matemática (licenciatura); Graduação em *Design* e Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento; Graduação e Mestrado em Psicologia, Especialização em Neurociência; Graduação em Gestão de Tecnologia e Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento; Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática e Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Os nove participantes foram distribuídos entre os grupos, sendo que três pessoas participarem em cada grupo. As três reuniões seguiram um roteiro idêntico: inicialmente houve

a apresentação de um resumo das atividades realizadas durante a pesquisa de tese em *Power Point* (reafirmando o resumo expandido enviado aos participantes) e, na sequência, as Recomendações preliminares foram sendo apresentadas na tela para análise e discussão em conjunto. Todos os participantes puderam apresentar suas considerações a qualquer tempo.

Antes da participação no Grupo Focal *on-line* os especialistas responderam ao formulário com a análise das Recomendações preliminares (como demonstra o Apêndice N) porém apenas sete deles concluíram o preenchimento. A tabulação das respostas dos especialistas está discriminada no Quadro 23.

Quadro 23 – Respostas do Formulário para Especialistas (*Google Form's*)

REC.	A	A.P.A	A.I.A	N.A.	N.S.	Outros	T.A/R.V.
1.1	42,86%	42,86%	0	0	0	14,29%	85,71%
1.2	42,86%	42,86%	0	0	0	14,29%	85,71%
1.3	28,57%	71,43%	0	0	0	0	100%
1.4	14,29%	42,86%	14,29%	0	28,57%	0	71,43%
1.5	57,14%	28,57%	14,29%	0	0	0	100%
1.6	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
1.7	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
1.8	42,86%	28,57%	14,29%	0	28,57%	0	85,71%
1.9	42,86%	57,14%	0	0	0	0	100%
1.10	57,14%	42,86%	0	0	0	0	100%
2.1	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
2.2	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
2.3	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
2.4	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
2.5	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
2.6	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
2.7	57,14%	28,57%	0	0	28,57%	0	85,71%
2.8	71,43%	14,29%	0	0	14,29%	0	85,71%
2.9	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
2.10	57,14%	28,57%	0	0	14,29%	0	85,71%
2.11	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
2.12	57,14%	28,57%	0	0	0	14,29%	85,71%
2.13	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
3.1	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
3.2	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
3.3	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
3.4	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
3.5	71,43%	14,29%	0	0	0	14,29%	85,71%
3.6	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
3.7	71,43%	14,29%	0	0	0	14,29%	85,71%
3.8	71,43%	14,29%	0	0	0	14,29%	85,71%
3.9	42,86%	42,86%	0	0	14,29%	0	85,71%
3.10	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
3.11	71,43%	14,29%	0	0	0	14,29%	85,71%
3.12	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.1	57,14%	14,29%	0	14,29%	14,29%	0	85,71%
4.2	42,86%	14,29%	0	28,57%	14,29%	0	85,71%

4.3	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.4	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.5	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.6	57,14%	28,57%	0	0	14,29%	0	85,71%
4.7	28,57%	28,57%	0	28,57%	14,29%	0	85,71%
4.8	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.9	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.10	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.11	71,43%	14,29%	0	0	14,29%	0	85,71%
4.12	71,43%	14,29%	0	0	0	14,29%	85,71%
4.13	71,43%	14,29%	0	0	14,29%	0	85,71%
4.14	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.15	42,86%	14,29%	0	14,29%	14,29%	14,29%	71,43%
4.16	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
4.17	85,71%	14,29%	0	0	0	0	100%
5.1	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
5.2	42,86%	42,86%	0	0	14,29%	0	85,71%
5.3	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
5.4	42,86%	42,86%	0	0	0	14,29%	85,71%
5.5	57,14%	42,86%	0	0	0	0	100%
5.6	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
5.7	57,14%	28,57%	0	0	0	14,29%	85,71%
5.8	57,14%	42,86%	0	0	0	0	100%
5.9	57,14%	28,57%	0	0	14,29%	0	85,71%
5.10	28,57%	42,86%	0	14,29%	14,29%	0	85,71%
5.11	42,86%	28,57%	0	14,29%	14,29%	0	85,71%
5.12	42,86%	28,57%	0	0	14,29%	14,29%	71,43%
5.13	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%
5.14	57,14%	42,86%	0	0	0	0	100%
5.15	42,86%	57,14%	0	0	0	0	100%
5.16	57,14%	28,57%	0	0	14,29%	0	85,71%
5.17	42,86%	42,86%	0	0	0	14,29%	85,71%
5.18	57,14%	28,57%	0	0	14,29%	0	85,71%
5.19	57,14%	28,57%	0	0	14,29%	0	85,71%
5.20	42,86%	28,57%	0	0	28,57%	0	71,43%
5.21	71,43%	28,57%	0	0	0	0	100%

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Legenda de classificação:

REC.: Recomendação preliminar

A: Aplicável

A.P.A.: Aplicável com pequenos ajustes

A.I.A.: Aplicável com importantes alterações

N.A.: Não aplicável

N.S.: Não sei informar

T.A./R.V.: Total Aplicável/Respostas validas\*

(\*refere-se ao total de participantes que responderam à questão, menos os que responderam “Não sei informar” ou “outros”).

Como referência de medida para a obtenção de consenso, utilizou-se os estudos de Brito (2012) e Flor (2016), que revisaram todas as recomendações com menos de 75% de aprovação (no caso desta pesquisa, os índices abaixo de 75% estão grifados em vermelho no Quadro 23). No entanto, neste trabalho, a maioria das recomendações superou esse valor e, mesmo assim, algumas receberam sugestões que foram consideradas válidas. Assim, levando-

se em conta os comentários foram realizadas alterações nas recomendações que poderiam ser aprimoradas com as modificações sugeridas.

Como segunda forma de análise do Grupo Focal, nos Quadros 24 a 28 discorre-se sobre as interações que ocorreram durante o passo a passo em que foram sendo analisadas cada uma das Diretrizes e suas respectivas Recomendações, separadas por Diretrizes. A fim de manter a confidencialidade dos participantes os mesmos foram denominados Espec 1 (especialista 1), Espec 2 (especialista 2), sequencialmente nesta apresentação de informações. No Quadro 24 apresenta-se as interações que surgiram sobre a Diretriz 1, por ora denominada Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) no Ensino de Matemática.

Quadro 24 – Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 1: Uso das TDIC's

Respondente	REC – Classificação	Frase
Espec 7	1.1 – A.P.A.	“a) Sugiro definir o conceito de acessível (financeiro, tecnológico, informacional). b) Há uma tendência de ensinar docentes a como usar a tecnologia, porém não se volta à informação com acessibilidade digital. Exemplo: o enunciado pode ter problemas de clareza que prejudicam a percepção e compreensão. Daí culpa a matemática ou a tecnologia reforçando o preconceito.”
Espec 3	1.1 – A.P.A.	“Os professores, em geral, não têm habilidade tecnológica e isso pode se tornar uma barreira para eles desenvolverem boas ações.”
Espec 2	1.2 – A.P.A.	“A maior questão aqui é encontrar plataformas com essas características para uso. Eu, por exemplo, não conheço nenhuma. Talvez fosse interessante citar algumas.”
Espec 7	1.2 – A.P.A.	“1) Sugiro definir o conceito de adaptativo; 2) A recomendação refere-se ao feedback imediato para reduzir a ansiedade considerando a VFC. Significa que estudantes serão monitorados? Nesse caso, haverá adaptação do quê? Geralmente, quando se é monitorado já há ansiedade. 3) Considero aplicável se o uso do recurso de aprendizagem dentro da tecnologia dê um feedback com mensagens positivas para reduzir a ansiedade e direcionamento adaptando o caminho para a conquista do objetivo.”
Espec 2	1.2 – A.P.A.	“Depende dos recursos disponíveis e da capacidade dos professores de utilizar esses recursos.”
Espec 7	1.3 – A.P.A.	“Desde que a gamificação não seja baseada em marcação de tempo. Se necessário, seja dimensionado de acordo com tecnologias assistivas, conforme o caso.”
Espec 7	1.4 – A.I.A.	“A ansiedade pode vir de várias fontes: postura inadequada ao dizer que matemática é difícil, adotar prova em vez de avaliação formativa, falta de afetividade e conexão entre professores e estudantes.”
Espec 1	1.4 – A.P.A.	“Importante frisar que o recurso que a Elisa usou é um recurso, é um aparelho, é um aparelho que ele é mais preciso. A fim de pesquisa, ele é mais recomendado. No mercado, a gente tem várias coisas sendo desenvolvidas. A gente tem, inclusive, alguns aplicativos que eles se propõem a captar a variabilidade da frequência cardíaca pela câmera do celular. quando a gente põe o dedo na câmera do celular e ele vai retornando. Então, a ideia também é que esse recurso, com um tempo breve, muito breve, ele vai ficar mais acessível também. Então, isso seria algo importante para tornar aplicável e viabilizar, com um custo menor, essa possibilidade de usar isso amplamente na escola.”

Espec 4	1.5 – A.P.A.	“Em sala de aula diariamente é inviável.”
Espec 7	1.6 – A.P.A.	“Desde que as Diretrizes de acessibilidade sejam aplicadas. Se resposta for com tempo determinado, gera estresse e frustração. Se enunciado for confuso, gera baixa autoestima por não compreender e não saber o que fazer.”
Espec 7	1.7 – A.P.A.	“Desde que as diretrizes de acessibilidade sejam aplicadas nos princípios perceptível, compreensível e operável.”
Espec 2	1.8 – A.I.A.	“Não sei se é aplicável pois as escolas de ensino básico têm que seguir um currículo nacional, elas não têm autonomia para fazer grandes mudanças. Talvez mudar para inserir no plano da disciplina ou no plano de curso ao invés de currículo.”

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Em referência aos aspectos observados pelos especialistas no decorrer da análise da Diretriz 1, ressalta-se o apresentado por Ramos, Melo e Mattar (2018). Para os autores, há evidências de que a integração de tecnologias pode ser uma alternativa para diversificar o currículo e contribuir para melhores condições de inclusão, reforçando a função emancipadora da escola. Ademais, Trindade e Moreira (2017, p. 101) destacam que “é fundamental que os próprios professores saibam apropriar-se das vantagens destas tecnologias, e as usem na criação de novos ambientes de aprendizagem, mais motivadores, mais estimulantes.”

No Quadro 25 serão abordadas as interações sobre a Diretriz 2, denominada Metodologias de Ensino e Aprendizagem de Matemática/Metodologias de Ensino Inovadoras.

Quadro 25 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 2: Metodologias de ensino

Respondente	REC – Classificação	Frase
Espec 5	2.1 – A	“Então, parabéns. Muito legal. Fiquei bem feliz quando vi essas diretrizes. Eu acho que elas são assim... Encaixou como uma luva. Foi das todas as diretrizes que eu mais gostei.”
Espec 2	2.3 – A.P.A	"A atenção pode ser significativamente aumentada com métodos interativos que envolvam os alunos ativamente."
Espec 3	2.2 – A.P.A	"A ansiedade pode ser reduzida com a introdução gradual de tarefas complexas."
Espec 4	2.4 – A.P.A.	“Um ponto ao meu ver muito importante pois sem contextualizar com o mundo real a probabilidade da aula não funcionar é grande.”
Espec 7	2.7 – A.I.A.	“...eu já não usaria porque eu não tenho domínio. Quando eu vi lá o ensino adaptativo, mas o que que significa esse ensino adaptativo, né? Você tá botando como recomendação e aí quem vai ler vai ter que saber o que que significa para poder aplicar. Ou seja, explicar ou explicar direito. É, ou tira ou explica direito.”
Espec 2	2.9 – A.P.A.	“Problemas do mundo real novamente.”
Espec 7	2.10 – A.P.A.	“Se entre as tecnologias forem usadas as digitais, elas devem seguir as diretrizes de acessibilidade.”
Espec 7	2.12 – A.P.A.	“Desde que na gamificação tenha-se o cuidado com o tempo que deve ser viável para todas as pessoas estudantes que usem tecnologias assistivas.”
Espec 6	2.13 – A.P.A.	“Iniciar pela abordagem do currículo, explicitar a importância da proposta, das diretrizes para o currículo; agrupar as metodologias e métodos, colocando as diferentes diretrizes que tratam do tema, em uma única diretriz, como exemplos. As recomendações que tratam



		de <i>game</i> , etc. deixar dentro das recomendações didáticas e explicar na Diretriz das tecnologias.”
Espec 4	2.14 – A.P.A	“Acho que não seria o principal. O principal é a formação do professor.”

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024)

Em se tratando da *Recomendação 2.5 - Implementar sessões curtas de mindfulness antes das aulas de matemática para preparar mentalmente os estudantes, aumentando o foco e reduzindo a ansiedade e o estresse. Além disso, criar um programa integrado de mindfulness que prepare os estudantes não só para aulas regulares, mas também para situações de avaliação*, cabe discorrer sobre o citado por Samuel e Warner (2021). Em seu estudo os autores propõem uma intervenção de *mindfulness* como uma abordagem inovadora para reduzir a ansiedade em matemática e aumentar a autoeficácia nessa disciplina. A intervenção de *mindfulness* no estudo envolve a prática de exercícios diários no início de cada aula de matemática. Esses exercícios incluem uma breve sessão de respiração profunda de 1 minuto, na qual os alunos são incentivados a focar no momento presente, deixando de lado pensamentos negativos e preocupações. Essas práticas visam ajudar os alunos a reduzir a ansiedade, desenvolver uma atitude mais positiva em relação à matemática e fortalecer sua confiança na resolução de problemas matemáticos.

Na sequência, no Quadro 26 estão as interações sobre a Diretriz 3 - Fatores que Influenciam o Engajamento e a Motivação dos Estudantes em Matemática.

Quadro 26 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 3: Engajamento e Motivação dos Estudantes

Respondente	REC – Classificação	Frase
Espec 7	3.3 – A.P.A.	“Em vez de Gestão comportamental, melhor gestão de sala de aula, ou gestão socioemocional.”
Espec 2	3.4 – A.P.A.	“Em vez de Gestão comportamental, melhor gestão de sala de aula, ou gestão socioemocional.”
Espec 2	3.5 – A	“Eu acho que a questão das regras é bem importante também e eu acho que pode adicionar a questão de usar o celular, né, para auxiliar em sala de aula. Nas minhas aulas, por exemplo, quando eu trabalho em design, quando eu trabalho em design com eles em projeto, eles têm que fazer uma coisa chamada <i>mood board</i> , que é um painel de referências para a criação. Eu deixo de fazer no Pinterest. Eles pegam o celular deles, usam o Pinterest e me enviam pelo Pinterest o painel de referência deles. É uma forma de usar o celular para fazer eles usarem o celular de forma útil em sala de aula. Mas, são adolescentes, essa questão do celular é bem difícil de controlar.”
Espec 3	3.5 - A	“Dá para usar aplicativos comuns, pega o Maps assim, para fazer calcular trajetos, tempo, distâncias. A pé leva 20 minutos, de bicicleta leva 15, de trem leva 8. Qual é a velocidade de cada um? Sempre tem um jeito de usar. Eu sou partidário de usar equipamento digital.”

Espec 1	3.9 – A.P.A.	“Ter cuidado para não gerar atitudes discriminatórias ou limitadoras de potencialidades.”
Espec 6	3.12 – A.P.A.	“Agrupar as recomendações em alguns elementos como, aspectos comportamentais, ambientais e de formação de professor e estudantes.”

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Relacionando as interações desta Diretriz com a Revisão Integrativa realizada, no estudo de Dias *et al.* (2021) os autores afirmam que, para diminuir a ansiedade matemática e promover maior engajamento dos estudantes na disciplina, podem ser utilizadas as estratégias de: a) criação de um ambiente positivo na sala de aula; b) professores devem fornecer *feedback* construtivo e encorajador, destacando os pontos fortes dos alunos e apontando áreas para melhoria de forma construtiva; c) os conteúdos matemáticos devem ser introduzidos de forma gradual e progressiva, permitindo que os alunos desenvolvam confiança em suas habilidades à medida que avançam; d) devem ser ensinadas aos estudantes técnicas de relaxamento e controle emocional, como respiração profunda ou meditação, para ajudar os mesmos a lidar com a ansiedade durante as atividades matemáticas; e) deve ser incentivada a colaboração entre todos, promovendo atividades colaborativas em grupo, onde os estudantes possam trabalhar juntos para resolver problemas matemáticos, compartilhar ideias e apoiar uns aos outros; f) enfatizar a importância do processo de aprendizagem em vez do resultado final, encorajando os alunos a se concentrarem no esforço, na persistência e na melhoria contínua. No Quadro 27 são apresentadas as interações a respeito da Diretriz 4 - Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade Matemática.

Quadro 27 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 4: Intervenções e Estratégias Pedagógicas

Respondente	REC – Classificação	Frase
Espec 2	4.1 - A	"A personalização das atividades com base em dados de VFC pode promover um aprendizado mais eficaz, mas depende da disponibilização dessa tecnologia pela escola e da compra e uso de dispositivos de VFC."
Espec 1	4.7 – A.P.A.	“o biofeedback, né, que é o treino dessa variabilidade da frequência cardíaca, porque aqui, quando você fala fornecer <i>feedback</i> imediato e positivo, na verdade, isso aqui seria automatizado, não seria o professor que faria isso. Seria o próprio treino de biofeedback, que quando a gente está treinando o treino de biofeedback para os outros que estão aqui, né, para Bianca e e para o professor, ele é a utilização da variabilidade da frequência cardíaca com <i>feedback</i> imediato do próprio aplicativo que vai dizendo quando eu estou numa variabilidade cardíaca boa, saudável, ele vai me dando um feedback positivo para que eu sustente aquela variabilidade. Quando eu saio da variabilidade cardíaca saudável, quando eu diminuo essa variabilidade cardíaca, ele dá uma resposta imediata. Geralmente, é um barulhinho, é a luz do aplicativo aqui que fica vermelha. Então, é esse treino que vai fazendo com que a gente automatize essa regulação da variabilidade cardíaca. Esse aparelho novo do Massage é verdade. E aí, já é a

		utilização da variabilidade para o treino. Então, esse é o mesmo sistema, certo? Os sistemas que medem a variabilidade, na verdade, eles servem para treinar variabilidade cardíaca, para fazer biofeedback. Então, até nesses aplicativos que tem aí disponível, ele faz isso, né? Ele dá esse feedback imediato. aí não seria o professor que estaria olhando e dando <i>feedback</i> imediato para cada aluno.”
Espec 6	4.13 – A	“Essa foi a que eu mais gostei. Acho que dá para agrupar também, assim, poucas coisas, né? E aqui está uma grande fortaleza, né? Porque aqui você traz a técnica para algo prático, você aplica a técnica em algo prático, né? Por exemplo, aplicação para atenção plena, <i>mindfulness</i> , né? parece uma coisa tão trivial, eu aplico, eu tenho, faz um ano, né, eu tinha um grupo de estudantes que eles eram em primeiro ciclo, primeiro ano, né, ingressando à universidade, aquela coisa que não sabe se larga a fralda ou se vai para a universidade, enfim, né, e eles eram muito dispersos, muito dispersos, e eu praticamente toda semana a gente fazia alguma atividade relacionada ao <i>mindfulness</i> .”
Espec 6	4.17 – A.P.A.	“Agrupar os elementos relacionados à formação de professores e propor, inclusive, que os professores experimentem eles mesmos as técnicas de atenção plena - um elemento fundamental nessa diretriz.”

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

No decorrer da Revisão Integrativa foram percebidos três estudos que enfocam este tema. Na Diretriz 2 já foi citada a colaboração do estudo de Samuel e Warner (2021). No segundo estudo, de mesmo autor (Samuel, Buttet, Warner, 2023), são apresentadas, dentre outras, as estratégias para a redução da ansiedade matemática: a) *Workshop* de preparação para professores antes do início do semestre, com 8 horas de duração para aprender sobre os princípios de *mindfulness*; b) Exercícios de *mindfulness* antes de cada aula para que os estudantes possam criar um ambiente de apoio e aceitação; c) Repetição de afirmações positivas são incentivadas para que os estudantes, repetindo afirmações positivas em voz alta, como um mantra, possam reforçar a mentalidade de crescimento e reduzir a ansiedade. Além destes, o terceiro estudo relata o uso do *biofeedback* como uma abordagem centrada no usuário que tem por objetivo ajudar as pessoas a regularem sua ansiedade de maneira envolvente, pessoal e significativa. O *biofeedback* aplica princípios de aprendizagem operante, onde os indivíduos são reforçados por atingirem estados fisiológicos desejados, o que os auxilia a aprender a autorregular suas respostas a estressores, resultando em níveis reduzidos de ansiedade. Além disso, o *biofeedback* frequentemente incorpora técnicas de meditação, comprovadamente eficazes na redução da ansiedade e na promoção do relaxamento (Weerdmeester, *et al.*, 2020).

Finalizando esta análise, no Quadro 28 estão elencadas as interações sobre a Diretriz 5 que trata sobre as Dificuldades e desafios no ensino e aprendizagem da matemática.

Quadro 28 - Interações dos Especialistas no Grupo focal – Diretriz 5: Dificuldades e desafios

Respondente	REC – Classificação	Frase
Espec 7	5.1 – A.P.A	"Pequenos ajustes são necessários para acomodar diferentes estilos de aprendizagem."
Espec 7	5.2 – A.P.A	"Neurodivergência não é deficiência, mas se encaixam nessa recomendação."
Espec 7	5.4 – A.P.A.	"desde que sigam as diretrizes de acessibilidade nos princípios perceptível, compreensível e operável."
Espec 7	5.5 – A.P.A.	"Há artigos da Neurociência que contestam os estilos de aprendizagem. Sugiro substituir para diferentes modalidades para que atendam às diferentes habilidades de estudantes."
Espec 7	5.8 – A.P.A.	"Treinar é apropriado para competição. Desenvolver ou capacitar para comunicação assertiva que adote uma linguagem ..."
Espec 1	5.10 – A.P.A.	"Explicar melhor esta questão."
Espec 7	5.12 – Outros	"Essa é uma atividade de pesquisa sobrecarrega o docente."
Espec 7	5.14 – A.P.A.	"Há artigos da Neurociência que contestam os estilos de aprendizagem. Se for usar, precisa fundamentar."
Espec 1	5.15 – A.P.A.	"Só seria possível ter êxito nessa sugestão, se os alunos tiverem tido oportunidade de realizar anteriormente treinos e exercícios para ampliar essas funções porque, caso contrário poderá aumentar a ansiedade matemática."
Espec 7	5.17 – A.P.A.	"Só se forem contextualizados na vida real."

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

A respeito do tema desta Diretriz, Sammallahti *et al.* (2023) salientam que a experiência de ansiedade matemática pode prejudicar o desempenho dos alunos nessa disciplina e, nos últimos anos, pesquisadores têm desenvolvido intervenções para reduzir a ansiedade matemática. Logo, eles realizaram uma meta-análise que teve como objetivo examinar a eficácia dessas intervenções na diminuição da ansiedade matemática e na melhoria do desempenho dos alunos em matemática. Concluindo seu estudo, os autores apresentaram como possíveis estratégias para reduzir a MA:

a) Treinamento de habilidades de estudo: Ensinar aos alunos estratégias eficazes de estudo, como organização de materiais, técnicas de memorização e métodos de resolução de problemas matemáticos.

b) Treinamento de senso numérico: Desenvolver a compreensão numérica dos alunos, ajudando-os a visualizar e compreender conceitos matemáticos de forma mais intuitiva.

c) Uso de ferramentas de aprendizagem: Oferecer recursos adicionais, como tutoriais interativos, jogos educativos ou calculadoras, para fortalecer habilidades matemáticas e reduzir a ansiedade.

Essas intervenções visam fornecer suporte cognitivo, ajudando os alunos a enfrentar desafios matemáticos com mais confiança e eficácia. Ainda, como foco na regulação emocional, Sammallahti *et al.* (2023) sugerem:

- a) Terapia: Implementar terapias, como a Terapia de Aceitação e Compromisso (ACT), para ajudar os alunos a lidar com a ansiedade matemática.
- b) Exercícios de relaxamento: Incluir técnicas de respiração profunda, meditação ou *mindfulness* para reduzir o estresse e a ansiedade relacionados à matemática.
- c) Escrita expressiva: Promover a expressão de pensamentos e emoções sobre a matemática para aliviar a ansiedade e fomentar uma atitude positiva em relação à disciplina.

Essas atividades de regulação emocional têm como objetivo ajudar os alunos a gerenciar suas emoções de forma saudável, reduzindo a ansiedade e promovendo uma atitude mais positiva em relação à aprendizagem matemática.

Outras observações que surgiram durante o debate no Grupo focal, indicadas pelos especialistas foram:

- Sobre o número de recomendações em cada Diretriz: “Sugestão para diminuir o número delas, criando subtópicos”. (Espec 2)
- Sobre o título da Diretriz 2: “Eu tenho um comentário geral sobre essa diretriz, tá? Eu li nela e eu percebo que ela é uma projeção ou *spin-off* das metodologias ativas, certo? Certo. Eu gosto de metodologias ativas. Agora, tem uma consideração que eu tenho que te fazer. Elas não são mais inovadoras, tá? Elas são de 1960. Nas aulas práticas elas já existem há muito tempo. O que você pode considerar como inovadora é sua aplicação virtual dela. (Espec 3)
- Sobre o conjunto total de recomendações: “Mais uma vez é aquilo que a gente já comentou. Várias dessas daí podem levar em consideração o que a colega até sugeriu, que é utilizar tópico e ir colocando ali subtópicos, porque fica um pouco repetitivo, né? Tem horas que eu lia, aí eu voltava. Mas eu não já li isso. Qual é a diferença desse tópico para o outro tópico?” (Espec 1)

Ao final das questões numeradas com todas as Recomendações preliminares, os especialistas responderam a mais duas perguntas, A e B:

A) As Recomendações, como um todo, são coerentes e satisfatórias para cada Diretriz? Caso você tenha alguma sugestão de EXCLUSÃO ou INSERÇÃO de Recomendação dentro de alguma das 5 Diretrizes propostas, apresente aqui por favor.

Dentre as respostas, os especialistas apontaram:

- As recomendações são coerentes e satisfatórias, mas acredito que a última parte que é sobre Dificuldades e Desafios no Ensino e Aprendizagem de Matemática realmente é a parte mais complexa. É importante ressaltar que na teoria tudo é válido, mas quando pensamos em colocar na prática as coisas ficam mais difíceis, principalmente quando as coisas não dependem do docente. Por exemplo: quando se trata de ter um laboratório de informática, pois precisamos de recursos da escola; a questão curricular depende da coordenação e direção para haver qualquer alteração. (Espec 8)

- Sugiro simplificar. Aparentemente é o material bruto. Há recomendações repetitivas que podem ser mais relevantes para uma situação do que para outra. Talvez a discussão no *Meet* clareie esta situação. No geral as recomendações são coerentes. Quanto à satisfazer cada diretriz, requer refinamento, alinhar conceitos para um entendimento correto. (Espec 7)

- Sim as recomendações são coerentes e tem muito sentido. Mas é necessário reordenar (arquivo enviado). (Espec 6)

- Falar sobre atividades multidisciplinares. (Espec 4)

B) As Recomendações são coerentes, satisfatórias e estão corretamente inseridas em cada Diretriz? Caso você tenha indicação de alguma Recomendação que deveria estar alocada em Diretriz diferente, apresente aqui a sua sugestão de alteração, justificando-a.

As respostas foram:

- Todas estão coerentes! (Espec 5)

- Acredito que a pesquisadora conseguiu contemplar de forma bem ampla, sendo que as vezes algumas eram um pouco semelhantes em outras diretrizes. (Espec 8)

- Achei que algumas estão repetidas, como informe. Talvez agrupar elas em sub itens ao invés de começar com frases iguais, por exemplo, a diretriz 1.1 e 1.2 começam com "Uso de tecnologia em sala de aula:", talvez colocar um subitem uso de tecnologia em sala de aula. (Espec 2)

- Sugiro revisar cada diretriz e fazer um resumo das sugestões que são semelhantes. (Espec 1)

- A visão linear de cima para baixo separada por páginas prejudicou essa análise. Seria produtivo em um programa gráfico, colocar as diretrizes em divisões e as recomendações em *post-its* para serem movidos, reagrupados, eliminados, reescritos. Entendo que o próprio

professor avaliar a VFC de vários estudantes pode ser estressante e sobrecarga de trabalho. (Espec 7)

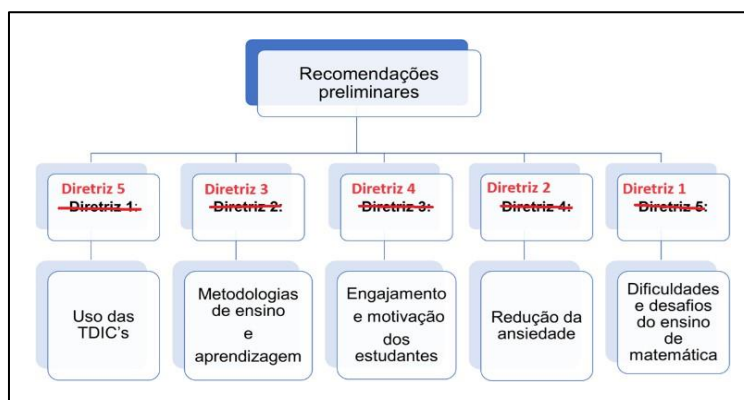
- Aspectos emocionais do professor, ou seja, como o professor participa afetivamente neste processo? outro elemento, evidenciar a criação dos recursos didáticos. (Espec 6)

- Somente agrupar os itens das diretrizes para ficar mais fácil o entendimento. (menos é mais). (Espec 1)

- Parabéns. Tema muito instigante. (Espec 4)

Além destas respostas, ao final das reuniões foi perguntado aos especialistas se havia alguma dúvida ou indicação que eles não haviam citado no *Google Form's* e, neste momento, foi indicado a alteração da ordem das diretrizes. Então, após análise em conjunto, a ordem foi alterada conforme está apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Nova ordem das Diretrizes



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Tendo em vista a nova ordem proposta pelos especialistas, no próximo capítulo serão apresentadas as Recomendações avaliadas com suas devidas alterações, sugeridas no Grupo focal.

## 6.2 RELATÓRIO FINAL DAS RECOMENDAÇÕES APÓS AVALIAÇÕES

Com base nas indicações dos especialistas que participaram ativamente do Grupo focal, bem como todo o arcabouço teórico que permeou esta pesquisa, foram geradas as Recomendações fundamentadas nos princípios da neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade matemática, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem desta disciplina que encontram-se expostas no Quadro 29.

Quadro 29 – Recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática

<b>Diretriz 1: Buscar a redução de dificuldades e desafios no ensino e aprendizagem de matemática</b>	
<b>Recomendações:</b>	<b>Triangulação</b>
<p>1.1 - Desenvolver programas de reforço que abordem diretamente as dificuldades de base em matemática com métodos apoiados pela neurociência, como visualizações interativas e manipulativas.</p> <p>1.2 - Incorporar formação específica para professores sobre como criar e utilizar materiais didáticos individualizados que atendam às necessidades de estudantes com dificuldades de aprendizagem.</p> <p>1.3 - Implementar tutoriais interativos com realidade aumentada para explicar conceitos complexos de matemática.</p> <p>1.4 - Incorporar sessões de <i>mindfulness</i> antes das aulas para preparar mentalmente os estudantes, aumentando o foco.</p> <p>1.5 - Capacitar professores para usar linguagem clara e acessível ao explicar conceitos matemáticos.</p> <p>1.6 - Desenvolver programas de mentoring e coaching para professores focados em suporte emocional para eles e para os estudantes.</p> <p>1.7 - Instruir professores a fornecer feedback verbal positivo e imediato durante as atividades matemáticas para aumentar a confiança dos estudantes.</p> <p>1.8 - Implementar o monitoramento contínuo da VFC para analisar como diferentes contextos influenciam a resposta emocional e cognitiva dos estudantes.</p> <p>1.9 – Integrar atividades práticas e lúdicas, como jogos matemáticos, aprendizagem baseada em jogos (game-based learning) e problemas do mundo real, para variar o contexto de aprendizado e monitorar como essas mudanças afetam a VFC e o engajamento dos estudantes.</p> <p>1.10 - Oferecer workshops ou cursos sobre neurociência para educadores, focando em técnicas que eles podem utilizar para melhorar a atenção, reduzir a ansiedade matemática, e aumentar a retenção de conteúdo matemático. Os cursos também podem ser utilizados para ensinar os educadores a desenvolver e utilizar recursos didáticos que atendam às diferentes habilidades de estudantes (visual, auditivo, cinestésico) em aulas de matemática. Além disso, os cursos podem ser oferecidos aos pais (e responsáveis) e demais colaboradores do âmbito educacional.</p> <p>1.11 – Propor atividades que exigem alta concentração por períodos prolongados para fortalecer a capacidade de atenção concentrada dos estudantes, como problemas de matemática que requerem passos múltiplos ou análise detalhada.</p> <p>1.12 - Introduzir exercícios que promovam a habilidade de atenção dividida, como trabalhar com múltiplas fontes de informação simultaneamente ou resolver problemas que requerem a alternância entre diferentes conjuntos de habilidades.</p> <p>1.13 - Implementar tecnologias que simulam cenários de multitarefas, oferecendo aos estudantes a oportunidade de praticar a divisão de sua atenção de forma controlada e segura.</p> <p>1.14 - Criar atividades que exigem mudanças frequentes no foco de atenção para melhorar a atenção alternada, como jogos que requerem que os estudantes alternem rapidamente entre diferentes tipos de tarefas.</p> <p>1.15 - Incorporar avaliações que exigem que os estudantes alternem entre diferentes seções ou tipos de problemas, incentivando-os a desenvolver a capacidade de mudar rapidamente de uma tarefa para outra.</p> <p>1.16 - Implementar programas que treinem os estudantes em tipos específicos de atenção (concentrada, dividida e alternada), que são essenciais para o sucesso em matemática, utilizando ferramentas e métodos baseados em evidências neurocientíficas.</p> <p>1.17 - Incorporar pausas ativas e breves exercícios físicos ou mentais durante as aulas de matemática para ajudar a manter os níveis de atenção dos estudantes, especialmente em períodos mais longos de instrução.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Coleta de VFC</li> </ul>



<b>Diretriz 2: Elaborar intervenções e estratégias pedagógicas para a redução de ansiedade matemática</b>	
<b>Recomendações:</b>	<b>Triangulação</b>
<p>2.1 – Promover o uso regular de tecnologia em sala de aula por meio de plataformas que ofereçam <i>feedback</i> imediato e adaptativo, ajudando a reduzir a ansiedade matemática por intermédio de uma experiência de aprendizagem mais controlada e personalizada.</p> <p>2.2 – TDIC's para tarefas específicas: matemática dos estudantes em tempo real.</p> <p>2.3 - Oferecer formação contínua para professores em estratégias neuroeducacionais e socioemocionais, que abranja técnicas neurocientíficas e socioemocionais equipando-os para melhor apoiar os estudantes com ansiedade matemática.</p> <p>2.4 - Capacitar professores em estratégias para reconhecer e abordar a ansiedade matemática.</p> <p>2.5 - Implementar sessões curtas de <i>mindfulness</i> antes das aulas de matemática para preparar mentalmente os estudantes, aumentando o foco e reduzindo a ansiedade e o estresse. Além disso, criar um programa integrado de <i>mindfulness</i> que prepare os estudantes não só para aulas regulares, mas também para situações de avaliação.</p> <p>2.6 – Realizar avaliações periódicas das estratégias pedagógicas implementadas, utilizando dados da VFC para fazer ajustes conforme necessário.</p> <p>2.7 – Implementar a prática de, mediante o uso de sensores (como frequencímetros) pelos estudantes, os professores possam fornecer <i>feedback</i> fisiológico imediato e positivo durante as atividades de matemática para reforçar o aprendizado e aumentar a confiança dos estudantes.</p> <p>2.8 - Oferecer treinamento para professores para que possam identificar sinais de ansiedade e estresse em estudantes e intervir adequadamente, adaptando o ritmo das aulas conforme necessário.</p> <p>2.9 - Promover treinamentos e <i>workshops</i> para professores sobre os efeitos da ansiedade matemática na cognição, enfatizando estratégias para reconhecer e abordar a ansiedade matemática em sala de aula para minimizar seu impacto na atenção e memória dos estudantes.</p> <p>2.10 - Implementar programas de mentorias e tutorias entre pares, que podem ajudar a aumentar a autoeficácia dos estudantes em matemática, reduzindo a ansiedade e promovendo uma atitude mais positiva em relação ao aprendizado da disciplina.</p> <p>2.11 - Integrar práticas de <i>mindfulness</i> e <i>biofeedback</i> no currículo de matemática, com sessões regulares antes ou durante as aulas para ajudar os estudantes a gerenciar o estresse e a ansiedade.</p> <p>2.12 - Adotar métodos de avaliação formativa contínua que enfatizem o crescimento e o aprendizado ao invés da penalidade por erros, para reduzir a pressão e incentivar a exploração matemática sem medo.</p> <p>2.13 - Desenvolver e aplicar ferramentas diagnósticas para avaliar como a ansiedade afeta funções cognitivas específicas em matemática, permitindo intervenções mais direcionadas.</p> <p>2.14 – Implementar programas de suporte psicoeducacional que informem os estudantes sobre a ansiedade matemática, suas causas, efeitos, e estratégias de enfrentamento, como parte de uma educação socioemocional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Coleta de VFC,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<b>Diretriz 3: Indicar metodologias de ensino alternativas para a aprendizagem de matemática</b>	
<b>Recomendações:</b>	<b>Triangulação</b>
<p>3.1 – Explorar e implementar abordagens pedagógicas alternativas como salas de aula invertidas, aprendizado baseado em projetos (PBL) ou aprendizado invertido, e aprendizado baseado em jogos, que mostram potencial em neurociência para melhorar a atenção e a retenção de informações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> </ul>

<p>3.2 - Fomentar práticas colaborativas que permitam aos estudantes trabalhar em grupos para resolver problemas, reduzindo a pressão individual e aumentando a compreensão por meio da discussão e do apoio mútuo.</p> <p>3.3 - Utilizar estratégias que aumentem o engajamento dos estudantes, como gamificação e aprendizado baseado em projetos, que são métodos eficazes segundo estudos em neurociência para aumentar a motivação.</p> <p>3.4 - Incluir jogos matemáticos e problemas do mundo real para aplicar conceitos de forma tangível.</p> <p>3.5 - Promover atividades práticas que envolvam os estudantes em aprendizado experiencial. Dentre as sugestões de atividades podem ser incluídos projetos interdisciplinares, com atividades envolvendo conteúdos de outras disciplinas.</p> <p>3.6 - Aplicar técnicas de aprendizagem Baseadas no Cérebro (Brain-Friendly Teaching) que são conhecidas por serem eficazes com base na neurociência cognitiva, como aprendizagem espaçada e intercalada, para melhorar a retenção e compreensão.</p> <p>3.7 - Encorajar a aprendizagem por intermédio de Projetos de Matemática Baseados em Problemas do Mundo Real, tendo em vista que a aprendizagem baseada em problemas que contextualizam a matemática dentro de situações da vida real, promovem uma compreensão mais profunda e relevante sobre os conteúdos abordados.</p> <p>3.8 - Tecnologia na educação: Aumentar o uso de tecnologias educacionais, como plataformas de aprendizagem adaptativa que personalizam a experiência de aprendizagem e ajudam a gerenciar a ansiedade ao permitir que os estudantes progridam ao seu próprio ritmo.</p> <p>3.9 - Desenvolver currículos, planos de ensino e/ou ementas que conectem a matemática com aplicações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e diminuindo a ansiedade ao mostrar a utilidade dos conceitos matemáticos.</p> <p>3.10 - Incorporar elementos de Jogos Educacionais e gamificação nas aulas de matemática para aumentar o engajamento, proporcionar um ambiente de aprendizado divertido e reduzir a ansiedade associada ao estudo tradicional. Além disso, o uso de jogos educacionais e gamificação pode a aprendizagem matemática mais envolvente e menos intimidadora, aproveitando os sistemas de recompensa do cérebro para motivar os estudantes.</p> <p>3.11 – Incorporar o uso da história da matemática nas atividades tendo em vista que a integração de elementos contextuais e históricos pode tornar o aprendizado mais significativo e menos intimidador, o que pode reduzir a ansiedade e aumentar o engajamento dos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<p><b>Diretriz 4: Promover o engajamento e a motivação dos estudantes e professores</b></p>	
<p><b>Recomendações:</b></p>	<p><b>Triangulação</b></p>
<p>4.1 - Implementar estratégias para reduzir as distrações em sala, como a criação de regras claras de comportamento e o uso de barreiras físicas ou acústicas para minimizar o ruído.</p> <p>4.2 - Abordar o impacto da rotatividade de professores desenvolvendo um sistema de mentorias que assegure continuidade e consistência no ensino, ajudando a manter um ambiente de aprendizado estável e motivador.</p> <p>4.3 - Capacitar professores em técnicas de gestão socioemocional que sejam baseadas em evidências de como o cérebro responde ao estresse e à disciplina.</p> <p>4.4 - Implementar estratégias de intervenção precoce que identifiquem e tratem comportamentos desafiadores antes que eles se tornem disruptivos, usando técnicas de regulação emocional e de atenção consciente.</p> <p>4.5 - Implementar estratégias focadas na minimização de elementos disruptivos e na promoção de um ambiente de aprendizagem mais focado. Como, por exemplo, estabelecer regras específicas para o uso de dispositivos eletrônicos, limitando-os a atividades relacionadas às aulas ou definindo horários específicos para seu uso.</p> <p>4.6 - Reorganizar o layout da sala de aula para facilitar a interação e a colaboração entre os estudantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>

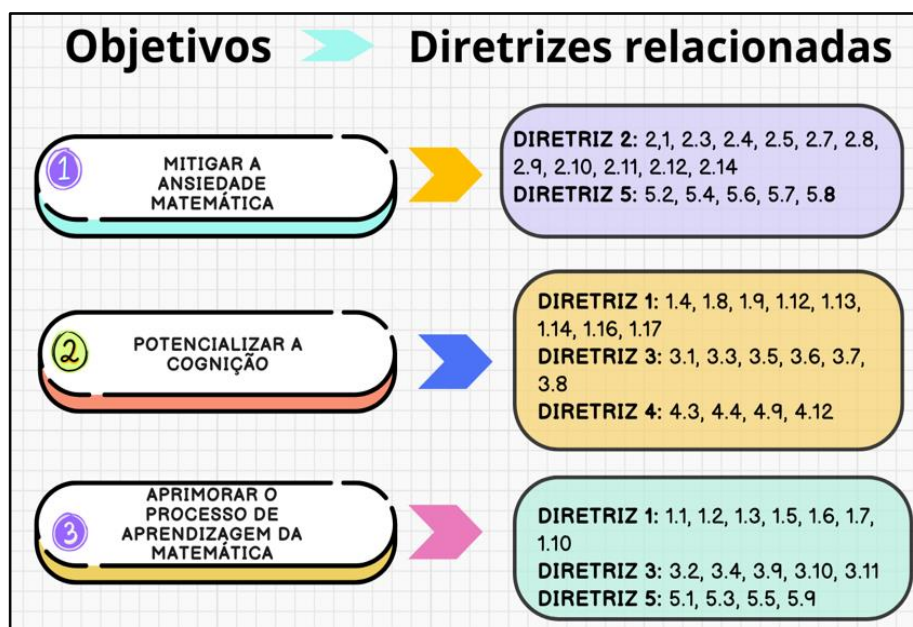
<p>4.7 - Assegurar que os ambientes de aprendizagem sejam otimizados para minimizar distrações, como salas de aula com ruído controlado e arranjo físico que limita interrupções visuais.</p> <p>4.8 - Reestruturar o ambiente de aprendizagem para minimizar distrações, utilizando configurações de sala de aula que favoreçam a atenção plena e a concentração durante as atividades de matemática.</p> <p>4.9 - Desenvolver e implementar um currículo que considere as diferentes necessidades atencionais dos estudantes, utilizando abordagens diferenciadas para estudantes com níveis variados de capacidade de atenção.</p> <p>4.10 - Promover uma cultura de colaboração e suporte mútuo, incentivando grupos de estudo e projetos colaborativos que podem ajudar a reduzir a ansiedade matemática individual e melhorar o desempenho acadêmico.</p> <p>4.11 - Reavaliar e adaptar a estrutura física das salas de aula para criar um ambiente de aprendizagem acolhedor e estimulante, que considere tanto as necessidades psicológicas quanto acadêmicas dos estudantes.</p> <p>4.12 - Criar uma atmosfera na sala de aula que promova a segurança psicológica e incentive a curiosidade e a exploração matemática sem medo do erro.</p>	
<b>Diretriz 5: Recomendar o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's)</b>	
<b>Recomendações:</b>	<b>Triangulação</b>
<p>5.1 - Incentivar investimentos em tecnologias que são acessíveis e adequadas às necessidades dos estudantes, promovendo treinamento para os professores sobre como utilizar esses recursos para facilitar o aprendizado individualizado.</p> <p>5.2 - Promover o uso regular de tecnologia em sala de aula por meio de plataformas que ofereçam feedback imediato e adaptativo, ajudando a reduzir a ansiedade matemática por intermédio de uma experiência de aprendizagem mais controlada e personalizada. Por exemplo, Khan Academy.</p> <p>5.3 – Integrar aplicativos de aprendizado baseados em gamificação para reforçar conceitos matemáticos.</p> <p>5.4 - Utilizar dispositivos de monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca para identificar e gerenciar a ansiedade matemática dos estudantes em tempo real.</p> <p>5.5 – Utilizar recursos tecnológicos que engajem diferentes tipos de atenção (como jogos educativos e aplicativos interativos) para ensinar conceitos matemáticos de maneira mais envolvente e eficaz.</p> <p>5.6 - Desenvolver currículos, planos de ensino e/ou ementas que conectem a matemática com aplicações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e diminuindo a ansiedade ao mostrar a utilidade dos conceitos matemáticos.</p> <p>5.7 - Incorporar elementos de Jogos Educacionais e gamificação nas aulas de matemática para aumentar o engajamento, proporcionar um ambiente de aprendizado divertido e reduzir a ansiedade associada ao estudo tradicional.</p> <p>5.8 - Utilizar jogos educacionais e gamificação para tornar a aprendizagem matemática mais envolvente e menos intimidadora, aproveitando os sistemas de recompensa do cérebro para motivar os estudantes.</p> <p>5.9 - Oferecer formação contínua aos professores sobre o uso das TDIC's com foco no letramento digital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>

Ao observar o Quadro 29 com as Recomendações finais, pode-se perceber que, entre outras indicações importantes do Grupo Focal, o número de recomendações foi reduzido, pois alguns itens que faziam parte da mesma Diretriz foram agrupados.

Ademais, por sugestão de especialista específico da área de acessibilidade, foram suprimidas as recomendações direcionadas a pessoas com algum tipo de deficiência ou neurodivergentes pois, desde a fase de diagnóstico, devido ao baixo número de estudantes com tais especificidades nas turmas visitadas, não foi assunto com enfoque neste estudo.

Concluindo esta etapa, a Figura 36 ilustra como cada diretriz contribui diretamente para o alcance dos objetivos principais desta pesquisa: mitigar a ansiedade matemática, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem.

Figura 36 – Relação entre Objetivos da pesquisa e as Diretrizes



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Esse mapeamento visual destaca a coerência entre as diretrizes propostas e os resultados esperados, reafirmando o potencial significativo dessas recomendações para transformar a educação matemática.

## 7 CONCLUSÃO

Esta pesquisa de tese teve início em 2019 e, naquele momento o objetivo era estudar como estava ocorrendo a aprendizagem da matemática nos anos finais do ensino fundamental e suas particularidades para o público-alvo municipal de Florianópolis-SC. Durante o diagnóstico procurou-se identificar quais as principais dificuldades dos estudantes no decorrer da aprendizagem da matemática, se os professores utilizam ou não as TDIC's para estas aulas e, também, buscou-se averiguar se existiam estudantes com algum tipo de deficiência e como era esta aprendizagem para eles. Para esta etapa foi realizada entrevista semiestruturada com 15 professores e 50 estudantes. A idade dos professores estava entre 21 e 68 anos, sendo 53% do gênero feminino. A grande maioria possui Graduação Licenciatura em Matemática como formação e, apenas um destes professores possui Mestrado, porém em área distinta. Foram entrevistados 50 estudantes, sendo a maioria do gênero feminino (62%) e com idade entre 10 e 16 anos. Os estudantes foram questionados sobre quais as disciplinas que eles possuíam maior facilidade de entendimento. Para a maioria das turmas, de 6º a 9º, a matemática foi citada dentre estas disciplinas. Em resposta à questão sobre quais os conteúdos da matemática que eles possuíam maior “dificuldade” para compreender, o conteúdo “frações” foi o mais citado. No que se refere ao uso das TDIC's, comprovou-se que, para o público-alvo pesquisado no período em que ocorreram as entrevistas, a inclusão das tecnologias ainda estava em processo inicial em relação à matemática. Ressalta-se, no entanto, que este período pode ser considerado pré-pandêmico. Como limitações encontradas no decorrer desta fase da pesquisa, cita-se o início da pandemia que, devido à determinação governamental de isolamento social, fez com que a pesquisa de campo fosse suspensa por tempo indeterminado. Embora o ensino nas escolas municipais tenha sido retomado de forma semipresencial, para os objetivos a que esta pesquisa se propôs, acreditou-se que não seria viável retomar as entrevistas pois a situação de ensino já não era a mesma de outrora, o que modificaria sobremaneira os resultados colhidos desta data em diante.

Tendo em vista a fase da pandemia e impossibilidade de seguir com a coleta de dados, durante esse período realizou-se uma especialização em Neurociência o que acrescentou novos rumos à pesquisa.

Neste ponto da pesquisa, já tendo sido realizada a primeira Revisão Integrativa, e finalizado o Diagnóstico, pode-se afirmar que todos os objetivos desta etapa foram alcançados ao passo que, no decorrer das ações, novas nuances sobre os tópicos pertinentes à aprendizagem da matemática foram reveladas, como os seus atores (estudantes e professores), realidades na

sala de aula e, achados de importância significativa nas diferentes pesquisas analisadas. Esta fase contou com a colaboração de com 15 professores e 50 estudantes, o que pode ser considerado um bom número de participantes. Ressalta-se, ainda que, no decorrer deste estudo foram realizadas quatro revisões integrativas, reunindo inúmeros estudos (apresentados nos apêndices) e enriquecendo o arcabouço teórico do mesmo.

Em agosto de 2022 a coleta de dados foi iniciada com a aplicação da Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA) com os estudantes. Esta etapa foi realizada em pequenos grupos e uma das conclusões aponta que dentre os três testes aplicados, apenas o AD, referente à Atenção Dividida, obteve um maior número de estudantes com respostas no nível “Médio superior”, comprovando que a maioria dos participantes (48%) apresentaram desempenho médio superior na Atenção Dividida. Segundo Rueda (2013), esse resultado indica que os participantes possuem habilidade acima da média para rastrear múltiplos estímulos simultaneamente dentro de um limite de tempo, mesmo na presença de outros distratores, em comparação com a amostra normativa.

Após iniciou-se a coleta de dados com o frequencímetro *Inner Balance*<sup>TM</sup>, no decorrer de três etapas distintas: o período de repouso, seguido por duas fases de atividades cognitivas, primeiro com o uso do *Fractus*, e a final com a realização de exercícios de matemática em folha impressa. Cumpre assinalar que o aplicativo *Fractus* foi desenvolvido para este estudo, com o objetivo de oferecer aos estudantes objetos de aprendizagem que auxiliassem no processo de ensino-aprendizagem de frações, tema considerado por eles como o mais desafiador. Ademais ressalta-se que, ao utilizar o *Fractus*, para este estudo em específico, os estudantes estão apropriando-se das TDIC's para a aprendizagem da matemática. Embora tenha sido realizada a coleta com 55 estudantes (n=55), por uma questão de padronização do *software Kubios*, utilizado para a análise dos dados cardiovasculares disponibilizados pelo frequencímetro, somente 37 estudantes que permaneceram um período maior do que 5 minutos utilizando o frequencímetro puderam fazer parte da amostra (n=37), inabilitando, assim, 18 estudantes de participarem efetivamente do estudo.

No decorrer desta etapa foram concebidas variadas conclusões:

- Quanto às estatísticas descritivas dos dados, os maiores índices das médias para este público-alvo que ocorreram durante a fase 1 (repouso) foram os índices de LF/HF, na fase 2 (*Fractus*) foram observados os maiores índices de Média RR e, também, o maior índice de *Stress Index* (SI) e, na fase 3 (folha de exercícios) ocorreram os maiores índices de rMSSD.
- No que tange ao índice de rMSSD, o maior valor foi registrado na terceira fase de coleta, durante a realização de exercícios sobre frações em folha impressa. Isso sugere que

a predominância da ativação parassimpática sobre a simpática pode indicar cansaço, considerando que essa foi a terceira etapa do estudo, o que possivelmente levou a um declínio na produtividade.

- Uma diminuição no índice LF/HF indica uma predominância parassimpática, sugerindo um estado de relaxamento e um ambiente mais propício ao aprendizado. O maior valor médio de LF/HF foi observado na fase 1, de repouso, refletindo essa tendência.
- O índice de estresse, calculado a partir da variabilidade da frequência cardíaca e derivado da análise da variabilidade do intervalo RR, reflete a carga de estresse cardiovascular. Valores elevados deste índice indicam um alto nível de estresse fisiológico, o que pode comprometer a eficácia da aprendizagem. No estudo, os valores médios mais altos do índice de estresse (SI) foram observados durante a etapa de uso do aplicativo *Fractus*, indicando que a utilização das TDIC's na aprendizagem estava associada a um aumento no nível de estresse fisiológico.
- A maioria dos participantes (70%) obteve maiores índices de VFC (Média RR) com o aplicativo *Fractus*. Neste sentido, os resultados indicam que o uso das TDIC's pode ser benéfico para a aprendizagem da matemática, visto que os maiores índices de VFC, associados à cognição, foram observados nesta etapa.

Esses achados evidenciam a importância de considerar o impacto do aspecto emocional, além do cognitivo, na aprendizagem matemática. A ansiedade e o estresse podem prejudicar o desempenho e a qualidade da aprendizagem. Portanto, estratégias de ensino focadas na redução da ansiedade matemática e no bem-estar emocional dos estudantes são cruciais para um ambiente de aprendizagem eficaz.

Ademais, este estudo demonstrou que a aplicação de princípios da neurociência na educação matemática pode contribuir significativamente para mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem dos estudantes. A análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) revelou que o sistema nervoso autônomo dos estudantes se mostra sensível aos diferentes contextos de aprendizagem, especialmente à utilização de recursos tecnológicos, indicando um possível impacto positivo no desempenho cognitivo.

A fim de desenvolver as recomendações a serem propostas foi efetivada a triangulação de todos os dados coletados: entrevistas com professores, entrevistas com estudantes, coleta de atenção dos estudantes, coleta de VFC dos estudantes e, ainda, dados da revisão integrativa. A análise temática deste conjunto de dados gerou as diretrizes, consideradas “temas guarda

chuva” para a criação das recomendações. De posse das recomendações preliminares foi realizado um Grupo focal, de forma *on-line* com nove especialistas da área que avaliaram uma a uma todas as recomendações e propuseram alterações de acordo com sua *expertise*. De posse deste material foi realizada análise entre os objetivos desta pesquisa e as diretrizes propostas e, desta feita, foi possível identificar que cada diretriz desempenha um papel crucial no cumprimento dos objetivos principais desta pesquisa, quais sejam: reduzir a ansiedade matemática, aumentar a cognição e melhorar o processo de aprendizagem. Como apresentado na Figura 36, este mapeamento visual evidencia a harmonia entre as diretrizes sugeridas e os resultados pretendidos, reafirmando o significativo potencial dessas recomendações para transformar a educação matemática.

Sendo assim, o conjunto de recomendações propostas nesta tese, que, dentre elas, consideram a importância de estratégias de ensino inovadoras, o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem mais positivo e a capacitação dos professores em técnicas neuroeducacionais, podem servir como um guia para a implementação de práticas educacionais eficazes que promovam uma experiência de aprendizagem mais engajadora e eficiente para os estudantes.

As limitações deste estudo foram as seguintes:

- A ocorrência da pandemia (fato que não era esperado) modificou sobremaneira os principais aspectos que englobam a educação: a sala de aula (antes somente presencial e passou a ser presencial ou a distância), o professor (que antes não lidava com a tecnologia e teve que aprender a usar repentinamente), os conteúdos (que antes eram transmitidos apenas via material escrito e com a pandemia passaram a dar espaço maior a conteúdos virtuais, os estudantes (que antes queriam muito usar o celular durante as aulas, com o período que tiveram que utilizá-lo para atividades escolares, passaram a usar com maior rapidez ainda).
- Algumas dessas observações foram importantes para a pesquisa pois, por exemplo, quando os alunos receberam o celular para realizar as atividades do *Fractus*, fizeram de forma tão rápida, que dezoito dos participantes tiveram que ser eliminados da amostra (pois permaneceram menos de 5 minutos usando o aplicativo).
- Outro fator relevante: muitos dos estudantes não sabiam resolver as operações com frações pois, devido à pandemia, este conteúdo foi apresentado rapidamente ou, ainda, alguns alunos mal tinham começado a estudá-lo. Ressalta-se, no entanto que, este fato pode ter



ocorrido devido a alta rotatividade de estudantes nas escolas de Florianópolis que, dependendo da época do ano, são transferidos da escola de seu bairro para o bairro onde os pais migram para trabalhar durante o veraneio.

- A amostra da etapa de coleta com o *Inner Balance*, limitada a 37 estudantes, resultou em uma baixa margem estatística. Para pesquisas futuras, recomenda-se um público mais amplo.
- A versão inicial do *Fractus* não permitia o cálculo e registro dos acertos dos estudantes nos exercícios. Assim, apenas as notas dos alunos na folha impressa foram tabuladas, impossibilitando a comparação entre o uso do *Fractus* e a folha impressa para avaliar o impacto das TDIC's na aprendizagem da matemática.

Outro ponto a ser salientado: No início da pesquisa um dos objetivos específicos era pesquisar estudantes com algum tipo de deficiência (ou neurodivergentes) no entanto, no conjunto de turmas que foram visitadas havia um baixo número para que pudesse ser realizada atividade e assim, este público não fez parte do escopo. No entanto, cabe reforçar aqui que, novas pesquisas poderiam ser realizadas tendo por base este estudo, com foco nestes estudantes, o que seria de grande valia para a comunidade científica.

Em virtude do apresentado, a conclusão desta pesquisa pode ser utilizada como aporte teórico confirmando que a análise da VFC durante a realização de atividades cognitivas pode ser um instrumento auxiliar valioso, reafirmando a importância de novos estudos com base na interrelação entre a neurociência e a aprendizagem. Outrossim, possui relevância ao passo que a grande maioria dos estudos englobando VFC não são direcionados à área educacional. No que se refere às Recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de aprendizagem dessa disciplina, pode-se afirmar que este estudo oferece uma contribuição significativa para o campo da neurociência aplicada à educação matemática pois não foi encontrado estudo, no decorrer das buscas bibliográficas, com recomendações de objetivos similares.

Desta forma, as recomendações finais, após serem avaliadas por um grupo focal de especialistas na área, resultaram em um conjunto de diretrizes práticas e inovadoras para a educação matemática, com potencial para promover uma experiência de aprendizagem mais engajadora, eficiente e menos ansiogênica para os estudantes e, assim, transformar o processo de ensino e aprendizagem desta disciplina, cerne do desenvolvimento pessoal e profissional de todos nós.

Analisando-se o decorrer desta pesquisa pode-se identificar que a aprendizagem da matemática perpassa muitas variáveis que desafiam, constantemente, sua aprendizagem. A partir deste enfoque diferentes novos estudos podem ser indicados tais como, uma pesquisa pode considerar um público-alvo maior, abrangendo também o ensino médio, ou outra poderia realizar estudo idêntico porém com escolas particulares e gerar o comparativo, e, ainda, poderiam ser analisados outros índices de VFC que não foram contemplados aqui para explorar sua possível relação com os processos cognitivos. Isso pode contribuir somando-se a estes resultados novos conhecimentos pertinentes à formulação de diretrizes e/ou materiais didáticos auxiliares ao processo educacional da matemática.

Desta forma, conclui-se, com a finalização deste estudo, que a neurociência pode desempenhar um papel fundamental na intermediação entre a aprendizagem da matemática e o uso de tecnologias educacionais e, assim, pesquisas futuras devem aprofundar a investigação nesse tema, explorando as diversas dimensões da aprendizagem matemática e os benefícios da neurociência para a educação.

## REFERÊNCIAS

- AGRA G.; FORMIGA N.S.; OLIVEIRA P.S.; COSTA M.M.L.; FERNANDES M.G.M.; NÓBREGA M.M.L.. Analysis of the concept of Meaningful Learning in light of the Ausubel's Theory. **Rev Bras Enfermagem** [Internet], 2019;72(1):248-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>.
- AHMED, W.; MINNAERT, A.; KUYPER, H.; VAN DER WERF; G.. Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. **Learning and individual differences**, v. 22, n. 3, p. 385-389, 2012.
- ALVARENGA, S. P.. **Contribuições da neurociência no processo de ensino-aprendizagem em alunos com paralisia cerebral**. Rio de Janeiro: Universidade Cândido Mendes, 2012. 59 f. Monografia (Especialização) - Faculdade Integrada, Universidade Cândido Mendes, 2012.
- ANDERSON, T.; SHATTUCK, J.. Pesquisa baseada em design: uma década de progresso na pesquisa em educação. **Pesquisador Educacional**, v. 41, n. 1, p. 16-25, 2012.
- ARIBA, O. T.. **Enhancing Children's Early Years Mathematical Creativity Through The Visual Arts**. 2019. 426 f. Thesis (Doctored) - Curso de Doctorate of Philosophy, University of Johannesburg, Johannesburg, 2019.
- ASHCRAFT, M. H.. Human memory and mathematical cognition. **Annual Review of Psychology**, v. 53, n. 1, p. 221-249, 2002.
- ASHCRAFT, M. H.; KRAUSE, J. A.. Working memory, math performance, and math anxiety. **Psychonomic bulletin & review**, v. 14, p. 243-248, 2007.
- AUSUBEL, D. P.. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 2003.
- AZEVEDO, M. L.; MENEZES, C. B.. Efeitos do Programa Terapia Cognitiva Baseada em Mindfulness sobre estresse, autoeficácia e mindfulness em universitários. **SMAD, Revista Eletrônica Saúde Mental Álcool e Drogas (Edição em Português)**, v. 16, n. 3, p. 44-54, 2020.
- BAEVSKY, R.; BERSENEVA, A.. **Methodical recommendations use Kardivar system for determination of the stress level and estimation of the body adaptability**: standards of measurements and physiological interpretation. Moscou, 2008. p. 1-42.
- BARAB, S.; SQUIRE, K.. Design-based research: putting a stake in the ground. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2004.
- BARBETTA, P. A.. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5 ed. Revis.. Florianópolis-SC: Editora da UFSC, 2002.
- BARDIN, L.. **Análise de Conteúdo**. 1a reimp. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARTOSZECK, A. B.. Neurociência na educação. **Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita**, v. 1, p. 1-6, 2006.

BASSO, M.. **Espaços de aprendizagem em rede**: novas orientações na formação de professores de Matemática. 2003. 412 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BENCZIK, E. B. P.; LEAL, G. C.; CARDOSO, T. A.. A utilização do teste de atenção concentrada (AC) para a população infanto-juvenil: uma contribuição para a avaliação neuropsicológica. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 33, n. 100, p. 37-49, 2016. Disponível em:

[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862016000100005&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000100005&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 02 maio 2024.

BEZERRA, J.. **História da matemática**: como surgiu a matemática? Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/historia-da-matematica/#:~:text=A%20Matem%C3%A1tica%20como%20a%20c>. Acesso em: 10 jul. 2022.

BILLMAN, G. E.. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. **Frontiers in Physiology**, v. 4, p. 26, 2013.

BORGES, F. F. R.. **Variabilidade da frequência cardíaca em corredores durante um teste incremental máximo em esteira**. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Biomédica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2022.

BOTELHO, L. de L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M.. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão & Sociedade**, 5(11), 121-136, 2011. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/10515/o-metodo-da-revisao-integrativa-nos-estudos-organizacionais/i/pt-br>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, **LDB**. 9394/1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental - matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Lei nº 11.274/2006**, de 06 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111274.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111274.htm). Acesso em 24 ago. 2022.

BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais da Educação básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Brasília, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Brasil no PISA 2018** [recurso eletrônico]. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. 185 p..

BRAUN, V.; CLARKE, V.. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in**

**Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. ISSN 1478-0887. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>.

BRITO, R. F.. **Modelo de referência para desenvolvimento de artefatos de apoio ao acesso dos surdos ao audiovisual**. 2012. 337 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2012.

BROADBENT, D.. **Perception and communication**. Londres: Pergamon. 1958.

BROWN, A. L.. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Science**, v. 2, n. 2, p. 141-178, 1992. DOI: 10.1207/s15327809jls0202\_2.

BRUNYÉ, T. T.; MAHONEY, C. R.; GILES, G. E.; RAPP, D. N.; TAYLOR, H. A.; KANAREK, R. B.. Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learning and Individual Differences*, v. 27, p. 1-7, 2013.

CAI, J.; SILBER, S.; HWANG, S.; NIE, B.; MOYER, J. C.; WANG, N.. O Projeto Local e sua Investigação de Estratégias de Solução de Problemas como uma Medida de Efeitos Curriculares Longitudinais sobre a Aprendizagem dos Alunos. **REMATEC**, v. 11, n. 21, p. 123-140, 2016.

CÂNDIDO, R. D.; RODRIGUES, A. S.; MORAIS, V. A. C. de; BARROS, M. D. M. de; COSTA, F. L. P. da.. Percepções de professores do Ensino Fundamental quanto à importância das neurociências para o processo de aprendizagem e inclusão. **Debates em Educação**, v. 13, n. 31, p. 424-450, 2021.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R.. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto & Contexto - Enfermagem**, 15(4), 679–684. 2006. <https://doi.org/10.1590/s0104-07072006000400017>.

CARMO, J. D. S.; SIMIONATO, A. M.. Reversão de ansiedade à matemática: alguns dados da literatura. **Psicologia em Estudo**, v. 17, p. 317-327, 2012.

CARTWRIGHT, K. B.. Insights from cognitive neuroscience: The importance of executive function for early reading development and education. **Early Education & Development**, v. 23, n. 1, p. 24-36, 2012.

CARVALHO, D. P. D. S. R. P.; REGO, A. L. D. C.; FERREIRA, K. D. S.; SILVA, S. B. D.; VITOR, A. F.; FERREIRA JÚNIOR, M. A.. Teoria da aprendizagem significativa como proposta para inovação no ensino de enfermagem: experiência dos estudantes. **Rev. Enferm. UFSM**, p. 186-192, 2015.

CARVALHO, L. P. N. de; ARAÚJO, L. S.; AVELAR, M. D. P. S. L.; SAY, K. G.. Efeitos da meditação associada à educação em neurociências da dor em adultos com fibromialgia: Ensaio clínico controlado e randomizado. **SMAD, Revista Eletrônica Saúde Mental Álcool e Drogas** (Edição em Português), v.16, n. 3, p. 3-13, 2020.

CHOJAK, M.. Neuropedagogy as a scientific discipline: interdisciplinary description of the theoretical basis for the development of a research field. **International Journal of Educational and Pedagogical Sciences**, v. 12, n. 8, p. 1085-1088, 2018.

COELHO, C. P.; SOARES, R. G.. Estudo de caso com intervenções Neuropsicopedagógicas: estímulos à possibilidades cognitivas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e173943065-e173943065, 2020.

COLLINS, A.. **Toward a design science of education**. In: SCANLON, E.; O'SHEA, T. (Orgs.). *New directions in educational technology*. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

CONSELHO FEDERAL DE PSICOLOGIA. Código de Ética Profissional dos Psicólogos, Resolução n.º 10/05, 2005.

CONSENZA, R. N.; GUERRA, L.B.. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. 1ª Edição. São Paulo: Artmed, 2011.

CORREIO SC. (2022, 14 de julho). Alunos da rede municipal de Florianópolis terão desenvolvimento com jogos de raciocínio. Disponível em: <https://www.correiosc.com.br/alunos-da-rede-municipal-de-florianopolis-terao-jogos-de-raciocinio/>.

COSTA, C. S. da.. **Neuroeducação**: um diálogo entre a neurociência e a sala de aula. 2021. 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS, Porto Alegre-RS, 2021.

CRESWELL, J. W.. **Projeto de pesquisa**: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 206-237.

CRUZ, P.. **Todos pela Educação**. Relatório de Atividades 2010. Disponível em: [https://www.todospelaeducacao.org.br/\\_uploads/\\_posts/275.pdf?841327348](https://www.todospelaeducacao.org.br/_uploads/_posts/275.pdf?841327348). Acesso em: 19 jul. 2022.

CRUZ, J.; TAVARES, E. D. S.; COSTA, M.. Aprendizagem significativa no contexto do ensino remoto. **Dialogia**, 36, 411–427. 2020. <https://doi.org/10.5585/dialogia.n36.17760>.

CUNHA, M. R.; SILVA, F. M. A. R. e; MENDES, G. B. C. N.; SILVA, J. E. S. da; SILVA, K. S. da; SILVEIRA, K. O. da; GUERREIRO, Z. M. do N. S.; ADRIANO, V. C. S.. Abordagens inovadoras no ensino de ciências e matemática. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 4, p. e3806- e3806, 2024.

CURRÍCULO base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense. Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Educação. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p..

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R.. **Ergonomia e Usabilidade**: Conhecimentos, Métodos e Aplicações. São Paulo: Novatec, 2007. 344p.

DBR-COLLECTIVE. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003. Disponível em:

<https://doi.org/10.3102/0013189x032001005>.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S.. **Introdução**: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 1541.

DIAMOND, A.. Executive Functions. **Annual Review of Psychology**, v. 64, n. 1, p. 135-168, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>.

DIAS, C.. **Grupo focal**: técnica de coleta de dados em pesquisa qualitativa. *Informação & Sociedade: Estudos*. João Pessoa, v.10, n.2, p.141-158, 2000.

DIAS, J. G. R.; SANTANA, A. N. de; SILVA BARBOSA, J. L. da; LAUTER, S. L.. Avaliação psicológica e neuropsicológica em matemática: análise de publicações científicas (2013- 2019). **Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment**, v. 20, n. 1, p. 23-32, 2021.

EDUCAÇÃO, Secretaria Municipal de. Escolas Básicas Municipais. 2021. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/educa/index.php?cms=escolas+basicas+municipais&menu=5&submenuid=139>. Acesso em: 22 ago. 2022.

ELIAS, A. P. de A. J.; ZOPPO, B. M.; KALINKE, M. A.. Práticas inovadoras no trabalho com a disciplina de Matemática no Ensino Fundamental I: uma revisão sistemática. **Cadernos do Aplicação**, v. 32, n. 2, 2019.

EVARISTO, R. M.. **Modelo matemático para estudo da variabilidade da frequência cardíaca**. 2017. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa Programa de Pós-Graduação em Ciências, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/2428/1/Ronaldo%20Mendes%20Evaristo.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2024.

FALCÃO NETO, R.. **A variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de avaliação e prevenção de alterações cardíacas durante os exercícios físicos**. 2017. 60 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente A, Fundação Oswaldo Aranha Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2017.

FIGUEIRA, P. V. S. T.; FREITAS, P. M. de. Relação entre ansiedade matemática, memória de trabalho e controle inibitório: Uma meta-análise. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, p. 678-696, 2020.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A.. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FISCHER, F.; HMELO-SILVER, C. E.; GOLDMAN, S. R.; REIMANN, P. (Eds.). **International handbook of the learning sciences**. Routledge, 2018.

FISCHER, C.; JULIANI, D.; BLEICHER, S.. Possibilidades de uso do ChatGPT nas práticas pedagógicas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT): uma revisão sistemática de literatura. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en**

**Tecnología**, v. 37, p. e4, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e4>. Acesso em: 24 mai. 2024.

FITTS, P.M.; POSNER, M.I.. **Human performance**. Belmont, Brooks/Colemann, 1967.

FLOR, C. S.. **Recomendações para a criação de pistas proximais de navegação em websites voltadas para surdos pré-linguísticos**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

FONSECA, V. da. Papel das funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuro psicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**. São Paulo , v. 31, n. 96, p. 236-253, 2014 . Disponível em:

[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862014000300002&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862014000300002&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 27 jul. 2022.

FONSECA, S. S. D.; SANTOS, R. D.. Dificuldades dos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental em Aprender Fração. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 2 (1), 50–66. 2019. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2019v2i1.10724>.

**FRACTUS**. Versão 2.0.0, Florianópolis-SC, LAMID, 2022, Heroku: cloud application platform. Disponível em: <https://app-fractus-v2.herokuapp.com>. Acesso em 14 ago. 2022.

FREIRE, P. D. S.. **Aumente a Qualidade e Quantidade de Suas Publicações Científicas**: Manual para Elaborado de projetos e artigos científicos. 1ª. ed. Curitiba: CRV, 2013.

FREITAS, C. R. D.; BAPTISTA, C. R.. A atenção, a infância e os contextos educacionais. *Psicologia & Sociedade*, v. 29, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-0310/2017v29i140387>. Acesso em: 27 maio 2024.

GALVÃO FILHO, I.. **Fractus**: aplicativo para aprendizagem de frações. 2022. 155 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento, Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/236297>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R..B.; MANGUN, G. R. . Cognitive Neuroscience. The biology of the mind. 2006.

GERTSENCHTEIN, L. I. P. S.. **Correlação entre ansiedade e o desempenho em atenção concentrada**: um estudo psicofisiológico. 2011. 84 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Psicologia da Saúde, Psicologia, Universidade Metodista do Estado de São Paulo UMESP, São Bernardo do Campo, 2011.

GIL, A. C. . **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2008.

GILMORE, C.. Understanding the complexities of mathematical cognition: A multi-level framework. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 76, n. 9, p. 1953-1972, 2023.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em 26 mai. 2024.



GROSSI, M. G. R.; LEROY, F. S.; ALMEIDA, R. B. S. de. Neurociência: contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado. **Abakós**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-17, 24 nov. 2015. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2316-9451.2015v4n1p34>.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E.. **Tratado de Fisiologia Médica** [recurso eletrônico] / John E. Hall; [tradução Alcides Marinho Junior et al.]. 13ª ed.. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

GUERRA, L. B.. Como as neurociências contribuem para a educação escolar? **FGR em Revista**, Belo Horizonte, v. 4, n. 5, p. 6-9, 2010.

GUERRA, L. B.. 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, J. C. F. DE; SEVERO, E. A., NOBREGA, K. C.; GUERRA, N. M. D. C. P.. A influência da inovação no ensino, qualidade e comprometimento sobre a retenção de alunos no ensino superior. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 12, n. 1, p. 249- 269, 2019.

HADDAD JUNIOR, H.; VISCONTI, M. A. . **Organização geral do Sistema Nervoso**. 2 Tópico. Licenciatura em Ciências. USP – UNIVESP. 2018. Disponível em: <http://docplayer.com.br/36603769-Organizacao-geral-do-sistema-nervoso.html>. Acesso em 10 ago. 2022.

HALLAL, R.; PINHEIRO, N. A. M.. Recorte Literário Acerca da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel: congresso internacional de ensino da matemática (2013 a 2017). **Revista Multidisciplinar Vozes dos Vales da UFVJM**. Minas Gerais – Brasil, v. VII, n. 14, p. 1-17, out. 2018.

HEARTMATH. **Inner Balance™**: An unparalleled window into your emotional wellbeing. 2024. <https://www.heartmath.com/The-Inner-Balance/>.

HERRERAS, E. B. PISA 2012: Ansiedad y Bajo Rendimiento en Competencia Matemática. **Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica**, v. 1, n. 46, p. 161-173, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21865/RIDEP46.1.12>.

HILGARTER, K.; SCHMID-ZALAUDEK, K.; CSANÁDY-LEITNER, R.; MÖRTL, M.; RÖSSLER, A.; LACKNER, H. K.. Phasic heart rate variability and the association with cognitive performance: A cross-sectional study in a healthy population setting. **PLoS One**, v. 16, n. 3, p. e0246968, 2021.

IDOWU, O. O.. **Math Anxiety Among Junior Secondary School Children in Lagos, Nigeria: Gender and School Type Effects**. University of Wyoming, 2018.

INE.EAD – INSTITUTO NACIONAL DE ENSINO. Neurociência, psicopedagogia e aprendizagem na educação. Disponível em: [https://institutoine.com.br/arquivos/\\_5ec67f250571b.pdf](https://institutoine.com.br/arquivos/_5ec67f250571b.pdf). Acesso em: 17 maio 2024.

**INNER BALANCE™**. An unparalleled window into your emotional wellbeing. Heart Math, 2024. Disponível em <https://www.heartmath.com/The-Inner-Balance/>.

JANSEN, B. R.; LOUWERSE, J.; STRAATEMEIER, M.; VAN DER VEN, S. H.; KLINKENBERG, S.; VAN DER MAAS, H. L.. The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance. **Learning and Individual Differences**, v. 24, p. 190-197, 2013.

KABA, Y.; ŞENGÜL, S.. The relationship between middle school student's mathematics anxiety and their mathematical understanding. **Pegem Eğitim Ve Öğretim Dergisi**, 8(3), 599-622, 2018. Disponível em: <http://pegegog.net/index.php/pegegog/article/view/pegegog.2018.023>. Acesso em: 25 nov. 2021.

KELLOGG, J. S.; HOPKO, D. R.; ASHCRAFT, M. H.. The effects of time pressure on arithmetic performance. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 13, n. 6, p. 591–600, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0887-6185\(99\)00025-0](https://doi.org/10.1016/s0887-6185(99)00025-0). Acesso em: 7 abr. 2024.

KENSKI, V. M.. **Tecnologias e o ensino presencial e a distância**. 9 ed. Campinas, SP: Papirus, 2010.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M.. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 01, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; THAYER, J. F.. Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research—recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. **Frontiers in psychology**, v. 8, p. 238557, 2017.

LADWIG, I. . A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. **Revista Paulista de Educação Física**, (supl.3), 62-71. 2017. <https://doi.org/10.11606/issn.2594-5904.rpef.2000.139614>.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. de L.. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 399-420, 2007.

LEISMAN, G.; MUALEM, R.; MUGHRABI, S. K.. *Psicología Educativa*. 2015.

LIM, S. Y.; CHAPMAN, E.. Effects of using history as a tool to teach mathematics on student's attitudes, anxiety, motivation and achievement in grade 11 classrooms. **Educational studies in mathematics**, v. 90, p. 189-212, 2015.

LIMA, R. F. de. Compreendendo os Mecanismos Atencionais. **Ciênc. cogn.**, Rio de Janeiro , v. 6, n. 1, p. 113- 122, nov. 2005 . Disponível em [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212005000300013&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212005000300013&lng=pt&nrm=iso).

LIMA, C. L. de; QUEIROZ, E. C. S. B.; SANT'ANNA, G. J.. A Relação entre Concentração e Aprendizagem: O Uso de TIDC para a Aprendizagem do Aprender. **CIET: EnPED**, [S.L], p. 1-17, maio 2018.

LIPP, M. E. N. (Org.). *Stress no Brasil: Pesquisas avançadas*. Campinas, SP: Papirus, 2004.

LOPES, L. F. D.. **Métodos Quantitativos Aplicados ao Comportamento Organizacional**. Santa Maria: Voix, 2018. 266 p.

LOPES, P. F. F.; OLIVEIRA, M. I. B. de; ANDRÉ, S. M. de S.; NASCIMENTO, D. L. A. do; SILVA, C. S. de S.; REBOUÇAS, G. M.; FELIPE, T. R.; ALBUQUERQUE FILHO, N. J. B. de; MEDEIROS, H. J. de. Aplicabilidade clínica da variabilidade da frequência cardíaca. **Neurosciences Magazine**, v. 21, n. 4, p. 600-603, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/inc.2013.v21.8171>.

LOPEZ-CAUDANA, E., RAMIREZ-MONTOYA, M. S., MARTÍNEZ-PÉREZ, S., RODRÍGUEZ-ABITIA, G.. Using robotics to enhance active learning in mathematics: A multi- scenario study. **Mathematics**, v. 8, n. 12, p. 2163, 2020.

LOUREIRO, J. P.. **Respostas fisiológicas de homens saudáveis às avaliações no nível de dificuldade de um jogo de vídeo puzzle**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

LOURES, D. L.; SANT'ANNA, I.; BALDOTTO, C. S. D. R.; SOUSA, E. B. D.; NÓBREGA, A. C.L. D.. Mental Stress and the Cardiovascular System. **Brazilian Archives of Cardiology**, 78(5), 525–530. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2002000500012>.

LUNA, A. T. de. **O fracasso escolar na disciplina matemática: causas e consequências**. 2014. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares, Universidade Estadual da Paraíba UEPB, Cajazeiras-PB, 2014.

MACABODBOD, J. C.. On Mathematics Anxiety and Achievement of BSHRM Students in Surigao City, Philippines. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology**, 2023.

MACEDO, A. B. T.; VEGA, E. A. U.; ANTONIOLLI, L.; PINHEIRO, J. M. G.; TAVARES, J. P.; SOUZA, S. B. C. D.. Effect of cardiovascular biofeedback on nursing staff stress: a randomized controlled clinical trial. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 76, p. e20230069, 2023.

MACIEL, R.. Sistema Nervoso. Divisão do Sistema Nervoso. **Anatomia Resumida**. 2019. Disponível em <http://www.anatomiaresumida.com/sistema-nervoso/>. Acesso em 25 ago. 2022.

MADISON, A.; VASEY, M.; EMERY, C. F.; KIECOLT-GLASER, J. K.. Social anxiety symptoms, heart rate variability, and vocal emotion recognition in women: evidence for parasympathetically-mediated positivity bias. **Anxiety, Stress, & Coping**, v. 34, n. 3, p. 243-257, 2021. DOI: 10.1080/10615806.2020.1839733.

MALONEY, E. A.; SCHAEFFER, M. W.; BEILock, S. L.. Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions. **Research in Mathematics Education**, v. 15, n. 2, p. 115-128, 2013.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. **Fundamentos da metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARQUES, K. C. D.; ESPÍNDOLA, I. da S.; SAUERWEIN, I. P.S.. Teias interdisciplinares: a infundável construção dos fios da interdisciplinaridade na formação inicial de professores de Ciências da Natureza e Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 7, p. 379-398, 2020.

MARTÍN-LOECHES, M.. Neuroscience and education: We already reached the tipping point. **Psicología Educativa**, v. 21, n. 2, p. 67-70, 2015.

MARTINS, J. C. L.; ALMEIDA, I. N. S. de. Contribuições da neurociência cognitiva para a educação no ensino superior. **Revista Humanidades e Inovação - UNITINS**, [s. l], v. 6, n. 9, p.225-232, 2019.

MATTA, A. E. R.; SILVA, F. P. S. da; BOAVENTURA, E. M.. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-70432014000200023&lng=es&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432014000200023&lng=es&nrm=iso).

McKENNEY, S.; REEVES, T.. **Conducting educational design research**. Abingdon: Routledge, 2012.

MATOS, J. B.. **Efeito da Variabilidade da Frequência Cardíaca na Atenção Cognitiva após o Teste de Exercício T-Car em Jogadores de Tênis**. 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Psicologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2013.

MCCRATY R.; SHAFFER F.. Heart Rate Variability: New Perspectives on Physiological Mechanisms, Assessment of Self-regulatory Capacity, and Health Risk. **Global Advances in Health and Medicine**. 2015;4(1):46-61. doi:[10.7453/gahmj.2014.073](https://doi.org/10.7453/gahmj.2014.073).

MENDONÇA, S. de L.; SANTOS JÚNIOR, H. H. dos; ALEXANDRE, M. R.; SOUSA, B. da S.; MARÃES, V. R. F. da S.. Limitações da variação da frequência cardíaca em professores. **Cadernos de educação, saúde e fisioterapia**, v. 5, n. 10, 2018.

MOLENAAR, I.; CAMPEN, C. K-V.. Teacher Dashboards in Practice: usage and impact. **Data Driven Approaches In Digital Education**, [S.L.], p. 125-138, 2017. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5\\_10](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5_10).

MONTEIRO, V.; PEIXOTO, F.; MATA, L.; SANCHES, C.. Mathematics: I don't like it! I like it! Very much, a little, not at all... Social support and emotions in students from 2nd and 3rd cycles of education. **Análise Psicológica**, v. 35, n. 3, p. 281-296, 2017.

MORALES, A.; EVERARDO, J.. **La estructura del sistema nervioso**. Oaxaca – México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.. 2011.

MOREIRA, A. M.. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Revista cultural La Laguna**.

Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S.. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes Ltda, 2012.

MORGAN, G.. Paradigmas, metáforas e resolução de quebra-cabeças na teoria das organizações. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 58–71, 2005. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rae/article/view/37103>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MOTA-CARDOSO, R.; ARAÚJO, A.; RAMOS, R.; GONÇALVES, G.; RAMOS, M.. **O stress nos professores portugueses**: Estudo IPSSO 2000. Porto: Porto, 2002.

MURAKAMI, L.; RUA, E. S.; SANTOS, V. B.; LOPES, J. D. L.. Efetividade da intervenção educativa com manual para redução da ansiedade e estresse: ensaio clínico controlado. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, p. e20210757, 2022.

NAVARRO-IBARRA, L.; GARCIA-SANTILAN, A.; CUEVAS-SALAZAR, O.; ANSALDO-LEYVA, J.. Mathematics, technology and learning: How to align these variables in order to explain anxiety towards mathematics and attitude towards the use of technology for learning mathematics. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 13, n. 9, p. 6211-6229, 2017.

NCTM. **Principles to actions**: ensuring mathematical success for all. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. 2014.

OCAMPO, D. M.; SANTOS, M. E. T. dos; FOLMER, V.. A Interdisciplinaridade no Ensino É Possível? Prós e contras na perspectiva de professores de Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 30, p. 1014-1030, 2016.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociência e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores**. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado em Educação, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2011.

OLIVEIRA, R. M. M. A. de; PASSOS, C. L. B.. Promovendo o desenvolvimento profissional na formação de professores: a produção de histórias infantis com conteúdo matemático. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, p. 315-330, 2008.

OLIVEIRA, S. M. de; SILVA, M. S. da; NOGUEIRA, M. C. A.. Saúde Mental Infanto-juvenil: a necessidade de Políticas Públicas mais efetivas pelo Estado. ID on line. **Revista de Psicologia**, v. 12, n. 41, p. 748-759, 2018.

ORBACH, L.; FRITZ, A.. Patterns of attention and anxiety in predicting arithmetic fluency among school-aged children. **Brain sciences**, v. 12, n. 3, p. 376, 2022.

PILLON, A. E.; TECHIO, L. R.; ULBRICHT, V. R.; SOUZA, M. V. de. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino-aprendizagem de Matemática: uma Revisão Integrativa. **Educação Matemática Pesquisa EMP** (ISSN 1983-3156), v. 22, p. 229-249, 2020.

PILLON, A. E.; GALVÃO FILHO, I.; ULBRICHT, V. R.; SOUZA, M. V. de. A aprendizagem da matemática nos anos finais do ensino fundamental em Florianópolis. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n.8, p. 10234-10256, 2023 a.

PILLON, A. E.; ULBRICHT, V. R.; SOUZA, M. V. de; FONTENELE, A. F. G. T.. Heart Rate Variability Analysis to track stress level while learning Mathematics. In: **2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. IEEE, 2023b. p. 1-6.

PILLON, A. E.; ULBRICHT, V. R.; NASCIMENTO, P. C. do; PAULA, G. L. de S.; SOUZA, M. V. de. Explorando a aprendizagem matemática: uma investigação da variabilidade da frequência cardíaca no contexto de atividades com frações no Ensino Fundamental. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 3, p. e3606-e3606, 2024. PISA. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. 2022. Disponível em: <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/>. Acesso em 06 dez. 2023.

PIZZIE, R. G.; RAMAN, N.; KRAEMER, D. J.M.. Math anxiety and executive function: Neural influences of task switching on arithmetic processing. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, v.20, n. 2, p. 309-325, 2020.

PIZZIE, R. G.; MCDERMOTT, C. L.; SALEM, T. G.; KRAEMER, D. J. M. . Neural evidence for cognitive reappraisal as a strategy to alleviate the effects of math anxiety. **Social Cognitive and Affective Neuroscience**, v. 15, n. 12, p. 1271-1287, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa161>.

PORTO, O.. **Bases da Psicopedagogia, diagnóstico e intervenção nos problemas de Aprendizagem**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2007.

PPGEGC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **O Programa. Áreas de concentração**. Florianópolis, 2019a. Disponível em: <https://ppgegc.paginas.ufsc.br/areas-de-concentracao/>. Acesso em: 31 jul. 2022.

PPGEGC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **Linhas de pesquisa. Mídia do Conhecimento**. Florianópolis, 2019b. Disponível em: <https://ppgegc.paginas.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/>. Acesso em: 31 jul. 2022.

PPGEGC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **Banco de Teses e Dissertações do PPGEGC - BTD/PPGEGC**. Florianópolis, 2022. Disponível em: <http://btd.egc.ufsc.br/>. Acesso em: 31 jul. 2022.

PPGEGC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **Banco de Teses e Dissertações do PPGEGC - BTD/PPGEGC**. Florianópolis, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76395>. Acesso em: 11 mar. 2024.

PPGEGC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **Fundamentos de Mídia e Conhecimento (slides)**. 2019/1.

QUINTANA, D. S., GUASTELLA, A. J., OUTHRED, T., HICKIE, I. B., KEMP, A. H.. Heart rate variability is associated with emotion recognition: Direct evidence for a relationship between the autonomic nervous system and social cognition. **International**

**Journal of Psychophysiology**, 86, 168–172, 2012.

RAMIREZ, G.; GUNDERSON, E. A.; LEVINE, S. C.; BEILock, S. L.. Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. **Journal of Cognition and Development**, v. 14, n. 2, p. 187-202, 2013.

RAMOS, D. K.; MELO, H. M. de; MATTAR, J.. Jogos digitais na escola e inclusão digital: intervenções para o aprimoramento da atenção e das condições de aprendizagem. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 18, n. 58, p. 670-692, jul. 2018.

Disponível em

[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-416X2018000300670&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-416X2018000300670&lng=pt&nrm=iso).

RAZA, S.H.; REDDY, E.. Intentionality and Players of Effective Online Courses in Mathematics. **Frontiers in Applied Mathematics and Statistics**. Vol 7. p. 327-345. 2021.

REEVES, T. C.. Design research. In: GREEN, J. L.; CAMILLI, G.; ELMORE, P. B. (Eds.). **Handbook of complementary methods in education research**. American Educational Research Association, 2006. p. 123-132.

REZENDE, L. C. M.; OLIVEIRA, L. R. de; FORMIGA JÚNIOR, J. A.; SILVA, M. P. F. da; MOREIRA, T. C.; OLIVEIRA, T. M. A. de; SILVA BRITO, A. G. da. A necessidade de abordagem sobre saúde mental na atenção básica: uma revisão integrativa. **E-Acadêmica**, v. 3, n. 2, p. e6532231-e6532231, 2022.

RIBEIRO, C.. Ideb fica estável, mas aprendizagem retrocede com pandemia; veja as notas. **Exame**, São Paulo, 16 set. 2022. Disponível em: <https://exame.com/brasil/ideb-2021-resultados/>. Acesso em: 17 mar. 2024.

RICHTER, J.; BOTTENBERG, D.; ROBERTO, K.. Focus group: Implications for program evaluation of mental health services. **The Journal of Mental Health Administration**, v. 18, p. 148-153, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02518609>. Acesso em: 16 mai. 2024.

ROCHA, E. P. da; TONELLI, J. R. A.. Pensando a formação inicial de professores de inglês no século XXI: A neurociência em sala de aula e como ela pode ajudar no ensino-aprendizagem a alunos com a síndrome de Asperger. **Revista de Letras Norte@mentos**, v. 8, n. 16, 2015.

ROCHA, L. de A.; CARVALHO, A. S. de; LIMA, P. R. E. de; GOMES, B. A.; PAULO, L. G.; SOUSA, R. R. de; SILVA, A. R. V. da. Stress and associated factors in public school teachers: a cross-sectional study. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 21, n. 2, 2023.

RUEDA, F. J. M.. **Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção**. 1 ed. São Paulo: Vetor, 2013. 99 p.

SAMMALLAHTI, E.; FINELL, J.; JONSSON, B.; KORHONEN, J.. A meta-analysis of math anxiety interventions. **Journal of Numerical Cognition**, v. 9, n. 2, p. 346-362, 2023.

SAMUEL, T. S.; WARNER, J.. “I can math!”: Reducing math anxiety and increasing math

self-efficacy using a mindfulness and growth mindset-based intervention in first-year students. **Community College Journal of Research and Practice**, v. 45, n. 3, p. 205-222, 2021.

SAMUEL, T. S.; BUTTET, S.; WARNER, J.. “I Can Math, Too!”: Reducing Math Anxiety in STEM-Related Courses Using a Combined Mindfulness and Growth Mindset Approach (MAGMA) in the Classroom. *Community College Journal of Research and Practice*, v. 47, n. 10, p. 613-626, 2023.

SANTOS, I. R. dos, CRUZ, A. C. da, VILELA, A. B. A., YARID, S. D., ANJOS NETA, M. M. S. dos; SILVA, T. D.. Política Nacional de Educação Permanente em Saúde: O debate sobre a necessidade de sua atualização. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 14, n. Especial, p. 118-122, 2023.

SANTOS, P. M.; ZANCANARO, A.; SANTOS, N. dos. Representação do Conhecimento por Meio de Mapas Conceituais no Domínio do T-Governo. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre - RS, v. 18, n. 1, p. 147-160, jun. 2015. Sem.. ISSN digital 1982-1654.

SANTOS, J. L. G. D.; ERDMANN, A. L.; MEIRELLES, B. H. S.; LANZONI, G. M. D. M.; CUNHA, V. P. D.; ROSS, R.. Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos. **Texto & Contexto - Enfermagem**, 26 (3). 2017. <https://doi.org/10.1590/0104-07072017001590016>.

SBISSA, P. P. M.. **Efeito da respiração controlada e meditação mindfulness na variabilidade da frequência cardíaca**. 2014. 299 f. Tese (Doutorado) - Curso de Psicologia, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SCANDOLARA, D. H. ; PILLON, A. E. ; ULBRICHT, V. R. . O papel da Neurociência no processo de aprendizagem: uma revisão integrativa da literatura. In: Vania Ribas Ulbricht. (Org.). **Neurociência: aplicações interdisciplinares da atualidade**. 1ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2022, v. 1, p. 151-178.

SCOTT, E. E.; WENDEROTH, M. P.; DOHERTY, J. H.. Design-based research: A methodology to extend and enrich biology education research. **CBE—Life Sciences Education**, v. 19, n. 2, p. es11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0245>.

SEGALLA, C. D.. **Um estudo longitudinal sobre o efeito de uma intervenção baseada no modelo transteórico de mudança em adolescentes com sobrepeso ou obesidade**. 2017.

SGOBBI, F. S.; TAROUCO, L. M. R.; HERPICH, F.. O uso de frequencímetro para inferir indícios cognitivos em alunos adultos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 134-143, 2019.

SHAFFER F., GINSBERG J.P.. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **FrontPublic Health**. 2017 Sep 28;5:258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258.

SHAHSAVARANI, A. M.; ABADI, E. A. M.; KALKHORAN, M. H.. Stress: Facts and theories through literature review. **International Journal of Medical Reviews**, v. 2, n. 2, p. 230-241, 2015.



SIGNORI, G. G.; GUIMARÃES, J.C.F. de. Gamificação como método de ensino inovador. **Int. J. Activ. Learn**, v. 1, n. 1, p. 66-77, 2016.

SILVA, F. O. da. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente - SP, 2017. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151423/silva\\_f\\_me\\_prud.pdf?sequen ce=3 &isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151423/silva_f_me_prud.pdf?sequen ce=3 &isAllowed=y). Acesso em: 23 jul. 2022.

SILVA, J. K. T. do N. F. da; LINS FILHO, O. de L.; GERMANO-SOARES, A. H.; RITTI-DIAS, R. M.; FARAH, B. Q.. Associação entre frequência de aulas de educação física e variabilidade de frequência cardíaca em meninos adolescentes: um estudo transversal. **Journal of Physical Education**, v. 33, p. e3322, 2022.

SILVA, D. de M.; ARAÚJO, F. O.; FERREIRA, R. G.. Interdisciplinaridade: reflexões sobre práticas pedagógicas no ensino médio integrado. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 18, p. e8814-e8814, 2020.

SILVA, M. F. S. da. **Resenha**: História das frações. UNIPAMPA - Universidade Federal do Pampa. Bagé-RS, 2017.

SILVEIRA, S. R.; BERTOLINI, C.; PARREIRA, F. J.. O uso de tecnologias digitais da informação e da comunicação como ferramenta de apoio aos processos. Texto para discussão 02. **O Observatório Socioeconômico da Covid-19**, Santa Maria-RS, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/820/2020/06/Textos-para-Discuss%C3%A3o-02-O-Uso-de-TDIC's-como->. Acesso em: 23 jul. 2022.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P.. A pesquisa científica. In: GERHARDDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009. P. 31- 42.

SISTEMA nervoso simpático e parassimpático. **Diferença**. 2022. Disponível em: <https://www.diferenca.com/sistema-nervoso-simpatico-e-parassimpatico/>. Acesso em 25 ago. 2022.

SOUSA, R. C. de; BARROSO, S. M.; RIBEIRO, A. C. S.. Aspectos de saúde mental investigados em policiais: uma revisão integrativa. **Saúde e Sociedade**, v. 31, p. e201008pt, 2022.

STERNBERG, R. J.. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed. 2000.

STRAUSS, B.; BARTON, D. A.; REILLEY, R. R.. Doctoral Dissertations on hypnosis: 1980- 1989. **American Journal of Hypnosis**, 37 (4), 267-270. 1995.

STUDENT'S t Test. In: KIRCH, W. (ed.). **Encyclopedia of Public Health**. Netherlands-Dordrecht: Springer, 2008. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5614-7\\_3378](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5614-7_3378). Acesso em: 15 mai. 2024.

SVIHLA, V.. Advances in Design-Based Research. **Frontline Learning Research**, v. 2, n. 4, p. 35-45, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.14786/flí.v2i4.114>.

TABER, K. S.. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. **Research in Science Education**, v. 48, p. 1273-1296, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>. Acesso em: 16 mai. 2024.

TARVAINEN, M.; LIPPONEN, J.; NISKANEN, J.; RANTA-AHO, P. O.. Kubios HRV Software. User's guide. Kubios HRV Standard. Kubios HRV Premium. **Versão 3.5**. Disponível em: <https://www.kubios.com>.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

TAUFIKURRAHMAN, T.; BUDIYONO, B.; SLAMET, I.. Development of mathematics module based on meaningful learning. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2021.

THAYER, J. F. . What the heart says to the brain (and vice versa) and why we should listen. **Psychological Topics**, 16(2), 241–250, 2007.

THAYER, J. F.; LANE, R. D. .A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. **Journal of Affective Disorders**, v. 61, n. 3, p. 201-216, 2000.

THAYER, J. F.; LANE, R. D.. Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, Volume 33, Issue 2, 2009, Pages 81-88, ISSN 0149-763. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>.

THAYER, J. F.; HANSEN, A. L.; SAUS-ROSE, E.; JOHNSEN, B. H.. Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 37, n. 2, p. 141- 153, 2009.

THAYER, J. F.; YAMAMOTO, S. S.; BROSSCHOT, J. F.. Heart rate variability: new perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk. **Springer Science & Business Media**, 2010.

THORNDIKE, E. L. .**The elements of psychology**. New York: Seiler. 1907.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Anuário Brasileiro da Educação Básica, 2021**. São Paulo: Ed. Moderna, 2021. [https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/07/Anuario\\_21final.pdf](https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/07/Anuario_21final.pdf). Acesso em: 17 julho 2022.

TORRES-CARRIÓN, P. V.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, C. S.; SILVANA, A.; RODRÍGUEZ-MORALES, G.. Methodology for Systematic Literature Review applied to Engineering and Education. In: **2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, 2018, p. 1364–1373. DOI: 10.1109/EDUCON.2018.8363388.

- TRINDADE, S. D.; MOREIRA, J. A.. Competências de aprendizagem e tecnologias digitais. In: MOREIRA, J. A.; VIEIRA, C. P. (Coord.). **eLearning no ensino superior**. Coimbra: CINEP/IPC.
- VAN DEN AKKER, J.. Principles and methods of development research. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Eds.). *Design methodology and developmental research in education and training*. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 1-14.
- VAN NES, F.. Mathematics Education and Neurosciences: towards interdisciplinary insights into the development of young children's mathematical abilities. **Educational Philosophy and Theory**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 75-80, jan. 2011. Informa UK Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00710.x>.
- VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; CARVALHO, T. D. D.; GODOY, M. F. D.. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 24 (2), 205–217. 2009.  
<https://doi.org/10.1590/s0102-76382009000200018>.
- VASCONCELLOS, M. M.M.; BERBEL, N. A.; OLIVEIRA, C. C.. Formação de professores: o desafio de integrar estágio com ensino e pesquisa na graduação. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 90, n. 226, p. 609-623, 2009.
- VELLOSO, B. P.. **Atenção como critério de avaliação de Objetos de Ensino e Aprendizagem baseado em suas características**. 2014. 333 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Florianópolis, 2014.
- VERKIJKA, S. F.; DE WET, L.. Using a brain-computer interface (BCI) in reducing math anxiety: Evidence from South Africa. *Computers & Education*, v. 81, p. 113–122, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.002>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- WEERDMEESTER, J.; VAN ROOIJ, M. M.; ENGELS, R. C.; GRANIC, I.. An integrative model for the effectiveness of biofeedback interventions for anxiety regulation. **Journal of Medical Internet Research**, v. 22, n. 7, 2020.
- ZADINA, J. N.. The emerging role of educational neuroscience in education reform. **Psicología Educativa**, v. 21, n. 2, p. 71-77, 2015.
- ZAPPELLINI, M. B.; FEUERSCHÜTTE, S. G.. O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 241-273, 2015.
- ZHANG, C.; YU, X.. Estimando a fadiga mental baseada em eletroencefalograma e variabilidade da frequência cardíaca. **Polish Journal of Medical Physics and Engineering**, v. 16, n. 2, p. 67-84, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/v10013-010-0007-7>.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (pais dos menores de idade)

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental”, que está associada ao projeto de tese da doutoranda Ana Elisa Pillon, do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo objetivo principal é elaborar agenda de recomendações (*framework*) para as dificuldades relatadas na aprendizagem da Matemática, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e da acessibilidade digital, pelos professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Esse trabalho se justifica tendo em vista que, embora o ensino de Matemática tenha passado por mudanças significativas, essas não foram suficientes para suprir as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Além disso, os desafios são maiores, quando nos deparamos com alunos com algum tipo de deficiência, como por exemplo, as deficiências visual e/ou auditiva.

A sua participação será na forma de observação participante e entrevistas semiestruturadas. Os objetivos dessa atividade são: identificar a situação atual no ensino-aprendizagem de Matemática; identificar quais são e como são utilizadas as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs); e, ainda, identificar como professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental se relacionam com as pessoas com deficiência (deficientes visuais e auditivos) nos anos finais do ensino fundamental.

As gravações serão utilizadas para a análise dos dados, porém nenhuma imagem que identifique você será divulgada.

Você poderá sentir cansaço e desconforto durante as atividades propostas, constrangimento ao expor suas dificuldades e desconforto com gravações de vídeo. Para minimizar esses problemas, você poderá fazer pausas durante a atividade, ou desistir de cumprir alguma tarefa ou responder alguma das perguntas.

Em qualquer pesquisa sempre há o risco de que seu nome ou dados pessoais sejam divulgados sem intenção do pesquisador, por isso as gravações serão guardadas em local protegido com senha. De imediato, você não terá benefícios.

Se você não quiser mais participar da pesquisa você pode retirar o seu consentimento, sem penalização alguma, bastando entrar em contato por *e-mail* (pillon.anaelisa@gmail.com) ou telefone (47 996930400) com a pesquisadora Ana Elisa Pillon.

A pesquisadora responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Se você tiver dúvidas sobre procedimentos, riscos, benefícios ou outro, durante e após a pesquisa, ou quiser saber o resultado, pode entrar em contato com Ana Elisa Pillon.

Caso você tenha algum custo para participar da pesquisa, como transporte por exemplo, você poderá solicitar o reembolso. Mas, fora os custos com a pesquisa, você não receberá outro pagamento. Você também poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente, caso tenha algum dano material ou imaterial em decorrência da pesquisa.

Nenhuma informação pessoal sua, como nome, documento ou contato, será tornada pública, mas os resultados da pesquisa poderão ser publicados em relatórios, artigos, apresentações em eventos científicos, etc., sem a sua identificação.

O CEPESH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Qualquer dúvida que você venha a ter sobre ética em pesquisa você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de

Santa Catarina – CEPESH/UFSC, por meio do telefone (48) 3721 6094 ou no endereço: Universidade Federal de Santa Catarina – Pró-Reitoria de Pesquisa – Prédio Reitoria II (R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC | CEP 88.040-400).

O presente termo será assinado em 02 vias de igual teor e forma.

**Dados do Pesquisador Responsável pelo Projeto de Pesquisa:**

Nome completo: Ana Elisa Pillon.	Orientador: Vania Ribas
Doc. de Identificação: 5.942.707	Ulbricht <i>E-mail</i> do orientador:
Endereço completo: Rua Alexandre Schlemm, 554/1003 - Joinville - SC	vrulbricht@gmail.com
Endereço de <i>e-mail</i> :	Telefone do orientador: 48. 999713962
pillon.anaelisa@gmail.com	
Telefones: 47 996930400	

Identificação e consentimento do participante da pesquisa:

Nome completo \_\_\_\_\_

Doc. de Identificação \_\_\_\_\_

Nome completo \_\_\_\_\_

Doc. de Identificação \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_  
(local e data)

*“Concordo em participar da pesquisa e estou ciente dos termos acima”*

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) responsável

Nós, Ana Elisa Pillon e Vania Ribas Ulbricht, comprometemo-nos a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.



\_\_\_\_\_  
Ana Elisa Pillon



\_\_\_\_\_  
Vania Ribas Ulbricht



Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**  
(professores)

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental”, que está associada ao projeto de tese da doutoranda Ana Elisa Pillon, do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo objetivo principal é elaborar agenda de recomendações (*framework*) para as dificuldades relatadas na aprendizagem da Matemática, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e da acessibilidade digital, pelos professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Esse trabalho se justifica tendo em vista que, embora o ensino de Matemática tenha passado por mudanças significativas, essas não foram suficientes para suprir as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Além disso, os desafios são maiores, quando nos deparamos com alunos com algum tipo de deficiência, como por exemplo, as deficiências visual e/ou auditiva.

A sua participação será na forma de observação participante e entrevistas semiestruturadas. Os objetivos dessa atividade são: identificar a situação atual no ensino-aprendizagem de Matemática; identificar quais são e como são utilizadas as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs); e, ainda, identificar como professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental se relacionam com as pessoas com deficiência (deficientes visuais e auditivos) nos anos finais do ensino fundamental.

As gravações serão utilizadas para a análise dos dados, porém nenhuma imagem que identifique você será divulgada.



Você poderá sentir cansaço e desconforto durante as atividades propostas, constrangimento ao expor suas dificuldades e desconforto com gravações de vídeo. Para minimizar esses problemas, você poderá fazer pausas durante a atividade, ou desistir de cumprir alguma tarefa ou responder alguma das perguntas.

Em qualquer pesquisa sempre há o risco de que seu nome ou dados pessoais sejam divulgados sem intenção do pesquisador, por isso as gravações serão guardadas em local protegido com senha. De imediato, você não terá benefícios.

Se você não quiser mais participar da pesquisa você pode retirar o seu consentimento, sem penalização alguma, bastando entrar em contato por *e-mail* ([pillon.anaelisa@gmail.com](mailto:pillon.anaelisa@gmail.com)) ou telefone (47 996930400) com a pesquisadora Ana Elisa Pillon.

A pesquisadora responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Se você tiver dúvidas sobre procedimentos, riscos, benefícios ou outro, durante e após a pesquisa, ou quiser saber o resultado, pode entrar em contato com Ana Elisa Pillon.

Caso você tenha algum custo para participar da pesquisa, como transporte por exemplo, você poderá solicitar o reembolso. Mas, fora os custos com a pesquisa, você não receberá outro pagamento. Você também poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente, caso tenha algum dano material ou imaterial em decorrência da pesquisa.

Nenhuma informação pessoal sua, como nome, documento ou contato, será tomada pública, mas os resultados da pesquisa poderão ser publicados em relatórios, artigos, apresentações em eventos científicos, etc., sem a sua identificação.

O CEPESH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Qualquer dúvida que você venha a ter sobre ética em pesquisa você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina – CEPESH/UFSC, por meio do telefone (48) 3721 6094 ou no endereço: Universidade Federal de Santa Catarina – Pró-Reitoria de Pesquisa – Prédio Reitoria II

(R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC | CEP 88.040-400).

O presente termo será assinado em 02 vias de igual teor e forma.

**Dados do Pesquisador Responsável pelo Projeto de Pesquisa:**

Nome completo: Ana Elisa Pillon.	Orientador: Vania Ribas
Doc. de Identificação: 5.942.707	Ulbricht <i>E-mail</i> do orientador:
Endereço completo: Rua Alexandre Schlemm, 554/1003 - Joinville - SC	vulbricht@gmail.com
Endereço de <i>e-mail</i> :	Telefone do orientador: 48. 999713962
pillon.anaelisa@gmail.com	
Telefones: 47 996930400	

**Identificação e consentimento do participante da pesquisa:**

Nome completo \_\_\_\_\_

Doc. de Identificação \_\_\_\_\_

“Declaro que concordei em participar, na qualidade de participante do projeto de pesquisa intitulado **Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental**, após estar devidamente informado sobre os objetivos, os procedimentos, as justificativas da pesquisa e os termos de minha participação. Assino o presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias, numeradas e rubricadas pelas partes interessadas, inclusive pelo pesquisador responsável pelo projeto, sendo que uma cópia se destina a mim (participante) e a outra ao pesquisador.”

“As informações fornecidas aos pesquisadores serão utilizadas na exata medida dos objetivos e finalidades do projeto de pesquisa, sendo que minha identificação será mantida em sigilo e sobre a responsabilidade dos proponentes do projeto.”

“Independentemente deste consentimento, fica assegurado meu direito a retirar-me da pesquisa em qualquer momento e por qualquer motivo, sendo que para isso comunicarei minha decisão a um dos proponentes do projeto acima citados.”

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
(local e data)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do participante da pesquisa ou representante legal acima identificado)

Nós, Ana Elisa Pillon e Vania Ribas Ulbricht, comprometemo-nos a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.



---

Ana Elisa Pillon



---

Vania Ribas Ulbricht



Universidade Federal De Santa Catarina  
Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

**Termo de Assentimento**  
(menores de idade)

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental”, que está associada ao projeto de tese da doutoranda Ana Elisa Pillon, do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo objetivo principal é elaborar agenda de recomendações (*framework*) para as dificuldades relacionadas na aprendizagem da Matemática, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e da acessibilidade digital, pelos professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Esse trabalho se justifica tendo em vista que, embora o ensino de Matemática tenha passado por mudanças significativas, essas não foram suficientes para suprir as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Além disso, os desafios são maiores, quando nos deparamos com alunos com algum tipo de deficiência, como por exemplo, as deficiências visual e/ou auditiva.

A sua participação será na forma de observação participante e entrevistas semiestruturadas. Os objetivos dessa atividade são: identificar a situação atual no ensino-aprendizagem de Matemática; identificar quais são e como são utilizadas as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs); e, ainda, identificar como professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental se relacionam com as pessoas com deficiência (deficientes visuais e auditivos) nos anos finais do ensino fundamental.

As gravações serão utilizadas para a análise dos dados, porém nenhuma imagem que identifique você será divulgada.

Você poderá sentir cansaço e desconforto durante as atividades propostas, constrangimento ao expor suas dificuldades e desconforto com gravações de vídeo. Para minimizar esses problemas, você poderá fazer pausas durante a atividade, ou desistir de cumprir alguma tarefa ou responder alguma das perguntas.

Em qualquer pesquisa sempre há o risco de que seu nome ou dados pessoais sejam divulgados sem intenção do pesquisador, por isso as gravações serão guardadas em local protegido com senha. De imediato, você não terá benefícios.

Se você não quiser mais participar da pesquisa você pode retirar o seu consentimento, sem penalização alguma, bastando entrar em contato por *e-mail* (pillon.anaelisa@gmail.com) ou telefone (47 996930400) com a pesquisadora Ana Elisa Pillon.

A pesquisadora responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Se você tiver dúvidas sobre procedimentos, riscos, benefícios ou outro, durante e após a pesquisa, ou quiser saber o resultado, pode entrar em contato com Ana Elisa Pillon.

Caso você tenha algum custo para participar da pesquisa, como transporte por exemplo, você poderá solicitar o reembolso. Mas, fora os custos com a pesquisa, você não receberá outro pagamento. Você também poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente, caso tenha algum dano material ou imaterial em decorrência da pesquisa.

Nenhuma informação pessoal sua, como nome, documento ou contato, será tomada pública, mas os resultados da pesquisa poderão ser publicados em relatórios, artigos, apresentações em eventos científicos, etc., sem a sua identificação.

O CEPESH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Qualquer dúvida que você venha a ter sobre ética em pesquisa você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina – CEPESH/UFSC, por meio do telefone (48) 3721 6094 ou no endereço: Universidade Federal de Santa Catarina – Pró-Reitoria de Pesquisa – Prédio Reitoria II

(R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC | CEP 88.040-400).

O presente termo será assinado em 02 vias de igual teor e forma.

**Dados do Pesquisador Responsável pelo Projeto de Pesquisa:**

Nome completo: Ana Elisa Pillon. Doc. de Identificação: 5.942.707 Endereço completo: Rua Alexandre Schlemm, 554/1003 - Joinville - SC Endereço de e-mail: pillon.anaelisa@gmail.com Telefones: 47 996930400	Orientador: Vania Ribas Ulbricht E-mail do orientador: vrulbricht@gmail.com Telefone do orientador: 48. 999713962
---	---

Identificação e consentimento do participante da pesquisa:

Nome completo \_\_\_\_\_

Doc. de Identificação \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_

(local e data)


*“Concordo em participar da pesquisa e estou ciente dos termos acima”*

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) responsável

Nós, Ana Elisa Pillon e Vania Ribas Ulbricht, comprometemo-nos a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

  
\_\_\_\_\_  
Ana Elisa Pillon

  
\_\_\_\_\_  
Vania Ribas Ulbricht

## APÊNDICE B – PRIMEIRA REVISÃO INTEGRATIVA

A primeira Revisão Integrativa foi realizada consultando-se as bases *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*.

Foi utilizada a *string*: “*math*” AND “*educational technolog\**” AND “*education*”. O uso do asterisco na palavra “*technolog*” objetivou resgatar o maior número possível de estudos com palavras com este mesmo radical, tais como e “*technologies*”. Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos com o uso do mnemônico SPICE, e, além do período de 10 anos estipulado, buscou apenas artigos científicos completos, escritos em inglês ou português e disponibilizados via acesso aberto (*open access*). Após a busca, o gerenciador de referências *Mendeley* foi utilizado para organizar os dados coletados assim como para evitar a duplicidade de estudos. Os resultados desta revisão apresentam-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da primeira Revisão Integrativa

	<i>Web of Science</i>	<i>Scopus</i>	<i>Scielo</i>
Primeira busca de artigos	378	92	366
Após filtros de inclusão e exclusão	54	21	24
Após leitura dos títulos, resumos e palavras-chave	5	6	3
<b>Total de artigos</b>	<b>14</b>		

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Com base na leitura e análise dos estudos resultantes pode-se concluir que, naquele momento, o uso das TDIC's para o processo ensino-aprendizagem vinha aumentando gradativamente e sendo apontada como positiva. Ademais, comprovou-se a utilização em diferentes níveis educacionais—pré-escola, ensino fundamental e ensino médio, e o uso de variadas metodologias, dispositivos e aplicativos, dentre as quais, cita-se *Ipad*, *tablet*, sala de aula invertida e jogos. No Quadro 30 pode-se observar os 14 artigos e seus dados.

Quadro 30 - Resultados da primeira Revisão Integrativa

	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Fonte</b>	<b>Objetivo/foco do estudo</b>
1	2009	K-16 <i>computationally rich science education: A ten-year review of the journal of science education and technology</i> (1998-2008)	<i>Journal of Science Education and Technology</i>	Prevê-se que a computação tenha um impacto cada vez mais amplo sobre as ciências em geral, tornando-se o terceiro componente crucial de um "triângulo de ouro" que inclui matemática e ciência experimental e teórica. No entanto, ainda mais verdadeiro com a computação do que com matemática e ciências, não estamos preparando nossos alunos para essa nova realidade. Este estudo é uma revisão de dez anos
				(1998-2008) do <i>Journal of Science Education and Technology</i> , com as seguintes questões de pesquisa em mente: Quais são as interseções no nível K-16 entre ciência e computação? O que os educadores de ciências K-16 já conhecem sobre o campo recém-surgido, a ciência computacional?
2	2010	<i>Improving teachers' self-confidence in learning technology skills and math education through professional development</i>	<i>International Journal of Information and Communication Technology Education</i>	Este estudo investigou se um instituto de desenvolvimento profissional em serviço de quatro semanas, que abordou o uso da tecnologia na educação matemática, ajudou a melhorar a atitude e a confiança dos professores na aplicação da tecnologia.
3	2010	<i>The attitudes of the prospective mathematics teachers towards instructional technologies and material development course</i>	<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	Este estudo tem como objetivo determinar as atitudes dos futuros professores do Ensino Médio de Matemática para o Curso de Tecnologias Instrucionais e Desenvolvimento de Materiais (ITMD).
4	2011	<i>Math attitudes of computer education and instructional technology students</i>	<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	O objetivo deste estudo é identificar as atitudes dos alunos de graduação dos departamentos do CEIT (Departamentos de Educação em Informática e Tecnologia Instrucional) em relação à matemática.



5	2012	<i>Adaptively Ubiquitous Learning in Campus Math Path</i>	<i>Educational Technology &amp; Society</i>	Os objetivos deste estudo são desenvolver e avaliar modelo e sistema de aprendizagem que integram a aprendizagem onipresente, sistema de teste de diagnóstico adaptável computadorizado e caminho de matemática do campus Aprendendo.
6	2015	<i>Tablet-Based Math Assessment: What Can We Learn from Math Apps?</i>	<i>Educational Technology &amp; Society</i>	Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de entender o design princípios e técnicas usadas em aplicativos de matemática projetados para <i>tablets</i> . Nós focamos nossas revisões em quatro áreas, (1) a qualidade da matemática conteúdo, (2) feedback e armazéns, (3) riqueza de interações, e (4) adaptabilidade das aplicações.
7	2015	<i>Short serious games creation under the paradigm of software process and competencies as software requirements. Case study: Elementary math competencies</i>	<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	Esta pesquisa propõe um Processo Curto de Desenvolvimento de Jogos Sérios, fundado em paradigmas de Engenharia de Software e complementado por esforços anteriores em desenvolvimento em larga escala de recursos digitais de aprendizagem.
8	2015	<i>The Pedagogic Role of the Arts and Digital Media in the practice of the Ontario Mathematics Curriculum</i>	Bolema: Boletim de Educação Matemática	Tenho investigado interfaces sobre as artes e mídias digitais na educação matemática, conceituando a noção de desempenho matemático digital (DMP). Neste artigo, discuto conexões entre: (a) as linhas e os processos matemáticos do Currículo de Matemática K-8 de Ontário no Canadá, e; (b) DMP produzido pelos alunos.
9	2016	<i>Pad in Elementary School Math Learning Setting</i>	<i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i>	O objetivo deste estudo foi investigar a diferença entre os efeitos de usar a instrução de ensino tradicional e usar o iPad para ensinar matemática para os alunos da primeira série.
10	2016	<i>Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children Using Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives</i>	<i>International Journal of Mobile and Blended Learning</i>	Alavancar o uso de dispositivos móveis para educação, como jogos instrucionais, é uma área de crescente interesse para subpopulações direcionadas de estudantes, incluindo aqueles que são surdos / com deficiência auditiva (DHH).
11	2016	<i>Use of digital applications in the medication calculation education for nursing</i>	<i>Investigación y Educación en Enfermería</i>	Avaliar a influência do uso de aplicações digitais na educação de cálculo de medicamentos para estudantes de enfermagem.

12	2017	<i>Investigating the Use of the Khan Academy and Mathematics Software with a Flipped Classroom Approach in Mathematics Teaching</i>	<i>Educational Technology &amp; Society</i>	O objetivo deste estudo foi determinar o efeito da abordagem de sala de aula projetada usando Khan Academy e software livre de código aberto sobre o desempenho acadêmico dos alunos e para examinar pontos de vista sobre essa abordagem.
13	2017	<i>Exploring In- and Pre- Service Science and Mathematics Teachers' Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK): What Next?</i>	<i>Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education</i>	O objetivo deste estudo é desenvolver e aplicar um estrutura que capta algumas das qualidades essenciais do conhecimento exigido pelos professores para uma prática pedagógica eficaz em ambiente educacional aprimorado pela tecnologia usando tecnologia e conhecimento de conteúdo pedagógico (TPACK).
14	2018	<i>Meerkat Maths – A comprehensive maths learning programme for Grade-R</i>	<i>South African Journal of Childhood Education</i>	Neste artigo, foi descrito um programa de aprendizagem de matemática para o Grau-R (Meerkat Maths) que combina e integra descobertas empíricas e demandas curriculares. O objetivo é revisitar criticamente o CAPS e comparar conteúdos para a instrução de numeração precoce.

Fonte: Pillon; Techio; Ulbricht; Souza (2020).

### **OBSERVAÇÃO:**

Esta revisão gerou um artigo publicado em periódico interdisciplinar Qualis A1 (Quadriênio 2017-2020).

PILLON, Ana Elisa; TECHIO, Leila Regina; ULBRICHT, Vania Ribas; SOUZA, Márcio Vieira de. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino-aprendizagem de Matemática: uma Revisão Integrativa. **Educação Matemática Pesquisa EMP** (ISSN 1983- 3156), v. 22, p. 229-249, 2020.

## APÊNDICE C – SEGUNDA REVISÃO INTEGRATIVA

Na segunda Revisão Integrativa realizada, a fim de inserir o tema neurociência ao escopo da pesquisa, foram consultadas as bases *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*. Tendo em vista que o assunto ainda era recente no meio acadêmico, optou-se por aprimorar a busca pelos descritores a serem usados, consultando as plataformas Descritores em Ciências da Saúde – DeCS e Medical Subject Headings – MeSH para os termos neurociência e tecnologia educacional, e, para a aprendizagem, a plataforma Thesaurus Europeu dos Sistemas Educativos. Sendo assim, a estratégia de busca para esta revisão foi: (“Neurociência” OR “Neurociências” OR “Neurociência Cognitiva” OR “*Neuroscience*” OR “*Neurosciences*” OR “*Cognitive Neuroscience*”) AND (“Tecnologia educacional” OR “Tecnologia na educação” OR “Multimídia” OR “*Educational technology*” OR “*Multimedia*” OR “*Educational technology*”) AND (“*Learning*” OR “*Education*” OR “*Apprentice*” OR “*Traineeship*”) NOT “Enfermagem em Neurociência” OR “*Neuroscience Nursing*”). Na busca inicial foram selecionados os critérios de inclusão: somente artigos científicos completos, nos idiomas inglês ou português, disponibilizados via acesso aberto (*open access*) e, no período entre 2017 e 2021. Outro critério analisado foi a contribuição do estudo quanto à área da neurociência, tecnologia educacional ou, ainda, educação. Na Tabela 2 estão descritos os resultados desta revisão.

Tabela 2 - Resultados da segunda Revisão Integrativa

	<i>Web of Science</i>	<i>Scopus</i>	<i>Scielo</i>
Primeira busca de artigos	6.134.321	151	0
Após filtros de inclusão e exclusão	124	15	0
Após leitura dos títulos, resumos e palavras-chave	8	1	0
<b>Total de artigos</b>	<b>9</b>		

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Em observância aos dados, constata-se que, inicialmente o resultado apresentou um número muito grande de estudos, inviabilizando a completa análise dos mesmos então, foi definido que, no caso da *Web of Science*, utilizou-se os filtros de categorias “*Education Educational Research*” OR “*Neurosciences*” e Índice do *Web of Science* “*Conference Proceedings Citation Index - Social Sciences and Humanities*” a fim de chegar a resultados mais específicos. Desta forma, após a leitura de títulos, resumos e palavras-chave, ficaram apenas 9 estudos para a leitura completa. No Quadro 31 estão os dados dos artigos desta revisão.

Quadro 31 – Resultados da segunda Revisão Integrativa

	ANO	TÍTULO	AUTORES
1	2019	<i>No Difference in the Neural Underpinnings of Number and Letter Copying in Children: Bayesian Analysis of Functional Near-Infrared Spectroscopy Data</i>	SOLTANLOU, M., COLDEA, A., ARTEMENKO, C., EHLIS, A. C., FALLGATTER, A. J., NUERK, H. C., DRESLER, T.
2	2020	<i>Environmental education and its relationship with educational technologies, transculturality, educational inclusion, neuroscience and teacher training</i>	FERNÁNDEZ, A. H.
3	2020	<i>The relationship between sports activity and emotions in the formation of cognitive processes</i>	LOPEZ, E. T., CUSANO, P., SORRENTINO, P.
4	2020	<i>Neurorobotics Workshop for High School Students Promotes Competence and Confidence in Computational Neuroscience</i>	HARRIS, C. A., GUERRI, L., MIRCIC, S., REINING, Z., AMORIM, M., JOVIĆ, Đ., GAGE, G. J.
5	2018	<i>Three paradoxes in the approach to educational technology in the education studies of the Spanish universities</i>	FERRÉS, J., MASANET, M. J., MATEUS, J. C.
6	2018	<i>Biosocial spaces and neurocomputational governance: brain-based and brain-targeted technologies in education</i>	WILLIAMSON, B., PYKETT, J., NEMORIN, S.
7	2018	<i>Application of brain neuroscience in the discussion of multimedia English teaching mode</i>	ZHANG, M.
8	2016	<i>Cultivating the social-emotional imagination in gifted education: insights from educational neuroscience</i>	GOTLIEB, R., HYDE, E., IMMORDINO-YANG, M. H., KAUFMAN, S. B.
9	2016	<i>Intrinsic motivation, curiosity, and learning: Theory and applications in educational technologies</i>	OUDEYER, P. Y., GOTTLIEB, J., LOPES, M.

Fonte: Scandolara; Pillon; Ulbricht (2022).

### **OBSERVAÇÃO:**

Esta revisão foi publicada como capítulo em *e-Book* classificado como Qualis Livro L1. SCANDOLARA, D. H.; PILLON, A. E.; ULBRICHT, Vania Ribas. O papel da Neurociência no processo de aprendizagem: uma revisão integrativa da literatura. In: Vania Ribas Ulbricht. (Org.). **Neurociência: aplicações interdisciplinares da atualidade**. 1 ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2022, v. 1, p. 151-178.

## APÊNDICE D – TERCEIRA REVISÃO INTEGRATIVA

Na terceira RI foram consultadas as bases *Scopus*, *Web of Science* para a coleta de artigos científicos e, ainda, foi realizada busca na base ProQuest, a fim de identificar as dissertações e teses sobre os temas correlatos aos estudados nesta pesquisa. Para a busca desta Revisão Integrativa optou-se por utilizar os critérios de inclusão: apenas artigos científicos completos, com data de 2018 a 2022, nos idiomas inglês, espanhol ou português e, *open access*.

Após serem aplicados os critérios de inclusão e exclusão, assim como o refinamento e análise de estudos duplicados via *Mendeley*, na Figura 36 apresenta-se os resultados iniciais.

Figura 37 - Buscas da terceira Revisão Integrativa

<i>String</i>	<i>Scopus</i>	<i>Wos</i>	<i>ProQuest</i>	
"APRENDIZAGEM" OR "LEARNING" OR "APPRENTICE" AND "MATEMÁTICA" OR "MATHEMATICS"	47.254	10.064	11.474	A
	217	46	71	B
	16	04	04	C
"APRENDIZAGEM" OR "LEARNING" OR "APPRENTICE" AND "MATEMÁTICA" OR "MATHEMATICS" AND "TECNOLOGIA EDUCACIONAL" OR EDUCATIONAL TECHNOLOGY" OR "TECHNOLOGY IN EDUCATION"	2.877	137	1.293	A
	41	17	07	B
	10	04	01	C
"APRENDIZAGEM" OR "LEARNING" OR "APPRENTICE" AND "MATEMÁTICA" OR "MATHEMATICS" AND "TECNOLOGIA EDUCACIONAL" OR EDUCATIONAL TECHNOLOGY" OR "TECHNOLOGY IN EDUCATION" AND "ATENÇÃO" OR "ATTENTION"	160	12	1.148	A
	06	03	06	B
	03	01	00	C
"APRENDIZAGEM" OR "LEARNING" OR "APPRENTICE" AND "MATEMÁTICA" OR "MATHEMATICS" AND "VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA" OR "HEART RATE VARIABILITY"	07	02	11.473	A
	01	01	64	B
	01	01	00	C
"MATEMÁTICA" OR "MATHEMATICS" AND "ATENÇÃO" OR "ATTENTION"	9.716	1.595	8.130	A
	66	17	96	B
	12	02	04	C
"MATEMÁTICA" OR "MATHEMATICS" AND "VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA" OR "HEART RATE VARIABILITY"	99	08	858	A
	03	07	01	B
	02	01	01	C

**Legenda:**  
A – Resultado inicial da busca  
B – Resultado após critérios de inclusão e exclusão  
C – Documentos para leitura dos resumos

Finalizado em 15jun22

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Como observa-se na Figura 37, após serem aplicados os filtros de inclusão e exclusão obteve-se um total de 67 documentos para leitura dos resumos. Tendo-se efetivado a leitura destes, o resultado desta RI apontou 36 estudos para leitura completa, conforme demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados da terceira Revisão Integrativa

	<i>Scopus</i>	<i>Web of Science</i>	<i>ProQuest</i>
Primeira busca de artigos	60.113	11.818	34.376
Após filtros de inclusão e exclusão	44	13	10
Após leitura dos títulos, resumos e palavras-chave	21	09	06
<b>Total de artigos</b>	<b>36</b>		

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Em complemento à Tabela 3, no Quadro 32 estão discriminados os 36 estudos resultantes desta RI.

Quadro 32 – Resultados da terceira Revisão Integrativa

	ANO	TÍTULO	AUTORES
1	2021	<i>Development of constructivism-based mathematics interactive learning media tools on the material of constructing a flat side space for class VIII junior high school students</i>	Rullis, R. M.; Fauzan, A.
2	2020	<i>Assessing impact of self-regulated learning using educational games on intelligent platform</i>	Nieto-Márquez, N.L.; Sillaots, M.; Martínez, A.C.; Nieto, M.Á.P.
3	2020	<i>Evaluation of HRV estimation algorithms from PPG data using neural networks</i>	Wittenberg, T.; Koch, R.; Pfeiffer, N.; Lang, N.; Struck, M.; Amft, O.; Eskofier, B.
4	2005	<i>A delay recruitment model of the cardiovascular control system</i> OBS.: Embora o período selecionado para as buscas tenha sido de 2018 a 2022, esta publicação estava nos resultados.	Fowler, A.C.; McGuinness, M.J.
5	2019	<i>An Embodied Cyberlearning Platform for Gestural Interaction with Cross-Cutting Science Concepts</i>	Lindgren, R.; Morphew, J.; Kang, J.; Junokas, M.
6	2020	<i>Digital information and communication technologies as a didactic resource in the mathematics curriculum</i>	Homa-Agostinho, I.R.; Oliveira-Groenwald, C.L.
7	2020	<i>Learning styles and development of cognitive skills in mathematics learning</i>	Sheromova, T.S.; Khuziakmetov, A.N.; Kazinets, V.A.; Sizova, Z.M.; Buslaev, S.I.; Borodianskaia, E.A.
8	2021	<i>Intentionality and Players of Effective Online Courses in Mathematics</i>	Raza, S.H.; Reddy, E.
9	2022	<i>iPad Integration: How Parents and Students Perceive its Effectiveness</i>	Eppard, J.; Williams, C.; Hojeij, Z.; Johnson, J. D.

10	2022	<i>Patterns of Attention and Anxiety in Predicting Arithmetic Fluency among School-Aged Children</i>	Orbach, L.; Fritz, A.
11	2021	<i>Boys' advantage on the fractions number line is mediated by visuospatial attention: Evidence for a parietal-spatial contribution to number line learning</i>	Geary, D.C.; Scofield, J.E.; Hoard, M.K.; Nugent, L.
12	2020	<i>Math anxiety and executive function: Neural influences of task switching on arithmetic processing</i>	Pizzie, R.G.; Raman, N.; Kraemer, D.J.M.
13	2020	<i>Neural evidence for cognitive reappraisal as a strategy to alleviate the effects of math anxiety</i>	Pizzie, R.G.; McDermott, C.L.; Salem, T.G.; Kraemer, D.J.M.
14	2019	<i>Assessment of mathematics difficulties for second and third graders: Cognitive and psychological parameters</i>	Pappas, M.A.; Polychroni, F.; Drigas, A.S.
15	2019	<i>Attention to number: The convergence of numerical magnitude processing, attention, and mathematics in the inferior frontal gyrus</i>	Wilkey, E.D.; Price, G.R.
16	2019	<i>Research trends in digital technologies and modeling in mathematics education</i>	Molina-Toro, J.F.; Rendón-Mesa, P.A.; Villa-Ochoa, J.A.
17	2021	<i>Ict use and successful learning: The role of the stock of human capital</i>	Gimenez, G.; Vargas-Montoya, L.
18	2021	<i>Cognitive-behavioral intervention for math anxiety in childhood a case report</i>	Guimarães, A.P.L.; Haase, V.G.; Neufeld, C.B.
19	2020	<i>Cognitive correlates in learning mathematics: A literature review</i>	De Souza, C.F.; Matias, N.C.F.
20	2020	<i>'MusiMath' and 'Academic Music' – Two music-based intervention programs for fractions learning in fourth grade students</i>	Azaryahu, L.; Courey, S.J.; Elkoshi, R.; Adi-Japha, E.
21	2019	<i>Mathematics Anxiety: Mapping the Literature by Bibliometric Analysis</i>	Ersozlu, Z.; Karakus, M.
22	2019	<i>Using cognitive behavioural techniques to improve academic achievement in student-athletes</i>	Firth-Clark, A.; Sütterlin, S.; Lugo, R.G.
23	2020	<i>Progression of Cognitive-Affective States During Learning in Kindergarteners: Bringing Together Physiological, Observational and Performance Data</i>	Sridhar, P. K.; Nanayakkara, S.
24	2020	<i>Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students?</i>	Reinhold, F.; Hoch, S.; Werner, B.; Richter-Gebert, J.; Reiss, K
25	2019	<i>Formative transcendence of flipped learning in mathematics students of secondary education</i>	Belmonte, J.L.; Cabrera, A.F.; Núñez, J.A.L.; Sánchez, S.P.
26	2019	<i>Technology enhancing mathematics learning behaviours: Shifting learning goals from "producing</i>	Radovic, S.; Maric, M.; Passey, D.

		<i>the right answer" to "understanding how to address current and future mathematical challenges"</i>	
27	2022	<i>The Influence of Student Engagement on Mathematical Achievement among Secondary School Students</i>	Maamin, M.;Maat, S. M.; Iksan, Z. H.
28	2020	<i>Using robotics to enhance active learning in mathematics: A multi-scenario study</i>	Lopez-Caudana, E.; Ramirez-Montoya, M.S.; Martínez-Pérez, S.; Rodríguez-Abitia, G.
29	2021	<i>A Revisited Conceptual Change in Mathematical-Physics Education from a Neurodidactic Approach: A Pendulum Inquiry</i>	Ballesta-Claver, J.; Blanco, M. F. A.; Perez, I. A. G.
30	2020	<i>Factors Influencing Mathematics Achievement of University Students of Social Sciences</i>	Brezavscek, A.; Jerebic, J.; Rus, G.; Znidarsic, A.
31	2019	<i>Enhancing Children's Early Years Mathematical Creativity through the Visual Arts</i>	Ariba, Olusola Teresa
32	2018	<i>Empowering Girls to Participate in Math: Strategies That Can Alleviate Math Anxiety</i>	Lopes, Emily
33	2020	<i>The Effects of Teacher Professional Development and Self-efficacy on Classroom Uses of Information and Computer Technologies</i>	Gokbel, Elif Nagihan
34	2018	<i>Math Anxiety Among Junior Secondary School Children in Lagos, Nigeria: Gender and School Type Effects</i>	Idowu, Olalekan O.
35	2019	<i>Use of Computer Software to Do Mathematics and the Mathematics Achievement of Students in Puerto Rico Using Restricted 2015 NAEP</i>	Feliciano-Semidei, Ricela
36	2019	<i>Teachers' Perceptions of Emotions and Instructional Strategies in Mathematics</i>	Hawkins, Jennifer Michelle

Fonte: Elaborado pela pesquisadora. (2024).



## APÊNDICE E – QUARTA REVISÃO INTEGRATIVA

Uma quarta Revisão Integrativa da Literatura foi realizada em março de 2024, e desta vez, procurando dar enfoque aos temas aprendizagem e ansiedade na matemática. em uma primeira etapa foi utilizada a *string* ((“ansiedade” OR “*anxiety*”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“*mathematical learning*”)) e, após, a *string* foi aprimorada para: ((“ansiedade” OR “*anxiety*”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“*mathematical learning*”)) AND (“redução”) OR (“*reducing*”). Da mesma forma que nas revisões anteriores foram empregadas as etapas seguindo as indicações apresentadas por Botelho, Cunha e Macedo (2011). Para esta busca foram consultadas as bases *Scopus*, ERIC, PubMed, *Web of Science* para a coleta de artigos científicos e, ainda, foi analisada a base ProQuest, a fim de identificar as dissertações e teses sobre os temas correlatos aos estudados nesta pesquisa. Para esta busca optou-se por utilizar os critérios de inclusão: apenas artigos científicos completos, com data de 2019 a 2024, nos idiomas inglês, espanhol ou português e, *open access*. No Quadro 33 demonstra-se as principais características desta revisão.

Quadro 33 - Características da Revisão Integrativa da Literatura (quarta RI)

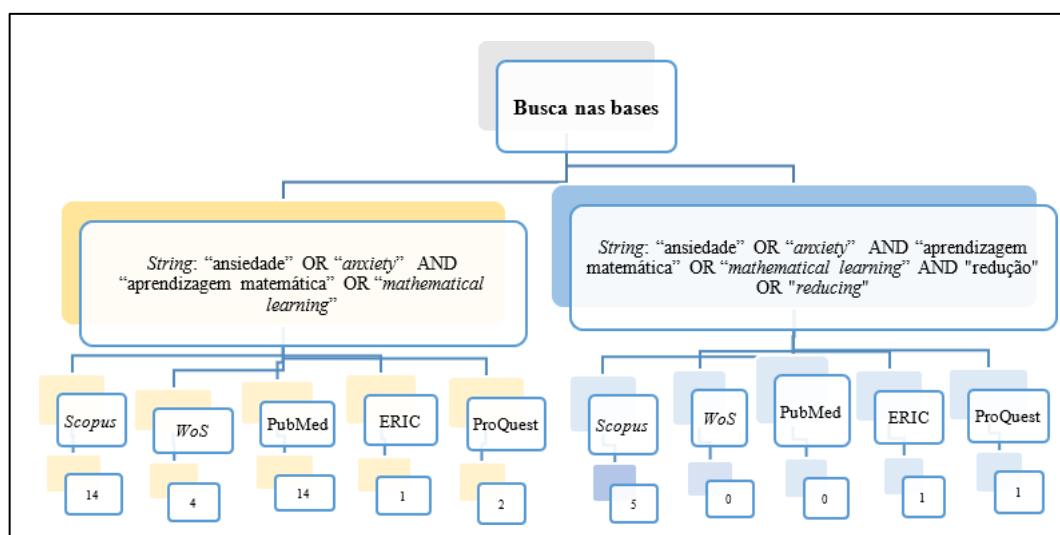
Identificação	Revisão Integrativa da Literatura
Execução	Março de 2024
Objetivo	Identificar conhecimento gerado sobre ansiedade matemática na aprendizagem e sobre indicações para a redução da ansiedade matemática
Questão de pesquisa	Qual o estado da arte dos estudos que relatam ansiedade na aprendizagem da matemática?
Bases consultadas	<i>Scopus</i> , ERIC, PubMed, <i>Web of Science</i> , ProQuest
<i>String 1</i>	((“ansiedade” OR “ <i>anxiety</i> ”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“ <i>mathematical learning</i> ”))
Período de abrangência	2019 a 2024
Tipo de documento	artigos, teses e dissertações
Linguagem	inglês, espanhol ou português
<i>String 1</i>	((“ansiedade” OR “ <i>anxiety</i> ”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“ <i>mathematical learning</i> ”))
Documentos recuperados	1425
Documentos para leitura completa	35

<b>String 2</b>	((“ansiedade” OR “anxiety”) AND (“aprendizagem matemática”) OR (“mathematical learning”) AND (“redução”) OR (“reducing”))
<b>Documentos recuperados</b>	81
<b>Documentos para leitura completa</b>	07
<b>Total de documentos para leitura completa</b>	<b>42</b>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Complementando as informações sobre esta revisão, na Figura 38 apresenta-se os dados quantitativos desta busca.

Figura 38 – Buscas da quarta Revisão Integrativa



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

Adicionalmente à Figura 38, no Quadro 34 estão discriminados os 42 estudos inicialmente encontrados nesta RI.

Quadro 34 - Resultados da quarta Revisão Integrativa

	<b>TÍTULO</b>	<b>ANO</b>	<b>AUTORES</b>
EST 1	<i>“I Can Math!”: Reducing Math Anxiety and Increasing Math Self-Efficacy Using a Mindfulness and Growth Mindset-Based Intervention in First-Year Students</i>	2019	Tashana S. Samuel; Jared Warner
EST 2	<i>“I Can Math, Too!”: Reducing Math Anxiety in STEM-Related Courses Using a Combined Mindfulness and Growth Mindset Approach (MAGMA) in the Classroom</i>	2023	Samuel, Tashana S.; Buttet, Sebastien; Warner, Jared

EST 3	<i>“Looking beyond Mental Health Stigma”: An Online Focus Group Study among Senior Undergraduate Nursing Students</i>	2023	Valentim, O., Moutinho, L., Laranjeira, C., Querido, A., Tomás, C., Longo, J., Carvalho, D., Gomes, J., Morgado, T., & Correia, T.
EST 4	<i>A Meta-Analysis of Math Anxiety Interventions</i>	2023	Sammallahti, Ellen Finell, Jonatan Jonsson, Bert Korhonen, Johan
EST 5	<i>Addressing preservice teacher’s reasons for mathematics and test anxiety.</i>	2022	Ersozlu, Z., Blake, D., Usak, M., & Hawken, S.
EST 6	<i>An Integrative Model for the Effectiveness of Biofeedback Interventions for Anxiety Regulation: Viewpoint</i>	2020	Joanneke Weerdmeester , Marieke Mjw van Rooij , Rutger Cme Engels , Isabela Granic
EST 7	<i>Analysis of Well-Being and Anxiety among University Students</i>	2020	Luis Felipe Dias Lopes, Bianca Michels Chaves Adriane Fabrício, Adriana Porto, Damiana Machado de Almeida, Sandra Leonara Obregon, Mauren Pimentel Lima, Wesley Vieira da Silva, Maria Emilia Camargo, Claudimar Pereira da Veiga, Gilnei Luiz de Moura, Luciana Santos Costa Vieira da Silva, and Vânia Medianeira Flores Costa
EST 8	<i>Anxiety and functional impairment affects undergraduate psychology students’ learning in remote emergency teaching during the COVID-19 pandemic</i>	2023	Vitor Rabelo de Sá, Paula Victoria Sozza Silva Gulá, Tamiris Prizon, Raquel Messi Falcoski, Rafael Naime Ruggiero & Fernando E. Padovan-Neto
EST 9	<i>Anxiety towards mathematics on undergraduates in a nautical school (an empirical study in port Veracruz)</i>	2016	Arturo García-Santillána, Elena Moreno-Garciab, Jutta Schnellla, Jesica Ramos Hernández
EST 10	<i>Avaliação psicológica e neuropsicológica em matemática: análise de publicações científicas (2013-2019)</i>	2021	Janaina Gaia Ribeiro Dias; Alanny Nunes de Santana; Jessica Barbosa da Silva; Síntria Labres Lautert
EST 11	<i>Comparative analysis of sleep patterns and attention components in high school and college adolescents</i>	2021	Fernanda Mayara Crispim Diogo, Sabinne Danielle Galina , Maria Luiza Cruz de Oliveira , Pablo Valdez , Carolina Virginia Macêdo de Azevedo
EST 12	<i>Depressive symptoms among healthcare undergraduate students</i>	2020	Julia Zancan Bresolin , Grazielle de Lima Dalmolin , Silvio José Lemos Vasconcellos , Edison Luiz Devos Barlem , Rafaela Andolhe , Tania Solange Bosi de Souza Magnago
EST 13	<i>Effect of cardiovascular biofeedback on nursing staff stress: a randomized controlled clinical trial</i>	2023	Andréia Barcellos Teixeira Macedo, Edwing Alberto Urrea Vega, Liliana Antonioli, Jessica Morgana Gediel Pinheiro, Juliana Petri Tavares, Sônia Beatriz Cócaro de Souza
EST 14	<i>Effects of using history as a tool to teach mathematics on students’ attitudes, anxiety, motivation and achievement in grade 11 classrooms</i>	2015	Siew Yee Lim, Elaine Chapman

EST 15	<i>Empirical Study of Factors Affecting the Students' Mathematics Learning Achievement</i>	2022	Wawan Wawan, Heri Retnawati
EST 16	<i>Exploring student expectations in mathematics learning and support</i>	2010	Jon Warwick
EST 17	<i>Exploring the Relationships Among Middle School Students' Peer Interactions, Task Efficiency, and Learning Engagement in Game-Based Learning</i>	2020	Jewoong Moon, Fengfeng Ke
EST 18	<i>Factors influencing undergraduates' self-evaluation of numerical competence</i>	2012	Vicki N. Tariq, Naureen Durrani
EST 19	<i>Fostering Active Learning and Metacognitive Skills in a Cognitive-Science-Based Math Course</i>	2023	Sheila Tabanli
EST 20	<i>Mathematics anxiety and stereotype threat: Shared mechanisms, negative consequences and promising interventions</i>	2013	Erin A. Maloney, Marjorie W. Schaeffer, Sian L. Beilock
EST 21	<i>Mathematics Anxiety, Self-Concept, and Self-Efficacy: A Multidimensional Scaling Consideration of Measures</i>	2023	Holly L. Klee, Angela D. Miller, Michelle M. Buehl
EST 22	<i>Mathematics, technology and learning: How to align these variables in order to explain anxiety towards mathematics and attitude towards the use of technology for learning mathematics</i>	2017	Lizzeth Navarro-Ibarra, Arturo García-Santillán, Omar Cuevas-Salazar, Julio Ansaldo-Leyva
EST 23	<i>Mathematics: I don't like it! i like it! very much, a little, not at all... social support and emotions in students from 2nd and 3rd cycles of education</i>	2017	Vera Monteiro, Francisco Peixoto, Maria de Lourdes Estorninho Neves Mata, Cristina Sanches
EST 24	<i>Neuroscience Outside the Box: From the Laboratory to Discussing Drug Abuse at Schools</i>	2022	Thereza Cristina Machado do Vale, Luana da Silva Chagas, Helena de Souza Pereira, Elizabeth Giestal-de-Araujo, Analía Arévalo, Priscilla Oliveira-Silva Bomfim
EST 25	<i>O papel das funções cognitivas em praxeologias de tipos de tarefas matemáticas</i>	2021	Laerte Silva da Fonseca, Edmo Fernandes Carvalho, Luciano Pontes da Silva, Kleyfton Soares da Silva
EST 26	<i>Perceived social support and early adolescents' achievement: The mediational roles of motivational beliefs and emotions</i>	2010	Wondimu Ahmed, Alexander Minnaert, Greetje van der Werf, Hans Kuyper
EST 27	<i>Perpetration of Intimate Partner Violence and COVID-19-Related Anxiety During the Second Lockdown in Portugal: The Mediating Role of Anxiety, Depression, and Stress</i>	2023	Olga Cunha, Sónia Caridade, Andreia de Castro Rodrigues, Ana Rita Cruz, Maria Manuela Peixoto

EST 28	<i>Prevalence of symptoms of temporomandibular disorders, oral behaviors, anxiety, and depression in Dentistry students during the period of social isolation due to COVID-19</i>	2020	Rodrigo Antonio de Medeiros, Danielle Leal Vieira, Emily Vivianne Freitas da Silva, Lilian A Vicente Melo de Lucas Rezende , Rodrigo Wendel dos Santos, Lucas Fernando Tabata
EST 29	<i>Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety</i>	2012	Wondimu Ahmed, Alexander Minnaert, Hans Kuyper, Greetje van der Werf
EST 30	<i>Relação entre ansiedade matemática, memória de trabalho e controle inibitório: uma meta-análise</i>	2020	Priscila Virgínia Salles Teixeira Figueira, Patrícia Martins de Freitas
EST 31	<i>Reliability Generalization Meta-analyses in Mathematics Education Research: A Research Synthesis</i>	2021	Ashley M. Williams, Jamaal Young
EST 32	<i>Starting Tests With Easy Versus Difficult Tasks: Effects on Appraisals and Emotions</i>	2021	Maik Bieleke, Thomas Goetz, Maike Krannich, Anna-Lena Roos, Takuya Yanagida
EST 33	<i>Stress and associated factors in public school teachers: a cross-sectional study</i>	2023	Lívia de Araújo Rocha; Andressa Santos de-Carvalho; Patrícia Regina Evangelista de-Lima; Bruna Araújo Gomes; Letícia Gonçalves Paulo; Rauene Raimunda de-Sousa; Luísa Helena de Oliveira Lima; Ana Roberta Vilarouca da-Silva
EST 34	<i>Stress, anxiety, self-efficacy, and the meanings that physical therapy students attribute to their experience with an objective structured clinical examination</i>	2020	Érica de Matos Reis Ferreira, Rafael Zambelli Pinto , Paula Maria Machado Arantes , Érica Leandro Marciano Vieira , Antônio Lúcio Teixeira , Fabiane Ribeiro Ferreira , Daniela Virgínia Vaz
EST 35	<i>Symptoms of depression, anxiety and stress in health students and impact on quality of life</i>	2023	Pedro Henrique Batista de Freitas, Adriana Lúcia Meireles , Isabely Karoline da Silva Ribeiro , Mery Natali Silva Abreu , Waléria de Paula , Clareci Silva Cardoso
EST 36	<i>Test Anxiety in Adolescent Students: Different Responses According to the Components of Anxiety as a Function of Sociodemographic and Academic Variables</i>	2020	Rosa Torrano, Juan M. Ortigosa, Antonio Riquelme, Francisco J. Méndez, José A. López-Pina
EST 37	<i>The effects of time pressure on arithmetic performance</i>	1999	Jeffrey S. Kellogg M.A., Derek R. Hopko M.A., Mark H. Ashcraft
EST 38	<i>The future of fractions</i>	1994	Patrick Groff
EST 39	<i>The relationships among working memory, math anxiety, and performance</i>	2001	Mark H. Ashcraft, Elizabeth P. Kirk
EST 40	<i>The structure of students' emotions experienced during a mathematical achievement test</i>	2005	Michael Kleine, Thomas Goetz, Reinhard Pekrun, Nathan C Hall

EST 41	<i>Understanding the complexities of mathematical cognition: A multi-level framework</i>	2023	Camilla Gilmore
EST 42	<i>Using a brain-computer interface (BCI) in reducing math anxiety: Evidence from South Africa</i>	2015	Silas Formunyuy Verkijika, Lizette De Wet

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO



### ANEXO I - Questionário

Participantes – Professores

Título do Projeto: Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental

Pesquisadora: Ana Elisa Pillon (Matrícula: 201900811) Doutorado em Engenharia de Gestão do conhecimento - Universidade Federal de Santa Catarina UFSC.

Orientadora: Prof. Dra. Vania Ribas Ulbricht e Coorientador: Prof. Dr. Márcio Vieira de Souza.

Você é convidado (a) a participar desta pesquisa de doutorado de Ana Elisa Pillon do programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina que tem como finalidade/objetivo geral de pesquisa: Elaborar agenda de recomendações (*framework*) para as dificuldades relatadas na aprendizagem da Matemática, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e da acessibilidade digital, pelos professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Ao participar deste estudo você deve permitir que a pesquisadora utilize os dados contidos nas respostas deste questionário no âmbito acadêmico e com todas as providências necessárias para manter o sigilo, sem revelar seu nome ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. Nessa etapa (questionário) a participação ao responder todas as perguntas leva aproximadamente dez minutos. Você tem a liberdade de se recusar a participar e, ainda, recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você. No entanto, pedimos sua colaboração em completar todo o processo, garantindo assim o melhor resultado para a pesquisa. Sempre que quiser, peça mais informações e faça contato com a pesquisadora (e-mail: [pilon.anaelisa@gmail.com](mailto:pilon.anaelisa@gmail.com) – telefone: (47) 9.96930400)\*, e também podendo procurar esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina – CEP/UFSC\*\*, através do telefone (48) 3721-6094, ou e-mail: [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br) em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos. Elenca-se como riscos e desconforto a possibilidade do cansaço e aborrecimento para responder o questionário; além de alterações na autoestima provocadas pela evocação de memórias ou por reforços na conscientização sobre uma condição física ou psicológica restritiva ou incapacitante; e ainda a alterações de visão de mundo, de relacionamentos e de comportamentos em função de reflexões sobre inclusão.

\*Endereços: Ana Elisa Pillon: Rua Capitão Pedro Leite, 165 – apto 106 – Bloco A, Barreiros – São José/SC – CEP: 88.117-600 – Vania Ribas Ulbricht: R. da Vitória Régia, 30 - Santa Mônica, Florianópolis/SC, CEP: 88037-130.

\*\* Endereço CEP/UFSC: Prédio Reitoria II - R: Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC - CEP 88.040-400.

Declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa. \*

Sim  Não

Comentários:

.....  
.....



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO



QUESTIONÁRIO:

- 1) Nome: .....
- 2) Sexo: .....
- 3) Idade: .....
- 4) Formação acadêmica: .....
- 5) Atuação na docência:
 

- escola particular:	sim	<input type="checkbox"/>	não	<input type="checkbox"/>
- escola estadual:	sim	<input type="checkbox"/>	não	<input type="checkbox"/>
- escola municipal:	sim	<input type="checkbox"/>	não	<input type="checkbox"/>
- 6) Há quanto tempo você atua com a disciplina de matemática em turmas e alunos de 6º ao 9º? .....
- 7) Qual o número de turmas e alunos de 6º ao 9º ano com a disciplina de matemática?  
 Número de turmas:       Número de alunos:
- 8) Você possui alunos com deficiência? Especifique o número de alunos de acordo com o tipo de deficiência:
  - Deficiência Visual:
  - Deficiência Auditiva:
  - Deficiência Mental:
  - Deficiência Física:
  - Deficiência Múltipla:
  - Outros:       Especificar: .....
- 9) Assinale as metodologias que você utiliza em suas aulas:
  - Aula expositiva dialogada
  - Metodologias ativas       Quais? .....
  - .....
  - Uso de laboratório
  - Outros       Quais? .....
  - .....





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO**



10) Você utiliza as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) em suas aulas na disciplina de matemática? Aponte quais as TDICs utilizadas e, especificamente, saliente o conteúdo para qual cada uma das TDICs é usada.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

11) Indique quais os conteúdos abordados nestas turmas que têm sido alvo de maior dificuldade dos alunos (listar todos os conteúdos com este perfil):

.....  
 .....  
 .....

12) Você saberia indicar a causa para cada uma das dificuldades apontadas na questão anterior?

.....  
 .....  
 .....

13) Os alunos com deficiência possuem estas mesmas dificuldades?

.....  
 .....  
 .....

14) Apresente uma sugestão (pelo menos uma) para ação a ser utilizada pelos professores para auxiliar os alunos nas dificuldades apontadas na questão anterior.

.....  
 .....  
 .....

15) Gostaria de acrescentar alguma informação?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

## APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO



### ANEXO II - Questionário

Participantes – Alunos

Título do Projeto: Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental

Pesquisadora: Ana Elisa Pillon (Matrícula: 201900811) Doutorado em Engenharia de Gestão do conhecimento - Universidade Federal de Santa Catarina UFSC.

Orientadora: Prof. Dra. Vania Ribas Ulbricht e Coorientador: Prof. Dr. Márcio Vieira de Souza

Você é convidado (a) a participar desta pesquisa de doutorado de Ana Elisa Pillon do programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina que tem como finalidade/objetivo geral de pesquisa: Elaborar agenda de recomendações (framework) para as dificuldades relatadas na aprendizagem da Matemática, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e da acessibilidade digital, pelos professores e alunos dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Ao participar deste estudo você deve permitir que a pesquisadora utilize os dados contidos nas respostas deste questionário no âmbito acadêmico e com todas as providências necessárias para manter o sigilo, sem revelar seu nome ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. Nessa etapa (questionário) a participação ao responder todas as perguntas leva aproximadamente dez minutos. Você tem a liberdade de se recusar a participar e, ainda, recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você. No entanto, pedimos sua colaboração em completar todo o processo, garantindo assim o melhor resultado para a pesquisa. Sempre que quiser, peça mais informações e faça contato com a pesquisadora (e-mail: [pillon.anaelisa@gmail.com](mailto:pillon.anaelisa@gmail.com) – telefone: (47) 9.96930400)\*, e também podendo procurar esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina – CEP/UFSC\*\*, através do telefone (48) 3721-6094, ou e-mail: [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br) em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos. Elenca-se como riscos e desconforto a possibilidade do cansaço e aborrecimento para responder o questionário; além de alterações na autoestima provocadas pela evocação de memórias ou por reforços na conscientização sobre uma condição física ou psicológica restritiva ou incapacitante; e ainda a alterações de visão de mundo, de relacionamentos e de comportamentos em função de reflexões sobre inclusão.

\*Endereços: Ana Elisa Pillon: Rua Capitão Pedro Leite, 165 – apto 106 – Bloco A, Barreiros – São José/SC – CEP: 88.117-600 – Vania Ribas Ulbricht: R. da Vitória Régia, 30 - Santa Mônica, Florianópolis/SC, CEP: 88037-130.

\*\* Endereço CEPESH: Prédio Reitoria II - R: Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC - CEP 88.040-400.

Declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa. \*

Sim  Não

Comentários:

.....



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO



QUESTIONÁRIO:

- 1) Nome: .....
- 2) Sexo: .....
- 3) Idade: .....
- 4) Atualmente cursa qual ano letivo?.....
- 5) Quais as disciplinas que você possui maior facilidade de entendimento neste ano letivo?  
.....  
.....  
.....
- 6) Quais as disciplinas que você possui maior dificuldade de entendimento neste ano letivo?  
.....  
.....
- 7) Quais os conteúdos de matemática que você tem maior facilidade para compreender?  
.....  
.....  
.....
- 8) Quais os conteúdos de matemática que você tem maior dificuldade para compreender?  
.....  
.....  
.....
- 9) Você pode apontar o porquê destas dificuldades?  
.....  
.....  
.....
- 10) Os seus professores utilizam as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) em suas aulas na disciplina de matemática? Aponte quais as TDICs são utilizadas e, especificamente, saliente o conteúdo para qual cada uma das TDICs é usada.  
.....  
.....  
.....



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO



11) Apresente uma sugestão (pelo menos uma) para ação a ser utilizada pelos professores para auxiliar os alunos nas dificuldades apontadas na questão anterior.

.....  
.....  
.....

12) Gostaria de acrescentar alguma informação?

.....  
.....  
.....

## APÊNDICE H – *FRACTUS* - FOLHA DE EXERCÍCIOS (IMPRESSA)

### Fractus

Data: .....

Nome: .....

Turma: .....

#### EXERCÍCIOS DE FRAÇÕES:

1. Escreva ao lado de cada item a classificação das frações como **própria, imprópria ou mista**.

a)  $\frac{5}{6}$  \_\_\_\_\_

b)  $\frac{8}{3}$  \_\_\_\_\_

c)  $3\frac{1}{2}$  \_\_\_\_\_

d)  $\frac{3}{2}$  \_\_\_\_\_

e)  $\frac{2}{1}$  \_\_\_\_\_

f)  $\frac{65}{378}$  \_\_\_\_\_

g)  $4\frac{3}{7}$  \_\_\_\_\_

h)  $\frac{5}{4}$  \_\_\_\_\_

2. Resolva as seguintes operações:

a)  $\frac{3}{2} + \frac{7}{2}$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b)  $\frac{5}{6} + \frac{8}{3}$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c)  $\frac{3}{3} + \frac{2}{9} + \frac{3}{15}$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d)  $\frac{4}{7} - \frac{2}{3}$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e)  $2\frac{2}{3} + \frac{9}{15} - \frac{12}{3}$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**APÊNDICE I - ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CATEGORIAS,  
SUBCATEGORIAS E OS ESTUDOS DA QUARTA REVISÃO INTEGRATIVA**

Quadro 35 - Associação entre as Categorias, Subcategorias e os estudos da quarta Revisão Integrativa

Estudos	Temas abordados nos estudos e relacionados às categorias	Categorias associadas ao estudo	Subcategorias associadas ao estudo
EST 1	Estudos anteriores indicam que melhorar a experiência psicológica em ambientes educacionais pode elevar o desempenho acadêmico dos alunos. No entanto, há uma falta de pesquisa empírica sobre intervenções direcionadas para reduzir a ansiedade específica em matemática, particularmente entre alunos de faculdades comunitárias. O estudo atual investiga os impactos de uma intervenção que combina técnicas de <i>mindfulness</i> e uma mentalidade construtiva em um curso semestral obrigatório de estatísticas para alunos do primeiro ano em faculdades comunitárias. A conclusão do estudo destaca que a intervenção combinada de <i>mindfulness</i> e <i>growth mindset</i> foi eficaz em reduzir a ansiedade em matemática e aumentar a autoeficácia dos alunos ao longo do semestre.	CATEG 1 CATEG 2	SUB 1 B SUB 2 A
EST 2	O estudo investigou a eficácia de uma intervenção chamada MAGMA, que combina <i>mindfulness</i> e <i>growth mindset</i> , na redução da ansiedade matemática em alunos de cursos STEM no Guttman Community College, uma instituição pública urbana no nordeste dos EUA. Os resultados indicaram que a intervenção foi eficaz em diminuir a ansiedade matemática e aumentar a autoeficácia dos alunos.	CATEG 1 CATEG 2	SUB 1 B SUB 2 A
EST 3	Este estudo analisa as percepções de estudantes de enfermagem do último ano sobre o estigma associado à saúde mental. Adotou-se uma metodologia qualitativa com discussões em três grupos focais online. Os achados revelam que o estigma manifesta-se individual e coletivamente, representando um desafio ao bem-estar de indivíduos com problemas mentais. Foram sugeridas estratégias para combater o estigma em níveis pessoal e social, incluindo iniciativas educacionais e de comunicação.	CATEG 4	SUB 4 A
EST 4	A ansiedade matemática pode prejudicar o desempenho dos alunos nesta disciplina. Uma meta-análise foi realizada para avaliar a eficácia de intervenções destinadas a diminuir a ansiedade matemática e melhorar o desempenho. Intervenções focadas no apoio cognitivo e na regulação emocional provaram ser eficazes em reduzir a ansiedade e elevar o desempenho matemático.	CATEG 2 CATEG 3	SUB 2 A SUB 3 B
EST 5	A ansiedade matemática na formação inicial de professores é uma questão crescente que reflete na qualidade dos professores e na ansiedade e habilidades matemáticas de seus alunos. Este estudo buscou entender as causas dessa ansiedade em professores em formação e sugerir estratégias para reduzi-la nos programas de formação inicial. A conclusão destaca a importância dos educadores compreenderem a ansiedade matemática para reduzi-la, levando em consideração as circunstâncias individuais dos alunos. Recomenda-se enfatizar a compreensão conceitual da matemática em vez de focar apenas em tarefas procedimentais e limitadas no tempo, além de utilizar manipulativos concretos para reduzir a ansiedade matemática dos futuros professores.	CATEG 2 CATEG 4	SUB 2 A SUB 4 D

EST 6	O <i>biofeedback</i> é uma técnica promissora para controlar a ansiedade, e sua eficácia pode ser ampliada com a inclusão de avaliações cognitivas. Com o avanço tecnológico e o interesse crescente em tecnologias de auto-monitoramento para saúde mental, propomos que é um momento oportuno para avançar no treinamento de <i>biofeedback</i> . Este artigo reflete sobre as práticas tradicionais de <i>biofeedback</i> , incluindo técnicas operantes e meditativas, e discute como a consciência interoceptiva e mudanças fisiológicas contribuem para sua eficácia. Enfatizamos o potencial de futuras intervenções de <i>biofeedback</i> que utilizem dispositivos vestíveis e videogames em abordagens centradas no usuário, proporcionando maneiras envolventes e personalizadas de gerenciar a ansiedade.	CATEG 2	SUB 2 A
EST 7	Esta pesquisa salienta a necessidade crítica de explorar a interconexão entre o bem-estar e a ansiedade em discentes do ensino superior. O estudo propõe-se a correlacionar aspectos de ferramentas validadas para avaliar o bem-estar e a ansiedade, empregando modelos de equações estruturais para uma análise rigorosa. A conclusão deste estudo destaca a importância de abordar questões de bem-estar e ansiedade entre estudantes universitários. O estudo ressalta a necessidade de atenção à saúde mental dos estudantes, independentemente de sua origem ou contexto. Recomenda-se que futuras pesquisas incluam estudantes de outras regiões do Brasil e de outros países da América do Sul, abordando temas relacionados a doenças comportamentais nessa população.	CATEG 1	SUB 1 B
EST 8	Este estudo investigou como a ansiedade e o comprometimento funcional afetam estudantes de psicologia durante o ensino remoto emergencial na pandemia de COVID-19. Os resultados mostram que altos níveis de ansiedade e prejuízos funcionais estão associados a um desempenho acadêmico inferior, destacando a necessidade de políticas educacionais que considerem a saúde mental dos alunos para melhorar tanto seu desempenho quanto seu bem-estar em períodos de estresse.	CATEG 4	SUB 4 C
EST 9	A matemática, um pilar fundamental tanto para as atividades cotidianas quanto para diversos campos profissionais, é o foco central deste estudo que investiga a ansiedade matemática entre estudantes de uma escola náutica, localizada em Veracruz, México. O objetivo primordial é desvendar a estrutura subjacente das variáveis latentes que fundamentam a ansiedade matemática nos estudantes da referida escola, buscando uma compreensão aprofundada desse fenômeno. Dentre os resultados do estudo, os autores apontaram que a ansiedade em relação à matemática pode afetar o desempenho dos alunos em várias disciplinas, não apenas em matemática. Além disso, recomendam a realização de estudos futuros com amostras maiores para identificar os fatores mais recorrentes e expandir a pesquisa para outras áreas das escolas de ciências sociais.	CATEG 1 CATEG 5	SUB 1 B SUB 5 B
EST 10	Este estudo revisou pesquisas sobre desempenho e compreensão matemática utilizando ferramentas psicológicas e neuropsicológicas, publicadas entre 2013 e 2019. A meta-análise visou avaliar o impacto da ansiedade matemática no desempenho da memória de trabalho. Destaca-se a influência da ansiedade matemática no desempenho cognitivo, especialmente em tarefas de matemática que exigem funções cognitivas como memória de trabalho e controle inibitório. A meta-análise realizada tem como objetivo investigar o tamanho do efeito da ansiedade matemática sobre o desempenho na memória de trabalho, analisando a relação entre esses fatores em diversos estudos empíricos. A busca por evidências sobre como a ansiedade matemática afeta o funcionamento cognitivo é fundamental para compreender melhor os mecanismos envolvidos nesse processo. Os resultados indicaram que a ansiedade matemática afeta significativamente a execução em tarefas de memória de trabalho, com diferenças estatísticas claras entre grupos de alta e baixa ansiedade. Esses achados sublinham a necessidade de considerar a ansiedade matemática em avaliações e intervenções para dificuldades de aprendizado em matemática.	CATEG 1 CATEG 2 CATEG 4 CATEG 5	SUB 1 A SUB 2 A SUB 4 A SUB 4 B SUB 5 B

EST 11	A pesquisa avaliou o biofeedback cardiovascular como estratégia para diminuir o estresse ocupacional e elevar a qualidade de vida dos enfermeiros. Os resultados indicaram melhorias na variabilidade da frequência cardíaca, sugerindo que esta técnica pode ser uma terapia complementar eficaz para otimizar a regulação do sistema nervoso autônomo em profissionais de enfermagem.	CATEG 2 CATEG 3 CATEG 5	SUB 2 A SUB 3 B SUB 5 A
EST 12	A pesquisa sobre a utilização da história no ensino de matemática é limitada. Este estudo examinou o impacto da história no desempenho matemático e nos aspectos afetivos, incluindo atitudes, ansiedade e motivação. Os resultados mostraram que o uso da história melhorou significativamente o desempenho matemático dos alunos, com efeitos positivos observados imediatamente, após quatro meses e um ano. Embora tenha melhorado os aspectos afetivos a curto prazo, os efeitos a longo prazo não foram sustentados.	CATEG 3 CATEG 4	SUB 3 A SUB 4 C
EST 13	Este estudo explora os fatores que influenciam o desempenho em matemática na Indonésia, considerando elementos diretos e indiretos como a percepção da competência do professor, ansiedade de aprendizagem, habilidades de resolução de problemas, motivação e capacidade de aplicar conceitos matemáticos. A pesquisa destacou a ansiedade matemática como um fator crítico que afeta tanto a motivação quanto o desempenho dos estudantes na disciplina.	CATEG 2 CATEG 4	SUB 2 A SUB 4 C
EST 14	Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre as expectativas e a ansiedade matemática de alunos do primeiro ano que estudam matemática como disciplina de apoio. Também discute os desafios de ensinar matemática a um grupo diversificado de alunos, abordando questões como deficiências de conhecimento, autoeficácia e outros estados afetivos que afetam a aprendizagem e avaliação em matemática. Entre as conclusões do estudo, destacam-se: sessões de suporte programadas que requerem comprovação de domínio antes que os alunos possam optar por não participar; um questionário que correlaciona as expectativas e atitudes dos alunos com sua ansiedade e desempenho matemático; um modelo de aprendizagem que enfatiza a importância do feedback ativo; e abordagens de ensino que ajudam a construir confiança e minimizar a ansiedade, indo além do mero preenchimento de lacunas de conhecimento.	CATEG 2 CATEG 4	SUB 2 C SUB 4 B
EST 15	A ansiedade matemática e o baixo envolvimento dos alunos do ensino médio representam desafios significativos na educação matemática. Como estratégia para mitigar essa ansiedade e fomentar o aprendizado, adotou-se a aprendizagem baseada em jogos (GBL). Este estudo avaliou se as percepções dos alunos sobre suas próprias habilidades matemáticas coincidiam com seu desempenho efetivo, além de explorar como a ansiedade matemática se relaciona com as expectativas dos estudantes. A pesquisa sugere que os alunos que demonstram melhores habilidades matemáticas básicas tendem a apresentar pontuações mais baixas de ansiedade. Essas conclusões destacam a importância de compreender as expectativas dos alunos, a ansiedade matemática e a autoavaliação de habilidades para desenvolver estratégias eficazes de apoio aos estudantes no estudo da matemática.	CATEG 1 CATEG 5	SUB 1 B SUB 5 C
EST 16	Pesquisas amplas destacam como a aprendizagem ativa e a metacognição podem aprimorar o ensino. Contudo, sem diretrizes claras, os alunos podem não se engajar adequadamente com o conteúdo. Para abordar essa questão, um curso chamado “Métodos para Resolução de Problemas Matemáticos” (M2PS), desenvolvido pelo autor com base em princípios de ciência cognitiva, integra uma abordagem de avaliação investigativa. Os achados indicam que o suporte social de pais, colegas e professores melhorou as crenças motivacionais e emoções dos estudantes, elevando seu desempenho acadêmico.	CATEG 4	SUB 4 D



EST 17	A proficiência matemática é crucial nas nações industrializadas, porém diversos fatores emocionais, como a ansiedade matemática e a ameaça de estereótipos, podem impedir seu desenvolvimento. Analisando estudos de psicologia cognitiva, social, educacional e neurociência, observa-se que esses fatores afetivos podem deteriorar o desempenho matemático e fomentar a evasão de áreas relacionadas à matemática. Os estudos sugerem que a ansiedade matemática e a ameaça de estereótipos possuem um mecanismo comum que prejudica o desempenho em matemática, evidenciado pelo impacto da ansiedade nos testes matemáticos, que consome recursos da memória de trabalho essenciais para resolver tarefas complexas, e pela predisposição de alguns alunos a esses fenômenos.	CATEG 1 CATEG 4 CATEG 5	SUB 1 B SUB 4 D SUB 5 B
EST 18	A teoria social cognitiva indica que alunos que possuem um autoconceito matemático baixo e uma autoeficácia matemática reduzida tendem a manifestar elevados níveis de ansiedade matemática. Um entendimento mais profundo dos fatores que precedem a ansiedade matemática pode facilitar o desenvolvimento de intervenções mais assertivas. Este estudo sublinha a importância de explorar como a ansiedade matemática se interliga com o autoconceito e a autoeficácia, visando criar estratégias efetivas que auxiliem os estudantes a gerenciar suas respostas emocionais à matemática.	CATEG 1 CATEG 3	SUB 1 B SUB 3 C
EST 19	O estudo visa identificar as variáveis que influenciam a ansiedade matemática dos alunos e suas atitudes em relação ao uso da tecnologia na educação matemática. Explora como alinhar matemática, tecnologia e aprendizado para entender melhor a ansiedade matemática e as atitudes tecnológicas. A pesquisa sugere que o uso da tecnologia pode afetar positivamente as atitudes dos alunos em relação ao aprendizado de matemática e que a ansiedade matemática pode determinar essas atitudes.	CATEG 2	SUB 2 D
EST 20	O estudo investiga como o suporte social percebido em sala de aula (de professores e colegas) afeta as emoções de realização dos alunos em matemática, e analisa o impacto de variáveis como ano escolar, desempenho acadêmico e gênero nessas emoções. Envolveu estudantes portugueses do sexto e oitavo ano, avaliando suas percepções de apoio e emoções matemáticas. Os resultados indicam que o suporte em sala de aula melhora as emoções dos alunos e que notas mais altas em matemática estão associadas a sentimentos mais positivos.	CATEG 2 CATEG 4 CATEG 5	SUB 2 C SUB 4 A SUB 4 B SUB 4 C SUB 5 B
EST 21	Este estudo analisa como as funções cognitivas influenciam a execução de tarefas trigonométricas em contextos educacionais, utilizando a Teoria Antropológica do Didático (TAD) e insights da Neurociência Cognitiva. A pesquisa bibliográfica revelou que tarefas matemáticas bem estruturadas em Trigonometria podem ser eficazmente utilizadas como desafios progressivos para os alunos, respeitando as capacidades neurofisiológicas do cérebro. O trabalho também destaca a importância de incorporar conhecimentos de neurociência cognitiva na formação de professores para aprimorar a seleção e o uso de tarefas matemáticas em ambientes educacionais.	CATEG 1 CATEG 2 CATEG 4 CATEG 5	SUB 1 A SUB 1 B SUB 2 C SUB 4 D SUB 5 B
EST 22	Este estudo salienta que, apesar da existência de uma vasta literatura evidenciando o impacto do apoio social percebido no desempenho acadêmico, pouco se explorou empiricamente sobre os mecanismos subjacentes a esse efeito. A pesquisa concentra-se nos possíveis efeitos mediadores das crenças motivacionais (crenças de competência e valor subjetivo) e das emoções (ansiedade e prazer), buscando esclarecer a relação entre o apoio social percebido (de pais, colegas e professores) e o sucesso em matemática. Os resultados demonstraram que o apoio social percebido dos pais, pares e professores influenciou as crenças motivacionais e emoções dos estudantes, o que, por sua vez, melhorou sua conquista acadêmica.	CATEG 1 CATEG 2 CATEG 4	SUB 1 B SUB 2 C SUB 4 A SUB 4 C

EST 23	Este estudo investigou as interações recíprocas entre autoconceito e ansiedade em matemática. Utilizando uma amostra de 495 alunos do 7º ano (51% feminino), que completaram auto relatos sobre autoconceito e ansiedade matemática três vezes durante o ano escolar, foi aplicada a modelagem de equações estruturais para analisar um modelo de efeitos recíprocos. Os resultados indicaram uma relação bidirecional, onde um maior autoconceito reduz a ansiedade, que por sua vez, fortalece o autoconceito.	CATEG 1 CATEG 2	SUB 1 B SUB 2 C
EST 24	O estudo explora a interação entre Ansiedade Matemática (AM), Memória de Trabalho (MT) e Controle Inibitório (CI), enfatizando o papel desses elementos na competência matemática. O propósito desta pesquisa foi evidenciar a magnitude do impacto da AM no desempenho em atividades que exigem MT, além de examinar a intensidade e relevância estatística das relações entre AM, MT e CI. Para alcançar esses objetivos, foi aplicado um teste de hipóteses renovado utilizando dados de publicações que compartilham um formato comum de informações estatísticas, realizando comparações entre grupos com níveis altos e baixos de AM. As conclusões ressaltam a importância da investigação da relação entre AM, MT e desempenho matemático, destacando a influência da ansiedade na capacidade de armazenamento e manipulação de informações a curto prazo.	CATEG 1 CATEG 2	SUB 1 A SUB 2 A SUB 2 E
EST 25	Este estudo focou em examinar as interações entre estresse fisiológico, ansiedade, autoeficácia e as percepções de estudantes de fisioterapia sobre suas experiências com o exame clínico estruturado objetivamente (OSCE). A pesquisa também considerou como a ansiedade durante os exames pode impactar negativamente a autoestima, a qualidade do sono e levar à depressão. Reduzir a ansiedade é vital para garantir que o desempenho nos exames reflita adequadamente a competência real e melhore a aprendizagem. Explorar essas dinâmicas é crucial para desenvolver melhores práticas educacionais na saúde. Entender esses fatores pode auxiliar educadores a criar intervenções eficazes para ajudar os alunos a gerenciar estresse e ansiedade em contextos de avaliação clínica.	CATEG 2 CATEG 5	SUB 2 C SUB 5 B
EST 26	Estudos recentes mostraram que pessoas com alta ansiedade matemática podem ter desempenho reduzido em tarefas aritméticas complexas devido à teoria da eficiência de processamento, que sugere que a preocupação consome recursos da memória de trabalho, comprometendo a realização das tarefas. Este estudo explorou se a pressão do tempo exacerbava a preocupação e os déficits de desempenho em indivíduos com alta ansiedade matemática. Os resultados mostraram que, apesar de o tempo limitado impactar negativamente o desempenho aritmético tanto de participantes ansiosos quanto dos não ansiosos, não houve diferenças significativas entre esses grupos, indicando que outros fatores podem influenciar o impacto da ansiedade no desempenho. Isso sugere que os pesquisadores podem precisar buscar outras variáveis para explicar a natureza dos pensamentos preocupantes que teoricamente perturbam o desempenho de indivíduos ansiosos.	CATEG 1	SUB 1 A
EST 27	Indivíduos com alta ansiedade matemática têm redução da memória de trabalho, o que impacta negativamente seu desempenho em tarefas matemáticas, como mostrado por tempos de reação mais longos e mais erros em tarefas que exigem adição mental simultânea a outras demandas cognitivas. Este estudo confirmou que a ansiedade matemática pode causar interrupções temporárias na memória de trabalho, afetando tarefas que requerem intenso uso dessa capacidade. A pesquisa resalta a relação entre memória de trabalho, ansiedade matemática e desempenho acadêmico, sugerindo que o desenvolvimento da memória de trabalho e a redução da ansiedade matemática são essenciais para melhorar o desempenho dos alunos em matemática. Recomenda-se que educadores implementem estratégias para diminuir a ansiedade e fortalecer a memória de trabalho dos estudantes.	CATEG 1 CATEG 2 CATEG 4	SUB 1 A SUB 1 B SUB 2 A SUB 2 C SUB 4 A

EST 28	Este estudo explora um modelo teórico de classificação de emoções proposto por Pekrun (1992), focado em emoções ligadas ao aprendizado e desempenho em matemática. O modelo categoriza as emoções baseado em sua valência (positiva ou negativa) e nível de ativação. Analisamos emoções como prazer, ansiedade, raiva e tédio que os alunos sentem antes, durante e após um exame de matemática. A análise de correspondência confirmou a validade desta classificação, revelando que alunos com desempenho inferior tendem a sentir ansiedade, raiva e tédio, enquanto aqueles com melhores resultados mostram mais prazer e tédio.	CATEG 1 CATEG 2 CATEG 4	SUB 1 B SUB 2 A SUB 4 A SUB 4 C
EST 29	As habilidades matemáticas são cruciais para o emprego, bem-estar e qualidade de vida, mas muitos adultos e crianças enfrentam dificuldades para adquiri-las. Para aprimorar o ensino da matemática, é essencial entender melhor seus processos de aprendizagem e desempenho. A pesquisa psicológica nesse campo cresceu nas últimas duas décadas, porém, é necessário focar mais nos vários aspectos da cognição matemática. O autor descreve a cognição matemática como um processo que envolve múltiplas habilidades e elementos. A proficiência matemática não é um construto único, mas sim composta por habilidades específicas como conhecimento de fatos numéricos e pensamento algébrico, que dependem de processos básicos como comparação de magnitudes e reconhecimento de padrões. Além disso, habilidades cognitivas gerais e experiências de aprendizado variadas influenciam o desenvolvimento desses componentes e suas inter-relações. Para impactar positivamente a educação matemática, é crucial entender a complexidade da matemática e como as experiências de aprendizagem das crianças afetam seu desenvolvimento.	CATEG 1	SUB 1 A SUB 1 B
EST 30	Pesquisas prévias sugeriram uma forte correlação entre o aprendizado de matemática e fatores como as atitudes em relação à disciplina e emoções específicas, incluindo a ansiedade matemática. O presente estudo teve como objetivo avaliar se o uso de um jogo educativo de matemática integrado com Interface Cérebro-Computador (BCI) poderia diminuir efetivamente a ansiedade matemática dos estudantes. O jogo, denominado "Math-Mind", foi empregado como ferramenta de treinamento para atenuar a ansiedade dos participantes em relação à matemática. A conclusão deste estudo destaca que o uso de um jogo educacional de matemática com BCI foi eficaz na redução da ansiedade em matemática em estudantes. Os resultados indicaram uma relação significativa entre a ansiedade em matemática e o desempenho na disciplina, corroborando estudos anteriores.	CATEG 1 CATEG 3 CATEG 5	SUB 1 B SUB 3 A SUB 5 C

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

## APÊNDICE J – CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DESTA PESQUISA

Quadro 36– Categorias e Subcategorias da Pesquisa (**Quadro Especial**)

<b>CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS</b>				
<b>Entrevistas com os professores</b>	<b>Entrevistas com os estudantes</b>	<b>Coleta VFC</b>	<b>Coleta BPA</b>	<b>Revisão Integrativa da Literatura</b>
<p>CATEG 1: Uso de Tecnologia em Sala de Aula</p> <p>SUB 1A: Disponibilidade e Acesso a Recursos Tecnológicos</p> <p>SUB 1B: Frequência e Tipo de Uso de Tecnologia</p> <p>CATEG 2: Metodologias de Ensino</p> <p>SUB 2A: Métodos Tradicionais vs. Inovadores</p> <p>SUB 2B: Utilização de Práticas Colaborativas</p> <p>CATEG 3: Desafios e Barreiras no Ensino de Matemática</p> <p>SUB 3A: Deficiências de Base em Matemática</p> <p>SUB 3B: Distrações e Comportamento em Sala</p> <p>CATEG 4: Adaptações para Necessidades Especiais</p> <p>SUB 4A: Integração de Alunos com Deficiências</p> <p>SUB 4B: Estratégias de Ensino Individualizadas</p> <p>CATEG 5: Engajamento e Motivação Estudantil</p> <p>SUB 5A: Estratégias para Aumentar o Engajamento</p> <p>SUB 5B: Impacto da Rotatividade de Professores</p> <p>CATEG 6: Gestão de Comportamento em Sala</p>	<p>CATEG 1: Percepções de Dificuldade em Matemática</p> <p>SUB 1 A - Dificuldades com Conceitos Específicos: Muitos alunos mencionam conceitos matemáticos específicos com os quais têm dificuldades, como frações, equações e geometria.</p> <p>SUB 1 B - Dificuldades Gerais de Compreensão: Alguns alunos expressam uma dificuldade geral com matemática, indicando um problema mais amplo na compreensão dos princípios matemáticos.</p> <p>CATEG 2: Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's)</p> <p>SUB 2 A - TDIC's para Tarefas Específicas: Os alunos mencionam o uso de TDIC's, como calculadoras em telefones móveis e Chromebooks, mas principalmente para tarefas específicas ou apenas ocasionalmente.</p> <p>SUB 2 B - Limitações no Uso de TDIC's: Vários alunos apontam que os TDIC's são usados de forma limitada ou não são utilizados em suas aulas de matemática, o que pode ser visto como uma limitação na aplicação da</p>	<p>CATEG 1: Respostas Fisiológicas Durante Atividades Matemáticas</p> <p>•Subc 1A: Variações na VFC Durante Diferentes Fases da Atividade</p> <p>•Observações das médias de Mean RR, rMSSD, LF/HF, e Stress Index em diferentes fases: repouso, uso de <i>Fractus</i>, e exercícios em folha.</p> <p>•Sub 1B: Influência do Contexto de Aprendizado na VFC</p> <p>•Impacto do uso de tecnologias (<i>Fractus</i>) comparado a métodos tradicionais (folha de exercícios) na VFC.</p> <p>CATEG 2: Associação Entre VFC e Desempenho Cognitivo</p> <p>•Sub 2A: Correlações Entre VFC e Desempenho em Matemática</p> <p>•Análise de como</p>	<p>Categoria 1: Desempenho nos Testes de Atenção</p> <p>Subcategoria 1A: Atenção Concentrada</p> <p>Dados Relevantes: Gráfico com 30% dos estudantes atingindo nível médio, 22% médio superior e 3% superior, indicando a capacidade dos alunos de se aprofundar no conteúdo minimizando distrações.</p> <p>Subcategoria 1B: Atenção Dividida</p> <p>Dados Relevantes: Gráfico mostrando 48% dos estudantes no nível médio superior, refletindo a capacidade de lidar com múltiplas fontes de informação simultaneamente.</p> <p>Subcategoria 1C: Atenção Alternada</p> <p>Dados Relevantes: Gráfico indicando que 59% dos estudantes alcançaram o nível médio,</p>	<p>CATEG 1: Impacto Emocional e Psicológico da Ansiedade Matemática</p> <p>SUB 1 A - Efeitos Cognitivos: Como a ansiedade afeta processos cognitivos como atenção e memória</p> <p>SUB 1 B - Confiança e Proficiência: Relação entre ansiedade matemática e autoeficácia dos alunos</p> <p>CATEG 2: Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade</p> <p>SUB 2 A - Técnicas de Relaxamento: Incluindo mindfulness e biofeedback</p> <p>SUB 2 B - Avaliação Formativa: Métodos de avaliação que reduzem a pressão, apoiados por autores como Dylan Wiliam.</p> <p>CATEG 3: Desempenho Acadêmico e Cognitivo</p> <p>SUB 3 A - Metodologias de Ensino: Como diferentes</p>

<p>SUB 6A: Técnicas de Gestão Comportamental SUB 6B: Resposta Educacional a Comportamentos Desafiadores</p>	<p>tecnologia na educação. CATEG 3: Sugestões de Melhoria SUB 3 A - Métodos de Ensino Inovadores: Alunos sugerem métodos de ensino mais envolventes, incluindo o uso de jogos, exemplos práticos e tecnologia para ajudar a entender conceitos difíceis. SUB 3 B - Aumento de Apoio Pedagógico: Sugestões para um aumento do suporte dos professores por meio de explicações mais claras, ensino mais paciente e uso de materiais didáticos variados. CATEG 4: Impacto do Ambiente de Aprendizagem SUB 4 A - Distrações na Sala de Aula: Alguns alunos discutem como as distrações no ambiente da sala de aula, como barulho e comportamento de outros alunos, impactam sua capacidade de concentrar e aprender. SUB 4 B - Estrutura Física da Sala: Problemas com a configuração física da sala de aula, como arranjo dos assentos e acesso aos recursos, são mencionados como fatores que afetam o aprendizado. CATEG 5: Relação com os Professores SUB 5 A - Comunicação Efetiva: Os alunos valorizam explicações claras e calmas dos professores, indicando a necessidade de uma comunicação eficaz no ensino.</p>	<p>variações na VFC correspondem a diferenças no desempenho acadêmico. •Sub 2B: Indicativos de Estresse e Ansiedade •Discussão sobre como altos índices de Stress Index e variações no LF/HF indicam níveis de estresse e ansiedade. CATEG 3: Implicações Educacionais da Medição da VFC •Sub 3A: Estratégias Pedagógicas Baseadas na VFC •Sugestões para incorporar monitoramento da VFC para adaptar abordagens pedagógicas que minimizem ansiedade e maximizem aprendizado. •Sub 3B: Feedback Fisiológico Como Ferramenta de Aprendizado •Exploração do potencial da VFC como uma ferramenta para feedback imediato sobre o estado emocional e</p>	<p>mostrando a habilidade de alternar entre diferentes tarefas e informações. Categoria 2: Correlações entre Atenção e Desempenho Acadêmico Subcategoria 2A: Relação entre Atenção e Desempenho em Matemática Dados Relevantes: Discussão sobre a falta de correlação significativa entre os índices de atenção geral e o desempenho nos exercícios de frações, sugerindo que outros fatores podem estar influenciando os resultados acadêmicos. Categoria 3: Influência de Variáveis Psicoeducacionais Subcategoria 3A: Impacto de Fatores Além da Atenção Dados Relevantes: Análise sugerindo que variáveis como ansiedade, habilidades matemáticas e estratégias de aprendizagem podem ter um impacto significativo nos resultados dos estudantes. Categoria 4: Recomendações</p>	<p>abordagens pedagógicas afetam o aprendizado. SUB 3 B - Fatores Cognitivos: Impacto da ansiedade em funções cognitivas específicas. CATEG 4: Suporte Pedagógico, Educacional e Ambiental SUB 4 A - Ambiente Colaborativo: Promover trabalho em equipe e suporte entre pares. SUB 4 B - Recursos Ambientais: Influência do espaço físico e recursos disponíveis no manejo da ansiedade. CATEG 5: Pesquisas e Metodologias de Ensino Inovadoras SUB 5 A - Tecnologia na Educação: Uso de ferramentas digitais e plataformas online para o ensino de matemática. SUB 5 B - Aprendizado Contextualizado: Atividades que conectam a matemática com aplicações práticas do mundo real. SUB 5 C – Jogos educacionais e Gamificação: Uso de elementos</p>
---	--	---	--	---

	<p>SUB 5 B - Suporte Emocional e Encorajamento: O suporte emocional e o encorajamento dos professores são destacados como cruciais para o entendimento e a confiança dos alunos.</p>	<p>cognitivo dos estudantes.</p>	<p>Pedagógicas Baseadas em Dados</p> <p>Subcategoria 4A: Estratégias para Melhorar a Atenção Dados Relevantes: Baseando-se nos resultados dos testes de atenção, sugerir intervenções para fortalecer a atenção onde necessário e melhorar o desempenho acadêmico.</p> <p>Subcategoria 4B: Adaptações Curriculares e Metodológicas Dados Relevantes: Propor modificações nos métodos de ensino que considerem as diferentes capacidades de atenção dos estudantes para maximizar o aprendizado.</p>	<p>de jogos para aumentar o engajamento e reduzir a ansiedade.</p>
--	--	----------------------------------	---	--

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

## APÊNDICE K – INTERAÇÃO COM CHATGPT4

Abaixo segue a interação realizada com o ChatGPT4 a fim de gerar as categorias e subcategorias para avaliação dos dados coletados na pesquisa e criação das Recomendações para fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática.

42art\_da\_quarta\_RI.xlsx

Para análise dos dados da literatura que embasou a tese na proposição das recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática utilizei a análise temática de Braun e Clarke (2006). Vou anexar a matriz de síntese que organizou os dados deste portfólio dos artigos buscados nas bases científicas e você me indica se as categorias temáticas que resultaram nas recomendações estão adequadas.

ChatGPT

ChatGPT

Resumindo: O que eu gostaria que você fizesse é analisar os títulos resumos a introdução e a conclusão destes artigos que estão na matriz, indicando as categorias temáticas relacionadas

ChatGPT

ChatGPT

Para ajudá-lo a identificar categorias temáticas com base nos títulos, resumos, introduções e conclusões dos artigos, vou analisar as informações que temos e propor possíveis temas. Vou começar lendo e agrupando os dados em temas relevantes, considerando o contexto de sua pesquisa sobre a redução da ansiedade e o aprimoramento do aprendizado matemático com base em neurociência. Vou agora processar essa análise.

Com base na amostra dos títulos, resumos, introduções e conclusões dos artigos, podemos começar a identificar temas que possam ser agrupados em categorias temáticas. Aqui estão algumas sugestões de categorias, com exemplos de como elas podem se relacionar com os textos que você tem:

### Categorias Temáticas Propostas (nos 42 artigos da quarta RI)

1.	<b>Impacto Emocional da Ansiedade Matemática</b>
	• <b>Exemplo:</b> Artigos que descrevem como a ansiedade afeta o desempenho em matemática, tais como os que discutem a influência da ansiedade na proficiência e confiança dos alunos.
2.	<b>Intervenções para Redução de Ansiedade</b>
	• <b>Exemplo:</b> Estudos sobre mindfulness, biofeedback, e outras técnicas para gerenciar ou reduzir a ansiedade específica à matemática.
3.	<b>Metodologias de Ensino Alternativas</b>
	• <b>Exemplo:</b> Pesquisas que exploram o uso de história, gamificação, ou práticas multimodais no ensino de matemática para aumentar o engajamento e reduzir o estresse.
4.	<b>Aspectos Cognitivos e Emocionais do Aprendizado de Matemática</b>
	• <b>Exemplo:</b> Artigos que analisam como a atenção, a memória e outras funções cognitivas são impactadas pela ansiedade e como isso afeta a aprendizagem.
5.	<b>Efeitos do Suporte Pedagógico e Ambiental</b>
	• <b>Exemplo:</b> Estudos que avaliam o impacto do ambiente de aprendizagem e do apoio do professor no manejo da ansiedade e no desempenho matemático dos estudantes.
6.	<b>Políticas Educacionais e Saúde Mental</b>
	• <b>Exemplo:</b> Discussões sobre a necessidade de políticas que suportem a saúde mental dos alunos em ambientes educacionais, especialmente em situações de alto estresse.

**APÊNDICE L – PROPOSIÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES**

No Quadro 37 são apresentadas as recomendações preliminares. Para uma melhor identificação dos temas abordados, foi utilizada a denominação de “diretrizes” para representar as normativas principais, que agrupam, individualmente, as recomendações extraídas da pesquisa em suas diferentes fases de coleta de dados. As fases de coleta foram: 1) entrevistas com professores de matemática do 6° ao 9° ano, 2) entrevistas com estudantes do 6° ao 9° ano, 3) coleta de atenção dos estudantes, 4) coleta de Variabilidade da Frequência Cardíaca dos estudantes e 5) Revisão Integrativa. Neste sentido, o conjunto total de recomendações encontra-se dividido em 5 diretrizes que indica suas recomendações específicas dentro de cada tema.

Quadro 37– Recomendações preliminares obtidas com a triangulação de métodos, anteriormente à avaliação dos especialistas

<b>Diretriz 1:</b> <b>Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) no Ensino de Matemática</b>	
<b>Recomendações:</b>	<b>Triangulação</b>
<p>1.1 – Uso de tecnologia em sala de aula: Incentivar investimentos em tecnologias que são acessíveis e adequadas às necessidades dos alunos, promovendo treinamento para os professores sobre como utilizar esses recursos para facilitar o aprendizado individualizado.</p> <p>1.2 - Uso de tecnologia em sala de aula: Promover o uso regular de tecnologia em sala de aula por meio de plataformas que ofereçam <i>feedback</i> imediato e adaptativo, ajudando a reduzir a ansiedade mediante uma experiência de aprendizagem mais controlada e personalizada.</p> <p>1.3 – Utilizar as TDIC's para tarefas específicas como: Integrar aplicativos de aprendizado baseados em gamificação para reforçar conceitos matemáticos.</p> <p>1.4 - Utilizar as TDIC's com foco nos índices de VFC: Utilizar dispositivos de monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca para identificar e gerenciar a ansiedade dos alunos em tempo real.</p> <p>1.5 – Uso de tecnologias com foco na atenção dos estudantes: Incorporar tecnologias que proporcionem <i>feedback</i> imediato nas tarefas matemáticas para manter e reforçar a atenção dos estudantes, ajudando-os a ajustar suas estratégias de aprendizado em tempo real.</p> <p>1.6 - Integração de tecnologia educacional: Utilizar recursos tecnológicos que engajem diferentes tipos de atenção (como jogos educativos e aplicativos interativos) para ensinar conceitos matemáticos de maneira mais envolvente e eficaz.</p> <p>1.7 - Tecnologia na educação: Aumentar o uso de tecnologias educacionais, como plataformas de aprendizagem adaptativa que personalizam a experiência de aprendizagem e ajudam a gerenciar a ansiedade ao permitir que os alunos progredam ao seu próprio ritmo.</p> <p>1.8 - Aprendizado contextualizado: Desenvolver currículos que conectem a matemática com aplicações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e diminuindo a ansiedade ao mostrar a utilidade dos conceitos matemáticos.</p> <p>1.9 - Jogos educacionais e gamificação: Incorporar elementos de Jogos Educacionais e gamificação nas aulas de matemática para aumentar o engajamento, proporcionar um ambiente de aprendizado divertido e reduzir a ansiedade associada ao estudo tradicional.</p> <p>1.10 - Jogos educacionais e gamificação: Utilizar jogos educacionais e gamificação para tornar a aprendizagem matemática mais envolvente e menos intimidadora, aproveitando os sistemas de recompensa do cérebro para motivar os alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>



<p><b>Diretriz 2:</b> <b>Metodologias de Ensino e Aprendizagem de Matemática/Metodologias de Ensino Inovadoras</b></p>	
<p><b>Recomendações:</b></p>	<p><b>Triangulação</b></p>
<p>2.1 – Metodologias de ensino: Adotar métodos inovadores, como salas de aula invertidas e aprendizado baseado em jogos, que mostram potencial em neurociência para melhorar a atenção e a retenção de informações.</p> <p>2.2 - Metodologias de ensino: Fomentar práticas colaborativas que permitam aos alunos trabalhar em grupos para resolver problemas, reduzindo a pressão individual e aumentando a compreensão por meio da discussão e do apoio mútuo.</p> <p>2.3 - Engajamento e motivação estudantil: Utilizar estratégias que aumentem o engajamento dos alunos, como gamificação e aprendizado baseado em projetos, que são métodos eficazes segundo estudos em neurociência para aumentar a motivação.</p> <p>2.4 - Métodos de ensino inovadores: Incluir jogos matemáticos e problemas do mundo real para aplicar conceitos de forma tangível.</p> <p>2.5 - Métodos de ensino inovadores: Promover atividades práticas que envolvam os alunos em aprendizado experiencial.</p> <p>2.6 - Metodologias de ensino: Explorar e implementar abordagens pedagógicas alternativas, como aprendizado baseado em projetos ou aprendizado invertido, que podem facilitar a compreensão e a retenção de conceitos matemáticos complexos.</p> <p>2.7 - Metodologias de ensino: Adotar estratégias de Ensino Adaptativo que ajustem o ritmo e o estilo de ensino às necessidades individuais dos alunos, empregando tecnologias educacionais para personalizar o aprendizado.</p> <p>2.8 - Metodologias de ensino: Aplicar técnicas de aprendizagem Baseadas no Cérebro que são conhecidas por serem eficazes com base na neurociência cognitiva, como aprendizagem espaçada e intercalada, para melhorar a retenção e compreensão.</p> <p>2.9 - Metodologias de ensino: Encorajar a aprendizagem por intermédio de Projetos de Matemática Baseados em Problemas do Mundo Real, tendo em vista que a aprendizagem baseada em problemas que contextualizam a matemática dentro de situações da vida real, promovem uma compreensão mais profunda e relevante sobre os conteúdos abordados.</p> <p>2.10 - Tecnologia na educação: Aumentar o uso de tecnologias educacionais, como plataformas de aprendizagem adaptativa que personalizam a experiência de aprendizagem e ajudam a gerenciar a ansiedade ao permitir que os alunos progridam ao seu próprio ritmo.</p> <p>2.11 - Aprendizado contextualizado: Desenvolver currículos que conectem a matemática com aplicações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e diminuindo a ansiedade ao mostrar a utilidade dos conceitos matemáticos.</p> <p>2.12 - Jogos educacionais e gamificação: Incorporar elementos de Jogos Educacionais e gamificação nas aulas de matemática para aumentar o engajamento, proporcionar um ambiente de aprendizado divertido e reduzir a ansiedade associada ao estudo tradicional.</p> <p>2.13 - Jogos educacionais e gamificação: Utilizar jogos educacionais e gamificação para tornar a aprendizagem matemática mais envolvente e menos intimidadora, aproveitando os sistemas de recompensa do cérebro para motivar os alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<p><b>Diretriz 3:</b> <b>Fatores que Influenciam o Engajamento e a Motivação dos Estudantes em Matemática</b></p>	
<p><b>Recomendações:</b></p>	<p><b>Triangulação</b></p>

<p>3.1 - Desafios e barreiras no ensino de matemática: Implementar estratégias para reduzir as distrações em sala, como a criação de regras claras de comportamento e o uso de barreiras físicas ou acústicas para minimizar o ruído.</p> <p>3.2 - Engajamento e motivação estudantil: Abordar o impacto da rotatividade de professores desenvolvendo um sistema de mentorias que assegure continuidade e consistência no ensino, ajudando a manter um ambiente de aprendizado estável e motivador.</p> <p>3.3 - Gestão de comportamento em sala: Capacitar professores em técnicas de gestão comportamental que sejam baseadas em evidências de como o cérebro responde ao estresse e à disciplina.</p> <p>3.4 - Gestão de comportamento em sala: Implementar políticas de intervenção precoce que identifiquem e tratem comportamentos desafiadores antes que eles se tornem disruptivos, usando técnicas de regulação emocional e de atenção consciente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> </ul>
<p>3.5 - Distrações na sala de aula: Implementar estratégias focadas na minimização de elementos disruptivos e na promoção de um ambiente de aprendizagem mais focado. Como, por exemplo, estabelecer regras específicas para o uso de dispositivos eletrônicos, limitando-os a atividades relacionadas às aulas ou definindo horários específicos para seu uso.</p> <p>3.6 - Estrutura física da sala: Reorganizar o layout da sala de aula para facilitar a interação e a colaboração entre os alunos.</p> <p>3.7 - Ambientes de aprendizado controlados: Assegurar que os ambientes de aprendizagem sejam otimizados para minimizar distrações, como salas de aula com ruído controlado e arranjo físico que limita interrupções visuais.</p> <p>3.8 - Estratégias para melhorar a atenção: Adaptação do Ambiente de Aprendizagem: Reestruturar o ambiente de aprendizagem para minimizar distrações, utilizando configurações de sala de aula que favoreçam a atenção plena e a concentração durante as atividades de matemática.</p> <p>3.9 - Adaptações curriculares e metodológicas: Desenvolver e implementar um currículo que considere as diferentes necessidades atencionais dos estudantes, utilizando abordagens diferenciadas para estudantes com níveis variados de capacidade de atenção.</p> <p>3.10 - Ambiente colaborativo: Promover uma cultura de colaboração e suporte mútuo, incentivando grupos de estudo e projetos colaborativos que podem ajudar a reduzir a ansiedade individual e melhorar o desempenho acadêmico.</p> <p>3.11 - Recursos ambientais: Reavaliar e adaptar a estrutura física das salas de aula para criar um ambiente de aprendizagem acolhedor e estimulante, que considere tanto as necessidades psicológicas quanto acadêmicas dos alunos.</p> <p>3.12 - Recursos ambientais: Criar uma atmosfera na sala de aula que promova a segurança psicológica e incentive a curiosidade e a exploração matemática sem medo do erro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<p><b>Diretriz 4:</b> <b>Intervenções e Estratégias Pedagógicas para Redução de Ansiedade</b></p>	
<p><b>Recomendações:</b></p>	<p><b>Triangulação</b></p>

<p>4.1 – Uso de tecnologia em sala de aula: Promover o uso regular de tecnologia em sala de aula por meio de plataformas que ofereçam <i>feedback</i> imediato e adaptativo, ajudando a reduzir a ansiedade por intermédio de uma experiência de aprendizagem mais controlada e personalizada.</p> <p>4.2 – TDIC’s para tarefas específicas: Utilizar dispositivos de monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca para identificar e gerenciar a ansiedade dos alunos em tempo real.</p> <p>4.3 - Aumento de apoio pedagógico: Oferecer treinamento contínuo para professores em técnicas de neurociência educacional.</p> <p>4.4 - Aumento de apoio pedagógico: Capacitar professores em estratégias para reconhecer e abordar a ansiedade matemática.</p> <p>4.5 - Indicativos de estresse e ansiedade: Integração de Técnicas de <i>Mindfulness</i> na Sala de Aula - Implementar sessões curtas de <i>mindfulness</i> antes das aulas de matemática para preparar mentalmente os alunos, aumentando o foco e reduzindo a ansiedade e o estresse.</p> <p>4.6 - Estratégias pedagógicas baseadas na VFC - Avaliação e ajuste contínuo das estratégias pedagógicas: Realizar avaliações periódicas das estratégias pedagógicas implementadas, utilizando dados da VFC para fazer ajustes conforme necessário.</p> <p>4.7 - <i>Feedback</i> fisiológico como ferramenta de aprendizado - Uso de <i>feedback</i> positivo e reforço: Professores devem fornecer <i>feedback</i> imediato e positivo durante as atividades de matemática para reforçar o aprendizado e aumentar a confiança dos alunos.</p> <p>4.8 - Impacto de fatores além da atenção - Intervenções para redução de ansiedade: Introduzir técnicas de relaxamento e <i>mindfulness</i> especificamente antes de testes e avaliações de matemática para ajudar a reduzir a ansiedade e promover um estado mental mais propício ao desempenho acadêmico.</p> <p>Impacto de fatores além da atenção - Capacitação de professores para reconhecimento de ansiedade e estresse em estudantes: Oferecer treinamento para professores para que possam identificar sinais de ansiedade e estresse em estudantes e intervir adequadamente, adaptando o ritmo das aulas conforme necessário.</p> <p>4.10 - Efeitos cognitivos: Promover treinamentos e workshops para professores sobre os efeitos da ansiedade na cognição, enfatizando estratégias para reconhecer e abordar a ansiedade em sala de aula para minimizar seu impacto na atenção e memória dos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Coleta de VFC,</li> <li>• Revisão Integrativa</li> </ul>
<p>4.11 – Efeitos cognitivos: Oferecer formação contínua aos professores em estratégias neuroeducacionais e socioemocionais, equipando-os para melhor apoiar os alunos com ansiedade matemática.</p> <p>4.12 - Confiança e proficiência: Implementar programas de mentorias e tutorias entre pares, que podem ajudar a aumentar a autoeficácia dos alunos em matemática, reduzindo a ansiedade e promovendo uma atitude mais positiva em relação ao aprendizado da disciplina.</p> <p>4.13 - Intervenções e estratégias pedagógicas para redução de ansiedade - Técnicas de relaxamento: Integrar práticas de <i>mindfulness</i> e <i>biofeedback</i> no currículo de matemática, com sessões regulares antes ou durante as aulas para ajudar os alunos a gerenciar o estresse e a ansiedade.</p> <p>4.14 - Avaliação formativa: Adotar métodos de avaliação formativa contínua que enfatizem o crescimento e o aprendizado ao invés da penalidade por erros, para reduzir a pressão e incentivar a exploração matemática sem medo.</p> <p>4.15 - Fatores cognitivos: Desenvolver e aplicar ferramentas diagnósticas para avaliar como a ansiedade afeta funções cognitivas específicas em matemática, permitindo intervenções mais direcionadas.</p> <p>4.16 – Fatores cognitivos: Realce do Processamento Cognitivo - Integrar atividades que promovam a codificação dual, como as que combinam elementos visuais e verbais, o que pode ajudar na absorção de conceitos matemáticos complexos.</p> <p>4.17 – Ambiente colaborativo: Implementar programas de suporte psicoeducacional que informem os alunos sobre a ansiedade matemática, suas causas, efeitos, e estratégias de enfrentamento, como parte de uma educação socioemocional.</p>	

<p><b>Diretriz 5:</b> <b>Dificuldades e Desafios no Ensino e Aprendizagem de Matemática</b></p>	
<p><b>Recomendações:</b></p> <p>5.1 - Desafios e barreiras no ensino de matemática: Desenvolver programas de reforço que abordem diretamente as deficiências de base em matemática com métodos apoiados pela neurociência, como visualizações interativas e manipulativas.</p> <p>5.2 - Adaptações para necessidades especiais: Integrar tecnologias assistivas e métodos de ensino que sejam inclusivos para alunos com deficiências, utilizando insights da neurociência sobre como diferentes cérebros aprendem.</p> <p>5.3 - Adaptações para necessidades especiais: Oferecer formação específica para professores sobre como criar e utilizar materiais didáticos individualizados que atendam às necessidades de alunos com dificuldades de aprendizagem.</p> <p>5.4 - Dificuldades com conceitos específicos: Implementar tutoriais interativos com realidade aumentada para explicar conceitos complexos de matemática.</p> <p>5.5 - Dificuldades com conceitos específicos: Desenvolver recursos didáticos adaptados para diferentes estilos de aprendizagem, visando esclarecer conceitos matemáticos desafiadores.</p> <p>5.6 - Dificuldades gerais de compreensão: Utilizar programas de ensino adaptativos que ajustem a dificuldade dos problemas conforme o progresso do aluno.</p> <p>5.7 - Incorporar sessões de <i>mindfulness</i> antes das aulas para preparar mentalmente os alunos, aumentando o foco.</p> <p>5.8 - Comunicação efetiva: Treinar professores para usar linguagem clara e acessível ao explicar conceitos matemáticos.</p> <p>5.9 - Suporte emocional e encorajamento: Desenvolver programas de mentoring e coaching para professores focados em suporte emocional.</p> <p>5.10 - Suporte emocional e encorajamento: Instruir professores a fornecer <i>feedback</i> positivo e imediato durante as atividades matemáticas para aumentar a confiança dos alunos.</p> <p>5.11 - Variações na VFC durante diferentes fases da atividade - Uso de tecnologia para monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC): Implementar o monitoramento contínuo da VFC para analisar como diferentes contextos influenciam a resposta emocional e cognitiva dos estudantes.</p>	<p><b>Triangulação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas com professores,</li> <li>• Entrevistas com estudantes,</li> <li>• Coleta de atenção,</li> <li>• Coleta de VFC</li> </ul>

5.12 - Influência do contexto de aprendizado na VFC - Promoção de Atividades Práticas e Lúdicas: Integrar atividades práticas e lúdicas, como jogos matemáticos e problemas do mundo real, para variar o contexto de aprendizado e monitorar como essas mudanças afetam a VFC e o engajamento dos alunos.

5.13 - Correlações entre VFC e desempenho em matemática - Treinamento para Professores em Estratégias Baseadas em Neurociência: Oferecer workshops ou cursos sobre neurociência para educadores, focando em técnicas que eles podem utilizar para melhorar a atenção, reduzir a ansiedade, e aumentar a retenção de conteúdo matemático.

5.14 - Correlações entre VFC e desempenho em matemática - Aplicação de Princípios da Neuroeducação para Diferentes Estilos de Aprendizagem: Desenvolver e utilizar recursos didáticos que atendam a diferentes estilos de aprendizagem (visual, auditivo, cinestésico) em aulas de matemática.

5.15 - Atenção concentrada - Desenvolvimento de atividades focadas: Propor atividades que exigem alta concentração por períodos prolongados para fortalecer a capacidade de atenção concentrada dos estudantes, como problemas de matemática que requerem passos múltiplos ou análise detalhada.

5.16 - Atenção dividida - Treinamento em multitarefa: Introduzir exercícios que promovam a habilidade de atenção dividida, como trabalhar com múltiplas fontes de informação simultaneamente ou resolver problemas que requerem a alternância entre diferentes conjuntos de habilidades.

5.17 - Atenção dividida - Uso de tecnologia para simular multitarefas: Implementar tecnologias que simulam cenários de multitarefas, oferecendo aos estudantes a oportunidade de praticar a divisão de sua atenção de forma controlada e segura.

5.18 - Atenção alternada - Exercícios de flexibilidade cognitiva: Criar atividades que exigem mudanças frequentes no foco de atenção para melhorar a atenção alternada, como jogos que requerem que os alunos alternem rapidamente entre diferentes tipos de tarefas.

5.19 - Atenção alternada - Avaliações dinâmicas: Incorporar avaliações que exigem que os alunos alternem entre diferentes seções ou tipos de problemas, incentivando-os a desenvolver a capacidade de mudar rapidamente de uma tarefa para outra.

5.20 - Relação entre atenção e desempenho em matemática - Desenvolvimento de programas de treinamento de atenção específicos: Implementar programas que treinem os estudantes em tipos específicos de atenção (concentrada, dividida e alternada), que são essenciais para o sucesso em matemática, utilizando ferramentas e métodos baseados em evidências neurocientíficas.

5.21 - Estratégias para melhorar a atenção - Pausas ativas durante as aulas: Incorporar pausas ativas e breves exercícios físicos ou mentais durante as aulas de matemática para ajudar a manter os níveis de atenção dos estudantes, especialmente em períodos mais longos de instrução.

## APÊNDICE M – TCLE (ESPECIALISTAS DO GRUPO FOCAL)



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO

#### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE (especialistas do Grupo Focal)**

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Neurociência aplicada à educação matemática: recomendações para mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem”, que está associada ao projeto de tese da doutoranda Ana Elisa Pillon, do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, cujo objetivo principal é **Propor recomendações fundamentadas em neurociência, com o propósito de mitigar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de aprendizagem da matemática.**

Esse trabalho se justifica tendo em vista que, embora o ensino de Matemática tenha passado por mudanças significativas, essas não foram suficientes para suprir as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Em 2019 e 2020, ao ser realizada a primeira etapa desta pesquisa, que naquele momento tinha o título “Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental”, a partir dos dados coletados com 50 estudantes de 6º ao 9º ano das escolas municipais de Florianópolis-SC, foi identificado que, a maioria dos estudantes consultados apontou possuir dificuldades no conteúdo de frações.

Ademais, na atualidade os desafios são maiores, quando nos deparamos com as características de Funções cognitivas, a atenção, a memória e linguagem, que interferem diretamente na aprendizagem. Neste sentido, em sua segunda etapa – de coleta de dados – o foco da pesquisa foi Investigar como as variáveis atenção, Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), ansiedade e processos cognitivos podem influenciar o processo de aprendizagem. De posse destes dados foram geradas as Recomendações preliminares com o intuito de minimizar a ansiedade matemática e aprimorar o processo de ensino-aprendizagem desta disciplina.

Assim sendo, neste momento da pesquisa, sua participação será por intermédio das seguinte atividade:

- a) Avaliar a consistência das recomendações desenvolvidas.

Esta etapa da pesquisa de tese será realizada através de um Grupo Focal. O mesmo ocorrerá de forma *on-line*, via *Google Meet* e deverá levar cerca de 1 a 2 horas. As gravações serão utilizadas para a análise dos dados, porém nenhuma imagem que identifique você será divulgada.

Você poderá sentir cansaço e desconforto durante as atividades propostas, constrangimento ao expor suas dificuldades e desconforto com gravações de vídeo. Para minimizar esses problemas, você poderá fazer pausas durante a atividade, ou desistir de cumprir alguma tarefa ou responder alguma das perguntas.

Se você não quiser mais participar da pesquisa você pode retirar o seu consentimento, sem penalização alguma, bastando entrar em contato por *e-mail* (pillon.anaelisa@gmail.com) ou telefone (47 996930400) com a pesquisadora Ana Elisa Pillon.

A pesquisadora responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 510/16 de 07/04/2016, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Se você tiver dúvidas sobre procedimentos, riscos, benefícios ou outro, durante e após a pesquisa, ou quiser saber o resultado, pode entrar em contato com Ana Elisa Pillon.

Caso você tenha algum custo para participar da pesquisa, como transporte por exemplo, você poderá solicitar o reembolso. Mas, fora os custos com a pesquisa, você não receberá outro pagamento. Você também poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente, caso tenha algum dano material ou imaterial em decorrência da pesquisa.

Nenhuma informação pessoal sua, como nome, documento ou contato, será tornada pública, mas os resultados da pesquisa poderão ser publicados em relatórios, artigos, apresentações em eventos científicos, etc., sem a sua identificação.

O CEPESH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Qualquer dúvida que você venha a ter sobre ética em pesquisa você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina – CEPESH/UFSC, por meio do telefone (48) 3721 6094 ou no endereço: Universidade Federal de Santa Catarina – Pró-Reitoria de Pesquisa – Prédio Reitoria II (R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC | CEP 88.040-400).

#### Dados do Pesquisador Responsável pelo Projeto de Pesquisa:

Nome completo: Ana Elisa Pillon Endereço de e-mail: pillon.anaelisa@gmail.com Telefone: (47) 996930400	Orientador: Vania Ribas Ulbricht e-mail do orientador: vrulbricht@gmail.com Telefone do orientador: (48) 999713962
---	---

#### Identificação e consentimento do voluntário:

Nome completo \_\_\_\_\_

Doc. de Identificação \_\_\_\_\_

“Declaro que concordei em participar, na qualidade de participante do projeto de pesquisa intitulado “Neurociência aplicada à educação matemática: recomendações para mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem”, após estar devidamente informado (a) sobre os objetivos, os procedimentos, as justificativas da pesquisa e os termos de minha participação. Assino o presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias, que serão assinadas também pelo pesquisador responsável pelo projeto, sendo que uma cópia se destina a mim (participante) e a outra ao pesquisador.”

“As informações fornecidas aos pesquisadores serão utilizadas na exata medida dos objetivos e finalidades do projeto de pesquisa, sendo que minha identificação será mantida em sigilo e sobre a responsabilidade dos proponentes do projeto.”

“Independentemente deste consentimento, fica assegurado meu direito a retirar-me da pesquisa em qualquer momento e por qualquer motivo, sendo que para isso comunicarei minha decisão a um dos proponentes do projeto acima citados.”

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_  
(local e data)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do voluntário ou representante legal acima identificado)

“O pesquisador responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa”.



\_\_\_\_\_  
(Assinatura da pesquisadora)



## APÊNDICE N – GRUPO FOCAL – FORMULÁRIO PARA ESPECIALISTAS



Seção 1 de 7

### Grupo focal: **Neurociência aplicada à educação matemática**

**B** *I* U ↻ ✕

Olá! Você está participando como especialista do Grupo focal da tese intitulada: "**Neurociência aplicada à educação matemática: recomendações para mitigar a ansiedade, potencializar a cognição e aprimorar o processo de aprendizagem**".

Para que seja possível avaliar as recomendações preliminares, indica-se a leitura do resumo expandido da tese, disponível no link <https://ewr1.short.gy/jJ0058>

E, caso tenha interesse em ter contato com os artigos já publicados sobre esta pesquisa de tese, os mesmos encontram-se no link <https://ewr1.short.gy/TeRE2y>

A fim de manter as exigências éticas do Comitê de Ética em Pesquisa da UFSC (CEPSH), favor assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que encontra-se no link <https://ewr1.short.gy/NKVEI7>

O Quadro com a apresentação de todas as Recomendações preliminares encontra-se no link <https://bit.ly/3UUCvdp>

Durante a reunião sobre este Grupo focal você poderá apresentar suas observações e sugestões sobre as Recomendações aqui apresentadas.

Agradeço antecipadamente pela sua disponibilidade. Sua participação é fundamental e muito valorizada!

Elisa Pillon

Sobre a Diretriz 1 - Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no Ensino de Matemática analise o quadro com as recomendações (numeradas) e responda:

Diretriz 1: Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no Ensino de Matemática	
Recomendações:	Interpretação:
<p>1.1 - Uso de tecnologia em sala de aula. Incentivar investimentos em tecnologia que são acessíveis e adequadas às necessidades dos alunos, promovendo treinamento para os professores sobre como utilizar esses recursos para facilitar o aprendizado individualizado.</p> <p>1.2 - Uso de tecnologia em sala de aula. Promover o uso regular de tecnologia em sala de aula através de plataformas que ofereçam conteúdos flexíveis e adaptativos, ajudando a reduzir a desigualdade de aprendizagem entre conteúdos e professores.</p> <p>1.3 - Utilizar as TDICs para tópicos específicos como: integrar aplicações de aprendizagem baseadas em gamificação para reforçar conceitos matemáticos.</p> <p>1.4 - Utilizar as TDICs como ferramenta de ensino de TIC. Utilizar dispositivos de monitoramento da sustentabilidade de frequência cardíaca para identificar e promover a atividade dos alunos em tempo real.</p> <p>1.5 - Uso de tecnologia com foco no ensino dos conteúdos. Incorporar tecnologia que proporcione feedback imediato em testes automatizados para causar a redução da taxa de erro, ajudando os alunos a ajustar suas estratégias de aprendizagem em tempo real.</p> <p>1.6 - Integração de tecnologia educacional. Utilizar recursos tecnológicos que ofereçam diferentes tipos de ensino como jogos educativos e aplicativos interativos para ensinar conceitos matemáticos de maneira mais envolvente e eficaz.</p> <p>1.7 - Tecnologia na educação. Aumentar o uso de tecnologias educacionais, como plataformas de aprendizagem adaptativa que personalizam a experiência de aprendizagem e ajudam a garantir a qualidade do ensino que os alunos recebem ao seu próprio ritmo.</p> <p>1.8 - Aprendizagem contextualizada. Desenvolver currículos que conectem a matemática com aplicações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e estimulando a capacidade de resolver a realidade dos conceitos matemáticos.</p> <p>1.9 - Apoio à inclusão e gamificação. Incorporar elementos de jogos, educação e gamificação em salas de aula para apoiar os alunos e engajamento, proporcionar um ambiente de aprendizagem divertido e reduzir a ansiedade associada ao estudo matemático.</p> <p>1.10 - Jogos educacionais e gamificação. Utilizar jogos educacionais e gamificação para tornar o aprendizado matemático mais envolvente e manter a motivação, aproveitando os sistemas de recompensa do cérebro para garantir os alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender com professores,</li> <li>• Entender com estudantes,</li> <li>• Colocar em prática</li> <li>• Avaliar</li> <li>• Integrar</li> </ul>

Avalie a Recomendação 1.1 Incentivar investimentos em tecnologias que são acessíveis e adequadas às necessidades dos alunos, promovendo treinamento para os professores sobre como utilizar esses recursos para facilitar o aprendizado individualizado, e selecione a opção desejada:



Múltipla escolha

- Aplicável
- Aplicável com pequenos ajustes
- Aplicável com importantes alterações
- Não aplicável
- Não sei informar
- Outros...
- Adicionar opção



Obrigatória



Caso tenha optado pela resposta "Aplicável com pequenos ajustes" ou "Outros", ou tenha alguma observação ou sugestão a fazer sobre esta Recomendação descreva neste espaço:

Texto de resposta longa

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino fundamental

**Pesquisador:** Vania Ribas Ulbricht

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 09127019.9.0000.0121

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.298.598

#### Apresentação do Projeto:

O projeto intitulado Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ensino-aprendizagem inclusivo da Matemática nos anos finais do ensino Fundamental trata-se de um Projeto de Pesquisa de Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento - PPGEKC da Universidade Federal de Santa Catarina, da aluna ANA ELISA PILLON sob orientação da profa. Dra. Vania Ribas Ulbricht que objetiva compreender como facilitar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática utilizando as tecnologias digitais de comunicação (TDICs) e da acessibilidade digital por professores e estudantes dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano), da rede municipal de Florianópolis? Acredita-se que as mídias do conhecimento customizadas podem oferecer melhores experiências na apropriação de conhecimento, principalmente as mídias digitais. Estas mídias podem aproximar conteúdos técnico científicos das necessidades dos usuários e adequá-los ao ambiente das organizações. Através dos meios visuais é possível a subjetivação do conteúdo e oferecer formas alternativas de acesso, interação e inclusão. Este projeto vislumbra o design universal, onde estudantes e professores, sejam eles deficientes auditivos, deficientes visuais ou mesmo videntes e ouvintes possam ter acesso ao conhecimento. Para alcançar êxito neste intento este projeto visa elaborar agenda de recomendações (framework) para as dificuldades relatadas na aprendizagem da Matemática, o uso das TDICs e da acessibilidade digital, por professores e estudantes dos anos finais do ensino fundamental.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEI: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (48)3721-6034 E-mail: cep.propeq@contato.ufsc.br



Continuação do Parecer: 3.238.598

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1303161.pdf	10/04/2019 22:07:21		Aceito
Parecer Anterior	10_abr_Carta.docx	10/04/2019 22:06:17	ANA ELISA PILLON	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	10_abr_TALE_ESTUDANTE.pdf	10/04/2019 21:37:17	ANA ELISA PILLON	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	10_abr_Assentimento_TCLE_PROF.pdf	10/04/2019 21:37:01	ANA ELISA PILLON	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	10_abr_Assentim_TCLE_PAIS.pdf	10/04/2019 21:36:48	ANA ELISA PILLON	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_aprovacao_Prefeitura.pdf	29/03/2019 15:07:15	ANA ELISA PILLON	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	29_marco_PROJETO.pdf	29/03/2019 15:03:40	ANA ELISA PILLON	Aceito
Folha de Rosto	Plataforma_Brasil_FOLHADEROSTO_e_m_1_mar_2019_assinado_Professoras.pdf	01/03/2019 19:07:55	ANA ELISA PILLON	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANÓPOLIS, 01 de Maio de 2019

---

**Assinado por:**  
**Maria Luiza Bazzo**  
**(Coordenador(a))**

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Rectoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propeq@contato.ufsc.br



## ANEXO B – FORMULÁRIOS DO BPA PARA AVALIAÇÃO DA ATENÇÃO CONCENTRADA, DIVIDIDA E ALTERNADA

# ATENÇÃO CONCENTRADA

Fabián Javier Marín Rueda

## FOLHA DE RESPOSTAS

Parte integrante do Livro de Aplicação (vol. 3) da Coleção BPA.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_ Sexo: M  F  Escolaridade: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Data de Aplicação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

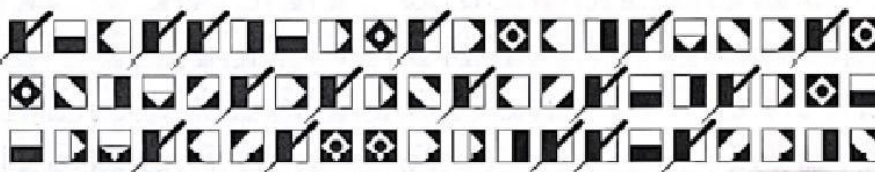
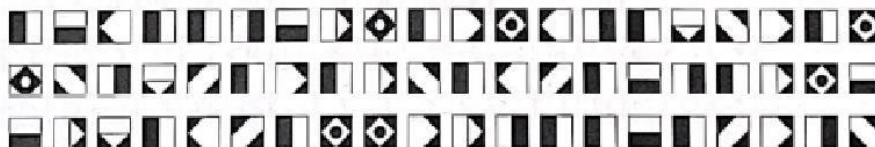
### INSTRUÇÕES

Para responder o teste você deverá fazer um traço (/) cada vez que aparecer um desenho igual ao modelo abaixo. Ou seja, cada vez que esse desenho aparecer você deverá fazer o traço por cima dele. Caso erre, faça um círculo e continue respondendo o teste.

O teste deve ser respondido sempre da esquerda para a direita. Quando chegar ao final de cada linha comece na linha seguinte, novamente pelo lado esquerdo da folha.

Você terá 2 minutos para realizar o teste. Bom trabalho!

Agora faça um treinamento antes de iniciar a resposta ao instrumento:



### AGUARDE A INSTRUÇÃO PARA VIRAR A FOLHA

060522

este livro de aplicação possui numeração sequencial, impressa em vermelho.

Esta folha está impressa em AZUL, PRETO e VERMELHO. Se for reproduzida, imprima em qualquer outra cor ou de qualquer outro modo, desde que seja uma reprodução legal. Recuse-se a plagiar.



EDITORA PSICO-PESSOAL LTB  
Rua Curitiba 48 - CEP 04133-020 - SP  
Tel: (11) 3146-0300  
www.vetoreditora.com.br  
vendas@vetoreditora.com.br  
00000000000000000000

Copyright © 2010 – Vetor Editora Psico-Pedagógica Ltda. – São Paulo. É proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, por qualquer meio existente e para qualquer finalidade, sem autorização por escrito dos editores.

# ATENÇÃO DIVIDIDA

Fabián Javier Marín Rueda

## FOLHA DE RESPOSTAS

Parte integrante do Livro de Aplicação (vol. 4) da Coleção BPA.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_ Sexo: M  F  Escolaridade: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Data de Aplicação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

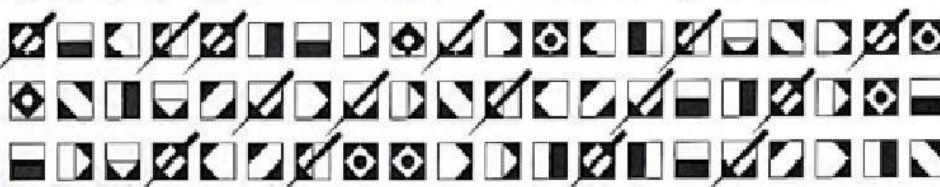
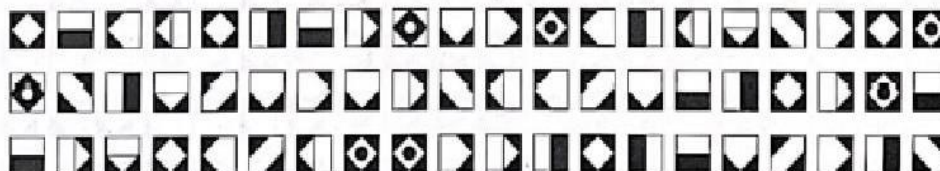
### INSTRUÇÕES

Para responder o teste você deverá fazer um traço (/) cada vez que aparecer um desenho que for igual a qualquer um dos três (3) modelos abaixo. Ou seja, eles não precisam estar um do lado do outro para serem assinalados. Cada vez que um dos três desenhos aparecer você deverá fazer o traço por cima dele. Caso erro, faça um círculo e continue respondendo o teste.

O teste deve ser respondido sempre da esquerda para a direita. Quando chegar ao final de cada linha comece na linha seguinte, novamente pelo lado esquerdo da folha.

Você terá 4 minutos para realizar o teste. Bom trabalho!

Agora faça um treinamento antes de iniciar a resposta ao instrumento:



### AGUARDE A INSTRUÇÃO PARA VIRAR A FOLHA

960522

Este livro de aplicação possui numeração sequencial, impressa em vermelho.

Esta folha está impressa em AZUL, PRETO e VERMELHO. Se for apresentada impresso em qualquer outro cor ou de qualquer outro modo, trata-se de uma reprodução ilegal. Recuse-se a utilizá-la.

 **VETOR**  
EDITORA

Rua Paula Prado, 115 - Jd. Santa BPA,  
Ribeirão Preto/SP - CEP: 14113-000 - SP  
Tel.: (13) 3146-0333  
www.vetoreditora.com.br  
venda@vetoreditora.com.br  
0000000000000000

Copyright © 2013 – Vetor Editora Psicopedagógica Ltda – São Paulo. É proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, por qualquer meio existente e para qualquer finalidade, sem autorização por escrito das editoras.



# ATENÇÃO ALTERNADA

Fabián Javier Marín Rueda

## FOLHA DE RESPOSTAS

Parte integrante do Livro de Aplicação (vol. 2) da Coleção BPA.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_ Sexo: M  F  Escolaridade: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Data de Aplicação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

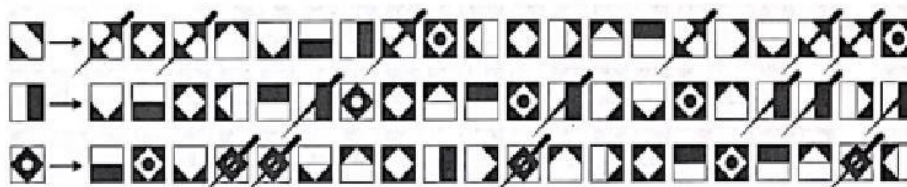
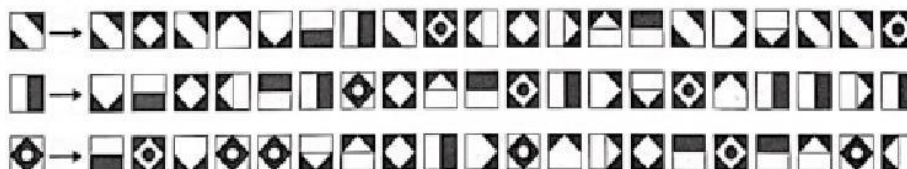
### INSTRUÇÕES

Para responder o teste você deverá fazer um traço ( / ) cada vez que aparecer um desenho igual ao modelo que se encontra do lado esquerdo da folha. Ou seja, em cada linha deverá ser procurado e marcado um desenho diferente, sempre levando em consideração o desenho que está na parte esquerda da folha de resposta, do lado da setinha. Por isso é muito importante prestar bastante atenção no primeiro desenho de cada linha do teste. Caso erre, faça um círculo e continue respondendo o teste.

O teste deve ser respondido sempre da esquerda para a direita. Quando chegar ao final de cada linha comece na linha seguinte, novamente pelo lado esquerdo da folha, e levando em conta o desenho que está do lado esquerdo da setinha.

Você terá 2 minutos e 30 segundos para realizar o teste. Bom trabalho!

Agora faça um treinamento antes de iniciar a resposta ao instrumento:



### AGUARDE A INSTRUÇÃO PARA VIRAR A FOLHA

969522

Este livro de aplicação possui numeração sequencial, impressa em vermelho.

Esta folha está impressa em AZUL, PRETO e VERMELHO. Se for apresentada impressa em qualquer outro cor ou de qualquer outro modo, trata-se de uma reprodução ilegal. Recuse-se a utilizá-la.

**VETOR**  
EDITORA

EDITORA PSICO-PSICOLÓGICA LTDA.  
Rua Colúmbia, 49 - CEP 04033-000 - SP  
Tel: (11) 3146-0933  
www.psicopedagogia.com.br  
www.psicopedagogia.com.br

Copyright © 2013 – Vetor Editora Psico-Pedagógica Ltda – SP  
Paulo. É proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, por qualquer meio existente e para qualquer finalidade, sem autorização por escrito das editoras.

## ANEXO C – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS ANÁLISES DO *KUBIOS*

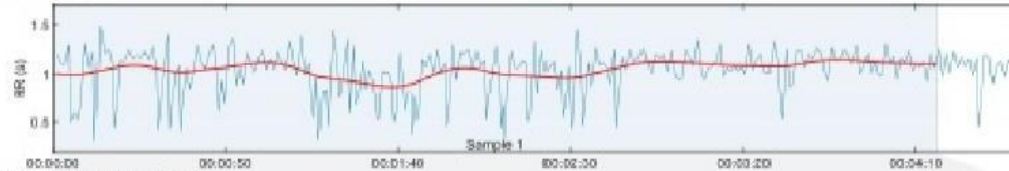
### HRV Analysis Results

teste2 Jan19 01 - xofee008 - 00:00:00

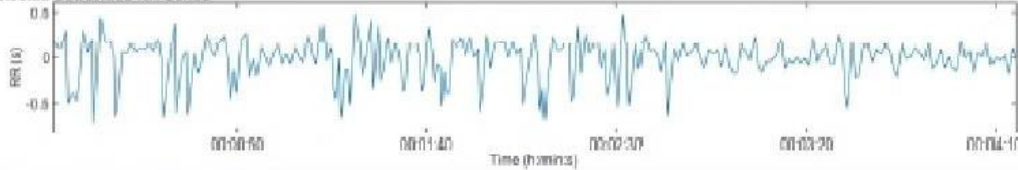
Page 1/1

<b>Person:</b> Elisa		<b>Measurement info</b>			<b>Results for Sample</b>				
Gender:	Female	Height:	155 cm	Date:	xx/xx/xx	Trend removal:	Smooth prior:	Sample start:	00:00:01
Age:	53 years	Weight:	58 kg	Start time:	00:00:00	Artifact corr.:	none	Sample length:	00:04:18
Max HR:	167 bpm	BMI:	24.1 kg/m <sup>2</sup>	Duration:	00:04:39	Analysis samples:	1	Beats corrected:	Uncorrected

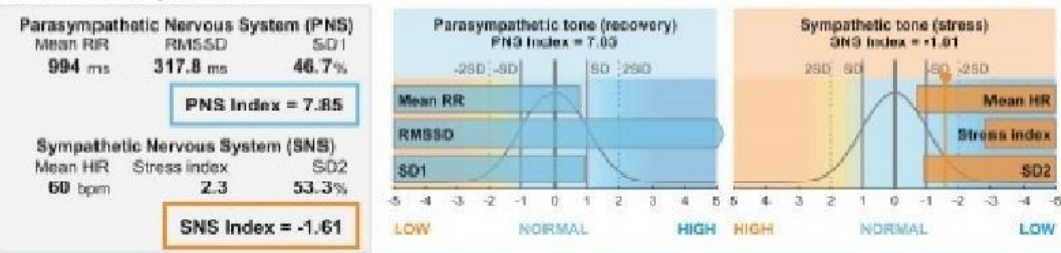
#### RR Time Series



#### Selected Detrended RR Series

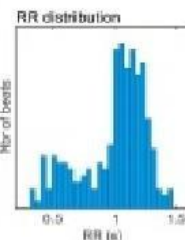


#### Autonomic nervous system indexes



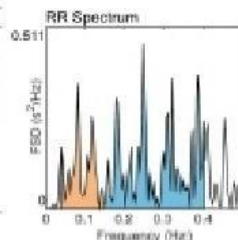
#### Time-Domain Results

Variable	Units	Value
Mean RR*	(ms)	994
Mean HR*	(bpm)	60
Min HR	(bpm)	50
Max HR	(bpm)	110
SDNN	(ms)	241.4
RMSSD	(ms)	317.8
TPNS	(beats)	218
pNN50	(%)	85.16
RR triangular index		32.12
TINN	(ms)	958.0
Stress Index (SI)		2.2



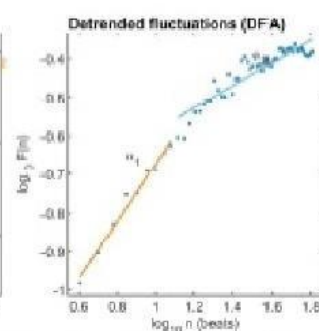
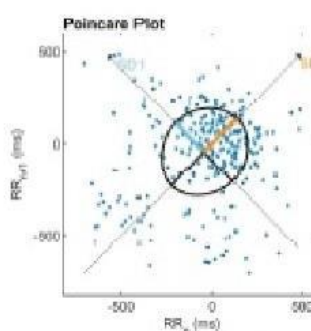
#### Frequency-Domain Results (FFT spectrum)

Variable	Units	VLF	LF	HF
Frequency band (Hz)		0.00-0.04	0.04-0.15	0.15-0.40
Peak frequency (Hz)		0.0039	0.062	0.250
Power (ms <sup>2</sup> )		1895	11202	26088
Power (log)		6.942	9.324	10.909
Power (%)		2.44	26.41	70.72
Power (n.u.)			27.07	72.49
-----				
Total power	(ms <sup>2</sup> )	42019		
Total Power	(log)	10.656		
LF/HF ratio		0.373		
RESP	(Hz)	-		



#### Nonlinear Results

Variable	Units	Value
<b>Poincare Plot</b>		
SD1	(ms)	225.2
SD2	(ms)	357.9
SD2/SD1		1.141
Approximate Entropy (ApEn)		1.055
Sample Entropy (SampEn)		1.022
<b>Detrended Fluctuation Analysis (DFA)</b>		
Short-term fluctuations, $\alpha1$		0.741
Long-term fluctuations, $\alpha2$		0.293



\*Results are calculated from the non-detrended selected RRI series.