MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

A TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS: UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO CONJUNTO DAS INTELIGÊNCIAS ATRAVÉS DA NEUROCIÊNCIA

por

Carlos Eduardo Pereira de Quadros

Tese para obtenção do Título de
Doutor em Modelagem Computacional

Rio Grande, maio, 2025

Ficha Catalográfica

Q1t Quadros, Carlos Eduardo Pereira de.
A teoria das inteligências múltiplas : uma proposta de metodologia para investigação da influência do pensamento computacional no conjunto das inteligências através da neurociência / Carlos Eduardo Pereira de Quadros. – 2025.
128 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Rio Grande/RS, 2025.
Orientadora: Dra. Diana Francisca Adamatti.
Coorientador: Alessandro de Lima Bicho.

1. Inteligências múltiplas. 2. Educação. 3. Neurociência. 4. Pensamento computacional. I. Adamatti, Diana Francisca. II. Bicho, Alessandro de Lima. III. Título.

CDU 004

Catalogação na Fonte: Bibliotecária Sabrina Vaz da Silva CRB 10/2243

Carlos Eduardo Pereira de Quadros

"A Teoria das Inteligências Múltiplas: Uma Proposta de Metodologia para Investigação da Influência do Pensamento Computacional no Conjunto das Inteligências Através da Neurociência"

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor. Área de concentração: Modelagem Computacional.

Aprovado em: 15/05/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Diana Francisca Adamatti (Orientadora - FURG)

Prof. Dr. Alessandro de Lima Bicho (Co-orientador - FURG)

Profa. Dra. Cátia Maria Machado (FURG)

Profa Dra. Narúsci dos Santos Bastos (IFRS)

Profa. Dra. Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho (IFRS)

Rio Grande - RS
2025

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande FURG, por todo o suporte durante o período de doutoramento. Ao Centro de Ciências Computacionais - C3, pelo suporte administrativo, financeiro e científico, os quais permitiram que esta pesquisa fosse desenvolvida. Ao Instituto de Ciências Humanas e da Informação - ICHI, em especial, ao Conselho desta Unidade Acadêmica, pela liberação do meu afastamento para o desenvolvimento da pesquisa.

À Diana Francisca Adamatti, orientadora desta pesquisa, por toda a paciência durante o desenvolvimento da tese, pela compreensão nos meus momentos de ausência, pela parceria, pelas risadas, pela ótima contribuição científica norteando este estudo e, também, por todas as trocas que me mostraram a importância da prática docente com grau de excelência.

Ao Alessandro de Lima Bicho, coorientador desta pesquisa, pela contribuição durante o desenvolvimento metodológico deste estudo, a troca de ideias para o aprimoramento dos testes iniciais e pelo aporte desde o período inicial no desenvolvimento da minha dissertação de mestrado, na condição de orientador.

À toda a minha família pelo amor transcendente que me manteve firme e motivado nestes últimos quatro anos, em especial, minha mãe, Sheila Pereira, por me orientar desde a infância que o aprendizado através do estudo e do conhecimento seria algo que ninguém poderia me retirar. Ao meu pai, Jorge de Quadros (*in memoriam*), por entender meus momentos de ausência sem sequer saber o que eu estava fazendo da vida. Ao meu primo, Vitor, por colaborar de forma prática nos meus primeiros ensaios científicos junto da minha irmã. À minha irmã, Luna, por compreender minha ausência na maior parte do tempo em que eu desenvolvia este trabalho. Aos nossos familiares e amigos mais próximos por todo o apoio durante o período em que precisei me desdobrar para atender meu pai enfermo e este trabalho. Família, amo vocês!

Aos amigos(as) do ICHI, Tereza, Jana, Keli, Elis, Paulo, Sibelle, Bruna, Liane, Matias, Ana, Tales, Anselmo, Derocina, Eder, Juarez, Cristina, Mateus, Tauani, Fátima, Rodrigo, Renata, Cláudio, Jarbas, Gisele e Mariza, pelo apoio, suporte, risadas, e outras tantas coisas boas da vida cotidiana laboral (espero não ter esquecido ninguém).

Aos meus amigos de longa data, Alex Trassantes, André Freire, Jader Cravo, Marlon Silveira, Saulo Chaplim, Tiago Landgraf pela compreensão da minha ausência nas rodas de conversa, cervejinha e ensaios de rock em mais um período da minha vida.

À Caroline Drawanz, Alex Maliska e Caroline di Gesu Nunes, técnicos administrativos em educação do Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional, por todo o suporte e orientação em relação aos procedimentos administrativos.

À minha parceira de laboratório e experimentos, Marla Melo, por toda ajuda durante inúmeros testes realizados e, também, a contribuição da Verônica, pela ajuda durante a fase do desenvolvimento do protótipo desta pesquisa.

À Daniele Pereira, pelo apoio da comunicação com a escola onde aplicamos os testes. À Greice e à Marta, na condição, respectivamente, de diretora e de orientadora pedagógica da

Escola Juvêncio Lemos, local onde aplicamos os testes práticos desta pesquisa.

Aos que me guiaram, me protegeram e me acompanharam, de qualquer parte do universo, durante o período da pesquisa, muito obrigado.

Resumo

A pesquisa teve como objetivo investigar se, por meio do fortalecimento da inteligência lógico - matemática, conforme proposto na teoria de Howard Gardner, é possível promover de forma indireta o crescimento de outras inteligências. Para isso, foram realizados testes com estudantes nas áreas de inteligência espacial, interpessoal, linguística e lógico - matemática, enquanto seus sinais cerebrais eram captados via eletroencefalograma (EEG). Essa abordagem permitiu correlacionar as áreas cerebrais ativadas com as inteligências testadas e analisar a intensidade da atividade cerebral durante as tarefas.

Com a conclusão desta pesquisa, foi possível evidenciar que o aprimoramento de uma inteligência específica dentro do espectro das inteligências múltiplas - inteligências múltiplas exerce um efeito positivo e significativo sobre as demais inteligências. Ao aplicar conceitos e práticas de pensamento computacional, fortemente relacionados à inteligência lógico - matemática, verificou-se, por meio de estudos neurocientíficos, um aprimoramento notável nas inteligências espacial, interpessoal e linguística. Esses resultados reforçam a interconexão entre as diferentes inteligências e demonstram o potencial do pensamento computacional como uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento cognitivo integral.

A metodologia adotada compreendeu três fases principais: (i) aplicação de testes para classificar as inteligências de cada aluno; (ii) realização de um curso de pensamento computacional com o objetivo de estimular a inteligência lógico - matemática; e (iii) reaplicação de testes similares aos iniciais, seguida de uma análise comparativa dos resultados para verificar possíveis melhorias nas demais inteligências.

Os resultados preliminares, obtidos a partir de um protótipo desenvolvido antes do início da pesquisa, indicaram, de forma quantitativa, a atividade cerebral em áreas específicas e a porcentagem de ativação de cada participante durante os testes. Com uma amostra inicial de três estudantes, foi possível validar e calibrar as tarefas de avaliação das inteligências, garantindo maior precisão na análise dos sinais cerebrais.

Os resultados finais desta pesquisa foram aplicados em dois estudantes do quinto ano, de uma escola pública estadual, do sexo masculino, com baixo conhecimento de programação e tecnologia da informação. Os dados coletados demonstraram que, ao estimular a inteligência lógico - matemática, houve melhorias também nas inteligências espacial, interpessoal e linguística. A análise dos sinais cerebrais revelou que aproximadamente 68,75% dos eletrodos apresentaram aumento de atividade ao comparar o primeiro com o segundo teste, indicando que o aprimoramento de uma inteligência pode exercer um efeito positivo sobre as demais, mesmo de forma indireta.

A metodologia desenvolvida nesta pesquisa oferece uma base sólida para futuras investigações e para a implementação de estratégias educacionais fundamentadas no entendimento das inteligências múltiplas, neurociência e pensamento computacional. Os resultados obtidos são promissores e sugerem implicações relevantes para a educação e o desenvolvimento cogni-

tivo, abrindo caminhos para abordagens mais integradas e eficazes no processo de aprendizagem. Pesquisas futuras podem explorar outras inteligências, diferentes metodologias de coleta de sinais cerebrais e ampliar a amostra de participantes, consolidando ainda mais os benefícios do uso do pensamento computacional no desenvolvimento cognitivo.

Palavras-chave: Inteligências múltiplas. Educação. Neurociência. Pensamento computacional

ABSTRACT

With the conclusion of this research, it has been demonstrated that the enhancement of a specific intelligence within the spectrum of multiple intelligences exerts a positive and significant effect on the other intelligences. By applying concepts and practices of computational thinking—closely related to logical-mathematical intelligence—it was observed through neuroscientific studies a remarkable improvement in spatial, interpersonal, and linguistic intelligences. These findings reinforce the interconnectedness of different intelligences and highlight the potential of computational thinking as an effective tool for comprehensive cognitive development.

The study aimed to investigate whether, through strengthening logical-mathematical intelligence—as proposed in Howard Gardner's theory—it is possible to passively promote the growth of other intelligences. To this end, tests were conducted with students across the areas of spatial, interpersonal, linguistic, and logical-mathematical intelligences, while their brain signals were recorded via electroencephalography (EEG). This approach allowed for the correlation of activated brain areas with the tested intelligences and for analyzing the intensity of brain activity during the tasks.

The methodology comprised three main phases: (i) administering tests to classify each student's intelligences; (ii) conducting a course on computational thinking aimed at stimulating logical-mathematical intelligence; and (iii) re-administering similar tests to the initial ones, followed by a comparative analysis of the results to identify possible improvements in the other intelligences.

Preliminary results, obtained from a prototype developed prior to the start of the study, indicated, quantitatively, brain activity in specific areas and the percentage of activation for each participant during the tests. With an initial sample of three students, it was possible to validate and calibrate the assessment tasks, ensuring greater accuracy in the analysis of brain signals.

The final results of this research were applied to two fifth-grade students from a public state school, both male, with limited knowledge of programming and information technology. The collected data demonstrated that stimulating logical-mathematical intelligence also led to improvements in spatial, interpersonal, and linguistic intelligences. The analysis of brain signals revealed that approximately 68.75% of the electrodes showed increased activity when comparing the first and second tests, suggesting that enhancing one intelligence can exert a positive influence on others, even passively.

The methodology developed in this research provides a solid foundation for future investigations and for implementing educational strategies based on an understanding of multiple intelligences, neuroscience, and computational thinking. The promising results suggest significant implications for education and cognitive development, paving the way for more integrated and effective learning approaches. Future research could explore other intelligences, different methods of collecting brain signals, and expand the participant sample, further consolidating

the benefits of using computational thinking in cognitive development.

Keywords: Multiple intelligences. Education. Neuroscience. Computational Thinking.

Sumário

1 Introdução 17
1.1 Justificativa 18
1.2 Objetivos 19
1.3 Organização do texto 20
2 A interdisciplinaridade entre a teoria das inteligências múltiplas com a Educação, Neurociência e o Pensamento computacional 21
2.1 O que é inteligência múltipla? 22
2.2 Educação computacional 24
2.2.1 Inteligência e Educação 24
2.3 Pensamento computacional 31
2.3.1 Inteligência e o Pensamento computacional 34
2.4 Neurociência 37
2.4.1 O cérebro 37
2.4.2 Eletroencefalografia (EEG) 39
2.4.3 Inteligência e Neurociência 41
2.5 Considerações sobre a interdisciplinaridade entre as áreas 46
3 Materiais e métodos 50
3.1 Criação de testes para coleta e análise dos sinais cerebrais 52
3.2 Criação e análise do protótipo 53
3.2.1 Aquisição de dados usando Interface cérebro-computador (BCI) 56
3.2.2 *Hardware Emotiv Epoc headset* para aquisição dos sinais cerebrais . . . 59
3.2.3 *Softwares do Emotiv Epoc* para capturar, filtrar, processar e visualizar os sinais cerebrais 60
3.2.4 Resultados do desenvolvimento do protótipo 62
3.2.5 Conclusão dos resultados do protótipo 65
4 Resultados 68
4.1 Público Alvo 68
4.2 Aplicação dos testes iniciais 68
4.3 Capacitação da inteligência lógico - matemática 69
4.3.1 O pensamento computacional como instrumento de capacitação para a inteligência lógico - matemática 69
4.4 Aplicação dos testes finais similares aos da fase inicial para comparação 71
4.5 Análise dos resultados 74
4.5.1 Análise das respostas dos testes 74
4.5.2 Análise dos gráficos dos resultados de comparação antes e depois da capacitação 78
4.6 Sumarização dos resultados das análises 82
5 Conclusão 85

LISTA DE FIGURAS

1.1 Intersecção entre a teoria das inteligências múltiplas e as demais áreas de pesquisa 19
2.1 Intersecção entre todas as áreas de pesquisa do presente trabalho 21
2.2 Distribuição geográfica das inteligências múltiplas e Educação 31
2.3 Distribuição geográfica das inteligências múltiplas e Pensamento computacional 36
2.4 Classificação hierárquica das grandes estruturas neuroanatômicas 38
2.5 Modelo básico de neurônio com suas principais partes constituintes 39
2.6 Lobos do cérebro vistos lateralmente 39
2.7 Resumo dos métodos de neuroimagem 41
2.8 Distribuição geográfica das inteligências múltiplas e Neurociência 46
2.9 Número de trabalhos durante os anos 47
3.1 Fluxograma de fases da metodologia proposta 50
3.2 Conjunto de objetos utilizados durante a captura dos sinais para testar a inteligência espacial na fase um 55
3.3 Sistema internacional 10 - 10 e Sistema internacional 10 - 20 57
3.4 Mapeamento da distribuição dos eletrodos utilizado no equipamento *Emotiv Epoc headset* 58
3.5 Divisão dos hemisférios cerebrais e suas funções 59
3.6 Emotiv Epoc (a) e mapeamento dos eletrodos no *hardware* (b) 60
3.7 Frequências utilizadas no *Emotiv BrainViz* 62
3.8 Imagens capturadas do software EmotivPRO durante a execução dos testes para cada uma das quatro inteligências para um aluno 63
3.9 Imagens capturadas do software *Emotiv BrainVIZ* durante a execução dos testes para cada uma das quatro inteligências para um aluno 64
4.1 Conjunto de objetos utilizados durante a captura dos sinais para testar a inteligência espacial na fase dois 74
4.2 Respostas dos testes para a inteligência múltipla espacial antes e depois . 75
4.3 Respostas dos testes para a inteligência múltipla interpessoal antes e depois 76
4.4 Respostas dos testes para a inteligência múltipla linguística antes e depois 76
4.5 Respostas dos testes para a inteligência múltipla lógico - matemática antes e depois 77
4.6 Respostas dos testes para a inteligência múltipla espacial - eletrodo AF3 - Aluno 1 79
4.7 Respostas dos testes para a inteligência múltipla espacial - eletrodo AF3 - Aluno 1 - Ampliada 79
4.8 Inteligência Espacial 80
5.1 Inteligência Espacial AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 99

5.2 Inteligência Espacial F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 99
5.3 Inteligência Espacial F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 100
5.4 Inteligência Espacial FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 100
5.5 Inteligência Espacial AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 101
5.6 Inteligência Espacial F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 101
5.7 Inteligência Espacial F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 102
5.8 Inteligência Espacial FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 102
5.9 Inteligência Espacial P7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 103
5.10 Inteligência Espacial P8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 103
5.11 Inteligência Interpessoal AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) . . . 104
5.12 Inteligência Interpessoal F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 104
5.13 Inteligência Interpessoal F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 105
5.14 Inteligência Interpessoal FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) . . . 105
5.15 Inteligência Interpessoal AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) . . . 106
5.16 Inteligência Interpessoal F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 106
5.17 Inteligência Interpessoal F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 107
5.18 Inteligência Interpessoal FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) . . . 107
5.19 Inteligência Interpessoal T7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 108
5.20 Inteligência Interpessoal T8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 108
5.21 Inteligência Linguística AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 109
5.22 Inteligência Linguística F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 109
5.23 Inteligência Linguística F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 110
5.24 Inteligência Linguística FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 110
5.25 Inteligência Linguística AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 111
5.26 Inteligência Linguística F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 111
5.27 Inteligência Linguística F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 112
5.28 Inteligência Linguística FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 112
5.29 Inteligência Linguística T7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 113
5.30 Inteligência Linguística T8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 113
5.31 Inteligência lógico - matemática AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)114
5.32 Inteligência lógico - matemática F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 114
5.33 Inteligência lógico - matemática F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 115
5.34 Inteligência lógico - matemática FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)115
5.35 Inteligência lógico - matemática AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)116
5.36 Inteligência lógico - matemática F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 116
5.37 Inteligência lógico - matemática F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 117
5.38 Inteligência lógico - matemática FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)117
5.39 Inteligência lógico - matemática P7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 118
5.40 Inteligência lógico - matemática P8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado) 118
5.41 Inteligência Espacial 119

5.42 Inteligência Interpessoal 119
5.43 Inteligência Linguística 119
5.44 Inteligência lógico - matemática 120

LISTA DE TABELAS

1 Inteligências múltiplas e suas características 23
2 Resumo dos trabalhos da intersecção inteligências múltiplas e Educação . 32
3 Resumo dos trabalhos da intersecção inteligências múltiplas e Pensamento computacional 36
4 Lobos cerebrais e funções 40
5 Espectro de frequência das ondas no EEG 41
6 Resumo dos trabalhos da intersecção inteligências múltiplas e Neurociência 45
7 Características das inteligências múltiplas e áreas cerebrais acionadas . . . 51
8 Tabela de testes para aplicar durante a aquisição dos sinais por EEG - fase de protótipo 54
9 fase um - Cálculos para testar as inteligências múltiplas lógico - matemática 56
10 Tempo de execução das tarefas 56
11 Localização dos eletrodos em relação as regiões cerebrais e suas principais funções 59
12 Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla lógico - matemática 65
13 Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla Espacial . . 66
14 Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla Interpessoal 66
15 Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla Linguística 67
16 Tabela de testes para aplicar durante a aquisição dos sinais por EEG . . . 69
17 Tabela com o perfil dos estudantes investigados 70
18 Trabalhos que investigaram áreas do cérebro através da neurociência . . . 72
19 Inteligências múltiplas e as áreas acionadas, segundo Shearer and Karanian (2017) 72
20 Inteligências múltiplas e as áreas ativadas segundo Armstrong (2009) . . . 73
21 Fase 2 - Cálculos para testar a inteligência múltipla lógico - matemática . 74
22 Resultado final do desvio padrão 80
23 Resultado das médias 82
24 Resultado geral - média e desvio padrão 83

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BCI	Brain–computer interface
CSV	Comma-separated values
CT	Computerized Tomography
ECog	Electrocorticography
EDF	European Data Format
EEG	Electroencephalography
ECG	electrocardiogram
EMG	electromyogram
EOG	electrooculogram
fMRI	functional Magnetic Resonance Imaging
GDF	General Data Format
inteligências múltiplas	Inteligências múltiplas
MEG	Magnetoencephalografy
MRI	RessonânciaMagnetic Resonance Imaging
NIRS	Near-Infrared Spectroscopy
PET	Positron Electron Tomography
QI	Quociente de inteligência
TMS	Transcranial Magnetic Stimulation

1 INTRODUÇÃO

A teoria das Inteligências Múltiplas (teoria das IM) foi criada no ano de 1983 por Howard Gardner sendo apresentada em seu livro *Estruturas da mente: a teoria das Inteligências Múltiplas* (Gardner, 2011). Inicialmente, a teoria contava com sete inteligências, que eram: corporal-cinestésica, espacial, interpessoal, intrapessoal, linguística, lógico - matemática e musical. Em anos posteriores, a inteligência naturalista foi incluída na teoria, formando assim um grupo de oito inteligências na teoria das IM.

Uma das principais razões para o desenvolvimento da teoria das inteligências múltiplas foi questionar a abordagem tradicional dos testes de Quociente de Inteligência (QI). O teste de QI teve uma longa trajetória até os dias atuais. Os primeiros registros de testes apareceram no início do século XX, na França, com os pesquisadores Alfred Binet e Théodore Simon (Matarazzo, 1990). Posteriormente, o teste foi adaptado por Terman (1916), nomeado como Stanford-Binet, e este acabou tornando-se o mais popular por criar uma escala para os variados níveis de inteligência. Cerca de uma década depois, o psicólogo britânico Spearman (1946) criou o fator de inteligência "g". Em 1949, Wechsler (2012) criou a "escala de inteligência para crianças", na qual a inteligência era medida através de subtestes de habilidades combinadas. Cabe salientar que testes que avaliavam aptidões intelectuais foram feitos em larga escala para selecionar funcionários com melhor aptidão para trabalhar para o governo da China durante a dinastia Han (206 a.C. até 220 d.C.) (Bowman, 1989).

O conceito de inteligência pode variar de acordo com o contexto cultural de cada grupo social, pois aquilo que é valorizado em uma cultura pode não ter o mesmo significado em outra. Ao considerarmos as oito inteligências propostas na teoria de Gardner, percebemos que, ao longo da nossa evolução, algumas dessas inteligências tiveram maior destaque em determinados períodos. Um simples exemplo hipotético, durante a Pré-História, a inteligência naturalista, que envolve a compreensão da natureza, das plantas e dos animais, provavelmente seria a inteligência mais valorizada e desempenhava um papel fundamental na sobrevivência e no desenvolvimento humano.

Nesse sentido, a teoria das Inteligências Múltiplas (IM) não se limita a um conjunto de habilidades que todas as pessoas possuem de forma uniforme. Trata-se de uma teoria aberta, ainda em processo de consolidação após quatro décadas de estudos, fundamentada em uma vasta base de pesquisas que abrangem desde o desenvolvimento normal até o talento excepcional, além de testes psicométricos (Gardner, 1995). Contudo, ainda há um conhecimento limitado sobre habilidades e capacidades que esses testes não conseguem mensurar, como a sabedoria, a criatividade, o conhecimento prático e as habilidades sociais (Cosenza and Guerra, 2011). Assim, compreender a diversidade de inteligências e capacidades humanas exige uma abordagem mais ampla, que vá além das mensurações tradicionais.

Foi realizada uma revisão de trabalhos para esta pesquisa, que se concentrou nos eixos: Neurociência, Educação e Ciência da Computação. Neste último, sendo mais específico, o

Pensamento Computacional. A formação dessa base teórica ocorreu através de uma busca por trabalhos relacionados, e teve como estratégia selecionar artigos que tratavam essas áreas de forma interseccionada com a teoria das IM. Portanto, através da busca por palavras-chave, esses eixos foram investigados nos motores de busca acadêmicos de forma conjunta com a teoria das IM, fase da pesquisa que se encontra no Capítulo 2 desta tese, e que embasou a revisão teórica da mesma (Quadros et al., 2020).

1.1 Justificativa

A revisão de literatura realizada neste trabalho revelou, por meio de artigos científicos publicados em diversos países, como a teoria das Inteligências Múltiplas (IM) foi investigada em conjunto com a neurociência, a educação e o pensamento computacional. No Brasil, a educação é estruturada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que abrange desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, orientando os currículos e propostas pedagógicas em todo o país. Notavelmente, o pensamento computacional é integrado à área de Matemática na BNCC, onde processos como resolução de problemas, investigação, desenvolvimento de projetos e modelagem são destacados como formas essenciais da atividade matemática. Esses processos não apenas são objeto de aprendizagem, mas também estratégia para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático e o pensamento computacional (Brasil, 2018).

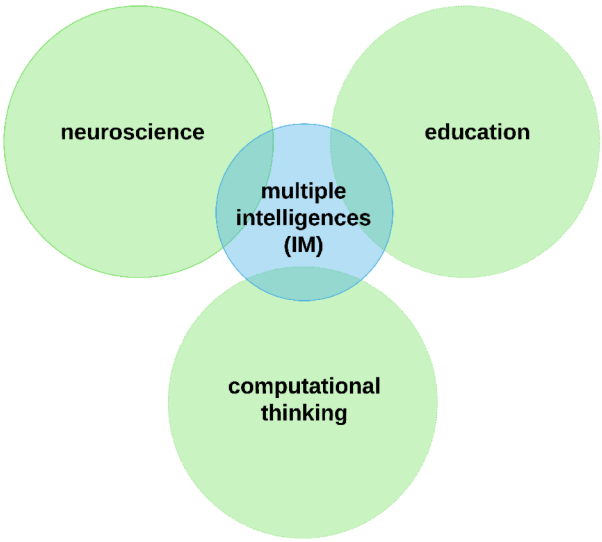
Com base nessa estrutura curricular, esta pesquisa teve como objetivo investigar se o aprimoramento de uma inteligência específica poderia influenciar positivamente outras inteligências. Para tanto, foi desenvolvido um processo para fomentar o pensamento computacional em sala de aula, utilizando a neurociência como meio de mensurar a absorção dos conceitos pelos estudantes. A pesquisa foi aplicada em crianças de 11 a 12 anos, faixa etária em que o raciocínio hipotético-dedutivo se torna possível, permitindo a constituição de uma lógica formal aplicável a qualquer conteúdo (De Pádua, 2009). Neste estudo, analisamos o aprimoramento da inteligência lógico - matemática e avaliamos seu impacto nas inteligências espacial, interpessoal e linguística. Ou seja, através da resolução de problemas pontuais em cada uma das inteligências múltiplas é que podemos identificar, por meio da neurociência, como cada aluno respondeu aos testes.

O cerne desta investigação reside na seguinte questão: É possível aprimorar outras inteligências do conjunto das inteligências múltiplas através da capacitação de apenas uma delas? A hipótese de que a capacitação da inteligência lógico-matemática, por meio do pensamento computacional, poderia influenciar positivamente outras inteligências foi confirmada através da análise neurocientífica. Além disso, os resultados também indicaram um ganho significativo nas competências relacionadas ao pensamento computacional previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), como resolução de problemas, investigação, desenvolvimento de projetos e modelagem, demonstrando que a abordagem adotada não apenas aprimorou as inteligências múltiplas, mas também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a educação matemática e computacional. Esta pesquisa se justifica pela possibilidade

de comprovar que o aprimoramento de uma inteligência pode ter efeitos positivos em outras, demonstrando a interconexão das inteligências múltiplas e reforçando a importância do pensamento computacional como ferramenta para o desenvolvimento cognitivo integral. Além disso, a ausência de trabalhos envolvendo as inteligências múltiplas, a neurociência, a educação e o pensamento computacional justificam a realização dessa pesquisa.

A Figura 1.1 apresenta a intersecção da teoria das inteligências múltiplas com a educação, a neurociência e o pensamento computacional, áreas que foram investigadas de forma conjunta para a revisão de literatura.

Figura 1.1: Intersecção entre a teoria das inteligências múltiplas e as demais áreas de pesquisa



Fonte: O autor

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma metodologia que permita validar, por meio de conceitos da neurociência, se as diferentes inteligências propostas na teoria de Howard Gardner podem ser potencializadas por meio da inteligência lógico - matemática, utilizando o pensamento computacional como ferramenta de aprimoramento.

Os objetivos específicos, de forma a obter os resultados esperados desta tese, são:

- Realizar uma revisão de literatura para avaliar como as quatro áreas (Figura 1.1) se relacionam e, também, se existem trabalhos que tenham a integração dessas quatro áreas. Após, pesquisar trabalhos correlatos que contenham testes realizados para todas as inteligências da teoria;

- Desenvolver um protótipo com testes para cada uma das inteligências investigadas na pesquisa;

- Realizar capturas de sinais iniciais para analisar os resultados através do monitoramento da atividade cerebral, durante a execução de testes, para identificar e classificar as áreas cerebrais que são ativadas de acordo com cada inteligência investigada;
- Capacitar os estudantes, por meio de um curso sobre pensamento computacional, onde será aprimorada a inteligência lógico - matemática;
- Realizar nova leitura da atividade cerebral durante testes similares para cada uma das inteligências, e verificar se houve ou não mudança nas demais inteligências, além da lógico - matemática, onde os estudantes receberam a capacitação.

1.3 Organização do texto

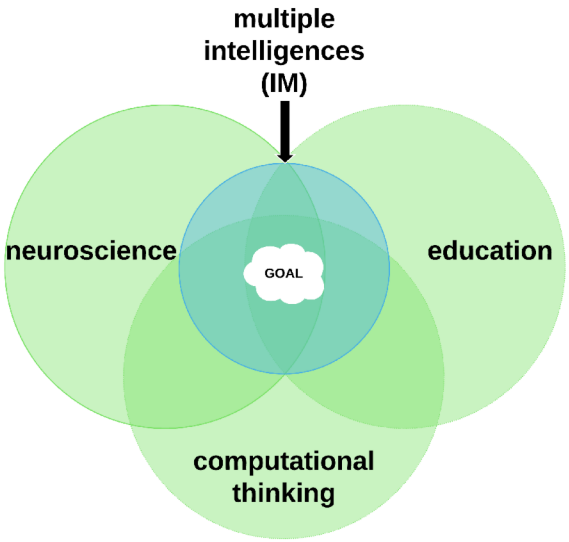
Este trabalho está organizado com a seguinte estrutura: o Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, para contextualizar a ideia principal desta tese, descrevendo a conexão entre as áreas da Neurociência, da Educação e do Pensamento computacional relacionados à teoria das Inteligências Múltiplas. No Capítulo 3 são descritos os materiais e métodos desenvolvidos na pesquisa, a apresentação do *hardware* e do *software* utilizados neste trabalho, bem como o protótipo de testes desenvolvidos para a realização da captura dos sinais cerebrais. O Capítulo 4 exibe a aplicação dos testes iniciais, a capacitação dos estudantes no curso de pensamento computacional e a aplicação dos testes finais para comparação. Por fim, é exposta a análise dos resultados dos testes. O Capítulo 5 apresenta as principais conclusões acerca da análise dos resultados, assim como possíveis trabalhos futuros.

2 A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE A TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS COM A EDUCAÇÃO NEUROCIÊNCIA E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Segundo Philippi Junior and Silva Neto (2011), a interdisciplinaridade trata-se de um segundo nível de colaboração entre disciplinas diversas ou entre setores heterogêneos de uma mesma ciência que conduz a interações propriamente ditas. Em um primeiro nível, por exemplo, teríamos a multidisciplinaridade, e nesta não há necessidade de interação entre as áreas ou disciplinas.

Uma questão inicial para ser questionada sobre as áreas envolvidas nesse trabalho é: existe alguma pesquisa que aporte as três áreas - Educação, Neurociência e Pensamento Computacional - em conjunto com a teoria das IM? Uma representação ilustrada sobre esta interação e um dos objetivos desse trabalho pode ser visualizada na Figura 2.1.

Figura 2.1: Intersecção entre todas as áreas de pesquisa do presente trabalho



Fonte: O autor

A partir da Seção 2.2.1 é apresentada uma investigação inicial que traz um aporte científico significativo para esta tese, pois, através dos dados extraídos de trabalhos investigados, conseguimos entender como esses três eixos se correlacionaram ao longo dos anos com a teoria das IM, o número de trabalhos que cada intersecção possui, a qualidade dos trabalhos publicados e a disseminação da teoria das inteligências múltiplas pelo mundo (junto com as três áreas consideradas).

2.1 O que é inteligência múltipla?

Talvez, antes de nos questionarmos sobre o que é "inteligência múltipla" ou a Teoria das IM, devêssemos nos questionar sobre o significado de "inteligência". Diante disso, sob o ponto de vista dos seres humanos, poderíamos classificar de forma simplificada a inteligência como "a capacidade de resolução de problemas, em um determinado contexto, que cada aluno possui durante a sua existência" (Gardner, 1995).

A partir desse ponto, podemos subdividir a resolução de problemas em dois itens básicos:

- o problema: sua complexidade, o tempo de resolução, se existe solução parcial, se pode ser avaliado de forma quantitativa e se pode ser avaliado de forma qualitativa.
- a capacidade: a capacidade de aprendizado de cada aluno, a experiência, o tempo e a forma de raciocínio, a memória e a atenção.

O contraponto feito por Howard Gardner acerca das inteligências foi de que não poderíamos classificar a capacidade cognitiva de cada aluno apenas avaliando suas habilidades linguísticas e lógico - matemáticas através dos testes de Quociente de Inteligência, mas sim, precisaríamos de um conjunto mais amplo de capacidades para serem classificadas e avaliadas (Gardner, 1995). Atualmente, a teoria das inteligências múltiplas é composta de oito inteligências, que são: linguística, lógico - matemática, interpessoal, intrapessoal, corporal-cinestésica, naturalista, espacial e musical. Estas inteligências e um breve resumo das mesmas pode ser observado através da Tabela 1, que apresenta os conceitos das inteligências múltiplas com características e aspectos da neurociências.

Em relação ao conjunto das oito inteligências, cabe salientar que todas as pessoas possuem todas as IM, e as mesmas trabalham de forma conjunta. Porém, algumas se destacam mais do que outras em cada aluno (excluem-se dessa afirmação estudantes que tiveram qualquer tipo de dano cerebral, ou por outro motivo que tenham suas capacidades intelectuais comprometidas).

O contexto cultural, em que cada aluno (ou grupo de estudantes) é inserido, molda naturalmente a prática educacional do local, o que gera diferenças nos graus das inteligências múltiplas entre uma cultura e outra (Gardner, 1995). Ou seja, em uma cultura a inteligência lógico - matemática pode ser mais explorada e receber mais atenção, enquanto em outra cultura a inteligência espacial é a que ganha mais ênfase nas práticas educacionais, resultando, assim, em diferentes perfis de aluno ao redor do mundo. Para entender como as inteligências múltiplas são exploradas nos demais países e o resultado desses processos, Gardner, Chen e Moran escreveram o livro "Inteligências Múltiplas ao redor do mundo", que analisa, investiga, descreve e sintetiza como as inteligências múltiplas são trabalhadas na Ásia, Europa, América do Sul e Estados Unidos (Gardner et al., 2010).

Tabela 1: Inteligências múltiplas e suas características

Inteligência	Característica
Corporal - cinestésica	O controle do movimento corporal está localizado no córtex motor com cada hemisfério dominante dos movimentos corporais no lado contralateral.
Espacial	Assim como o hemisfério esquerdo, durante o curso da evolução, foi escolhido como o local do processamento linguístico nas pessoas destras, o hemisfério direito é comprovadamente o local mais crucial do processamento espacial.
Interpessoal	Está baseada numa capacidade nuclear de perceber distinções entre outros; em especial, contrastes em seus estados de ânimo, temperamentos, motivações e intenções.
Intrapessoal	Trabalha o conhecimento dos aspectos internos de uma pessoa: o acesso ao sentimento da própria vida, à gama das próprias emoções, à capacidade de discriminar essas emoções e eventualmente rotulá-las e utilizá-las como uma maneira de entender e orientar o próprio comportamento.
Linguística	O chamado "centro de Broca" é responsável pela produção de sentenças gramaticais. uma pessoa com dano nesta área pode compreender palavras e frases bastante bem, mas tem dificuldade em juntar palavras em algo além das frases mais simples.
lógico - matemática	É o arquétipo da "Inteligência pura" ou da faculdade de resolver problemas que encurta significativamente o caminho entre os domínios. Certas áreas do cérebro são mais importantes do que outras no cálculo matemático. Há estudantes com síndrome de Savant (aluno mentalmente deficiente com um talento altamente especializado em determinada área).
Musical	Certas partes do cérebro desempenham papéis importantes na percepção e na produção da música. Estas áreas estão caracteristicamente localizadas no hemisfério direito, embora a capacidade musical não esteja claramente localizada em uma área tão específica como a linguagem.
Naturalista	um naturalista é alguém capaz de reconhecer e classificar objetos. Caçadores, agricultores e jardineiros teriam inteligência naturalista, assim como artistas, poetas e cientistas sociais adeptos ao reconhecimento de padrões.

Fonte: Gardner (1995) e Visser et al. (2006)

2.2 Educação computacional

O uso de máquinas na educação foi introduzido na década de 1920 com o rádio instrucional, e na década de 1950, com a televisão instrucional. Porém, essas tecnologias careciam de um dos componentes mais importantes da aprendizagem, a interação (Aslan and Reigeluth, 2011). Esse modo de educação passiva, através do uso de máquinas, foi alterado com a chegada dos computadores e a tecnologia da máquina, que passou a permitir a interação entre educando e educador, onde a computação educacional abrange toda a gama de usos de computadores para o exercício da profissão de educador (Lamberti et al., 2020). A prática educacional da computação pode ser aprimorada por um software educacional bem projetado, e este, por sua vez, deve apoiar a construção do conhecimento pelos estudantes, promovendo o interesse, a autonomia e a cooperação (Kahn and Friedman, 1998).

Desde o advento da tecnologia na sociedade e no local de trabalho, as instituições educacionais têm lutado com a questão de como ensinar, dada a variedade de tecnologias disponíveis para aumentar o potencial humano e melhorar o ensino (Yildirim, 2000). Estes ambientes se tornaram cada vez mais dependentes da tecnologia de computadores para facilitar seus processos (Adams, 2002). Desta forma, precisamos de pesquisa e desenvolvimento contínuos para expandir nosso conhecimento sobre o que estudantes e professores aprendem em vários ambientes (Clements, 1999).

Mesmo com o advento do computador na sociedade, a educação computacional vai para além de *hardware*, *software* e conhecimento técnico; ela instiga educandos e educadores de todas as partes do mundo sobre o papel dos estudantes sobre as máquinas, ética e responsabilidade.

Papert (1980), por exemplo, destaca que as crianças podem aprender habilidades computacionais de forma natural e divertida, usando computadores como ferramentas para explorar ideias e construir seu próprio conhecimento.

2.2.1 Inteligência e Educação

A teoria das inteligências múltiplas está concentrada na área da educação, que se dispõe ao desenvolvimento do ser humano, suas aptidões e capacidades. Embora a aprendizagem e a inteligência estejam interligados, a aprendizagem está diretamente associada ao meio escolar, a pedagogia e a psicopedagogia. Dentre os principais autores da aprendizagem escolar, cabe destacar Jean Piaget, que postulou sobre a assimilação e a acomodação do conhecimento, Lev Vigotsky, que destacou a importância dos fatores emocionais na aprendizagem, e Paulo Freire, que abordou a educação formal de adultos e a importância da significação pessoal no aprendizado (Cunha, 2011).

Usando a plataforma de pesquisa online *Scholar*[1], como exemplo, com os termos *"multiple intelligences" e "education"*, temos o maior número de trabalhos encontrados. Com a busca desses termos juntos, a plataforma encontra quase sessenta mil trabalhos. Como a teoria das inteligências múltiplas tem quarenta anos, é normal que a área da Educação seja a que possui

[1] https://scholar.google.com.br/

um volume maior de trabalhos relacionados com as IM, pois a aplicação desta é justamente na área da Educação.

Os trabalhos das Seções 2.2.1, 2.3.1, 2.4.3 foram revisados tomando por base temporal a última década (2010 - 2019). Toda a metodologia empregada nessa investigação pode ser consultada através do trabalho de Quadros et al. (2020), que examinou artigos científicos que utilizavam a teoria das inteligências múltiplas em conjunto com a Educação, a mesma teoria em conjunto com o pensamento computacional e, também, as inteligências múltiplas e o Pensamento computacional. Nessa revisão teórica, utilizando as bases de pesquisas *Web of Science, PubMed, ERIC, IEEE, SCOPUS e ACM Digital Library*, não foram encontrados trabalhos que envolvessem a teoria das inteligências múltiplas e as três áreas de interesse consideradas. Essa investigação inicial, com os quatro termos, foi o ponto de partida da revisão.

Na Itália, Matrisciano and Belfiore (2010) desenvolveram uma pesquisa experimental para tentar entender algumas características dos métodos de aprendizagem adotados em dois grupos diferentes de estudantes dos cursos de engenharia (Mecânica aplicada e Design Funcional). O resultado da pesquisa envolveu 24 aspectos diferentes da aprendizagem que foram considerados como as dimensões de interesse. Tais variáveis foram identificadas considerando os modelos mais comuns adotados para analisar os Estilos Cognitivos, os Estilos de Aprendizagem ou as Preferências de Aprendizagem.

Os pesquisadores Sahatsatatsana and Siriyothin (2010), da Tailândia, compararam a proficiência em inglês dos estudantes, ensinada através do MIT A Syllabus, com a dos métodos tradicionais e também compararam as inteligências múltiplas dos estudantes antes e depois da aprendizagem através do MIT A Syllabus. Os resultados da pesquisa apontam que o aprendizado pelo programa MIT A ajuda a melhorar o desempenho dos estudantes.

Em 2010, na Austrália, os pesquisadores Iqbal et al. (2010) apresentaram uma plataforma de aprendizagem imersiva para o ensino básico de adultos baseada na teoria das IM. Posteriormente, os autores desenharam e discutiram um cenário de aprendizado adaptável para a Educação Básica de Adultos (ABE) no Second Life (SL). Essa plataforma de aprendizado apresentou material para os usuários-alvo, de forma que ela envolve a maior parte ou toda a inteligência no conjunto das inteligências. Isso permite que exemplos de analfabetos adultos participem de ambientes informais de aprendizagem e aumentem suas experiências de aprendizagem.

O estudo desenvolvido por Kırkgöz (2010), na Turquia, propõe investigar até que ponto os livros didáticos de inglês projetados localmente para o ensino fundamental nas escolas estaduais turcas refletem as IM. Em conclusão, a pesquisa detalha que a inteligência naturalista é identificada como o menor tipo de inteligência que é atendida apenas nos livros didáticos das séries 4 e 5. E também conclui que uma certa porcentagem de distribuição para os demais tipos de inteligência foi registrada.

Na Turquia, os pesquisadores Özgen et al. (2011), do Departamento de Matemática da Universidade Dokuz Eylul University, tentaram identificar relações entre os múltiplos domínios de inteligência e perfis de estilo de aprendizagem dos professores de Matemática. Levando em

consideração as inteligências múltiplas e estilos de aprendizagem no processo de aprendizagem, os estudantes têm a oportunidade de melhorar seus pontos fortes e reduzir suas limitações.

O pesquisador Ekici (2011), da Turquia, propôs uma pesquisa para obter dados sobre vários níveis de inteligência através do inventário de inteligência múltipla desenvolvido anteriormente. Este foi aplicado a um total de 1.199 estudantes, dos quais 541 são meninas e 658 são meninos. De acordo com os resultados de múltiplos níveis de inteligência entre os sexos do estudo, foram encontradas diferenças significativas nas subescalas de inteligência visual e rítmica.

Em 2011, na Romênia, os pesquisadores Stanciu et al. (2011) utilizaram a teoria das inteligências múltiplas para implementar uma intervenção em estudantes do ensino fundamental com dificuldades de aprendizagem. O estudo combinou análise quantitativa com o *insight* qualitativo baseado em uma série de estudos de caso. Os resultados do estudo apontam que um programa de intervenção baseado em técnicas de ensino derivadas da teoria das inteligências múltiplas leva a uma melhoria significativa dos resultados acadêmicos em estudantes com dificuldades de aprendizagem, porém consomem mais tempo e são mais difíceis de se adaptar e implementar em um sistema de ensino tradicionalmente orientado.

O estudo desenvolvido por Karamikabir (2012), do Irã, examina a relação entre os objetivos educacionais de Bloom (Bloom et al., 1956) e as inteligências múltiplas de Gardner com atenção ao estilo de aplicação na educação matemática. De acordo com a metodologia aplicada, a conclusão foi de que o papel de quem ensina é de criação de relação entre argumento e vários componentes da inteligência. Para que cada um entenda melhor, é sugestivo o uso palavras, figuras, gestos, frases rítmicas e a experiência individual e coletiva.

No Irã, Delgoshaeia and Delavaria (2012) apresentaram uma aplicação da abordagem das inteligências múltiplas à Educação e análise de seu impacto no desenvolvimento cognitivo de crianças em idade pré-escolar. A partir do estudo, foi possível afirmar há possibilidade de promover as potencialidades da Educação nas escolas, dando algumas sugestões perspicazes e executáveis. Escrever livros e projetar currículos com base na abordagem de inteligências múltiplas daria aos professores a possibilidade de melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Em 2013, no Uruguai, os pesquisadores Adorjan and De Kereki (2013), da Universidade de ORT, propuseram uma abordagem de Inteligências múltiplas e competências aplicadas à Ciência da Computação. Os cursos propostos neste estudo permitiram ao aluno analisar, projetar e implementar aplicativos simples de linguagem orientada a objetos.

A pesquisa desenvolvida por Calik (2013), na Turquia, realiza um estudo para examinar os talentos e os estudantes sob as implicações da teoria das inteligências múltiplas no que diz respeito ao treinamento de jovens cientistas, mas especificamente, para a Educação superdotada. Em conclusão, a pesquisa tenta organizar informações atuais em questão a conexões entre duas áreas diferentes, como Educação sobredotada e teoria das IM.

Na Romênia, a pesquisadora Constantinescu (2014) desenvolveu um trabalho com o objetivo de identificar até que ponto as inteligências múltiplas podem estar envolvidas no processo de orientação professores iniciantes e sugerir tipos de atividades que podem ser usadas no processo de orientação. O mentor cria seu próprio estilo de trabalho que pode levar a uma atividade mais

proveitosa e personalizada, pois as inteligências múltiplas envolvem no processo de orientação não apenas a mente, mas também o corpo, os sentimentos e as emoções.

Os pesquisadores Aydemir and Karali (2014), da Turquia, tentaram identificar áreas de inteligência dominantes dos estudantes de acordo com a teoria das inteligências múltiplas e procurar os elementos que possam ter impacto na distribuição dos estudantes para essas áreas de inteligência. Em conclusão, os autores observaram que a inteligência naturalista é a área que representa a maior distribuição entre os estudantes do ensino médio da 7ª série, segundo a teoria das IM. A inteligência interpessoal vem logo a seguir. Outras áreas de inteligência são observadas abaixo dos níveis esperados.

Em 2014, em Taiwan, os pesquisadores Mei-Ju et al. (2014) investigaram o cultivo da capacidade de habilidade estética de crianças pequenas, incluindo exploração e conscientização, demonstração e criação, resposta e apreciação. O cultivo da capacidade estética das crianças parece ter efeitos moderadores nas relações entre a instrução de inteligência múltipla e a eficiência de aprendizagem. Além disso, a transição da experiência prática dos educadores de Educação infantil para a sensibilidade estética concreta é extremamente valorizada na pré-escola.

A pesquisa realizada por Del Moral Pérez and Guzmán Duque (2020), da Espanha, aponta duas metodologias (uma qualitativa e outra experimental) para investigar a eficácia de aprendizado de crianças com idade escolar e desenvolvimento das inteligências múltiplas com uso de videogames educacionais. um aumento de todas as inteligências foi observado após a experiência lúdica com o videogame. Porém, os aumentos mais significativos foram nas seguintes áreas: espacial, lógico - matemática e corporal cinestésica.

Na Turquia, os pesquisadores Urgup and Aslan (2015) criaram um estudo para determinar vários domínios de inteligência dos estudantes da Escola de Educação Física e Esportes para compará-los estudantes de outros departamentos. Em conclusão, os estudantes de Educação Física e ensino de esportes são mais dominantes em inteligência visual do que os estudantes do departamento de Educação em *Coaching*. Contudo, os estudantes do departamento de Educação Técnica são mais dominantes em inteligência cinestésica e existencial do que os estudantes de Educação Física e ensino de esportes.

Os pesquisadores Nwagu et al. (2015), da Nigéria, criaram um estudo que foi realizado em seis estudantes primários para determinar o efeito de um Programa de Educação sobre Drogas baseado nas IM. Esse programa teve uma Abordagem do Ensino em Múltiplas Inteligências (MITA-DEP) na aquisição de habilidades de recusa de drogas por parte dos estudantes. A comparação foi realizada entre estudantes que usaram o programa MITA e estudantes do ensino tradicional. Os estudantes que passaram pelo processo do MITA adquiriram mais habilidade que os estudantes do ensino tradicional. Os estudo também aponta que, os estudantes urbanos ensinados com o MITA adquiriram mais habilidades do que os estudantes rurais e não houve diferença estatisticamente significante nas habilidades médias de recusa de estudantes do sexo masculino e feminino ensinados com o MITA.

Em 2015, na Turquia, os pesquisadores Pekdemir and Akyol (2015) publicaram um estudo com o objetivo de avaliar os múltiplos domínios de inteligência das crianças do 5º ano e

verificar se a Educação teatral fazia diferença em relação à linguagem verbal-linguística, lógica-matemática, visual-espacial, cinestésica, musical-rítmica, domínios de inteligência interpessoal-social, intrapessoal-interna e naturalista das crianças. O estudo envolveu 30 atividades dramáticas duas vezes por semana. Porém, verificou-se que a Educação em teatro não teve efeito em múltiplos domínios da inteligência.

O estudo desenvolvido por Lu (2016), na China, analisa várias inteligências ignoradas no experimento de física universitária e que também são muito importantes, como a inteligência musical-rítmica, naturalista e a inteligência existencial e moral. O estudo apresenta uma meta de instrução de dois níveis no ensino de experimentos de física com base nessa meta foi construído o índice de avaliação do ensino de "pontos básicos + pontos de inovação" no ensino de experimentos de física.

Na Turquia, o pesquisador Bas (2016) publicou um artigo com o objetivo de determinar o efeito da Educação baseada na teoria das inteligências múltiplas no desempenho acadêmico dos estudantes. Na Turquia a teoria das inteligências múltiplas tem sido um método popular de instrução implementado no currículo elementar desde 2005. Como conclusão, o autor credita que resultados mais confiáveis de estudos meta-analíticos possam ser obtidos através do uso de testes padronizados pelos pesquisadores.

Os pesquisadores Sangsongfa and Rawang (2016), da Tailândia, publicaram um trabalho sobre a integração da Educação ambiental e do Inglês comunicativo com base na teoria das IM. O desempenho acadêmico dos estudantes voluntários após serem realmente tratados pelo modelo integrado apresentou valores mais altos do que antes do tratamento.

Em 2016, na Turquia, o pesquisador Cem (2016) publicou um trabalho que compara as áreas das inteligências múltiplas de estudantes de Educação física e esportes, segundo características demográficas. Foram encontradas diferenças significativas entre as áreas de inteligência de acordo com as variáveis de gênero, cidade natal e nível de renda, enquanto que não houve diferenças de acordo com as variáveis das faculdades em que se formaram e suas notas na escola de ensino médio.

A pesquisa realizada por Kanojiya and Nagori (2016), na Índia, apresentou uma revisão de literatura sobre o Sistema de Apoio à Decisão, que aborda a questão da sugestão, seleção e previsão do curso de ensino superior apropriado. Esta pesquisa propõe um modelo de sistema de apoio à decisão para a escolha de acordo com as pontuações do Teste Nacional de Educação Nacional (O-NET) dos estudantes e suas múltiplas inteligências (MI). Os dados são coletados pelo processo de mineração de dados, dividido em duas fases: fase um, de aprendizado; e fase dois, fase de classificação.

Na Espanha, os pesquisadores Rodrigo et al. (2016) publicaram um trabalho que detalha o processo de *MOOCifying* de um curso *on-line* sobre acessibilidade universal. Neste artigo, foi apresentado um modelo de qualidade baseado na teoria das inteligências múltiplas e usado em todos os programas de graduação *on-line* da Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Especificamente, esse modelo usa uma métrica que contempla sete aspectos que são: tópico, conteúdo, duração, estrutura, diretrizes específicas de design instrucional, canais sociais

e funções de ensino.

Os pesquisadores Ninrutsirikun et al. (2017), da Tailândia, apresentaram um trabalho que investiga o efeito das inteligências múltiplas na realização do Curso de Programação por Computador. Esta pesquisa apontou que a adição das inteligências múltiplas pode melhorar significativamente a capacidade do modelo preditivo em determinar o desempenho dos estudantes em um curso de programação de computadores.

Em 2017, na Sérvia, os pesquisadores Aleksic and Ivanovic (2017) publicaram uma pesquisa com o objetivo de fornecer uma visão empírica das preferências de jogo e do perfil de inteligências múltiplas de adolescentes que vivem em áreas rurais. A pesquisa concluiu que os adolescentes do sexo masculino que viviam em áreas rurais jogavam jogos digitais cerca de duas vezes mais do que as mulheres e que o tempo médio de jogo semanal aumentava à medida que os estudantes cresciam.

O estudo desenvolvido pela pesquisadora Jones (2017), do Reino Unido, argumenta sobre as mudanças graduais nas metodologias de ensino e aprendizagem nos cursos de graduação em Direito. De acordo com a autora, para o corpo discente, o uso de inteligências múltiplas tem o potencial de causar um impacto significativo no bem-estar dos estudantes e sua experiência de aprendizado.

Nos Estados Unidos, os pesquisadores Mccartney et al. (2017) sugerem o termo alternativo *"geekiness quotient"*(GQ) para o termo *"geek gene"*. O GQ, baseado no trabalho de Gardner através da teoria das IM, é uma medida hipotética da capacidade atual do aluno de Ciência da Computação. Como parte da conclusão, os autores definem que os instrutores mantêm uma série de crenças, de "todos os estudantes podem ter sucesso" (a mentalidade de puro crescimento),"a maioria dos estudantes pode ter sucesso se trabalharem duro" (a visão intermediária) e "existem dois tipos de estudantes, aqueles que podem e aqueles quem não pode" (a pura mentalidade fixa).

Os pesquisadores Lee et al. (2018), da Malásia, publicaram uma pesquisa para examinar as inteligências múltiplas e o interesse profissional entre os estudantes de engenharia da faculdade profissional na zona sul da Malásia. O estudo mostrou que a maioria dos estudantes de engenharia tende a ter Inteligência Existencial, em seguida da Cinestésica e Interpessoal.

Em 2018, na Indonésia, os pesquisadores Liliawati et al. (2018) publicaram um trabalho sobre a validade dos materiais de aprendizagem das ciências da terra e do espaço com orientação sobre as inteligências múltiplas e Educação do caráter. Com base nos resultados da avaliação e desenvolvimento de materiais de ensino, os autores concluíram que a diversidade de atividades relacionadas ao caráter pode ser dividida entre as oito IM.

A pesquisa desenvolvida pelos pesquisadores Wang and Liu (2018), da China, descreve um trabalho sobre o desenvolvimento de um método de aprendizagem cooperativa no ensino da Educação física baseado na teoria das IM. Como conclusão, segundo os autores, o modo de aprendizagem cooperativa da Educação física provou ter um efeito satisfatório de ensino e excelente adaptabilidade por meio de experimentos nos cursos de Educação física de várias universidades.

Na Turquia, o pesquisador Merve (2018) publicou um trabalho que analisa o efeito do programa de Educação sobre as atividades da natureza no nível de inteligências múltiplas para crianças na faixa etária de 8 a 12 anos. Escalas foram aplicadas a todos os participantes pessoalmente duas vezes antes e após a implementação do programa educacional. Os dados obtidos foram contrastados com o atual nível de inteligências múltiplas e a distribuição dos estudantes através da análise das mudanças. As alterações detectadas em cada um dos múltiplos campos de inteligência foram exploradas e interpretadas.

A pesquisadora Wilson (2018), dos Estados Unidos, publicou um estudo empírico de um cenário de sala de aula que examina a relação entre práticas de liderança de cocriação e IM. Feito isso, a pesquisa apresenta exemplos de efeitos positivos da cocriação e múltiplas práticas de inteligência que transformaram a experiência em sala de aula. Segundo a autora, este artigo integra a uma literatura mais ampla sobre teorias de aprendizagem de adultos para incluir teorias de inteligências múltiplas e gerar novas pesquisas e ideias para educadores implementarem e transformarem a experiência em sala de aula.

Em 2018, na Arábia Saudita, a pesquisadora Arulselvi (2018), publicou um trabalho com o objetivo discutir as inteligências múltiplas descritas e definidas por Gardner e outros autores que seguiram e revisaram a teoria em termos de ensino de idiomas. Na abordagem centrada no aluno, as necessidades, interesses e pontos fortes de cada aluno fazem sentido e cada aluno tem um perfil intelectual diferente. De acordo com a autora, a teoria das inteligências múltiplas pode ser aplicada por educadores e professores de idiomas na sala de aula. Usando a abordagem de inteligências múltiplas na sala de aula de inglês, um professor pode oferecer oportunidades de aprendizado autêntico com base nas necessidades, interesses e talentos dos estudantes.

O estudo desenvolvido por Garmen et al. (2019), da Espanha, apresentou o desenvolvimento de uma ferramenta chamada TOI (*Tree of Intelligences*), que trata-se de uma ferramenta digital para avaliar as inteligências múltiplas e realizar intervenções através de videogames. Os resultados mostram que 9 dos 10 jogos tiveram distribuição normal e que não houve diferenças de gênero na maioria dos jogos, mas houve diferenças em relação ao ano letivo dos participantes.

Na Turquia, os pesquisadores Pursun and Efilti (2019) publicaram um estudo, realizado através do modelo de varredura relacional, que tem como objetivo a análise das pontuações da inteligência emocional dos candidatos a professores de Educação especial. De acordo com os resultados obtidos no estudo, a primeira área de inteligência dominante de gênero e otimismo são variáveis significativas que predizem a área de inteligência interpessoal.

Os pesquisadores Lopera Perez et al. (2019), da Espanha, elaboraram e aplicaram uma estratégia sobre a água com um grupo de 25 estudantes da primeira série do ensino fundamental, incluindo algumas crianças com diversidade funcional — Transtorno do Deficit de Atenção (ADD), dificuldades de aprendizagem sem diagnóstico e cegueira. As realizações do professor em sala de aula são expostas com relação ao ensino de recursos hídricos, baseando-se na teoria das IM, juntamente com as implicações que a pesquisa colaborativa tem na preparação inicial do professor (em atitudes, disciplinares, pedagógicas, curriculares e termos de pesquisa).

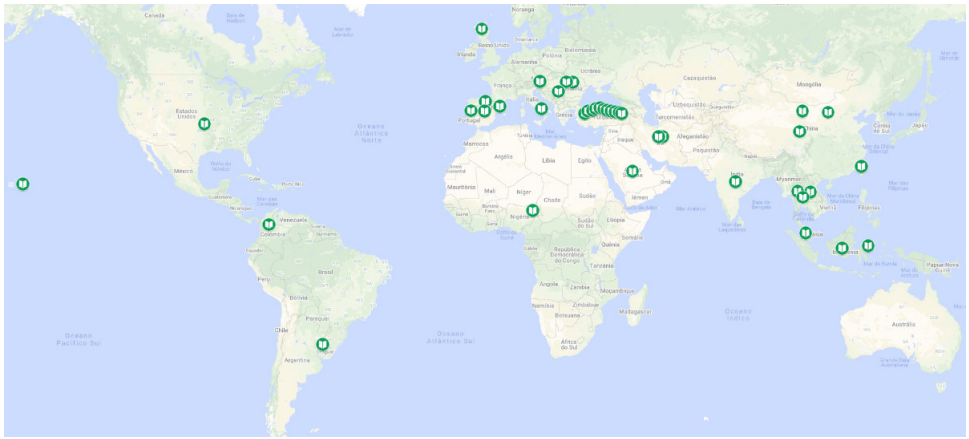
Em 2019, na China, os pesquisadores Yu and Li (2019) analisaram a prática do currículo de

ciências e o status de pesquisa do modelo de ensino baseado no STEAM *(ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática)* no país e no exterior. Enquanto isso, adotaram uma pesquisa que constrói o modelo de design instrucional do currículo científico K-12 baseado no STEAM para verificar ainda mais a validade. Como conclusão, os autores destacam dois itens: a) o projeto de currículo científico K-12 baseado no STEAM diversifica o ensino. O currículo de ciências do ensino fundamental e médio, sob a orientação de STEAM, enriquece o conteúdo do ensino e integra cinco disciplinas, especialmente o link do design artístico, e cultiva a qualidade artística dos estudantes; b) o modelo de design instrucional do currículo de ciências do ensino fundamental e médio baseado no STEAM melhora significativamente o conhecimento científico dos estudantes, a qualidade científica, a capacidade de integração acadêmica e o pensamento criativo.

A pesquisa desenvolvida pelos pesquisadores Winarti et al. (2019), da Indonésia, propuseram um estudo baseado na pouca atenção dos professores sobre o potencial dos estudantes em comparação com a capacidade acadêmica dos estudantes. Para superar esse problema, uma estratégia de ensino baseada em inteligências múltiplas foi desenvolvida na aula de ciências. A eficácia da estratégia de ensino foi avaliada pelo grupo de controle pré-teste-pós-teste. As amostras consistiram em 124 estudantes do ensino médio. Os dados foram obtidos no teste de IM, no Science Process Skills (SPS) e nas fichas de observação.

A Figura 2.2, apresenta a distribuição geográfica dos trabalhos que relacionam Educação e a teoria das inteligências múltiplas pelo mundo.

Figura 2.2: Distribuição geográfica das inteligências múltiplas e Educação



Fonte: O autor

A Tabela 2 o apresenta o autor de cada trabalho, o ano e o objetivo que trata cada um dos artigos.

2.3 Pensamento computacional

O Pensamento computacional é uma área da computação e tem como premissa regras básicas como: decomposição, pensar sobre os artefatos em termos de suas partes componentes, onde as

Tabela 2: Resumo dos trabalhos da intersecção inteligências múltiplas e Educação

Autor - Ano	Objetivo
Matrisciano and Belfiore (2010)	Pesquisa experimental para tentar entender algumas características dos métodos de aprendizagem adotados em dois grupos.
Sahatsatatsana and Siriyothin (2010)	Comparação da proficiência em inglês dos estudantes ensinada através do MIT A Syllabus e dos métodos tradicionais.
Iqbal et al. (2010)	Criação de uma plataforma de aprendizagem imersiva para o ensino básico de adultos baseada na teoria das IM.
Kırkgöz (2010)	Investigar até que ponto os livros didáticos de inglês projetados localmente para o ensino fundamental nas escolas estaduais turcas refletem as IM.
Özgen et al. (2011)	Identificar relações entre os múltiplos domínio de inteligência e perfis de estilo de aprendizagem dos professores de matemática.
Ekici (2011)	Obter dados sobre vários níveis de inteligência através de um inventário de inteligência múltipla desenvolvido anteriormente.
Stanciu et al. (2011)	Utilizar a teoria das inteligências múltiplas para implementar uma intervenção em estudantes do ensino fundamental com dificuldades de aprendizagem.
Karamikabir (2012)	Examinar a relação entre os objetivos educacionais de Bloom et al. (1956) e as inteligências múltiplas de Gardner com atenção ao estilo de aplicação na educação matemática.
Delgoshaeia and Delavaria (2012)	Apresentar uma aplicação da abordagem das inteligências múltiplas à Educação e análise de seu impacto no desenvolvimento cognitivo de crianças em idade pré-escolar.
Adorjan and De Kereki (2013)	Propor uma abordagem de Inteligências múltiplas e competências aplicadas à Ciência da Computação.
Calik (2013)	Realizar um estudo para examinar os talentos e os estudantes sob as implicações da teoria das inteligências múltiplas no que diz respeito ao treinamento de jovens cientistas.
Constantinescu (2014)	Identificar até que ponto as inteligências múltiplas podem estar envolvidas no processo de orientação professores iniciantes.
Aydemir and Karali (2014)	Identificar áreas de inteligência dominantes dos estudantes de acordo com a teoria das IM.
Mei-Ju et al. (2014)	Investigar o cultivo da capacidade de habilidade estética de crianças.
Del Moral Pérez and Guzmán Duque (2020)	Apontar duas metodologias, uma qualitativa e outra experimental, para investigar a eficácia de aprendizado de crianças com idade escolar e desenvolvimento das inteligências múltiplas com uso de videogames educacionais.
Urgup and Aslan (2015)	Criar um estudo para determinar vários domínios de inteligência dos estudantes da Escola de Educação Física e Esportes para compará-los estudantes de outros departamentos.
Nwagu et al. (2015)	Criar um estudo que foi realizado em seis estudantes primários para determinar o efeito de um Programa de Educação sobre Drogas baseado nas IM.
Pekdemir and Akyol (2015)	Avaliar os múltiplos domínios de inteligência das crianças do 5 o ano e verificar se a Educação teatral fazia diferença em relação à linguagem verbal-linguística, lógica- matemática, visual-espacial, cinestésica, musical-rítmica.
Lu (2016)	Analisar várias inteligências ignoradas no experimento de física universitária e que também são muito importantes, como a inteligência musical-rítmica, naturalista e a inteligência existencial e moral.
Bas (2016)	Determinar o efeito da Educação baseada na teoria das inteligências múltiplas no desempenho acadêmico dos estudantes.
Sangsongfa and Rawang (2016)	Investigar a integração da Educação ambiental e do Inglês comunicativo com base na teoria das IM.

Cem (2016)	Comparar as áreas das inteligências múltiplas de estudantes de Educação física e esportes, segundo características demográficas.
Kanojiya and Nagori (2016)	Apresentar uma revisão de literatura sobre o Sistema de Apoio à Decisão, que aborda a questão da sugestão, seleção e previsão do curso de ensino superior apropriado.
Rodrigo et al. (2016)	Apresentar um trabalho que detalha o processo de *MOOCifying* de um curso *on-line* sobre acessibilidade universal.
Ninrutsirikun et al. (2017)	Investigar o efeito das inteligências múltiplas na realização do Curso de Programação por Computador.
Aleksic and Ivanovic (2017)	Fornecer uma visão empírica das preferências de jogo e do perfil de inteligências múltiplas de adolescentes que vivem em áreas rurais.
Jones (2017)	Argumentar sobre as mudanças graduais nas metodologias de ensino e aprendizagem nos cursos de graduação em Direito.
Mccartney et al. (2017)	Sugerir o termo alternativo *"geekiness quotient"*(GQ) para o termo *"geek gene"*. O GQ é baseado no trabalho de Gardner através da teoria das IM.
Lee et al. (2018)	Examinar as inteligências múltiplas e o interesse profissional entre os estudantes de engenharia da faculdade profissional na zona sul da Malásia.
Liliawati et al. (2018)	Examinar a validade dos materiais de aprendizagem das ciências da terra e do espaço com orientação sobre as inteligências múltiplas e Educação do caráter.
Wang and Liu (2018)	Desenvolvimento de um método de aprendizagem cooperativa no ensino da Educação física baseado na teoria das IM.
Merve (2018)	Analisar o efeito do programa de Educação sobre as atividades da natureza no nível de inteligências múltiplas para crianças na faixa etária de 8 a 12 anos.
Wilson (2018)	Proposta de análise de um estudo empírico de um cenário de sala de aula que examina a relação entre práticas de liderança de cocriação e IM.
Arulselvi (2018)	Discutir as inteligências múltiplas descritas e definidas por Gardner e outros autores que seguiram e revisaram a teoria em termos de ensino de idiomas.
Garmen et al. (2019)	Desenvolvimento de uma ferramenta chamada TOI *(Tree of Intelligences)* para avaliar as inteligências múltiplas e realizar intervenções através de videogames
Pursun and Efilti (2019)	Analisar as pontuações da inteligência emocional dos candidatos a professores de Educação especial.
Lopera Perez et al. (2019)	Experimento dos professores em sala de aula expostos com relação ao ensino de recursos hídricos baseando-se na teoria das IM.
Yu and Li (2019)	Analisar a prática do currículo de ciências e o status de pesquisa do modelo de ensino baseado no STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática).
Winarti et al. (2019)	um estudo baseado na pouca atenção dos professores sobre o potencial dos estudantes em comparação com a capacidade acadêmica dos mesmos.

Fonte: O Autor

partes podem ser compreendidas, resolvidas, desenvolvidas e avaliadas separadamente; generalização (padrões), identificar padrões semelhanças e conexões; abstração, processo de tornar um artefato mais compreensível reduzindo os detalhes desnecessários; e, por fim, pensamento algorítmico, forma de chegar a uma solução por meio de uma definição clara das etapas (Csizmadia et al., 2015).

Segundo Wing (2006), essa área baseia-se no poder e nos limites dos processos de computação, sejam eles executados por um ser humano ou por uma máquina. Pesquisadores acreditam que o Pensamento computacional mais profundo nos ajudará não apenas a modelar sistemas cada vez mais complexos, mas também a analisar as enormes quantidades de dados que coletamos e geramos (Wing, 2008). Entre todas as regras básicas, talvez a questão mais confusa seja o papel da programação e se podemos separá-la do ensino de ciência da computação básica (Lu and Fletcher, 2009). De acordo com Lee et al. (2011), que aprofundaram um pouco mais sobre a definição do o que é o Pensamento computacional, afirmam que é o processo envolve definir, compreender e resolver problemas, raciocinar em vários níveis de abstração, compreender e aplicar automação e analisar a adequação das abstrações feitas. Grover and Pea (2013) abordam algumas lacunas em seu trabalho, entre elas, a seguinte: "O que, por exemplo, podemos esperar que as crianças saibam ou façam melhor depois de participarem de um currículo elaborado para desenvolver o Pensamento computacional e como isso pode ser avaliado?". Conforme García-Peñalvo (2018), ao invés de ensinar aos estudantes apenas a sintaxe de uma linguagem em mudança, eles devem ser instruídos nas regras que lhes permitem saber como a linguagem digital é construída. O pensamento computacional é uma forma de pensar que envolve resolver problemas, criar sistemas e entender o funcionamento de máquinas, tudo de uma maneira que estimula a criatividade e o raciocínio lógico (Papert, 1980).

Portanto, o caráter intelectual sobre o Pensamento computacional se desenvolveu e continua se aprimorando com o passar do tempo. Essa área da computação tem ganhado notoriedade nos últimos anos como uma nova forma de entender e resolver problemas.

2.3.1 Inteligência e o Pensamento computacional

O Pensamento computacional (ou *computational thinking*, em inglês) é, dentre estas três áreas relacionadas nesta pesquisa, o que possui menos trabalhos correlacionados com a teoria das IM. Através da busca por *"multiple intelligences" e "computational thinking"* o repositório do *Scholar* recupera cerca de duzentos e cinquenta trabalhos.

Em 2017, no Equador, os pesquisadores Urrutia et al. (2017) relataram que Agentes Pedagógicos de Conversação são sistemas interativos que ensinam conversando com os estudantes. Eles foram usados em vários domínios para desenvolver competências como contar histórias, por exemplo. Os Agentes Pedagógicos de Conversação trazem benefícios em outros domínios e níveis, desde a Universidade até a Educação Pré-Primária. Eles também foram usados para ensinar programação na Universidade, mas é a primeira vez que lhes foi proposto ensinar programação para crianças e, ao mesmo tempo, aumentar a criatividade dos estudantes, levando

em consideração suas emoções e inteligências múltiplas para desenvolver o Pensamento computacional.

A pesquisa desenvolvida por Ludovico et al. (2017), da Itália, discutiu uma atividade de aprendizado multimodal baseada em peças LEGO, onde elementos dos domínios da música e da informática foram misturados. Como conclusão, este trabalho descreveu uma atividade de aprendizado ativo dedicada aos estudantes em estágio inicial da escola, com foco em uma abordagem multimodal que mescla os sujeitos sob investigação (ou seja, programação de computadores e notações musicais), bem como metodologias de aprendizado (especificamente, seguindo a abordagem algorítmica).

Na Alemanha, os pesquisadores Boom et al. (2018) publicaram um trabalho que abordava a questão de como o Pensamento computacional esta relacionado à inteligência. Para encontrar uma resposta para essa pergunta, 71 estudantes de professores de pré-serviço concluíram uma pesquisa com 20 tarefas. Os resultados revelaram uma relação linear positiva, significativa e grande. À medida que a capacidade do Pensamento computacional aumenta, a inteligência tende também a aumentar.

Os pesquisadores Tsortanidou et al. (2019), da Espanha, publicaram um artigo que tinha como objetivo apresentar um novo modelo pedagógico que visava fazer uma ponte entre criatividade com Pensamento computacional e novas habilidades de alfabetização de mídia em ambientes de aprendizado de baixa tecnologia e ricos em informações. Esse modelo visava fornecer uma perspectiva holística sobre estrutura curricular de Pensamento computacional para o K-6, concentrando-se em como abordar a convergência entre o Pensamento computacional, as habilidades de colaboração e criatividade na prática, e não o que ensinar.

Em 2019, no Japão, os pesquisadores Nagai et al. (2019) apresentaram uma proposta baseada no STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática) e abordaram as limitações de Pensamento computacional convencional, apontando algumas das habilidades e competências. Como conclusão, este trabalho discutiu o STEAM como competência geral de criatividade em design e delineou instruções para o desenvolvimento de atividades educacionais, como oficinas para desenvolver competências, além das de ciências e engenharia, na perspectiva da estrutura da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

O estudo desenvolvido por Olabe et al. (2019), dos Estados Unidos, abordava um dos conjuntos mais agudos de diferenças presentes nesses projetos: os métodos de ensino utilizados nas aulas, conhecendo os recursos e as limitações da mente humana. A probabilidade de um aluno não conseguir resolver corretamente um problema é uma função do aluno ter ou não adquirido as informações para entendê-lo e processá-lo. Os estudantes receberam o conjunto mínimo — *minimal set (MS)* — do problema e, usando uma máquina cognitiva virtual — *virtual cognitive machine (VCM)* — apropriada, resolveram o problema corretamente.

Na Espanha, os pesquisadores Varela et al. (2019) aplicaram um instrumento previamente validado para saber se os novos estudantes dos cursos de Engenharia da Universidade dos Países Bascos possuem as seguintes habilidades em Pensamento computacional: Pensamento Crítico, Pensamento Algorítmico, Resolução de Problemas, Cooperatividade e Criatividade.

Tabela 3: Resumo dos trabalhos da intersecção inteligências múltiplas e Pensamento computacional

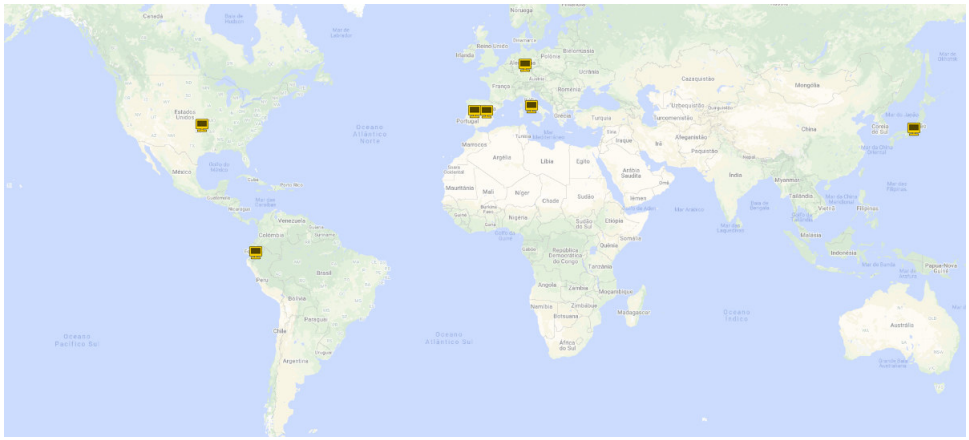
Autor - Ano	Objetivo
Urrutia et al. (2017)	Ensinar programação para crianças e, ao mesmo tempo, aumentar a criatividade dos estudantes, levando em consideração suas emoções e IM.
Ludovico et al. (2017)	Discussão sobre uma atividade de aprendizado multimodal baseada em peças LEGO, onde elementos dos domínios da música e da informática foram misturados.
Boom et al. (2018)	Investigação da questão de como o Pensamento computacional esta relacionado à inteligência.
Tsortanidou et al. (2019)	Apresentar um novo modelo pedagógico para fazer uma ponte entre criatividade com Pensamento computacional e novas habilidades de alfabetização de mídia.
Nagai et al. (2019)	Apresentar uma proposta baseada no STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática) e abordar as limitações de Pensamento computacional convencional.
Olabe et al. (2019)	Abordagem sobre os métodos de ensino utilizados nas aulas, conhecendo os recursos e as limitações da mente humana.
Varela et al. (2019)	Aplicação de um instrumento previamente validado para saber se os novos estudantes dos cursos de Engenharia da Universidade dos Países Bascos possuem habilidades em Pensamento computacional.

Fonte: O Autor

Os resultados sugeriram que duas das habilidades do Pensamento computacional, Pensamento Crítico e Criatividade, não são medidas nesta amostra com esta escala. E também que não se pode dizer que os estudantes de engenharia que acessaram a universidade pela primeira vez carecem das habilidades de criatividade ou Pensamento crítico.

A Figura 2.3, apresenta a distribuição geográfica dos trabalhos que usaram Pensamento computacional e a teoria das inteligências múltiplas pelo mundo.

Figura 2.3: Distribuição geográfica das inteligências múltiplas e Pensamento computacional



Fonte: O autor

A Tabela 3 apresenta o objetivo de cada trabalho investigado na revisão, seus respectivos autores e anos.

2.4 Neurociência

É da natureza humana ter curiosidade sobre como vemos e ouvimos; por que algumas coisas parecem boas e outras machucam; como nos movemos; como raciocinamos, aprendemos, lembramos e esquecemos; a natureza da raiva e da loucura. Esses mistérios estão começando a ser desvendados pela pesquisa básica em neurociência (Bear et al., 2020). Diante disso, chegamos ao século XXI, com possibilidades de recursos inimagináveis para a compreensão do cérebro humano como estrutura mais complexa e sem equivalente no universo conhecido (Oliveira, 2015).

A neurociência é um campo da área da biologia que estuda o sistema nervoso. Ao longo da história, foram usados diversos métodos de estudos para pesquisa em neurociência, como: descrições anatômicas, análises genealógicas, estudos de distúrbios, anatomia e fisiologia comparada, experimentação com animais, uso de fármacos e exames clínicos por imagem (Cunha, 2011). Nesse último exemplo, encontramos exames como: eletroencefalograma (EEG - *Electroencephalogram*), tomografia computadorizada (CT - *Computerized Tomography*), ressonância magnética por imagem (MRI - *Magnetic Resonance Imaging*), tomografia por emissão de pósitrons (PET scan - *Positron Electron Tomography*) e ressonância magnética funcional (RMf - *Functional magnetic resonance*).

Algumas sub-áreas da neurociências são: a fisiológica, a comportamental, a neurológica, a anatômica e a cognitiva. Sobre a neurociência cognitiva, se entendermos alguns princípios fundamentais da função cerebral, podemos ver como reformular os problemas pendentes e resolvê-los (Churchland and Sejnowski, 1988). Para aprender como a cognição é implementada no cérebro, Kriegeskorte and Douglas (2018) sugerem que devemos construir modelos computacionais que possam realizar tarefas cognitivas e testar esses modelos com experimentos cerebrais e comportamentais.

A neurociência é uma das áreas que mais avançou nos últimos anos. Esse fato está diretamente atrelado ao aumento do poder de processamento dos computadores e outros equipamentos desenvolvidos especificamente para a área, avanço na criação de novos exames e, também, inúmeras pesquisas na área com principal interesse em entender o funcionamento do cérebro humano. Na atualidade, a neurociência em rede, por exemplo, busca novas maneiras de mapear, registrar, analisar e modelar os elementos e interações dos sistemas neurobiológicos (Bassett and Sporns, 2017). O progresso vertiginoso da neurociência aperfeiçoa a cada dia as neurotecnologias capazes de interferir no cérebro e modificá-lo, é o que se chama de tecnologias convergentes NBIC (nano-bio-info-cogno), uma espécie de associação de nano e biotecnologia com as técnicas de informática e aquelas que mimetizam ou influenciam os processos cognitivos humanos (Lent, 2004)

2.4.1 O cérebro

A grande tarefa do sistema nervoso, independente de sua complexidade, é a de identificar no ambiente, estímulos hostis preparando o ser humano (em nosso caso, os estudantes) para

fugir ou enfrentar uma situação do melhor modo possível (Oliveira, 2015). Essa decisão, por si só, já representa uma resolução de problema para o cérebro, o que é parte do objeto dessa pesquisa. Ou seja, através da resolução de problemas pontuais em cada uma das inteligências múltiplas é que podemos identificar, por meio da neurociência, como cada aluno respondeu aos testes.

Nos humanos, o sistema nervoso é constituído de duas partes principais, que são o sistema nervoso periférico (SNP) e o sistema nervoso central (SNC). Os nervos, principais componentes do SNP, podem ser encontrados em todas as partes do corpo, onde o seu trajeto vai de uma extremidade que termina em um determinado órgão enquanto a outra é ligada ao sistema nervoso central, como "cabos de conexão" entre órgãos e o SNC (Lent, 2004). O sistema nervoso central reúne todas as estruturas neurais situadas dentro do crânio e da coluna vertebral. De forma hierárquica, as principais estruturas neuroanatômicas do SNC podem ser visualizadas na Figura 2.4

Figura 2.4: Classificação hierárquica das grandes estruturas neuroanatômicas



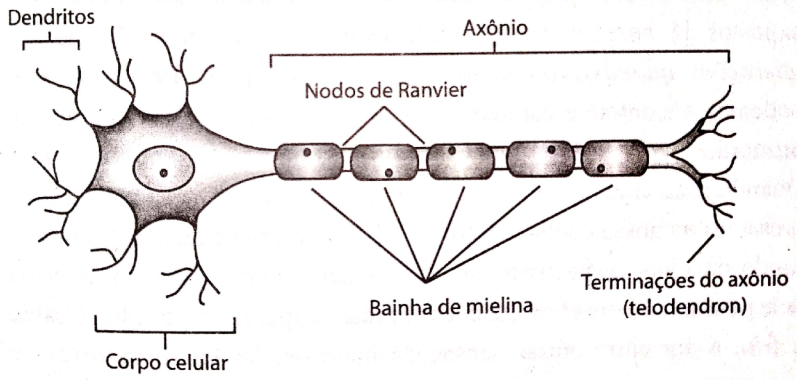
Fonte: Lent (2004)

De todo o sistema nervoso, o cérebro é o órgão que possui um conjunto de células específicas chamadas de neurônios. Estas células são especializadas na condução e processamento da informação (Cosenza and Guerra, 2011). A função básica de um neurônio é captar os estímulos externos e convertê-los em um impulso elétrico que chegará até uma glândula ou músculo efetor de uma reação (Cunha, 2011).

A condução das informações é realizada através da sinapse, processo de comunicação entre dois neurônios, que ocorre com o recebimento pelos dendritos e transmissão pelo axônio, que podem ser visualizados na Figura 2.6. Ainda, cabe destacar que a bainha de mielina ocorre apenas em animais vertebrados.

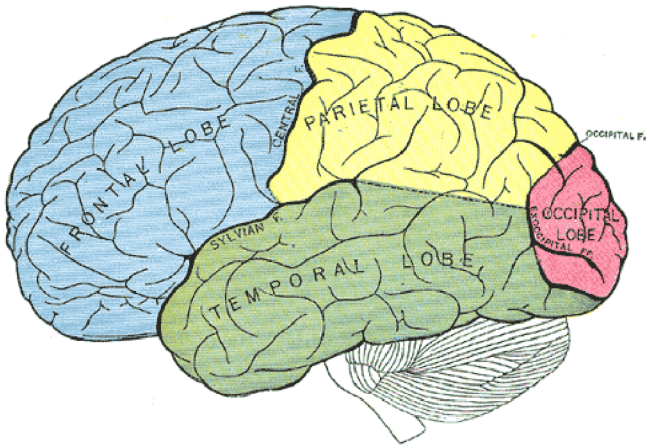
Anatomicamente, o cérebro se divide em duas partes ou hemisférios cerebrais, um direito e outro esquerdo, e estes por sua vez se dividem em lobos, os quais apresentam funções específicas, sendo os principais: frontal, parietal, temporal, occipital e da ínsula. Como a ínsula fica oculta e inacessível à captura dos sinais pelo EEG, ela não faz parte das áreas cerebrais analisadas nessa pesquisa. A divisão do cérebro pelos lobos está ilustrada de modo colorido na Figura 2.6 da seguinte maneira: Azul: lobo frontal; Amarelo: lobo parietal; Verde: lobo temporal; Vermelho: lobo occipital. As informações sobre as funções dos lobos podem ser visualizadas de forma sintetizada na Tabela 4.

Figura 2.5: Modelo básico de neurônio com suas principais partes constituintes



Fonte: Cunha (2011)

Figura 2.6: Lobos do cérebro vistos lateralmente



Fonte: Adaptado de Gray (1858)

2.4.2 Eletroencefalografia (EEG)

A encefalografia é uma técnica que registra, de forma não invasiva, a atividade elétrica cerebral. O psiquiatra alemão Hans Berger foi o primeiro a aplicar o método para humanos através de gravações da atividade elétrica do cérebro realizadas por meio de eletrodos (sensores) colocados sobre o couro cabeludo (Coenen and Zayachkivska, 2013). Por meio de seus estudos, Berger conseguiu provar que existem mudanças de ondas cerebrais durante uma atividade mental e durante o repouso (Kaplan, 2011). Durante mais de 100 anos de sua história, a encefalografia passou por um enorme progresso. A existência de correntes elétricas no cérebro foi descoberta em 1875 pelo médico inglês Richard Caton que observou o EEG dos cérebros expostos de coelhos e macacos (Teplan, 2002).

A eletroencefalografia, em relação a existência e intensidade, é a medida neurofisiológica da atividade elétrica do cérebro, registrada por eletrodos colocados no couro cabeludo. Os traços resultantes são conhecidos como eletroencefalograma - EEG e representam uma soma de potenciais pós-sinápticos de um grande número de neurônios (Brain Vision, 2022). O EEG

Tabela 4: Lobos cerebrais e funções

Lobos	Funções
LOBO FRONTAL	Processamentos complexos: cognição, planejamento e iniciação dos movimentos voluntários.
LOBO PARIETAL	Área de projeção e processamento somestésico.
LOBO TEMPORAL	Área de projeção e processamento auditivo.
LOBO OCCIPITAL	Área de projeção e processamento visual.
ÍNSULA	Encontra-se oculta sob os lobos frontais e temporais, emoções e extinto de sobrevivência.

Fonte: Adaptado de Bardin (2018)

registrado na ausência de um estímulo externo é chamado de EEG espontâneo e o EEG gerado como resposta a estímulos externos ou internos é chamado de potencial relacionado a eventos (*event-related brain potentials* - ERP) (Blinowska and Durka, 2006).

As atividades realizadas pelo cérebro podem ser monitoradas e investigadas através de meios invasivos e não invasivos de neuroimagem. Para este trabalho, em específico, usamos o Eletroencefalograma - EEG que é um dos tipos de método não invasivo. A Figura 2.7 apresenta, de forma organizada, outros métodos de neuroimagem outras informações comparativas, como: tipo de atividade medida, se é de forma direta ou indireta, resolução temporal, resolução espacial, risco e portabilidade.

Embora o espectro seja contínuo, variando de 0 Hz até metade da frequência de amostragem, o estado cerebral do aluno pode tornar certas frequências mais dominantes. As ondas cerebrais são categorizadas em cinco grupos básicos (Stevens Jr and Zabelina, 2019). A divisão das ondas ocorre pela frequência em que as mesmas atuam, conforme Tabela 5, onde também é apresentada uma breve descrição de cada onda. Para esta pesquisa não trabalhamos com a onda Delta, ou seja, a frequência entre 0.5 e 3 Hz que está ligada a atividade do sono.

Segundo Pirola (2010), os padrões no EEG são categorizados em ondas cerebrais do tipo: alfa, beta, delta, teta, gama, lambda, mi, ondas fusiformes de sono e complexos K (Pirola, 2010). De acordo com Ramos et al. (2020), a análise espectral de EEG é realizada em suas bandas de frequência, as quais possuem limites bem definidos e classificados em ordem crescente da seguinte maneira: delta, teta, alfa, beta, gama e supergama.

Para essa pesquisa, usaremos a definição de Stevens Jr and Zabelina (2019), que apresenta um estudo, através das ondas cerebrais, para caracterizar a emoção humana e posteriormente implementá-las em robôs. As ondas, os intervalos de frequência e suas respectivas descrições podem ser visualizados pela Tabela 5.

O mapeamento cerebral baseado em EEG também é chamado de mapeamento de atividade elétrica cerebral - BEAM (no inglês, *brain electric activity mapping*), que requer gravações de EEG multicanal. uma das aplicações do BEAM é localizar a doença focal e explorar a correlação funcional, como já provou ser valioso para avaliação diagnóstica e terapêutica em ensaios de demência, estudos de linguagem, HIV/AIDS, hipóxia cerebral e oclusão da artéria

Tabela 5: Espectro de frequência das ondas no EEG

Onda	Frequência	Descrição
delta	0.5 e 3.0 Hz	As ondas cerebrais mais lentas são frequentemente associadas ao sono
teta	3.0 e 8.0 Hz	Relaxamento e meditação
alfa	8.0 e 12.0 Hz	Criatividade, relaxamento e visualização
beta	12.0 e 27.0 Hz	Cuidado e concentração
gama	>27.0 Hz	Aprendizagem regional, memória e processamento de linguagem

Fonte: Adaptado de (Stevens Jr and Zabelina, 2019)

Figura 2.7: Resumo dos métodos de neuroimagem

Neuroimaging method	Activity measured	Direct/ Indirect Measurement	Temporal resolution	Spatial resolution	Risk	Portability
EEG	Electrical	Direct	~0.05 s	~10 mm	Non-invasive	Portable
MEG	Magnetic	Direct	~0.05 s	~5 mm	Non-invasive	Non-portable
ECoG	Electrical	Direct	~0.003 s	~1 mm	Invasive	Portable
Intracortical neuron recording	Electrical	Direct	~0.003 s	~0.5 mm (LFP) ~0.1 mm (MUA) ~0.05 mm (SUA)	Invasive	Portable
fMRI	Metabolic	Indirect	~1 s	~1 mm	Non-invasive	Non-portable
NIRS	Metabolic	Indirect	~1 s	~5 mm	Non-invasive	Portable

Fonte: Nicolas-Alonso and Gomez-Gil (2012)

cerebral (Thakor and Tong, 2004).

2.4.3 Inteligência e Neurociência

A Neurociência, apesar de ser uma área relativamente nova, quando é correlacionada com a teoria das IM, apresenta quase dez mil trabalhos na base *Scholar*. Essa recuperação de informação foi feita através da combinação dos termos *"multiple intelligences" e "neuroscience"*.

Na Grécia, os pesquisadores Feidakis and Daradoumis (2010) publicaram um trabalho que primeiro analisa em profundidade o estado da arte em design de Sistemas de Aprendizagem Colaborativa no que diz respeito à emoção e, em seguida, trazia abordagem de cinco camadas no projeto de Sistemas de Aprendizagem Colaborativa. Nessas camadas deveriam ser consideradas: (a) transformações fisiológicas / biológicas que estão ocorrendo no circuito cerebral por trás de posses cognitivas e emocionais; (b) o papel crítico que as emoções desempenham em relação à atenção, memória e tomada de decisão; (c) a necessidade sociológica de "situar" os estudantes no contexto. (d) as ferramentas e métodos de reconhecimento usados para extrair padrões que levam a processos de aprendizado bem-sucedidos. (e) perspectivas educacionais de modelos centrados no aluno que promovem emoção na aprendizagem.

Os pesquisadores Amiryousefia and Zareib (2011), no Irã, apresentaram um estudo numa tentativa de fornecer evidências empíricas da possível relação entre o tipo e a base de inteligência e motivação e a satisfação dos estudantes dos livros didáticos de EAP (*English for*

Academic Purposes). Os resultados do presente estudo revelaram que os estudantes estavam instrumentalmente motivados e haviam desenvolvido todas as bases de inteligências. Este estudo comprova ainda a natureza heterogênea das turmas e dos estudantes, e as complexidades e dificuldades envolvidas em acomodá-lo nas tarefas, materiais e metodologias utilizadas.

Em 2011, na Romênia, o pesquisador Vasile (2011) apresentou um trabalho teórico com o objetivo de apontar uma ameaça potencial para o sistema educacional: o uso da teoria do inteligências múltiplas de forma limitativa, sem levar em consideração aspectos relacionados a interesses, atitudes e, de um modo geral, aspectos relacionados ao terreno emocional e à regulação do comportamento. Em conclusão no trabalho, os estudantes devem estar cientes da abordagem dos pontos de entrada, mas também de toda a teoria das IM, a fim de se tornarem aprendizes autorregulados. Os professores devem levar em consideração todo o sistema de personalidade (incluindo emoções, interesses e atitudes) para aumentar a eficiência do aprendizado.

O estudo desenvolvido por O'connor (2012), da Austrália, tentou traçar um paralelo entre a ciência cerebral de aprendizado e a cibernética. O autor argumentou que não há nada para impedir que as máquinas pensem e aprendam da mesma maneira que os humanos. Isso ocorre porque os computadores e o cérebro humano são sistemas que recebem dados de baixa energia para criar novas conexões que devem ser usadas nas interações com o mundo externo. Pesquisas recentes sobre o cérebro mostram que diferentes circuitos são acionados no cérebro para diferentes atividades, como matemática, música e leitura.

O pesquisador Cerruti (2013), dos Estados Unidos, construiu uma teoria funcional de inteligências múltiplas para Neurociência educacional avançada, pois a psicologia cognitiva e a Neurociência usam diferentes níveis de descrição para caracterizar a capacidade humana. Essa abordagem visava detalhar as interações dos mecanismos de processamento de informações cognitivas.

O pesquisador Knowles (2013), dos Estados Unidos, propôs um trabalho que foca a importância de ter uma teoria de aprendizado para esclarecer os papéis dos professores e das tecnologias em uma abordagem combinada do aprendizado de inglês. Em conclusão, o autor defendeu que o processamento da linguagem deveria ser realizado automaticamente, pela memória de habilidades do cérebro. O objetivo do Reconhecimento Hierárquico Recursivo (RHR) é desenvolver melhor essa memória de habilidades por meio de uma mistura de lições baseadas em computador e atividades coordenadas em sala de aula, onde os modelos de linguagem são ampliados e personalizados.

Em 2014, na Espanha, os pesquisadores Carretero-Martínez et al. (2014) apresentaram um trabalho para o desenvolvimento cognitivo, visual-espacial e psicomotor em estudantes do ensino fundamental através da percussão corporal. O método foi desenvolvido através de Biomecânica, Anatomia, Psicologia, Neurociência e Etnomusicologia (BAPNE). Os resultados mostraram através de análises estatísticas que o uso das atividades de percussão corporal utilizando o método BAPNE melhoraram a coordenação. A inteligência corporal e a cinética são desenvolvidas e, portanto, a visão espacial. Além disso, há houve aumento no total de notas no pós-teste do grupo experimental depois de trabalhar por 10 semanas com esse método de

percussão corporal e inteligência múltipla.

A pesquisa desenvolvida por Pina (2017), da Espanha, abordou a contribuição que poderia ser dada à urgência de uma mudança na concepção e prática da Educação focando nas diferenças educacionais e a possibilidade de uma abordagem de uma perspectiva dinâmica e positiva. A pesquisadora conclui que, além de que seu estudo deva ser supervisionado por equipes multidisciplinares, que o mesmo não avançará se não houverem trabalhos na inclusão de outros parâmetros mais amplos, tanto na política educacional, na prática educacional ou em pesquisa educacional.

Nos Estados Unidos, os pesquisadores Shearer and Karanian (2017) investigaram e revisaram 318 relatórios de Neurociência e extraíram regiões neurais citadas para os principais componentes cognitivos de cada inteligência. Esses dados neurais foram organizados em quatro níveis: regiões primárias, sub-regiões, estruturas particulares e multi-regiões por inteligência. Usando estatística descritiva, os padrões de citações neurais foram comparados e contrastados. Foi determinado que existem evidências robustas de que cada inteligência possui coerência neural clara, distinta e alinhada com correlatos cognitivo.

O pesquisador Signorelli (2018), da Espanha, publicou um trabalho que inicia com a seguinte questão: os computadores podem superar as capacidades humanas? Essa é uma pergunta paradoxal e controversa, principalmente porque existem muitas suposições ocultas. Este artigo focou essa questão, evidenciando alguns conceitos errôneos relacionados às gerações futuras de máquinas e à compreensão do cérebro. uma sugestão deste artigo é interpretar cuidadosamente a ideia do processamento de informações, talvez de uma nova maneira e em oposição ao significado computacional usual desse termo, especificamente na ciência biológica.

Em 2018, no Equador, os pesquisadores Villao et al. (2018) apresentaram o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para trabalhar em sala de aula, misturando o processo tradicional de aprendizado com a Educação virtual na qual os estudantes poderiam pesquisar informações na Internet relacionadas ao tópico que estavam estudando durante a aula. O modelo proposto foi uma compilação de teorias específicas da aprendizagem no campo educacional (Gestalt, Sociocultural, inteligências múltiplas e Construtivista), que se fundem com o uso de novas tecnologias pedagógicas e didáticas, integrando os estudantes a uma maior compreensão e raciocínio lógico.

A pesquisa desenvolvida por Pathak (2018), dos Estados Unidos, explorou como uma abordagem de inteligências múltiplas pode ser usada para criar uma mentalidade global entre os estudantes de cursos *on-line* de gerenciamento internacional, baseando-se em pesquisas nas áreas de mentalidade global, Educação, cognição e aprendizado e Neurociência. Como conclusão, o autor apontou que os resultados de um Inventário de inteligências múltiplas sugerem que os estudantes de administração internacional têm uma variedade de pontos fortes nas inteligências. No entanto, um exame dos conteúdos programáticos nesta área temática revelou que apesar do uso de várias ferramentas de ensino, ainda há espaço para a incorporação de inteligências múltiplas no ensino de gestão internacional.

Nos Estados Unidos, o pesquisador Shearer (2018) apresentou um trabalho que resume

uma revisão de método misto com mais de 500 relatórios neurocientíficos que investigaram a proposição de que inteligência geral (g ou QI) e inteligências múltiplas podem ser integradas com base em sistemas neurais comuns e únicos. Em conclusão, o trabalho propôs que a teoria das inteligências múltiplas forneça uma estrutura abrangente para esse conjunto de fatores que influenciam o desenho da instrução e do currículo que serão baseados em pontos fortes, centrados no aluno e relevantes para a comunidade.

Os pesquisadores Im et al. (2018), dos Estados Unidos, publicaram um trabalho que propôs que a psicologia educacional possa servir de ponte entre a pesquisa básica em neurociência e psicologia. A psicologia educacional também está bem posicionada para melhorar a alfabetização em neurociência dos professores e reduzir sua crença em "neuromitos". Este trabalho abordou conceitos da psicologia cognitiva e do desenvolvimento que são relevantes para a neurociência.

Em 2019, no Equador, os pesquisadores Torres-Carrión et al. (2019) apresentaram um recurso de aprendizado digital gamificado propostos para estimular novos aprendizados. Os pesquisadores utilizaram uma metodologia quase experimental para medir o fator de memória nos recursos de imagem e texto. Em conclusão, os autores destacam que o grau de *recall* é significativo, aumentando exponencialmente à medida que as lições progrediam, e mais ainda em recursos de imagem do que em recursos de texto; e também que não há diferença significativa no aprendizado quando estimulado com objetos de texto ou imagem, embora o aprendizado seja um pouco maior com os recursos de imagem.

O estudo desenvolvido pelos pesquisadores Real-Fernández et al. (2019), da Espanha, propôs possíveis estratégias instrucionais para serem selecionadas pelo professor para cumprirem seus objetivos e as variáveis que o sistema inteligente de aprendizagem consideraria. Este sistema inteligente usa Tecnologias da Informação, criando um aprendizado adaptativo real. De forma esquematizada, os autores propuseram cinco dimensões e um número variável de táticas para cada dimensão, onde cada tática é definida a partir de uma série de variáveis quantificáveis.

Na Ucrânia, a pesquisadora Kovalenko (2019) defendeu que um planetário poderia oferecer ao público com diferentes tipos de inteligências uma abordagem diversificada, tomando como base a teoria das IM. Por exemplo, para a inteligência lógico - matemática — cálculos simples, fórmulas, números, alguns conceitos abstratos, atividades de resolução de problemas. Dessa forma, para cada uma das 8 inteligências, o planetário apresentou uma característica única.

O pesquisador Setiawan (2019), da Indonésia, apresentou um trabalho que consistia em um ensaio que explicava a teoria das IM, baseada exclusivamente no estudo empírico em Neurociência. Em conclusão, o autor relatou que enquanto os educadores de todo o mundo estão explorando várias maneiras de aplicar a ideia de inteligências múltiplas na aprendizagem, os neurocientistas estão tentando fornecer respostas sobre a queda, de modo que as falhas no cérebro possam melhorar os resultados da aprendizagem.

A Figura 2.8, apresenta a distribuição geográfica dos trabalhos que usaram a Neurociência e a teoria das inteligências múltiplas pelo mundo.

A Tabela 6 mostra autor, ano e o objetivo que foi desenvolvido em cada trabalho.

Tabela 6: Resumo dos trabalhos da intersecção inteligências múltiplas e Neurociência

Autor - Ano	Objetivo
Feidakis and Daradoumis (2010)	Analisar em profundidade o estado da arte em design de Sistemas de Aprendizagem Colaborativa no que diz respeito à emoção.
Amiryousefia and Zareib (2011)	Tentar fornecer evidências empíricas da possível relação entre o tipo e a base de inteligência e motivação e a satisfação dos estudantes dos livros didáticos de EAP *(English for Academic Purposes)*.
Vasile (2011)	Apontar uma ameaça potencial para o sistema educacional: o uso da teoria do inteligências múltiplas de forma limitada.
O'connor (2012)	Traçar um paralelo entre a ciência cerebral de aprendizado e a cibernética.
Cerruti (2013)	Construir uma teoria funcional de inteligências múltiplas para Neurociência educacional avançada.
Knowles (2013)	Investigação da importância de ter uma teoria de aprendizado para esclarecer os papéis dos professores e das tecnologias em uma abordagem combinada do aprendizado de inglês.
Carretero-Martínez et al. (2014)	Apresentar um trabalho para o desenvolvimento cognitivo, visual-espacial e psicomotor em estudantes do ensino fundamental através da percussão corporal.
Pina (2017)	Abordagem sobre a contribuição que poderia ser dada à urgência de uma mudança na concepção e prática da Educação.
Shearer and Karanian (2017)	Investigação e revisão de 318 relatórios de Neurociência que extraíram regiões neurais citadas para os principais componentes cognitivos de cada inteligência.
Signorelli (2018)	Evidenciar alguns conceitos errôneos relacionados às gerações futuras de máquinas e à compreensão do cérebro.
Villao et al. (2018)	Apresentaram o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para trabalhar em sala de aula, misturando o processo tradicional de aprendizado.
Pathak (2018)	Abordagem de inteligências múltiplas que pode ser usada para criar uma mentalidade global entre os estudantes de cursos *on-line* de gerenciamento internacional.
Shearer (2018)	Revisão de um método misto com mais de 500 relatórios neurocientíficos.
Im et al. (2018)	Proposta para que a psicologia educacional possa servir de ponte entre a pesquisa básica em neurociência e psicologia.
Torres-Carrión et al. (2019)	Apresentação de um recurso de aprendizado digital gamificado propostos para estimular novos aprendizados.
Real-Fernández et al. (2019)	Proposta de possíveis estratégias instrucionais para serem selecionadas pelo professor para cumprirem seus objetivos e as variáveis que o sistema inteligente de aprendizagem considerar.
Kovalenko (2019)	Proposta de que um planetário poderia oferecer ao público com diferentes tipos de inteligências uma abordagem diversificada, tomando como base a teoria das IM.
Setiawan (2019)	Explicação da teoria das inteligências múltiplas baseada exclusivamente no estudo empírico em Neurociência.

Fonte: O Autor

Figura 2.8: Distribuição geográfica das inteligências múltiplas e Neurociência



Fonte: O autor

2.5 Considerações sobre a interdisciplinaridade entre as áreas

De forma contextualizada, apenas no campo da teoria das inteligências múltiplas com a área da Educação, são inúmeras as possibilidades de investigação para novas pesquisas tomando como base a teoria principal. Dessa forma, os trabalhos foram classificados da seguinte maneira: homogêneos, heterogêneos e específicos (que trabalham com foco em apenas uma inteligência).

Alguns trabalhos adotam grupos homogêneos para suas investigações e avaliam o conjunto das oito inteligências. As pesquisas são focadas em estudantes de uma mesma faixa etária, do mesmo curso, do mesmo período letivo, com o mesmo grau de alfabetização, como exemplo em: Özgen et al. (2011), Delgoshaeia and Delavaria (2012), Ninrutsirikun et al. (2017), Cem (2016), Jones (2017), Lee et al. (2018) e Winarti et al. (2019).

uma outra forma de abordagem é avaliar o conjunto das oito inteligências através de grupos heterogêneos. Estes grupos geralmente possuem estudantes de faixa etária diferentes, de curso diversos, de períodos letivos distintos durante a formação de um mesmo curso, com diferentes graus de alfabetização, como exemplo em: Matrisciano and Belfiore (2010), Ekici (2011), Aydemir and Karali (2014), Urgup and Aslan (2015), Nwagu et al. (2015), Rodrigo et al. (2016), Garmen et al. (2019).

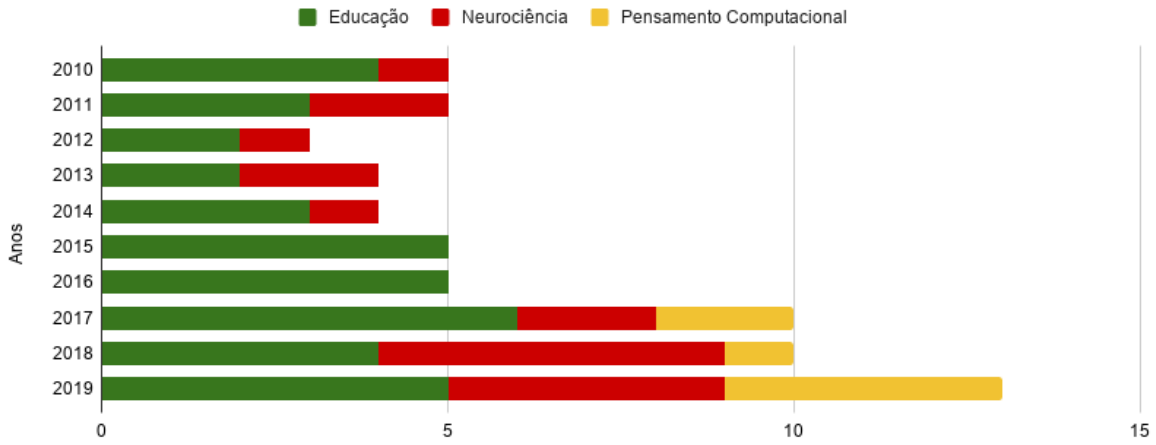
As abordagens específicas focam apenas em uma inteligência e tentam analisar como essa capacidade é trabalhada nos grupos de estudantes, tanto homogêneos quanto heterogêneos, como exemplo em: Pekdemir and Akyol (2015), Merve (2018), Pursun and Efilti (2019).

Cada uma das três áreas de pesquisa, correlacionadas com a teoria das inteligências múltiplas que foram abordadas nessa revisão teórica, pode ser visualizada na Figura 2.9. Em verde, trabalhos que usaram a teoria das inteligências múltiplas e a Educação representam trinta e nove trabalhos durante os dez anos pesquisados. Em vermelho, a Neurociência tem um total de dezoito trabalhos. E, por fim, o Pensamento computacional com um total de sete trabalhos.

Ainda na mesma figura, cabe salientar que a área da educação (relacionada com a teoria das IM) sempre sobrepôs as outras duas áreas investigadas. Apenas no ano de 2013 é que a área de Neurociência apresentou o mesmo número de trabalhos. Em compensação, nos anos de

2015 e 2016 não foram encontrados trabalhos que relacionassem a Neurociência e a teoria das IM. O cenário muda completamente no ano de 2019, onde as três áreas investigadas tem quase o mesmo número de trabalhos recuperados.

Figura 2.9: Número de trabalhos durante os anos



Fonte: O autor

Como foi apontado na subseção 2.2.1, a área da Educação interseccionada com a teoria das inteligências múltiplas tem um número de trabalhos significativamente maior que as áreas da Neurociência e do Pensamento computacional. Este fato ocorre por três motivos: primeiro, pelos quarenta anos de existência da própria teoria das IM; segundo, pelo fato de que esta teoria está diretamente ligada a área da Educação; terceiro, porque as áreas da Neurociência e o Pensamento computacional são mais recentes que a área da Educação. Portanto, na Figura 2.9, é possível identificar como cada um desses eixos se correlacionou com a teoria das inteligências múltiplas ao longo dos anos.

Estes trabalhos foram revisados tomando por base temporal a última década (2010–2019) e, não menos importante, foram trabalhos relacionados à teoria de um pesquisador norte americano. Porém, nota-se que dos trinta e nove trabalhos recuperados que envolvem a teoria das inteligências múltiplas junto com a Educação, apenas dois são do mesmo país de origem do pesquisador. Ou seja, ao menos nessa última década, a teoria das inteligências múltiplas teve mais trabalhos espalhados pelo mundo do que no seu próprio país de origem. Em contrapartida, a teoria das IM, quando é interseccionada com a neurociência ou com o Pensamento computacional, tem uma proporção maior de trabalhos nos Estados Unidos.

O Pensamento computacional é uma área relativamente nova e ainda tem muito a ser explorado, principalmente do ponto de vista educacional. Tomando como base esta revisão que buscou os trabalhos publicados na última década, nota-se que esse tema interseccionado com a teoria das IM, aparece apenas a partir do ano de 2017.

Abaixo foram selecionados, e melhor explanados, dois trabalhos de cada uma das áreas com base no ano e número de citações que receberam na base acadêmica *Scholar*:

- Na área de Educação, na Turquia, o trabalho do pesquisador Bas (2016) propôs o objetivo

de determinar o efeito da Educação baseada na teoria das inteligências múltiplas no desempenho acadêmico dos estudantes através de uma revisão meta-analítica. A pesquisa tentou determinar os tamanhos dos efeitos e a direção das instruções baseadas na teoria das inteligências múltiplas nos níveis de desempenho acadêmico dos estudantes. O efeito da instrução baseada na teoria das inteligências múltiplas no desempenho acadêmico dos estudantes foi comparado em relação a determinadas variáveis: nível educacional, tipo de curso, tese de mestrado ou dissertação de doutorado, região geográfica, tamanho da amostra e duração do procedimento experimental.

- Recentemente, na Indonésia, os pesquisadores Winarti et al. (2019) desenvolveram uma pesquisa na área da Educação, com o uso da teoria das IM, baseada na pouca atenção dos professores sobre o potencial dos estudantes. A implementação da estratégia do uso da teoria das inteligências múltiplas neste estudo melhorou tanto as habilidades da própria teoria quanto as habilidades no processo científico dos estudantes. Seis estágios do processo de aprendizado baseado em IM, que consistem em (1) auto-reflexão (2) introdução do conceito, (3) formulação da questão, (4) exploração de conceito, (5) show de talentos e (6) A formulação de conclusões, mostraram-se eficazes na melhoria de cinco tipos de inteligências: interpessoal, intrapessoal, visual-espacial, cinestésica e musical. Além disso, como sugestão, os autores apontaram que para aumentar o desenvolvimento das inteligências múltiplas a pesquisa deve ser realizada por mais tempo e envolver mais estudantes. Ainda nesse sentido, afirmaram que o instrumento que mede a inteligência lógica matemática deve ser melhor desenvolvido para mensurar também a inteligência da lógica, e não somente a matemática.

- Na área da Neurociência, nos Estados Unidos, os pesquisadores Shearer and Karanian (2017) investigaram e revisaram 318 relatórios de neurociência e extraíram regiões neurais citadas para os principais componentes cognitivos de cada inteligência. Esses dados neurais foram organizados em quatro níveis: regiões primárias, sub-regiões, estruturas particulares e multi-regiões por inteligência. Segundo os autores, descrever MI e g (modelo neural mais aceitos para inteligência geral) como entidades mutuamente incompatíveis parece ser mais uma preferência cultural do que uma conclusão derivada da evidência neurocientífica. Esta investigação descobriu uma riqueza de evidências em neurociência que descrevem os fundamentos neurais das habilidades associadas à inteligência geral e às oito inteligências múltiplas.

- Os pesquisadores Im et al. (2018), dos Estados Unidos, propuseram que a Psicologia Educacional poderia servir de ponte entre a pesquisa básica em Neurociência e Psicologia. Esse trabalho apontou uma lacuna entra a área da Neurociência e da Educação. Partindo desse princípio, para ligar ambas áreas, o modelo proposto inclui a Psicologia Educacional entre essas duas áreas, pois pesquisadores anteriores já haviam proposto a inclusão da a Psicologia Cognitiva. Dessa maneira, o modelo proposto ficaria com a seguinte estrutura:

Neurociência ↔ Psicologia Cognitiva ↔ Psicologia Educacional ↔ Educação.

- Na área do Pensamento computacional, na Alemanha, os pesquisadores Boom et al. (2018) abordaram a questão de como esta área estaria relacionada à inteligência. Os autores apontam que, na literatura revisada, o Pensamento computacional é frequentemente referido como uma abordagem de solução de problemas no contexto da computação, com recursos importantes na ciência da computação. Por outro lado, a inteligência é definida como uma capacidade geral de resolução de problemas e também referida como a capacidade do raciocínio abstrato em muitas teorias. Porém, o Pensamento computacional e a inteligência compartilham algumas características em suas definições.

- Na Itália, os autores Ludovico et al. (2017) discutiram uma atividade de aprendizado multimodal baseada em peças LEGO, onde elementos dos domínios da música e da informática foram misturados. O objetivo principal desta atividade foi de promover uma exploração conjunta de conceitos de programação de computadores e de representação de informações no domínio musical, usando os blocos LEGO. O professor teve duas opções para a proposta da atividade, que foram: a) transmitir conceitos de Pensamento computacional usando notação musical; b) permitir que os estudantes descobrissem uma notação musical simplificada.

Através dessa investigação foi possível identificar uma concentração com mais de dez trabalhos na área de educação na Turquia. Isso foi relatado no trabalho de Bas (2016), onde o mesmo aponta que a teoria das inteligências múltiplas tem sido um método popular de instrução implementado no currículo elementar desde 2005.

De acordo com a base metodológica supracitada, o Brasil não possui nenhum trabalho que envolva a teoria das inteligências múltiplas com a Educação, ou com a Neurociência, ou com o Pensamento computacional. Cabe destacar que essa revisão teórica optou por não buscar termos em português, pois a pesquisa por palavras-chave em inglês retorna trabalhos do mundo todo. Portanto, há probabilidade de que pesquisas nacionais tenham sido realizadas e somente publicadas em português.

Esta revisão de trabalho gerou indicadores importantes para futuras pesquisas e está publicada em: https://seer.ufrgs.br//InfEducTeoriaPratica/article/view/10378

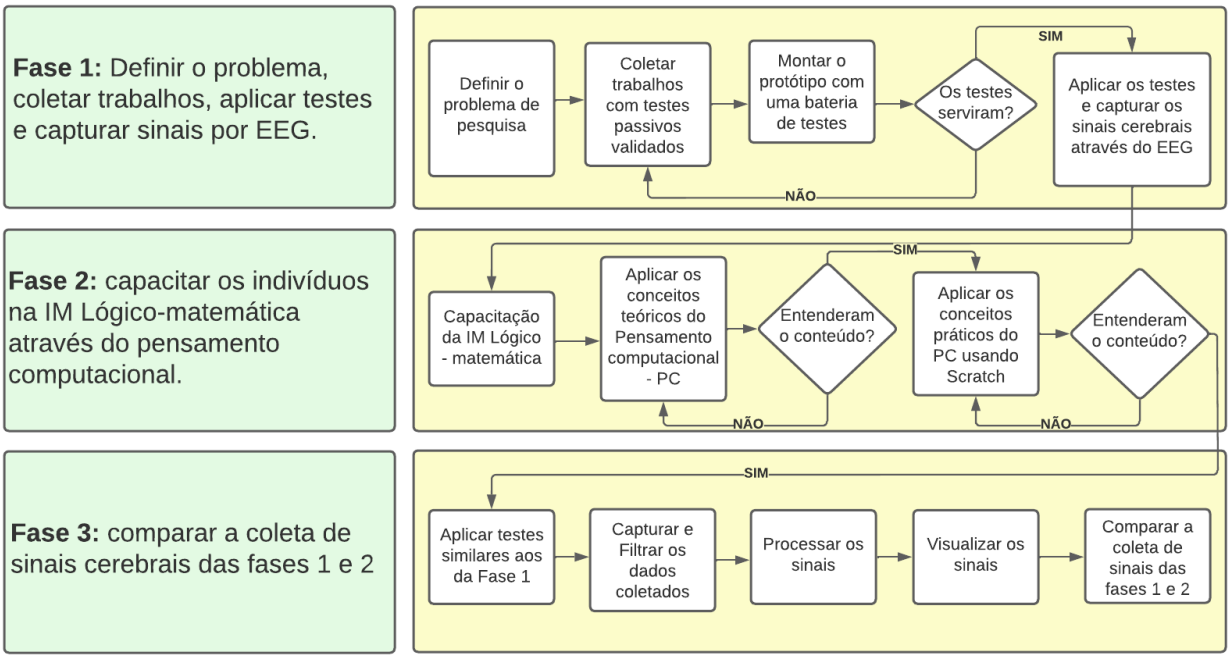
3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desenvolvida para esta pesquisa apresentou três fases principais, que tiveram como objetivo geral investigar se uma inteligência, quando recebia qualquer tipo de capacitação, poderia ou não influenciar nas demais inteligências da teoria das IM. A primeira fase consistiu da criação de testes práticos para cadas inteligências múltiplas investigada nos estudantes. A segunda fase tratou de uma capacitação focada no pensamento computacional, que está ligado à inteligência lógico - matemática. Por fim, a terceira e última fase consistiu na aplicação de testes similares aos iniciais, de modo que possibilitasse a comprovação se houve ou não mudança nas demais inteligências investigadas. Nas fases um, três e criação de protótipo (terceiro item da fase um no fluxograma apresentado na Figura 3.1), essa pesquisa usou testes que serviram para aquisição de sinais cerebrais para análise através da neurociência. A criação e análise do protótipo está apresentada na seção 3.2.

A Figura 3.1 apresenta todas as fases propostas nessa pesquisa, bem como, os detalhes para o desenvolvimento da metodologia proposta nesse trabalho de tese.

Em relação aos aspectos éticos do trabalho, o mesmo foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa - CEP, pois trata-se de pesquisa que envolve seres humanos. O trabalho possui o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE de número 76049923.2.0000.5324.

Figura 3.1: Fluxograma de fases da metodologia proposta



Fonte: O autor

A Tabela 7 apresenta as principais características das inteligências que foram investigadas nesse trabalho. Na primeira coluna temos a descrição de cada uma das inteligências. Na segunda coluna temos as características das inteligências múltiplas de acordo com Gardner

Tabela 7: Características das inteligências múltiplas e áreas cerebrais acionadas

Inteligência	Gardner (1995) e Visser et al. (2006)	Cunha (2011)	Áreas ativadas - Shearer and Karanian (2017)	Áreas ativadas - protótipo
Espacial	Assim como o hemisfério esquerdo, durante o curso da evolução, foi escolhido como o local do processamento linguístico nas pessoas destras, o hemisfério direito é comprovadamente o local mais crucial do processamento espacial	Capacidade de compreender e recriar estímulos visuais ou tácteis em outras formas de percepção	Frontal (39.16 %) Parietal (20.28 %) Temporal (16.08 %) Occipital (9.79 %)	Occipital (100 %) Temporal (100 %) Parietal (83.33 %) Frontal (71.83 %)
Interpessoal	Está baseada numa capacidade nuclear de perceber distinções entre outros; em especial, contrastes em seus estados de ânimo, temperamentos, motivações e intenções	Percepção de estados de humor, sentimentos e outros estados da mente, sejam próprios (intrapessoal) ou de outras pessoas (interpessoal)	Frontal (38.74 %) Temporal (27.93 %) Parietal (9.01 %) Occipital (3.60 %)	Occipital (100 %) Parietal (100 %) Temporal (100 %) Frontal (91.66 %)
Linguística	O chamado "centro de Broca"é responsável pela produção de sentenças gramaticais. uma pessoa com dano nesta área pode compreender palavras e frases bastante bem, mas tem dificuldade em juntar palavras em algo além das frases mais simples	Domínio das palavras, extraindo suas potencialidades	Temporal (39.52 %) Frontal (26.61 %) Parietal (12.10 %) Occipital (7.26 %)	Occipital (100 %) Parietal (100 %) Temporal (100 %) Frontal (91.66 %)
lógico - matemática	É o arquétipo da "Inteligência pura" ou da faculdade de resolver problemas que encurta significativamente o caminho entre os domínios. Certas áreas do cérebro são mais importantes do que outras no cálculo matemático. Há estudantes com síndrome de savant (aluno mentalmente deficiente com um talento altamente especializado em determinada área)	Capacidade de discernir, confrontar e avaliar relações entre objetos e processos abstratos entre si	Frontal (35.21 %) Parietal (33.80 %) Temporal (21.13 %) Occipital (1.41 %)	Temporal (100 %) Frontal (45.83 %)

Fonte: O autor

(1995) e Visser et al. (2006). Na terceira coluna temos os conceitos das mesmas IMs dado por Cunha (2011). Na quarta coluna temos as áreas cerebrais que são ativadas relativas a cada uma das inteligências múltiplas de acordo com o trabalho de Shearer and Karanian (2017). Por fim, na última coluna, acrescentamos as áreas cerebrais ativadas durante a execução de testes identificados na fase de criação do protótipo. A criação e análise do protótipo está apresentada na seção 3.2.

O trabalho de Shearer e Karanian Shearer and Karanian (2017) investigou, através de uma revisão, 318 relatórios de neurociência e extraiu regiões neurais citadas para os principais componentes cognitivos de cada inteligência. Após isso, organizou os dados neurais em quatro níveis: regiões primárias, sub-regiões, estruturas particulares e multi-regiões por inteligência. As porcentagens apresentadas na coluna quatro da Tabela 7, se referem a quantidade vezes que a área cerebral da região primária foi encontrada em relação ao número total de trabalhos. Na coluna cinco da mesma tabela temos os resultados extraídos da criação de um protótipo para esta pesquisa. O protótipo desenvolvido e seus resultados estão aprofundados na seção 3.2. Por fim, cabe salientar que, apesar de estarem dispostos na mesma tabela, o trabalho de Shearer e Karanian tem uma metodologia diferente do protótipo desenvolvido para essa pesquisa (e também da proposta metodológica para este trabalho de tese), mas serviram como parâmetro mais próximo daquilo que tentamos investigar e comprovar.

3.1 Criação de testes para coleta e análise dos sinais cerebrais

A primeira fase da metodologia tratou da etapa de criação de testes não padronizados, com mínima interferência física dos estudantes, para serem aplicados no público investigado. Os testes não padronizados foram caracterizados dessa maneira, pois permitiram que os estudantes investigados não tivessem apenas respostas fechadas do tipo “sim” ou “não” como testes que usam lápis e papel, mas sim, respostas abertas. Esses testes foram avaliados na fase de protótipo e, de acordo com a sua relevância e eficiência nos resultados, foram aplicados nessa pesquisa para avaliação e classificação das inteligências múltiplas no perfil de cada aluno. Os testes serviriam tanto para a fase inicial de mapeamento das inteligências múltiplas nos estudantes quanto para a fase final de investigação (com os devidos ajustes) após o aprimoramento das inteligências múltiplas lógico - matemática.

A literatura investigada em relação aos testes apresenta, em sua maioria, atividades padronizadas e que não permitem que o aluno investigado responda qualquer questão sem ser as que estão dispostas e moldadas ao teste. as inteligências múltiplas corporal-cinestésica, por exemplo, foi investigada no trabalho de Gülünay and Savas (2019), onde foram comparados os níveis de desempenho em inglês de estudantes com inteligência física/cinestésica com aqueles com outras áreas de inteligência. O trabalho de Ahmadian and Jalilian (2012) examinou a relação entre a inteligência espacial dos estudantes de EFL (*English as a Foreign Language*) e seus desempenhos em testes de cloze (exercício onde o aluno adiciona palavras em espaços deixados em branco em algumas sentenças). as inteligências múltiplas linguística foi apresentada no

trabalho de Suleiman (2013), que examinou a anatomia do evento de fala e traçou implicações pedagógicas para ajudar os professores a fazer as adaptações necessárias, e também no trabalho de Naeini et al. (2015), que visava examinar os efeitos potenciais de atividades baseadas em IM, como estilos de aprendizagem na proficiência auditiva de estudantes universitários iranianos.

Em relação as metodologias desenvolvidas e formas de aplicação, os testes investigados avaliam os estudantes de forma ativa, utilizando instrumentos, como questionários, inventários, redações ao ar livre e listas de verificação. Portanto, este trabalho teve como premissa a criação de testes não padronizados e de forma passiva, uma vez que houve necessidade de investigação e análise das respostas de forma aberta. E, não menos importante, que os estudantes tivessem a mobilidade corporal reduzida ao máximo para não criar interferência na emissão dos sinais cerebrais no momento da coleta através do EEG.

Na literatura investigada não foram encontrados testes de avaliação das inteligências múltiplas que se adequassem as necessidades deste trabalho de tese. Portanto, foram criados testes exclusivos para avaliação de cada uma das inteligências múltiplas investigadas, que são: a espacial, a interpessoal, a linguística e a lógico - matemática. Dentre o conjunto das oito inteligências, optamos pelas inteligências supracitadas, uma vez que as mesmas possibilitam a criação de testes que exigem o menor esforço físico possível.

A teoria das inteligências múltiplas propõe uma reestruturação fundamental da maneira pela qual os educadores avaliam o progresso na aprendizagem de seus estudantes. Ela sugere um sistema que depende muito menos de testes formais padronizados e muito mais de medidas autênticas referenciadas no critério. Segundo Armstrong (2009), a filosofia de avaliação das inteligências múltiplas combina perfeitamente com a perspectiva de um crescente número de educadores experientes, os quais argumentam que medidas autênticas de avaliação investigam melhor o entendimento que os estudantes tem dos materiais estudados.

3.2 Criação e análise do protótipo

Antes da aplicação efetiva dos testes criados para esta pesquisa, os mesmos foram submetidos a uma avaliação através de um protótipo. Durante a aplicação dos testes para a fase do protótipo, as atividades cerebrais foram coletadas para análise através do EEG. Nas fases um e três as coletas seguiram a mesma metodologia empregada na criação do protótipo, com um aprimoramento nos testes para as inteligências interpessoal e linguística na última fase, onde tornamos os testes com mínima interferência física dos estudantes para evitar ruído nas coletas.

O protótipo desenvolvido neste trabalho consiste em uma bateria de testes abrangente, projetada para avaliar múltiplas inteligências, incluindo a lógico - matemática, espacial, interpessoal e linguística. Por meio da aplicação desses testes, é possível mapear a ativação cerebral em diferentes áreas, analisar a frequência de sinais e determinar a eficácia dos testes criados. Isso permite validar, aprimorar ou descartar os testes, contribuindo para o refinamento da pesquisa.

A proposta de criação de um protótipo como atividade inicial para cadas inteligências

múltiplas foi importante, pois os testes poderiam não proporcionar um resultado satisfatório, tanto em relação a inteligência que está sendo investigada, quanto as áreas do cérebro ativadas durante os testes.

Dentre o conjunto das oito inteligências, optamos pelas expostas na Tabela 16, uma vez que as mesmas possibilitam a criação de testes que exigem o menor esforço físico possível. Essa opção ocorreu pelo fato de tentarmos evitar ruídos nas capturas de sinais durante a execução dos testes.

Tabela 8: Tabela de testes para aplicar durante a aquisição dos sinais por EEG - fase de protótipo

Inteligência	teste
Espacial	De olhos vendados, manusear objetos com as mãos e tentar descrevê-los.
Interpessoal	Após a visualização de um vídeo, relatar se conhece alguém da vida real parecido com algum personagem e fazer uma breve comparação.
Linguística	Descrever o personagem principal do vídeo com suas palavras. Discorrer sobre outros personagens do vídeo. Contar algo sobre o ambiente onde a história se passa.
lógico - matemática	Resolver uma série de cálculos de soma e de subtração.

Fonte: O Autor

A Tabela 16 apresenta a forma geral dos testes iniciais na fase de protótipo. Para a inteligência espacial, os estudantes tiveram seus olhos vendados e manusearam objetos com formas geométricas diversas para tentar descobrir do que se tratava cada um. Para a inteligência interpessoal e linguística, foi utilizado um vídeo curta-metragem para que os estudantes investigados pudessem expressar suas impressões sobre determinado personagem, ambiente e também correlacionar o conteúdo do material com indivíduos do seu cotidiano. Por fim, para as inteligências múltiplas lógico - matemática foi apresentado uma série de cálculos básicos de adição e de subtração impressos em uma folha, alguns corretos e outros incorretos, para que os investigados analisassem todos os resultados.

Os estudantes investigados na criação do protótipo foram três homens, da área de ciências exatas e da terra, com as seguintes idades e formações em andamento: aluno 1 - 35 anos - Engenharia de Computação (Mestrado); aluno 2 - 22 anos Engenharia de Computação (Graduação); e aluno 3 - 21 anos - Engenharia de Computação (Graduação) (sendo a média das idades 26,0 - desvio padrão 7,81).

Em relação ao teste proposto na fase do protótipo para a inteligência espacial, os estudantes deveriam tentar identificar o que era cada objeto com o uso das mãos e com os olhos vendados. Solicitamos que os estudantes ficassem com a palma das mãos viradas para cima e colocamos um objeto por vez em suas mãos. Nesse teste não havia a intenção da exatidão do acerto sobre

o objeto em posse, mas sim, que o cérebro ativasse as áreas que trabalham com as inteligências múltiplas espacial. A Figura 3.2 apresenta o conjunto dos objetos utilizados no protótipo, entre eles: um cubo de plástico com cerca de 6cm de base, uma esfera de isopor, e algumas letras e números feitos de plástico.

Figura 3.2: Conjunto de objetos utilizados durante a captura dos sinais para testar a inteligência espacial na fase um



Fonte: O autor

Para as inteligências múltiplas interpessoal, os testes serviram para avaliar a capacidade dos estudantes de distinguir como outros indivíduos estão se sentindo, quais são as suas reações, como eles classificam aspectos de personalidades em outras pessoas, entre outros pontos de vista que envolvam, principalmente, feições faciais. Para as inteligências múltiplas linguística os testes avaliaram a habilidade de descrever o personagem principal do curta-metragem, os personagens secundários e, no mesmo sentido, o ambiente em que a história se passa. Foi avaliado também a capacidade do uso das palavras de modo oral e não escrito, uma vez que os testes primam pela passividade para ter a mínima interferência na coleta dos sinais. Em ambos os testes, a avaliação do protótipo serve para analisar as áreas cerebrais ativadas durante o teste.

Em relação as inteligências interpessoal e linguística apresentamos um vídeo de curta duração para os participantes da pesquisa. A animação curta-metragem Pular apresenta um carneiro feliz que entristece subitamente após ser tosquiado pela primeira vez. Após isso, um coelho lhe dá conselhos para entender que sua essência não está em sua lã, mas sim no seu interior (Luckey, 2004). A inteligência interpessoal é caracterizada pelas habilidades sociais de compreender o outro através dos seus sentimentos, feições faciais e ações. Para testar essa IM, pedimos para os estudantes relatarem, após assistir o vídeo, se conheciam alguma pessoa do mundo real que se assemelhava a algum(a) personagem do vídeo.

Para a inteligência linguística solicitamos aos estudantes que descrevessem o principal personagem do vídeo. Após isso, pedimos para discorrer sobre os personagens secundários e, por último, solicitamos a descrição sobre o ambiente em que a história se passava. Este teste serviu para estimular a inteligência testada, a linguagem oral e a capacidade de comunicação dos

Tabela 9: fase um - Cálculos para testar as inteligências múltiplas lógico - matemática

Cálculo	Resultado
32 + 4 = 36	CORRETO
45 - 7 = 35	INCORRETO
11 + 7 = 19	INCORRETO
90 - 5 = 85	CORRETO
6 + 4 = 14	INCORRETO
90 + 9 = 89	INCORRETO
210 - 70 = 130	INCORRETO
355 - 65 = 285	INCORRETO
362 + 153 = 615	INCORRETO
438 - 244 = 194	CORRETO

Fonte: O Autor

Tabela 10: Tempo de execução das tarefas

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3
Espacial	1:50	3:40	2:26
lógico - matemática	1:10 (0 erros)	0:52 (1 erros)	0:45 (1 erros)
Interpessoal	1:00	0:28	0:25
Linguística	2:30	2:33	1:30

Fonte: O Autor

estudantes.

Para as inteligências múltiplas lógico - matemática os estudantes foram confrontados com cálculos de operações básicas como somar e subtrair. A cada teste apresentado o aluno investigado deveria responder se o cálculo estava correto ou incorreto. Os cálculos apresentados no teste estão expostos na Tabela 9. Assim como nas inteligências espacial, linguística e interpessoal, os testes propostos para as inteligências múltiplas lógico - matemática também serviram para identificar qual área do cérebro era ativada enquanto os estudantes estavam realizando os exercícios.

Para cada um dos quatro testes foi disponibilizado tempo livre para realização. Dessa maneira, a Tabela 10 apresenta o tempo que cada aluno realizou em cada uma das tarefas.

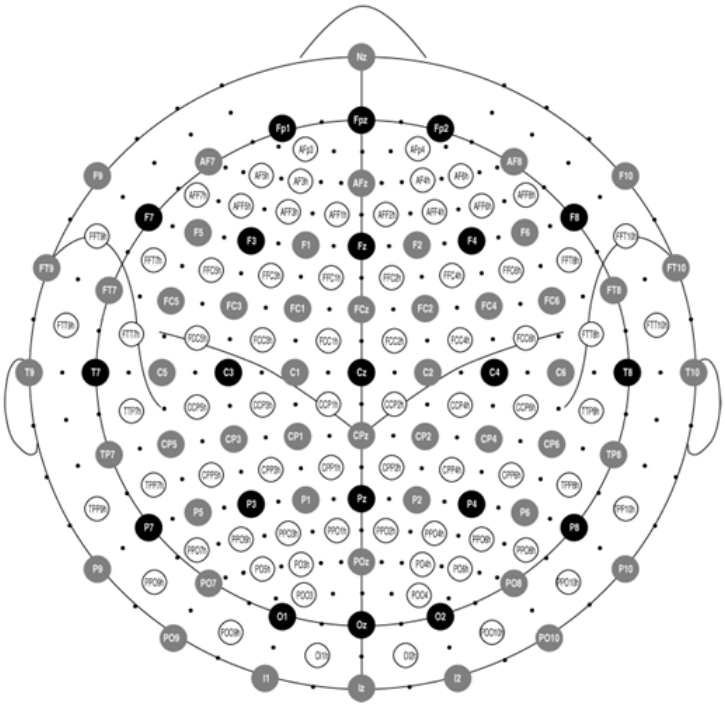
3.2.1 Aquisição de dados usando Interface cérebro-computador (BCI)

As interfaces cérebro-computador ou *Brain-Computer Interface* (BCI) surgiram como uma nova tecnologia que conecta o cérebro a dispositivos externos (He et al., 2020). A BCI utilizada para este trabalho se trata de um dispositivo na forma de um fone de ouvido (*headset*), com eletrodos espalhados pela extensão do crânio capaz de capturar os sinais cerebrais das áreas identificadas por cores, como é apresentado na Figura 3.4. Uma Interface Cérebro-Computador

(BCI) é um sistema avançado que detecta e interpreta sinais cerebrais, identificando as intenções do usuário e traduzindo-as em comandos precisos em tempo real (Wolpaw, 2013). Essa tecnologia inovadora permite que os usuários controlem dispositivos externos com maior precisão e eficiência, abrindo novas possibilidades para aplicações em diversas áreas.

Nos experimentos, os eletrodos podem ser posicionados em qualquer região do couro cabeludo, de acordo com o sistema internacional 10 - 20. Eles captam as ondas nas frequências cerebrais emitidas que ocorrem através das sinapses dos neurônios. Nesse sentido, é possível identificar quais regiões do cérebro são ativadas mediante estímulos externos, tais como aplicações de testes no contexto das inteligências múltiplas, de modo não invasivo.

Figura 3.3: Sistema internacional 10 - 10 e Sistema internacional 10 - 20



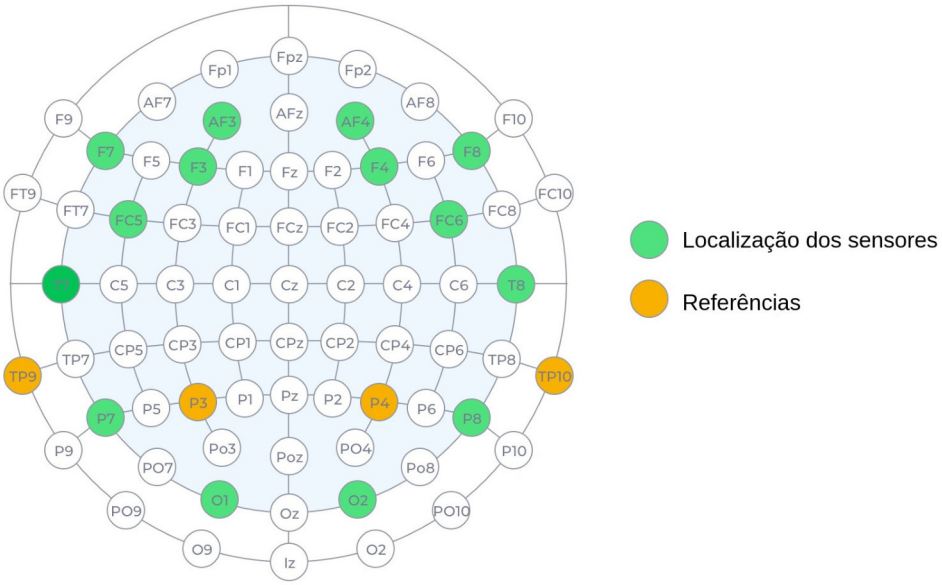
Fonte: Oostenveld and Praamstra (2001)

A Figura 3.3 apresenta dois sistemas de referência para a colocação dos eletrodos. Nas posições do sistema 10 - 20 os eletrodos são identificados pelos círculos pretos, enquanto que nas posições do sistema 10 - 10 os círculos são identificados pela cor cinza, que indicam posições adicionais introduzidas na extensão 10 - 10 (Oostenveld and Praamstra, 2001).

As etapas que formam um BCI padrão são: aquisição de sinal, pré-processamento ou aprimoramento de sinal, extração de recursos, classificação e interface de controle (Nicolas-Alonso and Gomez-Gil, 2012). O estágio inicial desse trabalho caracteriza-se pela captura de sinais cerebrais (aquisição de sinal) enquanto os estudantes executam determinadas tarefas que são relacionadas com as inteligências múltiplas. O pré-processamento e a classificação dos sinais serão apresentados na subseção que trata do *software* utilizado nessa pesquisa.

O sistema utilizado na ferramenta *Emotiv Epoc headset*, que será apresentado na seção 3.2.2, utiliza pontos do sistema 10 - 10 e, também, pontos do sistema 10 - 20, conforme Figura 3.4.

Figura 3.4: Mapeamento da distribuição dos eletrodos utilizado no equipamento *Emotiv Epoc headset*



Fonte: EMOTIV (2023)

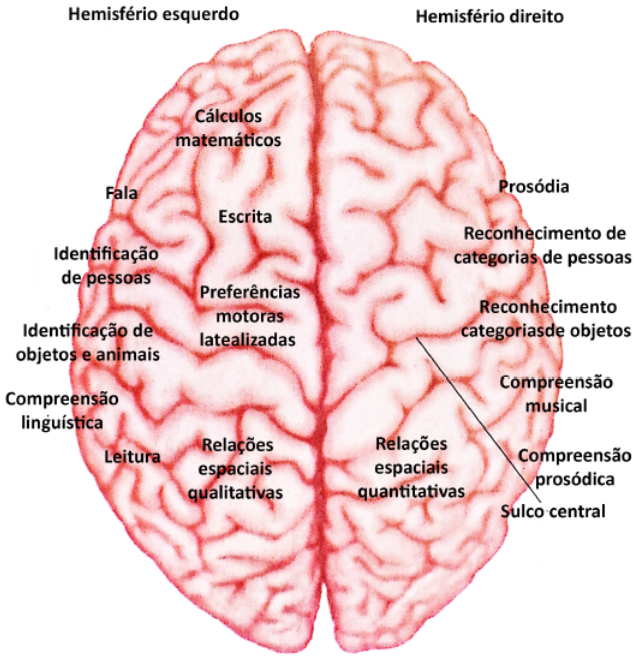
Essa padronização dos pontos, apontada pelo sistema, serve para colocação de eletrodos de eletroencefalograma (EEG) e, também, para correlacionar localizações externas do crânio com áreas corticais subjacentes (Herwig et al., 2003). Usando este sistema, temos um mapeamento completo dos sinais das áreas do cérebro que ficam mais próximas do crânio. Dessa maneira, conseguimos avaliar toda a atividade do córtex frontal, do parietal, do temporal e do occipital enquanto os estudantes executam as tarefas propostas.

O EEG grava a atividade, que é detectada por eletrodos colocados no couro cabeludo, conforme as seguintes localizações neuroanatômicas: frontal (F), central (C), parietal (P), temporal (T), occipital (O). Os eletrodos ímpares representam o hemisfério esquerdo cerebral, e os pares, o hemisfério direito (Ramos et al., 2020). Ainda, de acordo com a Figura 3.4, o nome de cada eletrodo indica a região do cérebro, em que FP indica a região pré-frontal; F, frontal; T, temporal; C, central; P, parietal e O, occipital. Já o número ou a segunda letra correspondem a localização hemisférica, Z é a linha zero no centro da cabeça; números pares representam o hemisfério direito e os números ímpares indicam o hemisfério esquerdo (Bastos, 2017).

Para a criação do protótipo, parte da fase inicial dessa pesquisa, usamos o esquema disposto na Tabela 11, que apresenta quatorze eletrodos ao redor do crânio, de forma que, no esquema apresentado, temos pontos equidistantes entre os dois lados do crânio. As áreas cerebrais e as suas respectivas funções investigadas nesse trabalho encontram-se na mesma tabela, assim como os eletrodos correspondentes às mesmas (tanto do lado esquerdo quanto direito).

Na Figura 3.5, Lent (2010) apresenta a divisão do cérebro entre os hemisférios esquerdo e direito. E, também, as principais funções de cada um dos respectivos hemisférios. No hemisfério esquerdo temos as funções específicas e, no hemisfério direito, temos as funções globais. Os

Figura 3.5: Divisão dos hemisférios cerebrais e suas funções



Fonte: Lent (2010)

resultados da coleta dos sinais cerebrais, durante a execução de determinadas tarefas para cada uma das inteligências múltiplas pesquisadas, terá como parâmetro de comparação as funções e áreas investigadas no trabalho de Lent (2010).

Tabela 11: Localização dos eletrodos em relação as regiões cerebrais e suas principais funções

Região cerebral	Eletrodos lado esquerdo	Eletrodos do lado direito	Funções
Lobo Frontal	Af3, F7, F3, Fc5	Af4, F8, F4, Fc6	Funções executivas e atividades motoras (gerenciamento dos recursos cognitivos/emocionais diante de uma dada tarefa)
Lobos Temporal	T7	T8	Percepção de movimentos biológicos e linguagem
Lobo parietal	P7	P8	Percepção somatossensorial, representações espaciais e percepções táteis
Lobo Occipital	O1	O2	Visualização de imagens (inclusive durante um diálogo)

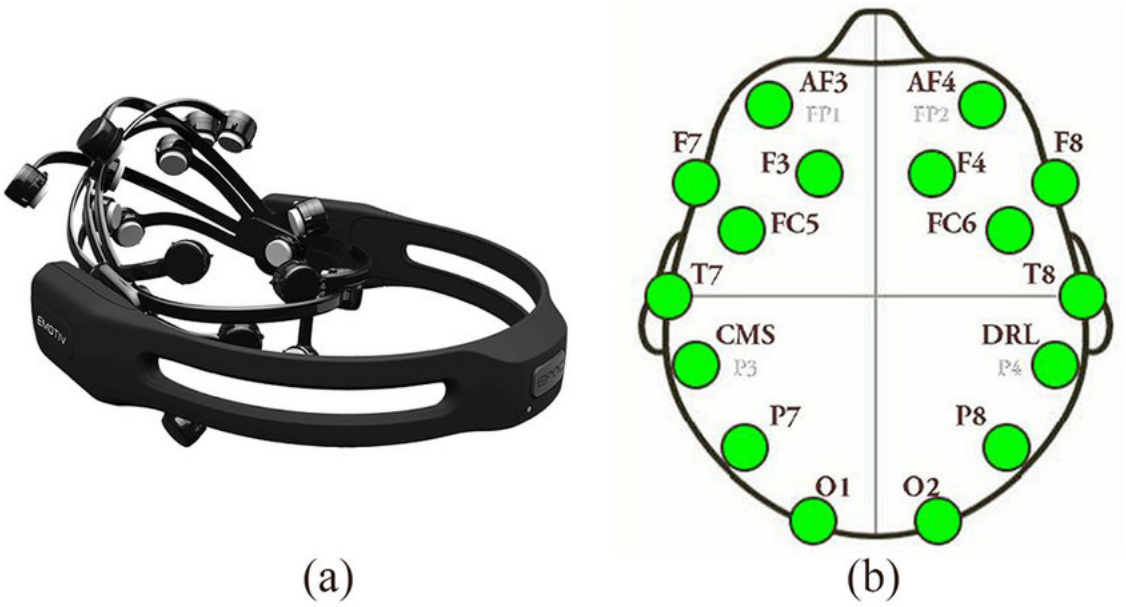
Fonte: Adaptado de (Bastos, 2017)

3.2.2 *Hardware Emotiv Epoc headset* para aquisição dos sinais cerebrais

Para leitura dos sinais durante a realização dos testes utilizamos o *Emotiv Epoc headset*, equipamento que possui 14 eletrodos mais as referências CMS e DRL (*Common Mode Sense* e *Driven Right Leg*, respectivamente). O *Emotiv Epoc* é um sistema EEG portátil de alta resolução com 14 canais que foi projetado para ser rápido, fácil de ajustar e fazer medições em

aplicações práticas de pesquisa[2].

Figura 3.6: Emotiv Epoc (a) e mapeamento dos eletrodos no *hardware* (b)



Fonte: EMOTIV (2023)

A leitura de sinais das ondas cerebrais pode ser realizada com um aparato clínico ou com leitores científicos, como é o caso do *Emotiv Epoc*. Este tipo de equipamento permite a leitura prévia de estudos que, no futuro, podem ser aprofundados com os equipamentos clínicos. Além da diferença tecnológica dos equipamentos temos também a questão do custo, onde equipamentos para uso clínico possuem valores que chegam a ultrapassar dez vezes o valor de um equipamento de pesquisa. A qualidade dos sinais registrados nos equipamentos de pesquisa está aumentando gradualmente e atingindo níveis que foram oferecidos apenas alguns anos atrás por dispositivos muito mais caros usados na medicina para fins de diagnóstico (Browarska et al., 2021).

Outra questão a ser levada em consideração é a usabilidade das ferramentas disponibilizadas para o Hardware que será usado. Segundo Duvinage et al. (2013) , por exemplo, em termos de usabilidade, o *Emotiv Epoc Headset* oferece uma estrutura muito mais amigável que o dispositivo ANT (*Advanced Neuro Technology*).

3.2.3 *Softwares do Emotiv Epoc* para capturar, filtrar, processar e visualizar os sinais cerebrais

O *Emotiv Epoc headset* é fornecido com três *softwares* de detecção diferentes, as suítes: *Expressiv*, que interpreta as expressões faciais do usuário em tempo real; a *Affectiv*, monitora os estados emocionais do usuário em tempo real; e, a *Cognitiv*, realiza o controle padrão do tipo *brain computer interface* - BCI.

[2]https://emotiv.gitbook.io/epoc-user-manual/introduction-1/about

um dos *softwares* para trabalhar a parte de BCI foi o *Emotiv BrainViz*, que identifica as atividades cerebrais em 3D. De modo que, além da intensidade da atividade que estava sendo executada e o local da mesma, foi possível identificar quais frequências estavam atuando de forma predominante, de acordo com o sistema de cores da Figura 3.7. Para expor o sistema de cores, colocamos, por exemplo, a frequência Alfa na potência máxima e desligamos as demais. Dessa forma, a atividade cerebral apresentada se refere apenas a frequência que teve seu potenciômetro acionado, pois as demais ficam nulas. Isso permite identificar quais bandas (como alfa: 8–13 Hz, beta: 13–30 Hz, teta: 4–8 Hz, delta: 0.5–4 Hz) estão mais ativas.

O segundo *software* usado é o EmotivPRO que gera valores numéricos dos sinais captados enquanto os estudantes realizam os testes. O Software apresenta os eletrodos e suas nomenclaturas de acordo com o que está disposto na Tabela 11. As imagens da captura desses registros estão disponibilizadas na Figura 3.8.

O Emotiv Pro, como software de análise de sinais EEG, utiliza uma combinação de modelos matemáticos e técnicas de processamento de sinais e aprendizado de máquina para interpretar os dados coletados pelos sensores do dispositivo. Porém, a documentação detalhada do software é proprietária, ou seja, a empresa proprietária do *software* não disponibiliza o código fonte.

O Emotiv Epoc é um dispositivo de EEG que capta sinais elétricos do cérebro, e embora ele não utilize uma única equação específica para seu funcionamento, ele depende de várias técnicas matemáticas e algoritmos para processar e interpretar os sinais. Algumas das principais equações e conceitos envolvidos incluem: filtragem de sinais, cálculo da potência das bandas de frequência, análise de bandas de frequência e classificação de padrões.

Para remover ruídos e interferências, são usadas técnicas de filtragem, como filtros passa-baixa, passa-alta e de banda (Pfister, 2017), que podem ser representadas por equações de filtros digitais, por exemplo:

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N} b_k x[n-k] - \sum_{k=1}^{N} a_k y[n-k] \tag{3.1}$$

Onde:

$y(n)$: é o valor da saída do filtro no instante n.

$x(n)$: é o valor da entrada do filtro no instante n.

$y(n-1)$: é o valor da saída do filtro no instante anterior (n-1).

$x(n-1)$: é o valor da entrada do filtro no instante anterior (n-1).

A equação calcula o valor do sinal filtrado (y[n]) no instante (n) com base em: (x[n - k]): valores do sinal de entrada em diferentes instantes passados (de (n) até (n - N)), (y[n - k]): valores do sinal filtrado em instantes passados, (b_k) coeficientes que determinam a contribuição de cada valor de entrada, (a_k) coeficientes que determinam a contribuição dos valores passados do sinal filtrado.

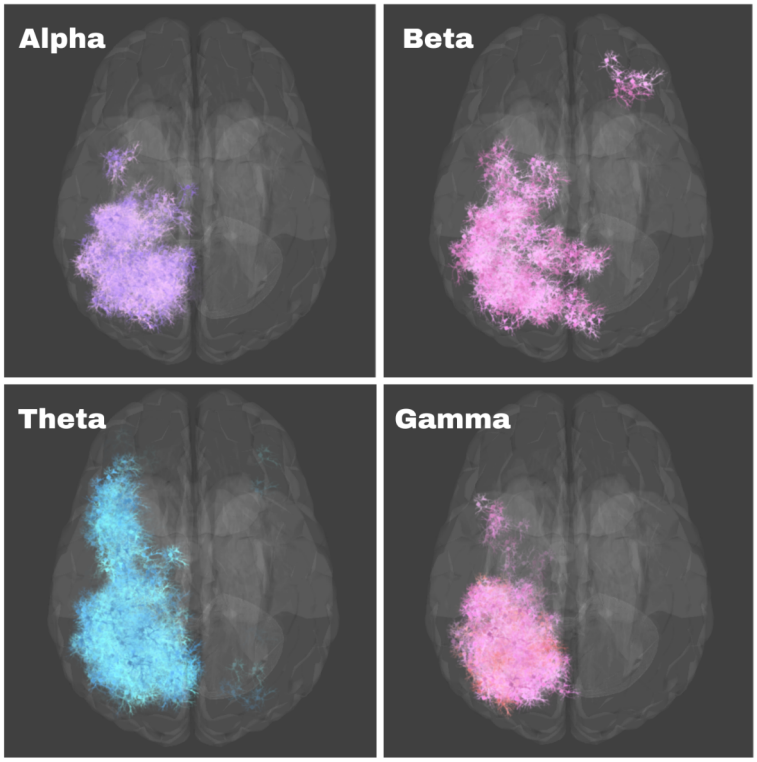
O primeiro somatório é uma soma ponderada do sinal de entrada no instante n-k, insto é para cada (k) de 0 até (N), multiplica-se o sinal de entrada no instante ($n-k$) pelo coeficiente correspondente (b_k).

O segundo somatório é uma soma ponderada do sinal de saída no instante n-k, insto é, para cada (k) de 1 até (N), multiplica-se o sinal de saída anterior no instante $(n-k)$ pelo coeficiente (a_k).

O software emotiv pro realiza o pré-processamento com as seguintes fases: filtragem: (os sinais passam por filtros digitais para remover ruídos e interferências indesejadas), filtro passa-baixa (remove componentes de alta frequência (por exemplo, acima de 50 Hz), filtro passa-alta (remove componentes de baixa frequência (por exemplo, abaixo de 0,5 Hz) e filtro passa-banda (isola faixas específicas de frequência relevantes para análise).

Detalhes sobre estudo de sinais e filtros são encontrados em..... referenciar

Figura 3.7: Frequências utilizadas no *Emotiv BrainViz*



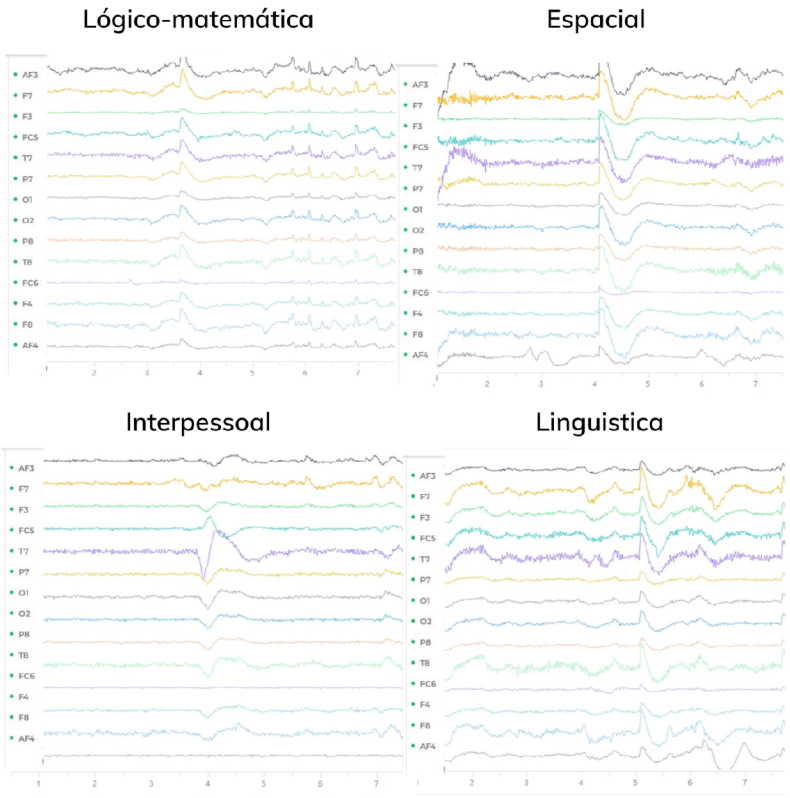
Fonte: O autor

3.2.4 Resultados do desenvolvimento do protótipo

Através da captura dos sinais cerebrais em três estudantes, utilizando o *Emotiv Epoc headset* durante testes específicos para quatro inteligências da teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner, conseguimos obter resultados para uma análise quantitativa sobre a relação entre as áreas ativadas e as IMs investigadas nesta pesquisa.

A ideia central da criação desse protótipo foi a identificação de áreas cerebrais que são ativadas durante a execução dos testes supracitados na seção 3.2, tanto por número de eletrodos específicos, quanto o conjunto dos mesmos que se referem a uma determinada área, conforme as

Figura 3.8: Imagens capturadas do software EmotivPRO durante a execução dos testes para cada uma das quatro inteligências para um aluno



Fonte: O autor

Tabelas 12, 13, 14 e 15. Em relação a estas tabelas, destacamos em vermelho quatro eletrodos que estão presentes em todas as coletas, que são: Af3 e F7 (do lobo Frontal) e, também, T7 e T8 (do lobo Temporal). Os outros dez eletrodos restantes não apareceram em pelo menos um dos doze testes (quatro inteligências investigadas em três estudantes).

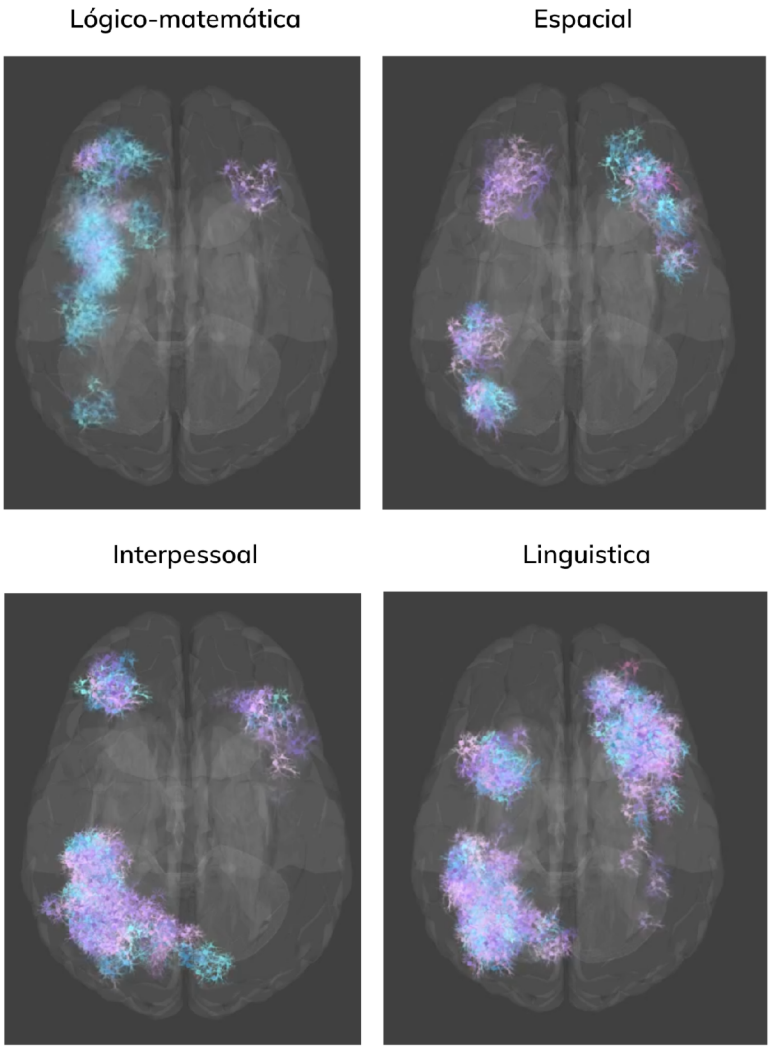
Para fins de uma melhor visualização dos resultados coletados e analisados no protótipo, os dados foram organizados de forma relacionada por cores, áreas cerebrais e o conjunto de eletrodos correspondentes. Desta forma, na cor verde está a área do lobo frontal e os eletrodos que compõem a mesma. Em azul estão as informações para o lobo temporal; em roxo os resultados do lobo parietal; e, por fim, em vermelho, os resultados para o lobo occipital.

Na primeira linha de cada tabela, temos as inteligências múltiplas testada na primeira célula e, na sequência das colunas temos as informações para cada um dos três estudantes. Nas próximas quatro linhas sequenciais temos as áreas cerebrais investigadas e a porcentagem do número de eletrodos que foram acionados em cada teste para cada aluno. Nas próximas quatorze linhas temos cada um dos eletrodos do dispositivo BCI utilizado na pesquisa.

A Figura 3.5, apresentada por Lent (2010), mostra o cérebro humano dividido em dois hemisférios e determinadas funções específicas que podem ser associadas às tarefas e as inteligências que foram investigadas nesta pesquisa. Segundo Lent (2010), o cálculo matemático, por exemplo, é realizado na parte frontal esquerda do cérebro (lobo frontal). De acordo com as

Figuras 3.8 e 3.9, podemos confirmar que houve atividade intensa nessa região durante o teste da inteligência lógico - matemática, onde o aluno apenas lia o cálculo e informava se estava correto ou incorreto.

Figura 3.9: Imagens capturadas do software *Emotiv BrainVIZ* durante a execução dos testes para cada uma das quatro inteligências para um aluno



Fonte: O autor

Apesar de não ser um dos testes que apresentou maior número de eletrodos acionados, a intensidade dos sinais acionados nos testes para a inteligência múltipla espacial se sobressaiu em relação às demais IMs. Ainda, correlacionando com as Figuras 3.8 e 3.9, os resultados dos testes com a Figura 3.5 , conseguimos identificar semelhança nas áreas apontadas da Figura 3.5 com os resultados das imagens da Figura 3.9. No teste da inteligência múltipla Espacial, todo o hemisfério esquerdo é ativado em determinado momento, assim como a parte frontal do hemisfério direito, onde temos reconhecimento de categorias de objetos. E, também, no hemisfério direito, ocorre a identificação de objetos e animais (temporal) e relações espaciais qualitativas (occipital esquerdo).

Tabela 12: Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla lógico - matemática

lógico - matemática	aluno 1	aluno 2	aluno 3
Lobo Frontal	50 %	50 %	37,5 %
Lobo Temporal	100 %	100 %	100 %
Lobo Parietal	0 %	0 %	50 %
Lobo Occipital	0 %	0 %	0 %
Af3	X	X	X
F7	X	X	X
F3	X		
Fc5	X	X	
Af4			
F8		X	X
F4			
Fc6			
T7	X	X	X
T8	X	X	X
P7			X
P8			
O1			
O2			

Nas atividades propostas para as inteligências múltiplas Interpessoal e Linguística, os estudantes tinham que olhar um vídeo e, posteriormente, responder algumas questões em relação ao mesmo. Nesse ponto, os resultados se assemelham um pouco. Ou pelo fato da tarefa usar o mesmo vídeo ou pelo fato de ter que observar, pensar e responder em ambos testes.

Para a inteligência múltipla interpessoal, solicitamos que os estudantes identificassem pessoas do mundo real e as relacionassem com algum personagem do vídeo curta metragem apresentado. De acordo com os resultados das Figuras 3.8 e 3.9, podemos avaliar que, as áreas ativadas para essa inteligência múltipla são as áreas próximas da fala e identificação da face das pessoas. Assim como reconhecimento de categoria de pessoas e relações espaciais quantitativas (hemisfério direito - parte traseira).

Por fim, nos testes em relação a inteligência múltipla linguística, podemos verificar através das imagens que tratam-se das mesmas áreas da inteligência múltipla interpessoal. Porém, com mais intensidade, uma vez que envolviam mais perguntas para esta inteligência múltipla e apenas uma para a interpessoal, exigindo que o aluno associasse vários aspectos da vida real com o que aconteceu com alguns personagens e o ambiente do vídeo apresentado.

3.2.5 Conclusão dos resultados do protótipo

Investigamos, através da criação deste protótipo de pesquisa, áreas cerebrais que eram ativadas enquanto alguns estudantes executavam testes relacionando a teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner. Conseguimos apontar de forma quantitativa, se havia atividade

Tabela 13: Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla Espacial

Espacial	aluno 1	aluno 2	aluno 3
Lobo Frontal	62,5 %	75 %	75 %
Lobo Temporal	100 %	100 %	100 %
Lobo Parietal	50 %	100 %	100 %
Lobo Occipital	100 %	100 %	100 %
Af3	X	X	X
F7	X	X	X
F3			X
Fc5	X	X	X
Af4		X	
F8	X	X	X
F4	X	X	X
Fc6			
T7	X	X	X
T8	X	X	X
P7	X	X	X
P8		X	X
O1	X	X	X
O2	X	X	X

Tabela 14: Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla Interpessoal

Interpessoal	aluno 1	aluno 2	aluno 3
Lobo Frontal	100 %	87,5 %	87,5 %
Lobo Temporal	100 %	100 %	100 %
Lobo Parietal	100 %	100 %	100 %
Lobo Occipital	100 %	100 %	100 %
Af3	X	X	X
F7	X	X	X
F3	X	X	X
Fc5	X	X	X
Af4	X	X	X
F8	X	X	X
F4	X	X	X
Fc6	X		
T7	X	X	X
T8	X	X	X
P7	X	X	X
P8	X	X	X
O1	X	X	X
O2	X	X	X

Tabela 15: Análise do acionamento dos eletrodos na inteligência múltipla Linguística

Linguística	aluno 1	aluno 2	aluno 3
Lobo Frontal	100 %	100 %	75 %
Lobo Temporal	100 %	100 %	100 %
Lobo Parietal	100 %	100 %	100 %
Lobo Occipital	100 %	100 %	100 %
Af3	X	X	X
F7	X	X	X
F3	X	X	X
Fc5	X	X	
Af4	X	X	X
F8	X	X	X
F4	X	X	X
Fc6	X	X	
T7	X	X	X
T8	X	X	X
P7	X	X	X
P8	X	X	X
O1	X	X	X
O2	X	X	X

cerebral em determinada área ou não, qual a porcentagem de acionamento para cada aluno em cada teste executado e comparamos esses resultados com o trabalho de Lent (2010), a fim de validar se estas atividades eram, de fato, executadas naquelas áreas apontadas de acordo com sua localização e função.

A análise do trabalho de Lent (2010) foi majoritariamente quantitativa, uma vez que foi investigado apenas se havia ou não atividade em determinados eletrodos e áreas cerebrais durante a execução dos testes usando o *Emotiv Epoc headset*, e não a quantidade e amplitude dos seus sinais. Porém, para a coleta de sinais na aplicação dos testes iniciais e finais, a análise quantitativa é fundamental, uma vez que há necessidade de comparação entre os dados obtidos nos testes e, como cerne dessa pesquisa, se houve ou não aprimoramento das demais inteligências além daquela que será desenvolvida durante o curso. O acesso para gravar, guardar e extrair os dados que servem para análises mais aprofundadas é liberado através da compra dos programas projetados para trabalharem com o *Emotiv Epoc headset*. Os resultados obtidos na fase da criação de protótipo foram extraídos de ferramentas de testes gratuitas.

Este protótipo teve como alvo três homens da mesma área de conhecimento e com faixas etárias distintas. Além de não ser a faixa etária do alvo desse trabalho de tese, as características de formação e gênero também não se enquadram no conjunto de estudantes que foram investigados nas fases de aplicação dos testes iniciais e finais.

As atividades desenvolvidas durantes as etapas deste protótipo foram publicadas em: https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3236

4 RESULTADOS

Após a aplicação do protótipo e calibração dos testes para as inteligências linguística e interpessoal, iniciamos a fase (1), com uma coleta de sinais cerebrais, a aplicação do curso de pensamento computacional para aprimorar a inteligência lógico - matemática e, por fim, a aplicação de testes da fase (2), similares aos iniciais da fase (1), para verificar se o aprimoramento de uma inteligência influencia nas demais IMs.

4.1 Público Alvo

Essa pesquisa foi aplicada em crianças entre 11 - 12 anos de idade, onde as mesmas chegam ao mundo das operações formais, ou seja, o raciocínio hipotético-dedutivo torna-se possível, e, com ele, a constituição de uma lógica formal aplicável a qualquer conteúdo (De Pádua, 2009). Apresentamos a proposta do curso para duas turmas que possuíam essa faixa etária e cerca de doze estudantes se interessaram. Desses, apenas oito retornaram com a documentação assinada com a autorização dos pais. Quando o curso iniciou, efetivamente seis estudantes frequentaram as primeiras aulas. Os testes, as coletas e o curso foram aplicados na Escola Estadual Ensino Fundamental Coronel Juvêncio Lemos, iniciando em abril de 2024. No mês de maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul enfrentou uma catástrofe com enchentes que assolaram várias cidades, entre elas, a cidade de Rio Grande. Com esse evento ficamos dois meses afastados das atividades presenciais em sala de aula, ou seja, o curso de pensamento computacional. No retorno do curso mais três estudantes desistiram e outro quebrou o braço. Por fim, restaram apenas dois estudantes para a realização de todas as fases do processo.

Caso o número de estudantes fosse significativo, a ideia inicial seria analisar determinados pontos chave (eletrodos) nas áreas cerebrais. Como a amostra de estudantes se reduziu a apenas dois indivíduos, resolvemos analisar todos os eletrodos em todos os testes, somando assim dois estudantes, quatro testes, dez eletrodos por testes, o que resultou em 80 (oitenta) análises.

4.2 Aplicação dos testes iniciais

Além dos testes para a inteligência lógico - matemática, foram aplicados testes nas IMs linguística, espacial e interpessoal para traçar o perfil inicial de cada inteligência múltipla em cada aluno investigado. Todos os testes realizados nas fases inicial e final foram aplicados no modo passivo, ou seja, com interferência física mínima do investigado para evitar ruídos durante a coleta dos sinais. O teste que possui maior interferência física é o da inteligência espacial, onde os estudantes usaram as mãos para identificar os objetos através do tato (ver Tabela 16).

Apresentamos para uma turma de estudantes do quinto ano do ensino fundamental um material audiovisual para testar as IMs linguística e interpessoal, onde os exercícios tiveram como base o conteúdo que se passava no vídeo. Após a apresentação, através dos testes, foram exploradas questões que envolviam seus personagens, cenários, enredo e contextualização do

Tabela 16: Tabela de testes para aplicar durante a aquisição dos sinais por EEG

Inteligência	Teste
Espacial	De olhos vendados, manusear objetos com as mãos e tentar descrevê-los.
Interpessoal	Após a visualização de um vídeo, relatar se conhece alguém da vida real parecido com algum personagem e fazer uma breve comparação.
Linguística	Descrever o personagem principal do vídeo com suas palavras. Discorrer sobre outros personagens do vídeo. Contar algo sobre o ambiente onde a história se passa.
lógico - matemática	Resolver uma série de cálculos de soma e de subtração.

Fonte: O Autor

conteúdo com a vida de cada aluno. Para testar a inteligência múltipla espacial os estudantes foram vendados e utilizaram apenas o tato para tentar descobrir do que se tratava cada objeto durante um determinado tempo. E, por fim, para a inteligência múltipla lógico - matemática, cada aluno teve que resolver operações básicas como adição e subtração com um tempo limite para a realização.

A Tabela 17 apresenta um breve perfil dos estudantes investigados. Em "Conhecimento TI de 0 a 10", os valores são subjetivos, adotados através das conversas na sala de aula e a percepção acerca do conhecimento prévio dos estudantes.

4.3 Capacitação da inteligência lógico - matemática

A segunda fase desta tese trabalhou a capacitação dos estudantes investigados através de ferramentas que possibilitaram o treinamento do pensamento computacional durante um curso de 45 (quarenta e cinco) horas. O pensamento computacional está diretamente ligado a inteligência lógico - matemática, e foi através dessa inteligência que os estudantes tiveram a sua capacidade aprimorada. Por volta dos 11 - 12 anos de idade, a criança chega ao mundo das operações formais, ou seja, o raciocínio hipotético-dedutivo torna-se possível, e, com ele, a constituição de uma lógica formal quer dizer, aplicável a qualquer conteúdo (De Pádua, 2009). Portanto, o público alvo desta pesquisa encontra-se nesta faixa etária. Os testes, as coletas e o curso foram aplicados na Escola Estadual Ensino Fundamental Coronel Juvêncio Lemos, iniciando em abril de 2024. No mês de maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul enfrentou uma catástrofe com enchentes que assolaram várias cidades, entre elas, a cidade de Rio Grande.

4.3.1 O pensamento computacional como instrumento de capacitação para a inteligência lógico - matemática

O pensamento computacional entrou na segunda fase da metodologia como instrumento de capacitação para os estudantes pesquisados, e também como aprimoramento específico para a inteligência lógico - matemática.

Tabela 17: Tabela com o perfil dos estudantes investigados

	Aluno 1	Aluno 2
Série	5ª	5ª
Gênero	Masculino	Masculino
Conhecimento TI de 1 a 10	4	2

Fonte: O Autor

De acordo com a BNCC, tanto a computação quanto as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida de todos. Diferentes dimensões que caracterizam a computação e as tecnologias digitais são tematizadas nos seguintes itens: pensamento computacional, mundo digital e cultura digital (Brasil, 2018).

Para executar esta capacitação foi utilizada uma ferramenta de programação em blocos, chamada *Scratch*[3]. Com o uso dessa ferramenta, os estudantes poderiam criar uma ampla gama de projetos, incluindo histórias animadas, jogos, noticiários online, reportagens de livros, cartões comemorativos, videoclipes, projetos científicos, tutoriais, simulações e projetos de arte e música baseados em sensores (Maloney et al., 2010). Porém, durante os exercícios criados para os conteúdos do curso, trabalhamos apenas jogos e histórias. Além do pensamento computacional, o *Scratch* é utilizado para a prática da computação criativa, que está relacionada ao desenvolvimento de conexões pessoais com a computação com base na imaginação, na criatividade e nos interesses do estudante (Balch et al., 2011). E, também, permite desenvolver competências alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como o pensamento científico, crítico e criativo e, não menos importante, a cultura digital. Cabe salientar que a computação criativa tem como premissa o protagonismo do aluno. Ainda, o aluno precisa construir ou, pelo menos, entender a construção do universo tecnológico.

Através do aprendizado dos conceitos do pensamento computacional os estudantes puderam inventar diferentes formas de programar durante o processo e, ao mesmo tempo, ampliar as suas habilidades criativas. Assim como, exercitar o pensamento computacional, aptidão de suma importância para o desenvolvimento do raciocínio lógico.

A área de matemática, no Ensino Fundamental, centra-se na compreensão de conceitos e procedimentos em seus diferentes campos e no desenvolvimento do pensamento computacional, visando à resolução e formulação de problemas em contextos diversos.

O curso "Como usar o Pensamento computacional para resolver problemas de forma eficiente?" foi desenvolvido com intuito de trabalhar esta temática usando a ferramenta de programação *Scratch*. Além da introdução e das referências, o conteúdo programático do curso ministrado possui a seguinte estrutura:

- A base do Pensamento Computacional;
- Desenvolvendo Competências e Habilidades;

[3]https://www.scratchfoundation.org/

- Computação Desplugada;
- Introdução à Programação;
- Programação em blocos com *Scratch*.

Durante o curso, os estudantes desenvolveram diversos jogos e histórias, sempre utilizando os pilares do pensamento computacional, os quais são: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico. Para exercitar o aprendizado os estudantes aprenderam, conceitos básicos de programação como comandos de repetição, escrita, entrada, atribuição, condicional, operadores relacionais e lógicos, tendo sempre como base a espiral da aprendizagem criativa, que trata-se de: imaginar, criar, brincar, compartilhar, refletir, imaginar novamente.

4.4 Aplicação dos testes finais similares aos da fase inicial para comparação

A fase três da metodologia constitui-se da aplicação de testes similares aos da fase 1, em cada aluno para comparação e análise das inteligências investigadas nessa proposta de tese. Após as fases 1 e 2, os estudantes tiveram novamente a atividade cerebral coletada durante a execução de testes similares aos da fase um para análise, de forma de comparar os resultados das fases 1 e 3 da pesquisa.

A avaliação dos testes aplicados nas fases 1 e 3 tiveram, durante a investigação, análise quali-quantitativa, com intuito de aprofundar a leitura, compreensão e interpretação dos resultados de comparação dos testes. Nessa fase, além da identificação e relação das áreas cerebrais com as inteligências, analisamos os resultados dos testes entre os estudantes investigados, para fins de comparação entre o antes e o depois da aplicação do curso de pensamento computacional.

O trabalho de Shearer and Karanian (2017) revisou mais de trezentos relatórios de neurociências para investigar a relação entre as regiões neurais citadas nos trabalhos e as inteligências múltiplas da teoria de Howard Gardner. Através dessa revisão foi possível identificar oito regiões do cérebro que tem ligação direta com cada uma das inteligências da teoria.

O trabalho de Bastos (2017) utilizou eletroencefalograma (EEG), que é comumente utilizado em exames, para a captação dos sinais cerebrais em um estudo de caso para reconhecimento de objetos espaciais. Neste trabalho foi apresentado um estudo de caso utilizando sinais EEG de estudantes cegos e videntes durante a execução de uma atividade que estimulou a habilidade espacial, a fim de verificar a hipótese de que videntes e cegos utilizam áreas diferentes do cérebro para visualizar objetos espaciais.

A Tabela 18 apresenta as áreas cerebrais investigadas no trabalho de Shearer and Karanian (2017), as áreas do trabalho de Bastos (2017) e, por fim, as áreas que terão seus sinais coletados nessa pesquisa. Cabe destacar que o EEG consegue fazer a coleta dos sinais cerebrais através das áreas do escalpo e, por isso, tem uma limitação para alcançar algumas áreas como as que foram investigadas na revisão de Shearer and Karanian (2017), como: estruturas subcorticais, cerebelo, córtex cingulado e córtex insular.

Tabela 18: Trabalhos que investigaram áreas do cérebro através da neurociência

	Shearer and Karanian (2017)	Bastos (2017)	Tese
Córtex frontal	X	X	X
Córtex parietal	X	X	X
Córtex temporal	X	X	X
Córtex occipital	X	X	X
Estruturas subcorticais	X		
Cerebelo	X		
Córtex cingulado	X		
Córtex insular	X		

Fonte: O Autor

De acordo com a Tabela 19, o trabalho de Shearer and Karanian (2017) aponta uma ligação direta entre as áreas ativadas do cérebro e as inteligências da teoria de Howard Gardner. Em cinza escuro estão os maiores índices para cada inteligência e áreas do cérebro que tiveram maior número de citações nos trabalhos investigados e, em cinza claro, os índices que ficaram em segundo lugar. No referido trabalho, oito regiões do cérebro são ativadas e mencionadas nos estudos coletados.

Tabela 19: Inteligências múltiplas e as áreas acionadas, segundo Shearer and Karanian (2017)

	Córtex frontal	Córtex parietal	Córtex temporal	Córtex occipital
Corporal-cinestésica	**42.96 %**	23.24 %	5.63 %	0.70 %
Espacial	**39.16 %**	20.28 %	16.08 %	9.79 %
Interpessoal	**38.74 %**	9.01 %	27.93 %	3.60 %
Intrapessoal	**41.10 %**	11.42 %	16.44 %	0 %
Linguística	26.61 %	12.10 %	**39.52 %**	7.26 %
lógico - matemática	**35.21 %**	33.80 %	21.13 %	1.41 %
Musical	**40.78 %**	4.85 %	27.18 %	0 %
Naturalista	12.07 %	12.07 %	**32.76 %**	12.07 %

Fonte: O Autor

O trabalho de Shearer and Karanian (2017), que faz a ligação entre as inteligências e as áreas do cérebro, é mais recente. Porém, Armstrong (2009) já apontava ligações entre as inteligências múltiplas e as principais áreas em que as mesmas atuavam. A Tabela 20 apresenta as áreas cerebrais e as inteligências apontadas por Armstrong (2009). A legenda para as áreas cerebrais é a seguinte: LF = Lobo Frontal, LTe = Lobo Temporal esquerdo, LTd = Lobo Temporal direito, LPe = Lobo Parietal esquerdo, HD = hemisfério Direito, RPHd = Regiões Posteriores do Hemisfério direito, C = Cerebelo, GB = Gânglios basais, CT = Córtex Motor, SL = Sistema Límbico

Por mais que não tenhamos trabalhos que usem a neurociência como meio direto de pesquisa para avaliação das inteligências múltiplas, temos os trabalhos de Shearer and Karanian (2017) e Armstrong (2009) como mais próximos para fins de comparação dos resultados dessa proposta

Tabela 20: Inteligências múltiplas e as áreas ativadas segundo Armstrong (2009)

	LF	LTe	LTd	LPe	HD	RPHd	C	GB	CM	SL
Corporal-cinestésica							X	X	X	
Espacial						X				
Interpessoal	X		X							X
Intrapessoal	X	X	X							X
Linguística	X	X								
lógico - matemática				X	X					
Musical			X							
Naturalista				X						

Fonte: O Autor

de tese.

Na fase final, os exercícios foram similares aos da fase inicial, porém, com algumas alterações. Por exemplo, para a inteligência espacial os objetos da fase inicial não foram os mesmos da fase final, para que os estudantes não decorassem os mesmos. Para a inteligência lógico - matemática os cálculos de adição e subtração foram substituídos por outros valores na fase final. E, por fim, o vídeo curta-metragem "Pular" da *Pixar Animation Studios* que foi parte da fase inicial foi substituído pelo curta-metragem *Piper* (SILVA, 2018), onde a mãe é presente até o momento permite que seu filhote se desenvolva de forma autônoma.

Os exercícios da fase inicial foram aplicados logo após o período de criação do protótipo, fase em que os testes estavam no período de maturação. Os exercícios finais foram realizados após o período de aprimoramento da inteligência lógico - matemática através do pensamento computacional, para que, dessa forma, pudéssemos validar os resultados da coleta antes e depois da capacitação dos estudantes.

Os testes para a inteligência múltipla lógico - matemática da fase dois, que foram alterados para diferenciar da fase um, encontram-se na Tabela 21. Nesses, foram realizadas alterações de modo que os estudantes não tivessem a oportunidade de decorar os cálculos, substituindo os mesmos por cálculos similares.

Para a inteligência múltipla espacial os estudantes também se depararam com objetos diferentes aos da fase 1, para que os mesmos não decorassem o objeto de pesquisa. Os objetos utilizados na fase 2 encontram-se na Figura 4.1. Os objetos das fases 1 e 2 foram escolhidos de forma aleatória para não seguir uma padronização e evitar que os estudantes tentassem adivinhar do que se tratava. A Figura apresenta o conjunto dos objetos usados durante a coleta de sinais da fase final deste estudo. Entre eles: um tapa olho, uma escova plástica, uma munhequeira, um prendedor e uma piranha de cabelo, conforme imagem.

Para as inteligências linguística e interpessoal, usamos o curta-metragem "Piper: Descobrindo o Mundo", o qual conta a história de um passarinho bebê em sua primeira aventura fora do ninho, em busca de alimento (SILVA, 2018).

Tabela 21: Fase 2 - Cálculos para testar a inteligência múltipla lógico - matemática

Cálculo	Resultado
32 + 5 = 36	INCORRETO
45 - 10 = 35	CORRETO
11 + 7 = 18	CORRETO
90 - 5 = 95	INCORRETO
6 + 4 = 10	CORRETO
90 + 9 = 99	CORRETO
210 - 80 = 130	CORRETO
355 - 65 = 290	CORRETO
362 + 153 = 515	CORRETO
438 - 244 = 196	INCORRETO
1356 + 761 = 2119	INCORRETO
468 - 1189 = - 721	CORRETO

Fonte: O Autor

Figura 4.1: Conjunto de objetos utilizados durante a captura dos sinais para testar a inteligência espacial na fase dois



Fonte: O autor

4.5 Análise dos resultados

Aqui apresentamos os resultados de comparação das fases 1 e 2. Para isso, montamos dois tipos de análises acerca dos resultados dos testes. Na primeira, analisamos as respostas aos testes propostos para cada uma das inteligências. Na segunda análise comparamos os testes antes e depois em relação a cada eletrodo.

4.5.1 Análise das respostas dos testes

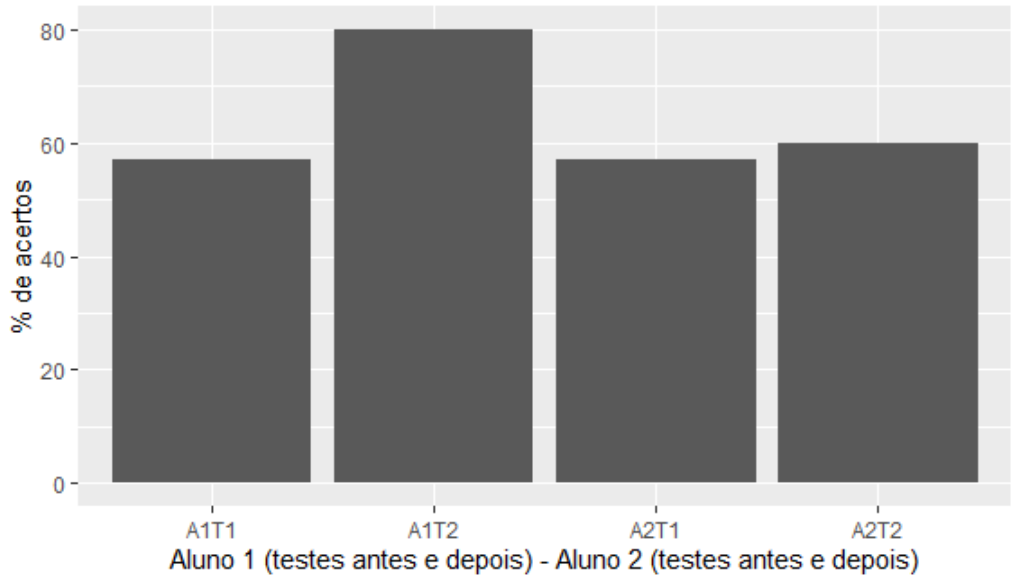
A presente pesquisa não encontrou testes originalmente desenvolvidos para avaliar inteligências múltiplas. Para isso, desenvolvemos um instrumento na fase de protótipo que atendesse as necessidades dessa pesquisa e superasse as limitações dos instrumentos pré-existentes. A partir de uma abordagem iterativa, esses testes foram aprimorados ao longo da investigação,

assegurando sua adequação às necessidades específicas desta proposta e garantindo a qualidade dos resultados.

Para a inteligência espacial, nos testes antes e nos testes depois da capacitação, os estudantes estavam de olhos vendados e manusearam objetos com as mãos para tentar descobrir o que eram cada um deles. Os objetos do teste 1 e 2 não foram os mesmos e mudamos também a quantidade para que os estudantes não decorassem o que manusearam.

A Figura 4.2 apresenta os resultados de ambos testes para os dois estudantes que tiveram as atividades cerebrais coletadas durante a execução das tarefas propostas. Para adequar os resultados que não tinham o mesmo número de objetos, calculamos o número de acertos pela porcentagem total. No caso do aluno 1, por exemplo, obteve 57% de acertos no teste antes da capacitação sobre o pensamento computacional e 80% após a capacitação. Para o aluno 2 os resultados foram, consecutivamente, 57% e 60%, antes e depois da capacitação.

Figura 4.2: Respostas dos testes para a inteligência múltipla espacial antes e depois

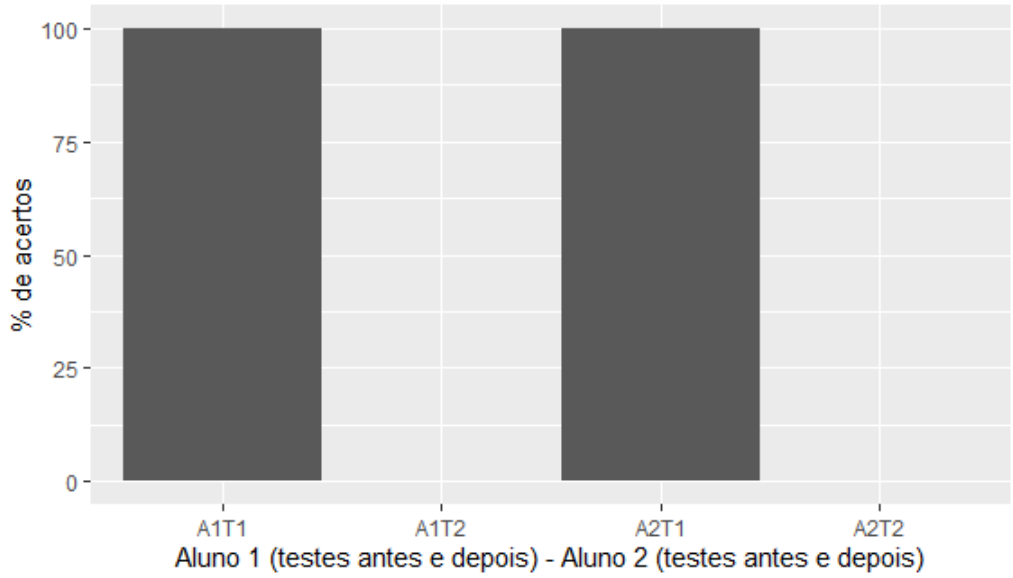


Fonte: O autor

Para testar a inteligência interpessoal apresentamos dois curtas-metragens. Antes da capacitação apresentamos o vídeo “Pular” e, posteriormente, apresentamos o vídeo “Piper”. A instrução para execução desta tarefa era a seguinte “após a visualização de um vídeo, relatar se conhece alguém da vida real parecido com algum personagem e fazer uma breve comparação”. A Figura 4.3 apresenta os resultados dos testes, antes e depois, para ambos estudantes. Ambos estudantes acertaram a questão no primeiro teste e erraram no segundo. Portanto, os resultados são 100% e 0% para ambos.

Para a inteligência linguística usamos os mesmos vídeos nas mesmas fases 1 e 2 da pesquisa. Para testar essa inteligência os estudantes deveriam “ descrever o personagem principal do vídeo, discorrer sobre outros personagens e contar algo sobre o ambiente em que a história se passava”.

Figura 4.3: Respostas dos testes para a inteligência múltipla interpessoal antes e depois

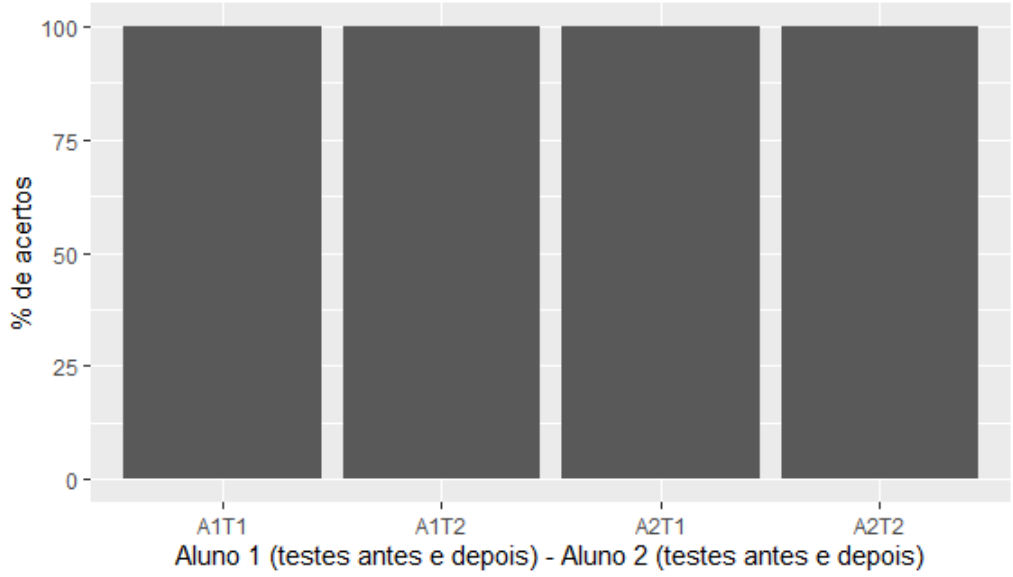


Fonte: O autor

A Figura 4.4 mostra os resultados das respostas dos estudantes, onde os dois estudantes acertaram todos os testes, antes e depois da capacitação sobre pensamento computacional.

Para as inteligências linguística e interpessoal consideramos correta a questão onde os mesmos responderam algo acerca da questão. Os resultados tratados como incorretos nessas duas inteligências significam que os alunos não conseguiram responder a alguma questão.

Figura 4.4: Respostas dos testes para a inteligência múltipla linguística antes e depois



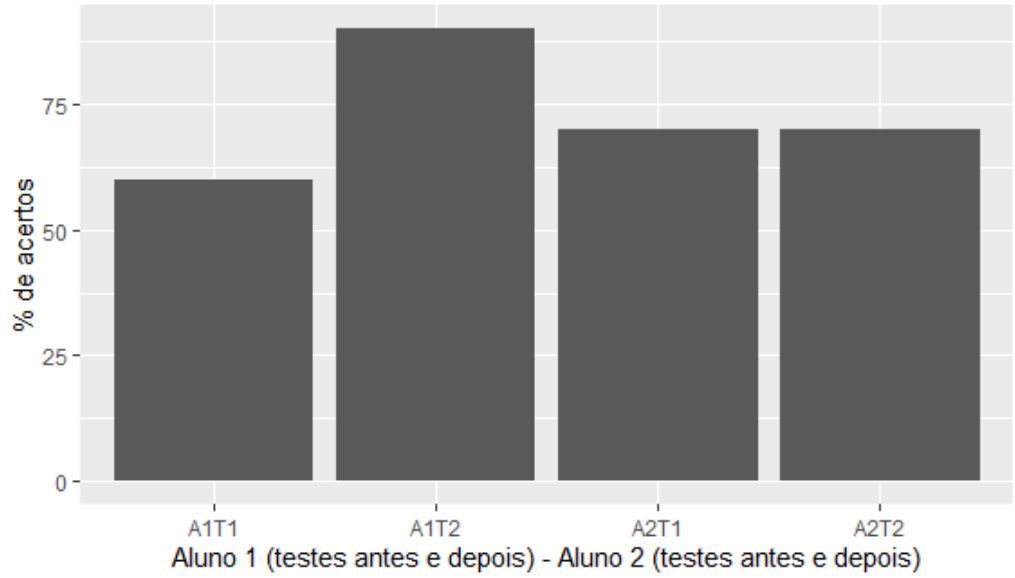
Fonte: O autor

A inteligência lógico - matemática, além de ser testada, foi a inteligência que ganhou o

aprimoramento através do curso de pensamento computacional. Nela, os estudantes receberam uma lista de cálculos de somar e subtrair, onde deveriam olhar e responder se cada sentença estaria certa ou errada. Os cálculos das fases 1 e 2 não foram os mesmos para que os estudantes não decorassem as respostas das tarefas.

Os resultados desse teste são apresentados na Figura 4.5, onde o aluno 1 acertou 60% das respostas no teste um e 90% no teste dois. Já o segundo aluno acertou 70% em ambos testes.

Figura 4.5: Respostas dos testes para a inteligência múltipla lógico - matemática antes e depois



Fonte: O autor

O resultado dos testes para a inteligência espacial mostram que ambos estudantes tiveram uma melhora no resultado da tarefa de reconhecer objetos através do tato. Ou seja, a aptidão da inteligência espacial foi aprimorada através da capacitação da inteligência lógico - matemática com uso do pensamento computacional.

Para o vídeo “Pular” os estudantes descreveram pessoas do seu cotidiano e fizeram correlações acerca das características físicas, emocionais, entre essas pessoas, e os personagens do vídeo. Para o vídeo “Piper” os estudantes não responderam a questão. Aqui há uma probabilidade do personagem do curta-metragem ser um tanto específico, dificultando a sua comparação com pessoas do cotidiano dos estudantes. Sendo assim, para a inteligência interpessoal a ideia de aprimoramento indireto através de outra inteligência não se mostrou satisfatória.

De acordo com os resultados, para a inteligência linguística, os estudantes mantiveram o padrão tanto antes quanto depois da capacitação.

Em relação a inteligência lógico - matemática, um dos estudantes apresentou ganho de desempenho e o outro manteve o mesmo resultado em ambos os testes. Portanto, podemos presumir o resultado dos testes, em relação as respostas, da seguinte maneira: espacial (ganho de 100%), interpessoal (perda de 100%), linguística (resultados iguais) e lógico - matemática

(ganho de 50%).

4.5.2 Análise dos gráficos dos resultados de comparação antes e depois da capacitação

Nesta segunda análise, buscamos comparar os resultados antes de depois do aprimoramento do pensamento computacional através do curso ministrado, de forma a validar se os resultados após o curso tiveram efeito positivo nas demais inteligências.

Em um primeiro momento, tivemos que alterar os resultados dos níveis do sinal de EEG da coleta do modelo americano, que separa a parte inteira da parte decimal usando o ponto. Por exemplo: quando extraímos o resultado como 1713376665.34338, precisamos alterar para $1713376665,34338$.

Isto feito, encontramos o maior resultado entre a captura dos sinais antes do curso de pensamento computacional para poder normalizar os demais resultados, e então colocarmos todos na mesma escala de intervalo entre 0 e 1. O redimensionamento do intervalo 0 e 1 envolve ajustar os valores dos recursos para que o mínimo seja 0 e, em seguida, normalizar dividindo pelo valor máximo (Aksu et al., 2019).

Calculamos a média dos resultados conforme as Figuras 4.6 e 4.7. Nessas figuras, e nas demais figuras envolvendo resultados nesta subseção, padronizamos da seguinte maneira: em amarelo estão os resultados dos sinais antes do curso, em cinza estão os resultados após o curso, em vermelho colocamos as médias de ambos resultados, no eixo x temos o tempo e no eixo y temos o amplitude do sinal.

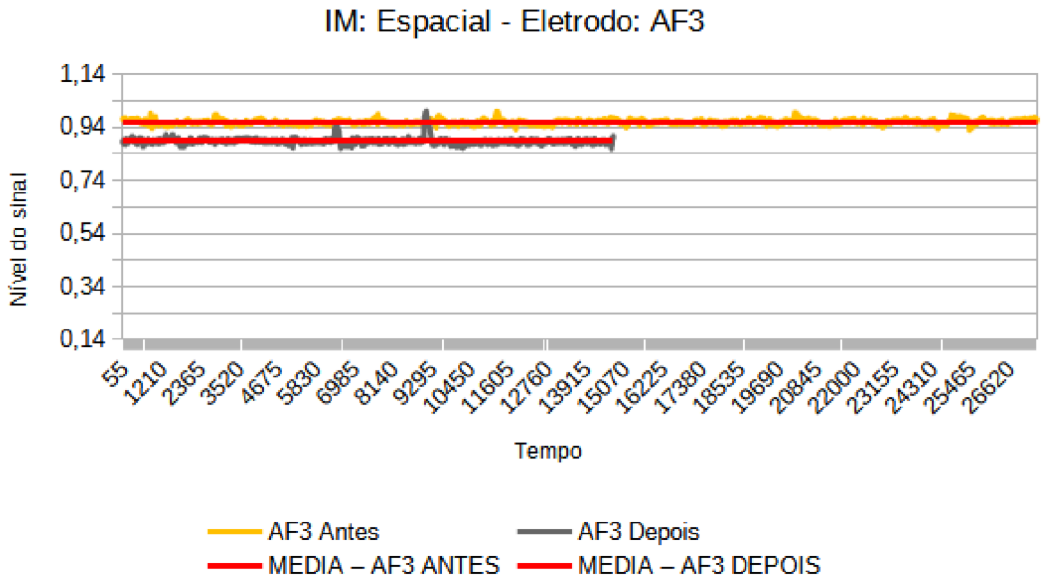
Ao todo, obtivemos oitenta resultados, pois são dez eletrodos para cada teste, quatro testes para cada aluno e dois estudantes. A Figura 4.6 apresenta o resultado de forma padrão, onde a amplitude do nível do sinal vai de 0,14 até 1,14 (mínimo e máximo extraído entre as amostras das capturas). Para melhorar a visualização dos gráficos, ajustamos na Figura 4.7 valores próximos aos resultados extraídos. No apêndice 5, para cada eletrodo apresentamos o quadro em quatro imagens, que são: aluno 1 e aluno 2 (na escala padrão) e aluno 1 e aluno 2 (no modo ampliado).

A Equação 4.1 apresenta o cálculo para normalização dos resultados extraídos de todos os oitenta testes.

$$z = \frac{\text{x - min(x)}}{\text{max(x)}min(x)} z = \frac{x - \text{min}(x)}{\text{max}(x) - \text{min}(x)} \tag{4.1}$$

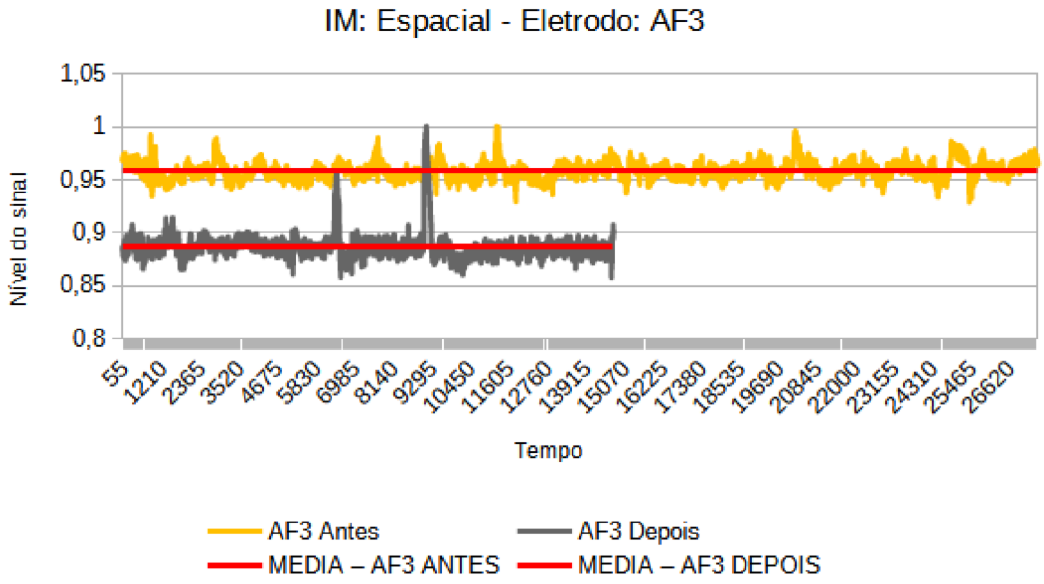
Em relação ao desvio padrão nos resultados, tínhamos dois estudantes, quatro testes para cada um e dez eletrodos, somando oitenta resultados no total. Desses oitenta resultados extraídos, cinquenta e seis tiveram o desvio padrão menor no segundo teste em relação ao primeiro.

Figura 4.6: Respostas dos testes para a inteligência múltipla espacial - eletrodo AF3 - Aluno 1



Fonte: O autor

Figura 4.7: Respostas dos testes para a inteligência múltipla espacial - eletrodo AF3 - Aluno 1 - Ampliada



Fonte: O autor

Ou seja, 70% (setenta) dos resultados, em relação ao desvio padrão, obtiveram valores menores no segundo teste. O que apresenta que os estudantes conseguiram realizar as tarefas com melhor desempenho após o curso de pensamento computacional.

Se ordenarmos por melhor resultado, em relação ao desvio padrão, temos: 16 ocorrências positivas na inteligência lógico - matemática, 15 na inteligência espacial, 14 na interpessoal e 11 na linguística. E também, se compararmos o resultado do desvio padrão por estudantes,

temos o seguinte: 18 resultados positivos para o aluno 1 e 38 resultados positivos para o aluno 2.

Os resultados dos testes, em relação ao desvio padrão, podem ser conferidos na Tabela 22. Assim como as figuras dos mesmos, que estão no Apêndice B5.

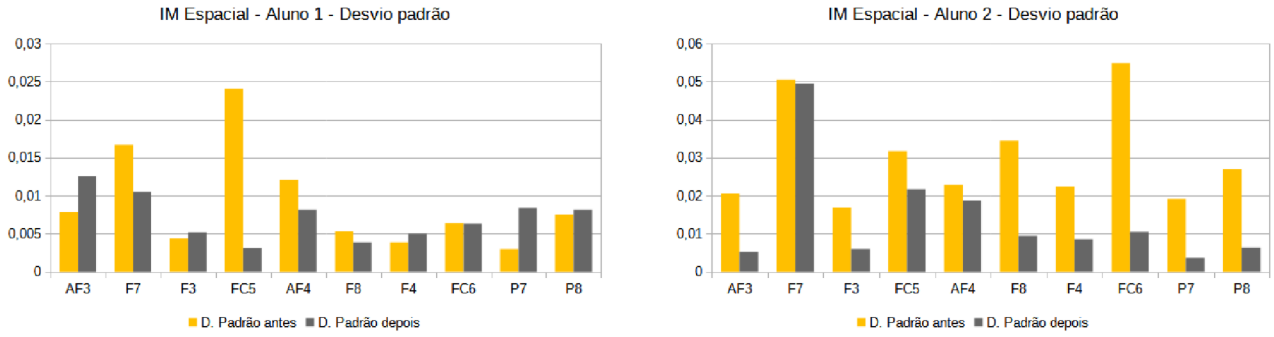
Tabela 22: Resultado final do desvio padrão

	Aluno 1	**Aluno 2**	**Total**
Espacial	5	10	15
Interpessoal	5	9	14
Linguística	2	9	11
Lógico matemática	6	10	16
Total	18	38	

Fonte: O autor

A Figura 4.8 apresenta o desvio padrão dos resultados para a inteligência múltipla espacial, dos estudantes 1 e 2. Nos gráficos podemos observar os valores do eixo x para cada um dos eletrodos e, em amarelo estão os resultados antes do curso de pensamento computacional e em cinza escuro os resultados após o curso. Note-se, por exemplo, o eletrodo AF3 do aluno 1, que o desvio padrão aumentou no segundo teste em relação ao resultado do primeiro, aumentando assim a dispersão dos resultados em relação a média. Porém, no eletrodo F7 logo ao lado no gráfico, o resultado é justamente ao contrário, onde o desvio padrão fica menor no segundo teste, aproximando assim os resultados da média. Tomemos por parâmetro então que, quando os resultados do desvio padrão são menores no segundo teste em relação ao primeiro, significa que são melhores para a proposta desta pesquisa. E que, quando são maiores, no segundo teste, consequentemente são piores para essa pesquisa.

Figura 4.8: Inteligência Espacial



Fonte: O autor

Para as médias dos resultados dos gráficos apresentamos a Tabela 23, onde temos na primeira linha a abreviação de cadas inteligências múltiplas (Esp - Espacial; Int - Interpessoal; Lin - Linguística; Log - lógico - matemática) e também para os estudantes (A1 - Aluno 1; A2 - Aluno 2). Em relação as demais linhas, temos os 10 eletrodos acionados de cada teste e seus respectivos resultados. As áreas cerebrais investigadas em cadas inteligências múltiplas tem

como parâmetro o estudo apresentado na Tabela 19, onde o lobo frontal está presente em todas as inteligências dos quatro testes e, para inteligências espacial e lógico - matemática, o lobo investigado foi o parietal. Para as inteligências interpessoal e linguística o lobo investigado foi o temporal. No estudo de Shearer and Karanian (2017), que relaciona áreas cerebrais ativadas com as inteligências múltiplas, é apresentado um ranking com as inteligências múltiplas e as áreas, e a partir desse ponto escolhemos as duas áreas cerebrais mais citadas para avaliar, ficando da seguinte maneira: espacial (frontal e parietal), interpessoal (frontal e temporal), linguística (temporal e frontal) e lógico - matemática (frontal e parietal).

Em relação ao preenchimento das células da referida Tabela, colocamos o número 1 (um), onde a média do segundo teste foi maior que o primeiro e, célula vazia, onde a média do segundo teste foi menor que o primeiro. O número máximo da soma dos eletrodos é dez para cada teste. Portanto, para o aluno 1, na inteligência espacial, temos o maior índice onde os resultado das coletas dos testes nessa ocasião ficaram com a média maior no segundo teste, somando nove eletrodos. E para o menor índice, temos o aluno 1, no teste para a inteligência linguística, com apenas três eletrodos com resultados maiores no segundo testes em relação ao primeiro.

Se organizarmos os resultados por inteligência, temos o seguinte panorama de eletrodos acionados: espacial 16 eletrodos, lógico - matemática 14 eletrodos, interpessoal, 13 eletrodos e linguística 11 eletrodos. Ainda, se compararmos o desempenho dos estudantes em relação ao número de eletrodos acionados, temos o seguinte: aluno 1 possui 24 eletrodos e o Aluno 2 possui 30 eletrodos no total.

O aumento na atividade cerebral está associado a melhor desempenho, maior concentração e respostas mais rápidas (Molina del Río et al., 2019). Frequências elevadas no eletroencefalograma (EEG) podem indicar aumento da atividade cerebral, o que pode ser benéfico para tarefas que exigem concentração e pensamento lógico. Tomemos então por certo que, o desvio padrão mais baixo, onde os dados estão mais próximos da média e menos dispersos, é considerado bom para nossa avaliação. E também que a média dos resultados dos testes, quanto maior, significa melhor, pois os estudantes estão mais concentrados na realização das tarefas.

O resultado geral, incluindo as médias extraídas que foram maiores no segundo teste, com o desvio padrão menor no segundo teste estão na Tabela 24. Nesta tabela temos quase a mesma nomenclatura que a tabela das médias. Para essa tabela geral, adicionamos os resultados positivos do desvio padrão. A segunda linha conta com as abreviações “m” e “dp”, que significam, respectivamente, média e desvio padrão. Da mesma maneira que na tabela das médias, a tabela geral possui o resultado “1” para positivo e vazio para negativo. No caso da média, quando a mesma é maior no segundo teste e, no caso do desvio padrão, quando o mesmo é menor no segundo teste, ou seja, mais próximo da média.

Neste contexto geral, se organizarmos os resultados por inteligência e número de eletrodos acionados com resultado positivo (soma dos resultados positivos das médias e desvio padrão dos estudantes 1 e 2), temos o seguinte panorama: espacial 31 (77,5%), lógico - matemática 30 (75%), interpessoal 27 (67,5%) e linguística 22 (55%). A porcentagem refere-se a relação do número de eletrodos acionados e o total que poderia ser acionado, que é 40 eletrodos (20 para

Tabela 23: Resultado das médias

Esp	A1	A2		Int	A1	A2		Lin	A1	A2		Log	A1	A2
AF3		1		AF3		1		AF3	1	1		AF3		1
F7	1	1		F7	1	1		F7		1		F7	1	1
F3	1	1		F3		1		F3		1		F3	1	
FC5	1			FC5		1		FC5				FC5	1	
AF4	1			AF4		1		AF4	1			AF4		1
F8	1	1		F8		1		F8		1		F8	1	1
F4	1	1		F4	1	1		F4		1		F4	1	1
FC6	1	1		FC6	1			FC6	1	1		FC6	1	
P7	1	1		T7	1			T7		1		P7		1
P8	1			T8	1	1		T8		1		P8	1	1
TOT	9	7			5	8			3	8			7	7

Fonte: O autor

a média e 20 para o desvio padrão).

Por aluno, cada um poderia ter até 80 resultados positivos, pois são 10 eletrodos, 4 inteligências testadas e dois parâmetros (média e desvio padrão). Sendo assim, o aluno 1 teve 42 eletrodos na condição positiva, o que corresponde a 52,5% e o aluno 2 teve 68 eletrodos que correspondem a 85%.

Em relação as áreas cerebrais investigadas, temos três, que são: frontal, parietal e temporal. Na área frontal temos 8 eletrodos investigados no total, 4 inteligências e 2 parâmetros, que somados dariam 128 possíveis resultados. Desses possíveis resultados, os testes apresentaram 92 eletrodos na área fontal, o que correspondem a 71,87%. Para a área parietal, temos 10 eletrodos dos 16 possíveis, que correspondem a 62,5%. E na área temporal, temos 8 dos 16 possíveis, que correspondem a 50%.

Por fim, no contexto de todas as inteligências, os dois estudantes e as duas medidas, poderíamos ter 160 eletrodos no total. Com a soma dos quatro testes, os dois estudantes e as duas medidas, os estudantes somaram 110 eletrodos de forma positiva, o que representa 68,75%.

4.6 Sumarização dos resultados das análises

Em relação as análises das respostas dos testes, podemos resumir o resultado final da seguinte maneira:

- inteligência espacial (ganho de 100%);
- interpessoal (perda de 100%);
- linguística (resultados iguais), e;
- lógico - matemática (ganho de 50%).

Tabela 24: Resultado geral - média e desvio padrão

Esp	A1		A2		Int	A1		A2		Lin	A1		A2		Log	A1		A2	
	m	dp	m	dp		m	dp	m	dp		m	dp	m	dp		m	dp	m	dp
AF3			1	1	AF3		1	1	1	AF3	1		1	1	AF3			1	1
F7	1	1	1	1	F7	1	1	1	1	F7			1	1	F7	1	1	1	1
F3	1		1	1	F3			1	1	F3			1	1	F3	1	1		1
FC5	1	1		1	FC5		1	1	1	FC5				1	FC5	1	1		1
AF4	1	1		1	AF4			1	1	AF4	1	1		1	AF4			1	1
F8	1	1	1	1	F8			1	1	F8			1	1	F8	1	1	1	1
F4	1		1	1	F4	1	1	1	1	F4			1	1	F4	1	1	1	1
FC6	1	1	1	1	FC6	1	1			FC6	1	1	1	1	FC6	1	1		1
P7	1		1	1	T7	1			1	T7			1		P7			1	1
P8	1			1	T8	1		1	1	T8			1	1	P8	1		1	1
TOT	9	5	7	10		5	5	8	9		3	2	8	9		7	6	7	10

Fonte: O autor

Em relação as análises dos desvio padrão, se ordenarmos por melhor resultado, temos:

- dezesseis ocorrências positivas na inteligência lógico - matemática;
- quinze na inteligência espacial;
- quatorze na interpessoal, e;
- onze na linguística;

Dos oitenta resultados extraídos, cinquenta e seis tiveram o desvio padrão menor no segundo teste em relação ao primeiro. Ou seja, 70% dos resultados obtiveram o desvio padrão menor no segundo teste e todas as inteligências obtiveram melhorias após o aprimoramento da inteligência lógico - matemática. O aluno 1 obteve dezoito resultados positivos e o aluno 2 obteve trinta e oito.

Em relação as análise das médias dos resultados por inteligência, temos o seguinte:

- espacial com 16 eletrodos;
- lógico - matemática com 14 eletrodos;
- interpessoal com 13 eletrodos, e;
- linguística com 11 eletrodos.

Ainda, se compararmos o desempenho dos estudantes em relação ao número de eletrodos acionados, temos o seguinte: aluno 1 possui 24 eletrodos e o Aluno 2 possui 30 eletrodos no total.

Neste contexto geral, se organizarmos os resultados por inteligência e número de eletrodos acionados com resultado positivo (soma dos resultados positivos das médias e desvio padrão dos estudantes 1 e 2), temos o seguinte panorama:

- espacial 31 (77,5%);
- lógico - matemática 30 (75%);
- interpessoal 27 (67,5%), e;
- linguística 22 (55%).

A porcentagem refere-se a relação do número de eletrodos acionados e o total que poderia ser acionado, que é 40 eletrodos (20 para a média e 20 para o desvio padrão).

Por aluno, cada um poderia ter até 80 resultados positivos, pois são 10 eletrodos, 4 inteligências testadas e dois parâmetros (média e desvio padrão). Sendo assim, o aluno 1 teve 42 eletrodos na condição positiva, o que corresponde a 52,5% e o aluno 2 teve 68 eletrodos que correspondem a 85%.

Por fim, no contexto de todas as inteligências, os dois estudantes e as duas medidas, poderíamos ter 160 eletrodos no total. Com a soma dos quatro testes, os dois estudantes e as duas medidas, os estudantes somaram 110 eletrodos de forma positiva, o que representa 68,75%.

De modo geral, o aluno 2 obteve resultados melhores em relação a avaliação das capturas dos sinais (desvio padrão, média e geral), exceto nos testes, onde o aluno 1 foi superior nos resultados. Em relação as inteligências, a espacial e a lógico - matemática obtiveram melhores resultados em todos os quesitos, já as inteligências interpessoal e linguística obtiveram resultados menores em todos os quesitos.

A curva de aprendizado do aluno 2 foi maior que o aluno 1, de acordo com os resultados e, não menos importante, após o curso de pensamento computacional, todas as inteligências obtiveram ganho de desempenho na segunda captura em relação a primeira.

5 CONCLUSÃO

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma metodologia que permita validar, por meio de conceitos da neurociência, se as diferentes inteligências propostas na teoria de Howard Gardner podem ser potencializadas por meio da inteligência lógico - matemática, utilizando o pensamento computacional como ferramenta de aprimoramento.

Ao longo desta pesquisa, investigamos se o aprimoramento da inteligência lógico-matemática poderia influenciar indiretamente outras inteligências, como espacial, interpessoal e linguística. Neste contexto, aprimoramos a inteligência lógico-matemática e identificamos melhorias significativas nas demais inteligências testadas, por meio da coleta de sinais cerebrais durante testes específicos para cada inteligência.

Os resultados obtidos demonstraram que 68,75% dos eletrodos apresentaram mudanças positivas, totalizando 110 eletrodos com melhorias. Isso evidencia que o aprimoramento da inteligência lógico-matemática tem um impacto positivo nas demais inteligências testadas. Este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre inteligências múltiplas, neurociência e pensamento computacional, fornecendo uma base sólida para futuras investigações e implementação de estratégias educacionais inovadoras que considerem a interconexão entre as inteligências múltiplas.

A construção dessa pesquisa, das fases iniciais até este trabalho final, passou por algumas etapas que cabe destacar. O trabalho de (Quadros et al., 2020) apresenta uma revisão de literatura (de trabalhos apresentados na última década 2010-2019) sobre como a teoria das Inteligências Múltiplas se correlaciona com a Educação, a Neurociência e o Pensamento computacional. A pesquisa (Quadros et al., 2021b) apresenta uma análise de aplicação da correlação canônica sobre a teoria das inteligências múltiplas em um grupo de estudantes universitários de áreas de conhecimento diversas da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e pode concluir que existe correlação entre estas variáveis e as inteligências múltiplas na formação de estudantes de graduação de diversas áreas e cursos na Universidade. O trabalho (Quadros et al., 2021a) traz uma investigação, através de uma revisão sistemática e meta-síntese, acerca de artigos acadêmicos que trabalharam com o Processo de Análise Hierárquica (AHP) em conjunto com a teoria das IM. A busca através das palavras-chave “Analytic Hierarchy Process” e “Multiple Intelligences” retornou 107 trabalhos e, desses, apenas sete realmente trabalhavam com o método AHP e a teoria das MI. A pesquisa de (Quadros et al., 2023a) tem por objetivo descrever o emprego do método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) como instrumento de classificação do nível de atenção a ser dado a cada uma das (IMs) em uma amostra de discentes do ensino superior. Com esse estudo, concluímos que o AHP pode ser usado como forma de classificação e avaliação para a teoria das IM, auxiliando na escolha de quais IMs precisam de mais atenção e quais não notificações de intervenção. O trabalho (Quadros et al., 2023b) tem o objetivo de identificar, através de exercícios práticos, as áreas cerebrais que são ativadas enquanto determinadas Inteligências Múltiplas são testadas. A partir da coleta de

sinais elétricos amplificados, através do uso do Emotiv Epoc, identificamos as principais áreas cerebrais, e relacionamos as mesmas com algumas inteligências da teoria de Howard Gardner. Os testes realizados apontam que há uma ligação direta entre determinadas áreas cerebrais e as IMs examinadas nesta pesquisa.

Além disso, observou-se que nessa pesquisa poderíamos inverter as IMs e testar outras, como exemplo: ensinar música para os indivíduos testados e comparar se outras inteligências também melhoram, e assim sucessivamente. Outra possibilidade seria avaliar por área cerebral que é ligada a cada IM, ou determinados eletrodos que estão em áreas correlacionadas com as IM. Pode-se desenvolver outra bateria de testes para as demais inteligências, ou até mesmo para as pesquisadas nesse trabalho e, também, utilizar outras formas de coleta dos sinais além do EMOTIV EPOC. Essas sugestões podem ser trabalhadas futuramente em outras pesquisas científicas.

Trabalhos Publicados

1. DE QUADROS, Carlos Eduardo Pereira; DE LIMA BICHO, Alessandro; ADAMATTI, Diana Francisca. A teoria das Inteligências Múltiplas contextualizada com Educação, Neurociência e Pensamento computacional: uma revisão de literatura. Informática na educação: teoria & prática, v. 23, n. 2 Mai/Ago, 2020.

2. DE QUADROS, Carlos Eduardo Pereira; SAMPAIO, Graciele Lima; ADAMATTI, Diana Francisca. A teoria das inteligências múltiplas e a formação acadêmica de estudantes: um estudo de caso na Universidade Federal do Rio Grande. DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação, p. e021007-e021007, 2021.

3. DE QUADROS, Carlos Eduardo Pereira; ADAMATTI, Diana Francisca; LONGARAY, André Andrade. O Processo de Análise Hierárquica (AHP) e a teoria das Inteligências Múltiplas (IM): uma revisão de literatura com meta-síntese sobre a relação entre o método e a teoria. Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 8, n. 1, 2021.

4. DE QUADROS, Carlos Eduardo Pereira; ADAMATTI, Diana Francisca; LONGARAY, André Andrade. Emprego da análise hierárquica de processos para avaliação do nível de importância das inteligências múltiplas em discentes de cursos de graduação. Sistemas e Gestão, v. 18, n. 2, 2023.

5. DE QUADROS, Carlos Eduardo Pereira et al. O uso do Emotiv Epoc Headset para identificar áreas cerebrais ativadas pelas Inteligências Múltiplas (IM). CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, v. 16, n. 11, p. 27318-27337, 2023.

Trabalhos submetidos

1. Análise das inteligências múltiplas entre áreas do conhecimento utilizando o emotiv epoc headset. Trabalho submetido na revista Novas Tecnologias na Educação, ISSN: 1679-1916

Referências

Adams, N. B. (2002). Educational computing concerns of postsecondary faculty. *Journal of research on technology in education*, 34(3):285–303.

Adorjan, A. and De Kereki, I. F. (2013). Multiple intelligence approach and competencies applied to computer science 1. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, pages 1170–1172.

Ahmadian, M. and Jalilian, V. (2012). A study of the relationship between iranian efl learners' level of spatial intelligence and their performance on analytical and perceptual cloze tests. *English Language Teaching*, 5(3):202–216.

Aksu, G., Güzeller, C. O., and Eser, M. T. (2019). The effect of the normalization method used in different sample sizes on the success of artificial neural network model. *International journal of assessment tools in education*, 6(2):170–192.

Aleksic, V. and Ivanovic, M. (2017). Digital Gameplay Habits and Multiple Intelligences Profile of Early Adolescents Living in Rural Areas. *Proceedings - IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2017*, pages 119–122.

Amiryousefia, M. and Zareib, G. R. (2011). Are mi and motivation catered for in eap textbooks. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30:573–577.

Armstrong, T. (2009). *Multiple intelligences in the classroom*. Ascd.

Arulselvi, E. (2018). Incorporating multiple intelligences in the english classroom. *Excellence in Education Journal*, 7(2):101–121.

Aslan, S. and Reigeluth, C. M. (2011). A trip to the past and future of educational computing: Understanding its evolution. *Contemporary Educational Technology*, 2(1).

Aydemir, H. and Karali, Y. (2014). Study of Secondary School Students' Multiple Intelligence Areas (Malatya Case). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152:167–172.

Balch, C., Chung, M., and Brennan, K. (2011). *Computação criativa*. Escola de Pós-Graduação em Educação de Harvard.

Bardin, I. C. C. (2018). *Anatomia e Fisiologia Humana*. Editora e Distribuidora Educacional S.A., Londrina.

Bas, G. (2016). The effect of multiple intelligences theory-based education on academic achievement: A meta-analytic review. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 16(6):1833–1864.

Bassett, D. S. and Sporns, O. (2017). Network neuroscience. *Nature neuroscience*, 20(3):353–364.

Bastos, N. d. S. (2017). Metodologia para análise eeg utilizando árvores de decisão: um estudo de caso para reconhecimento de objetos espaciais. Master's thesis.

Bear, M., Connors, B., and Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the brain*. Jones & Bartlett Learning, LLC.

Blinowska, K. and Durka, P. (2006). Electroencephalography (eeg). *Wiley encyclopedia of biomedical engineering*.

Bloom, B. S. et al. (1956). Taxonomy of educational objectives. vol. 1: Cognitive domain. *New York: McKay*, pages 20–24.

Boom, K.-D., Bower, M., Arguel, A., Siemon, J., and Scholkmann, A. (2018). Relationship between computational thinking and a measure of intelligence as a general problem-solving ability. In *Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 206–211.

Bowman, M. L. (1989). Testing individual differences in ancient china. *American Psychologist*, 44(3):576b.

Brain Vision, L. (2022). Actichamp. Disponível em: https://brainvision.com/products/actichamp-plus/. Acesso em: maio 2022.

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Ministério da Educação.

Browarska, N., Kawala-Sterniuk, A., Zygarlicki, J., Podpora, M., Pelc, M., Martinek, R., and Gorzelańczyk, E. J. (2021). Comparison of smoothing filters'´ influence on quality of data recorded with the emotiv epoc flex brain–computer interface headset during audio stimulation. *Brain sciences*, 11(1):98.

Calik, B. (2013). Multiple Intelligence Theory for Gifted Education: Criticisms and Implications. *Journal for the Education of the Young Scientist and Giftedness*, 1(2):1–1.

Carretero-Martínez, A., Romero-Naranjo, F. J., Pons-Terrés, J. M., and Crespo-Colomino, N. (2014). Cognitive, visual-spatial and psychomotor development in students of primary education through the body percussion–bapne method. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152:1282–1287.

Cem, Aslan, S. (2016). Comparison of the physical education and sports school students multiple intelligence areas according to demographic features. *Educational Research and Reviews*, 11(19):1823–1830.

Cerruti, C. (2013). Building a functional multiple intelligences theory to advance educational neuroscience. *Frontiers in Psychology*, 4(DEC):1–4.

Churchland, P. S. and Sejnowski, T. J. (1988). Perspectives on cognitive neuroscience. *Science*, 242(4879):741–745.

Clements, D. H. (1999). The future of educational computing research: The case of computer programming. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1999(1):147–179.

Coenen, A. and Zayachkivska, O. (2013). Adolf beck: A pioneer in electroencephalography in between richard caton and hans berger. *Advances in cognitive psychology*, 9(4):216.

Constantinescu, R.-S. (2014). The Theory of Multiple Intelligences-applications in Mentoring Beginning Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116:3345–3349.

Cosenza, R. and Guerra, L. (2011). *Neurociência e educação*. Porto Alegre: Artmed.

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2015). Computational thinking-a guide for teachers.

Cunha, C. d. (2011). *Introdução a neurociência*. Campinas, SP: Editora Átomo.

De Pádua, G. L. D. (2009). A epistemologia genética de jean piaget. *Revista FACEVV— 1º Semestre de*, (2):22–35.

Del Moral Pérez, M. E. and Guzmán Duque, A. P. (2020). Videogames: multisensory incentives boosting multiple intelligences in primary education.

Delgoshaeia, Y. and Delavaria, N. (2012). Applying multiple-intelligence approach to education and analyzing its impact on cognitive development of pre-school children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 32(2010):361–366.

Duvinage, M., Castermans, T., Petieau, M., Hoellinger, T., Cheron, G., and Dutoit, T. (2013). Performance of the emotiv epoc headset for p300-based applications. *Biomedical engineering online*, 12:1–15.

Ekici, S. (2011). Multiple intelligence levels of physical education and sports school students. *Educational Research and Reviews*, 6(21):1018–1026.

EMOTIV (2023). Epoc and headset details. Disponível em: https://emotiv.gitbook.io/epoc-user-manual/using-headset/epoc+$_h eadset_d etails. Acessoem : fevereiro$2023.

Feidakis, M. and Daradoumis, T. (2010). A five-layer approach in collaborative learning systems design with respect to emotion. In *2010 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*, pages 290–296. IEEE.

García-Peñalvo, F. J. (2018). Editorial computational thinking. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 13(1):17–19.

Gardner, H. (1995). *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Artmed.

Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

Gardner, H., Chen, J.-Q., and Moran, S. (2010). *Inteligências múltiplas ao redor do mundo*. Artmed.

Garmen, P., Rodríguez, C., García-Redondo, P., and San-Pedro-Veledo, J.-C. (2019). Multiple intelligences and video games: Assessment and intervention with TOI software — Inteligencias múltiples y videojuegos: Evaluación e intervención con software TOI. *Comunicar*, 27(58):95–104.

Gray, H. (1858). *Anatomy of the human body*, volume 8. Lea & Febiger, Philadelphia, 20th. ed. edition.

Grover, S. and Pea, R. (2013). Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1):38–43.

Gülünay, Y. I. and Savas, S. (2019). An investigation of the relationship between university prep class students' intelligence types and their success of foreign language learning. *World Journal of Education*, 9(4):97–102.

He, B., Yuan, H., Meng, J., and Gao, S. (2020). Brain–computer interfaces. In *Neural engineering*, pages 131–183. Springer.

Herwig, U., Satrapi, P., and Schönfeldt-Lecuona, C. (2003). Using the international 10-20 eeg system for positioning of transcranial magnetic stimulation. *Brain topography*, 16(2):95–99.

Im, S.-h., Cho, J.-Y., Dubinsky, J. M., and Varma, S. (2018). Taking an educational psychology course improves neuroscience literacy but does not reduce belief in neuromyths. *PloS one*, 13(2).

Iqbal, t., HammermüLler, k., and Tjoa, a. m. (2010). Second life for illiterates: a 3d virtual world platform for adult basic education. In *Proceedings of the 12th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*, pages 373–380.

Jones, E. (2017). One size fits all? Multiple intelligences and legal education. *Law Teacher*, 51(1):56–68.

Kahn, P. H. J. and Friedman, B. (1998). Control and power in educational computing. *Education/technology/power: Educational computing as a social practice*, page 157.

Kanojiya, A. and Nagori, V. (2016). Analysis of decision support systems implemented for suggesting a course for higher education. In *Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies*, pages 1–5.

Kaplan, R. M. (2011). The mind reader: the forgotten life of hans berger, discoverer of the eeg. *Australasian Psychiatry*, 19(2):168–169.

Karamikabir, N. (2012). Gardner's multiple intelligence and mathematics education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(2011):778–781.

Kırkgöz, Y. (2010). Catering for multiple intelligences in locally-published elt textbooks in turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 3:127–130.

Knowles, L. (2013). Redefining roles: Language learners, teachers and technology. In *2013 IEEE 11th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, pages 215–220. IEEE.

Kovalenko, N. (2019). Astronomy: learning theories applicable for education in planetarium environment. In *EPJ Web of Conferences*, volume 200, page 01014. EDP Sciences.

Kriegeskorte, N. and Douglas, P. K. (2018). Cognitive computational neuroscience. *Nature neuroscience*, 21(9):1148–1160.

Lamberti, F., Hwang, G.-J., Manjon, B. F., and Wang, W. (2020). Guest editorial: Joint special issue on "innovation in technologies for educational computing". *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 8(1):179–181.

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., and Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads*, 2(1):32–37.

Lee, M. F., Lai, C. S., and Wahid, W. A. (2018). Relationship between multiple intelligence and career interest among the engineering students in vocational colleges. *Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Engineering Education, IEEE ICEED 2017*, 2018-Janua:76–79.

Lent, R. (2004). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*.

Lent, R. (2010). Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. In *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*, pages 698–698. Atheneu, São Paulo, 20th. ed. edition.

Liliawati, W., Utama, J. A., Ramalis, T. R., and Rochman, A. A. (2018). The Validity of the earth and space science learning materials with orientation on multiple intelligences and character education. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1).

Lopera Perez, M., Diaz Posada, L. E., Villagra Sobrino, S., Charro Huerga, E., and Molpeceres Sanz, C. (2019). Multiple intelligences theory applied to environmental education in inclusive settings. *ENSENANZA DE LAS CIENCIAS*, 37(3):189–207.

Lu, J. J. and Fletcher, G. H. (2009). Thinking about computational thinking. In *Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education*, pages 260–264.

Lu, Z. (2016). Instruction and Evaluation of University Physics Experiment under the Theory of Multiple Intelligences. *Proceedings - 2015 International Symposium on Educational Technology, ISET 2015*, pages 79–83.

Luckey, B. (2004). Boundin. pixar animation studios. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1186015.1186026. Acesso em: fevereiro 2023.

Ludovico, L. A., Malchiodi, D., and Zecca, L. (2017). A multimodal lego®-based learning activity mixing musical notation and computer programming. In *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI International Workshop on Multimodal Interaction for Education*, pages 44–48.

Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., and Eastmond, E. (2010). The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 10(4):1–15.

Matarazzo, J. D. (1990). Psychological assessment versus psychological testing: Validation from binet to the school, clinic, and courtroom. *American psychologist*, 45(9):999.

Matrisciano, A. and Belfiore, N. P. (2010). An investigation on cognitive styles and multiple intelligences model based learning preferences in a group of students in engineering. *2010 9th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2010*, pages 60–66.

Mccartney, R., Boustedt, J., Eckerdal, A., Sanders, K., and Zander, C. (2017). Folk pedagogy and the geek gene: Geekiness quotient. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 405–410.

Mei-Ju, C., Pin-Chen, H., and Chen-Hsin, Y. (2014). Same Theory, Different Day: Inquiry into Preschool Children's Multiple Intelligence and Aesthetics Ability-. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143:534–541.

Merve, C. (2018). Effect of nature-activities education program on the multiple intelligence level of children in the age group of 8 to 12 years. *Educational Research and Reviews*, 13(10):365–374.

Molina del Río, J., Guevara, M. A., Hernández González, M., Hidalgo Aguirre, R. M., and Cruz Aguilar, M. A. (2019). Eeg correlation during the solving of simple and complex logical–mathematical problems. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 19:1036–1046.

Naeini, B. et al. (2015). Comparing the effects of two facets of multiple intelligences theory on developing efl learners' listening. *Advances in Language and Literary Studies*, 6(4):62–71.

Nagai, Y., Shimogoori, A., Ariga, M., and Georgiev, G. V. (2019). Future learning and design creativity competency. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, volume 1, pages 499–508. Cambridge University Press.

Nicolas-Alonso, L. F. and Gomez-Gil, J. (2012). Brain computer interfaces, a review. *sensors*, 12(2):1211–1279.

Ninrutsirikun, U., Watanapa, B., Arpnikanondt, C., and Phothikit, N. (2017). Effect of the Multiple Intelligences in multiclass predictive model of computer programming course achievement. *IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON*, pages 297–300.

Nwagu, E. N., Ezedum, C. E., and Nwagu, E. K. (2015). The impact of a multiple intelligences teaching approach drug education programme on drug refusal skills of nigerian pupils. *Global health promotion*, 22(3):35–44.

O'connor, W. T. (2012). What can the brain science of learning teach us about cybernetics? In *2012 IEEE 11th International Conference on Cybernetic Intelligent Systems (CIS)*, pages 36–40. IEEE.

Olabe, J. C., Basogain, X., and Olabe, M. Á. (2019). Modern education with a computational model of the mind. In *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and E-Learning*, pages 41–45.

Oliveira, G. G. d. (2015). *A pedagogia da neurociência: ensinando o cérebro e a mente*. Curitiba: Appris.

Oostenveld, R. and Praamstra, P. (2001). The five percent electrode system for high-resolution eeg and erp measurements. *Clinical neurophysiology*, 112(4):713–719.

Özgen, K., Tataroğlu, B., and Alkan, H. (2011). An examination of multiple intelligence domains and learning styles of pre-service mathematics teachers: Their reflections on mathematics education. *Educational Research and Reviews*, 6(2):168–181.

Papert, S. (1980). *Children, computers, and powerful ideas*, volume 10. Harvester Eugene, OR, USA.

Pathak, S. (2018). Encouraging development of a global mindset among students in online international management courses. *Journal of Teaching in International Business*, 29(1):20–48.

Pekdemir, Z. D. and Akyol, A. K. (2015). Examination of the effect of drama education on multiple intelligence domains of children attending to 5th grade. *Egitim ve Bilim*, 40(182):143–158.

Pfister, H. (2017). Discrete-time signal processing. *Lecture Note, pfister. ee. duke. edu/courses/ece485/dtsp. pdf*.

Philippi Junior, A. and Silva Neto, A. J. (2011). *Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia e inovação*. Barueri, SP: Manole.

Pina, M. B. (2017). Diversidad educativa.¿ un potencial desconocido? *Revista de Investigación Educativa*, 35(1):15–33.

Pirola, N. A. (2010). *Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação*. Editora UNESP.

Pursun, T. and Efilti, E. (2019). The analysing of the emotional intelligence scores of the special education teacher candidates for the predictor of multiple intelligences areas. *European Journal of Educational Research*, 8(2):409–420.

Quadros, C. E. P. d., Adamatti, D. F., and Longaray, A. A. (2023a). Emprego da análise hierárquica de processos para avaliação do nível de importância das inteligências múltiplas em discentes de cursos de graduação. *Sistemas Gestão*.

Quadros, C. E. P. d., de Lima Bicho, A., and Adamatti, D. F. (2020). A teoria das inteligências múltiplas contextualizada com educação, neurociência e pensamento computacional: uma revisão sistemática. *Informática na educação: teoria & prática*, 23(2).

Quadros, C. E. P. d., Longaray, A. A., and Adamatti, D. F. (2021a). O processo de análise hierárquica (ahp) e a teoria das inteligências múltiplas (mi): uma revisão de literatura com meta-síntese sobre a relação entre o método e a teoria. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*.

Quadros, C. E. P. d., Melo, M. R. P., de Carvalho, F. A. H., Bicho, A. d. L., de Aguiar, M. S., and Adamatti, D. F. (2023b). O uso do emotiv epoc headset para identificar áreas cerebrais acionadas pelas inteligências múltiplas (im). *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*.

Quadros, C. E. P. d., Sampaio, G. l., and Adamatti, D. F. (2021b). A teoria das inteligências múltiplas e a formação acadêmica de estudantes: um estudo de caso na universidade federal do rio grande. *DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação*.

Ramos, C. D., Lima, I. N. O., Rodrigues, A. L., Magalhães, K. A. C. d. O., Rodrigues, A. A. d. A., and Destro-Filho, J.-B. (2020). Análise dos ritmos cerebrais de eletroencefalografia no processo de leitura. *Einstein (São Paulo)*, 18.

Real-Fernández, A., Molina-Carmona, R., and Llorens-Largo, F. (2019). Instructional strategies for a smart learning system. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 671–679. ACM.

Rodrigo, C., García-Serrano, A., Delgado, J. L., and Iniesto, F. (2016). Challenges while moocifying a he elearning course on universal accessibility. In *Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction*, pages 1–4.

Sahatsatatsana, S. and Siriyothin, P. (2010). The improvement of students' english proficiency and intelligences through multiple intelligence integrated syllabus. *ICDLE 2010 - 2010 4th International Conference on Distance Learning and Education*, (Mi):58–62.

Sangsongfa, C. and Rawang, W. (2016). The integration of environmental education and communicative english based on multiple intelligence theory for students in extended schools. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12):5776–5788.

Setiawan, A. R. (2019). Multiple intelligences based on neuroscience at a glance.

Shearer, B. (2018). Multiple intelligences in teaching and education: Lessons learned from neuroscience. *Journal of Intelligence*, 6(3):38.

Shearer, C. B. and Karanian, J. M. (2017). The neuroscience of intelligence: Empirical support for the theory of multiple intelligences? *Trends in neuroscience and education*, 6:211–223.

Signorelli, C. M. (2018). Can computers become conscious and overcome humans? *Frontiers in Robotics and AI*, 5:121.

SILVA, K. P. d. (2018). Curtas-metragens no processo de ensino e aprendizagem: um estudo de caso na educação infanti.

Spearman, C. (1946). Theory of general factor. *British Journal of Psychology*, 36(3):117.

Stanciu, D., Orban, I., and Bocos, M. (2011). Applying the multiple intelligences theory into pedagogical practice. Lessons from the Romanian primary education system. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 11:92–96.

Stevens Jr, C. E. and Zabelina, D. L. (2019). Creativity comes in waves: an eeg-focused exploration of the creative brain. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27:154–162.

Suleiman, M. (2013). Communicative discourse in second language classrooms: From building skills to becoming skillful. *Online Submission*.

Teplan, M. (2002). Fundamentals of eeg measurement. *Measurement science review*, 2(2):1–11.

Terman, L. M. (1916). *The measurement of intelligence: an explanation of and a complete guide for the use of the Stanford revision and extension of the Binet-Simon intelligence scale.* Cambridge, Massachusetts: The Riverside Press, Disponível em: https://psychaanalyse.com/pdf/THE_MEASUREMENT_OF_INTELLIGENCE.pdf. Acesso em: 27 maio 2019.

Thakor, N. V. and Tong, S. (2004). Advances in quantitative electroencephalogram analysis methods. *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 6:453–495.

Torres-Carrión, P. V., González-González, C. S., Bernal-Bravo, C., and Infante-Moro, A. (2019). Improving cognitive abilities through gestural interaction. In *Proceedings of the 5th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques*, pages 78–81.

Tsortanidou, X., Daradoumis, T., and BarberÁ, E. (2019). Connecting moments of creativity, computational thinking, collaboration and new media literacy skills. *Information and Learning Sciences*.

Urgup, S. and Aslan, S. (2015). Investigation of students multiple intelligence domains in three different departments of the school of physical education and sports. *Educational Research and Reviews*, 10(15):2068–2075.

Urrutia, E. K. M., Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., and Tamayo, S. (2017). A first proposal of pedagogic conversational agents to develop computational thinking in children. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 1–6.

Varela, C., Rebollar, C., García, O., Bravo, E., and Bilbao, J. (2019). Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. *Heliyon*, 5(11):e02820.

Vasile, C. (2011). Entry points, interests and attitudes. an integrative approach of learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 11:77–81.

Villao, D., Mazon, L., and Guarda, T. (2018). Education by technological intervals in higher education: Tihe model. In *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–6. IEEE.

Visser, B. A., Ashton, M. C., and Vernon, P. A. (2006). Beyond g: Putting multiple intelligences theory to the test. *Intelligence*, 34(5):487–502.

Wang, X. and Liu, Y. L. (2018). Cooperative learning method in physical education teaching based on multiple intelligence theory. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 18(5):2176–2186.

Wechsler, D. (2012). Wechsler preschool and primary scale of intelligence—fourth edition. *The Psychological Corporation San Antonio, TX*.

Wilson, S. D. (2018). Implementing co-creation and multiple intelligence practices to transform the classroom experience. *Contemporary Issues in Education Research*, 11(4):127–132.

Winarti, A., Yuanita, L., and Nur, M. (2019). The effectiveness of multiple intelligences based teaching strategy in enhancing the multiple intelligences and science process skills of junior high school students. *Journal of Technology and Science Education*, 9(2):122–135.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881):3717–3725.

Wolpaw, J. R. (2013). Brain–computer interfaces. In *Handbook of Clinical Neurology*, volume 110, pages 67–74. Elsevier.

Yildirim, S. (2000). Effects of an educational computing course on preservice and inservice teachers: A discussion and analysis of attitudes and use. *Journal of Research on computing in Education*, 32(4):479–495.

Yu, M. and Li, F. (2019). Research on instructional design model of k-12 science curriculum based on steam. In *Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology*, pages 219–224.

APÊNDICES

Apêndice A - Resultados das coletas dos sinais antes e depois

Figura 5.1: Inteligência Espacial AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.2: Inteligência Espacial F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

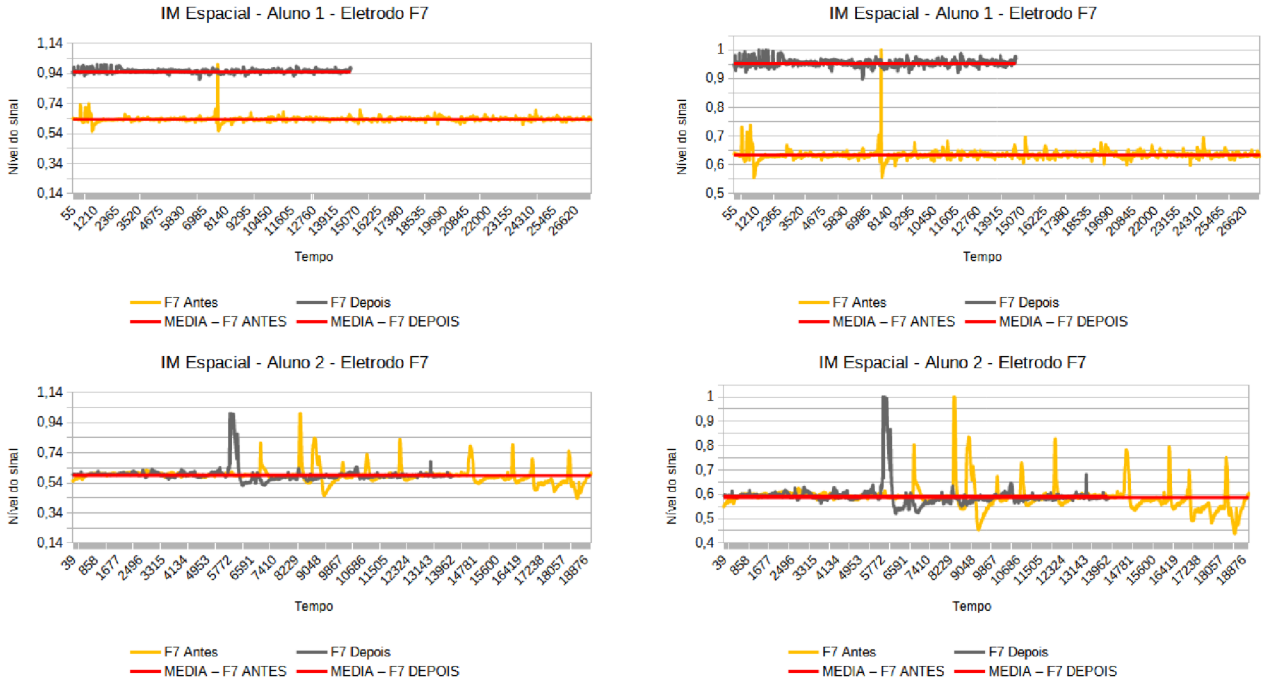


Figura 5.3: Inteligência Espacial F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

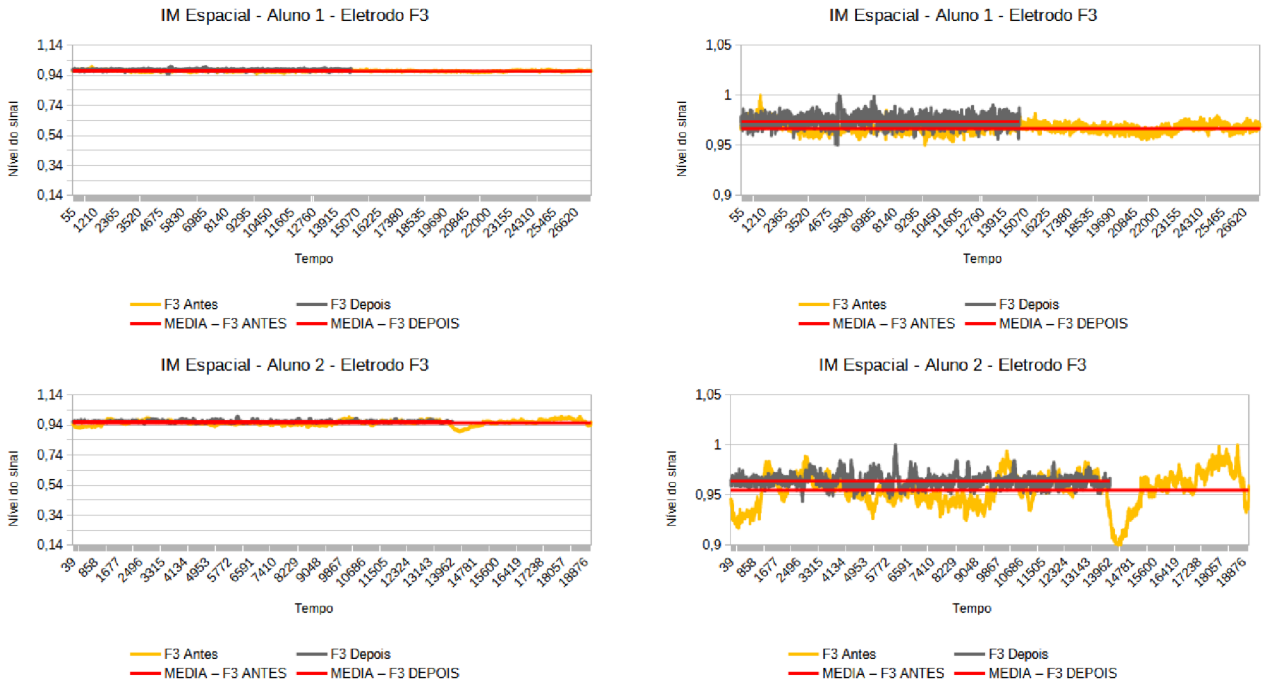


Figura 5.4: Inteligência Espacial FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

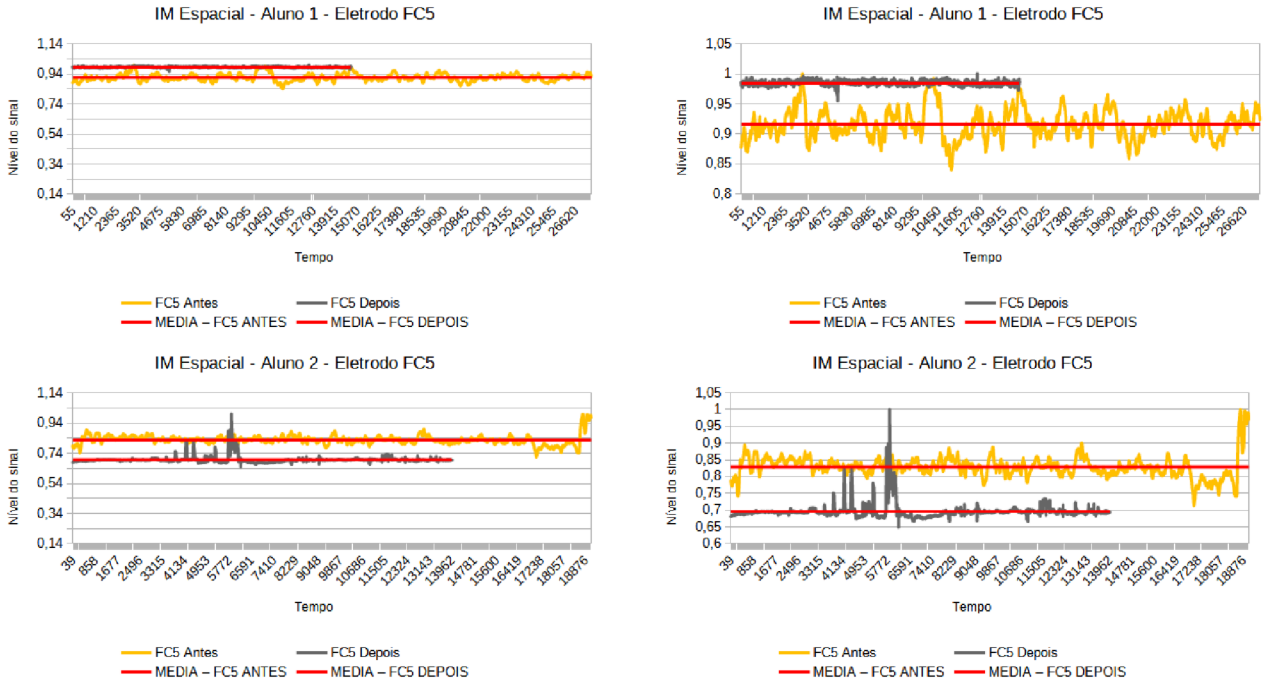


Figura 5.5: Inteligência Espacial AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.6: Inteligência Espacial F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

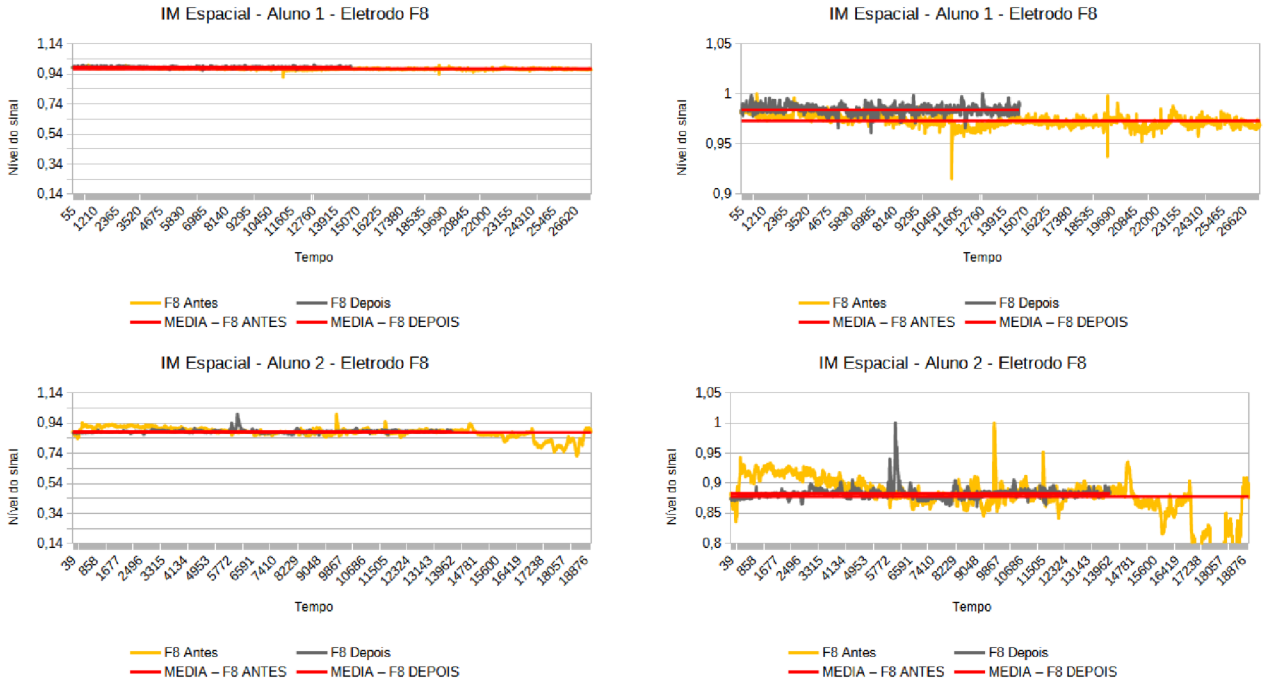


Figura 5.7: Inteligência Espacial F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

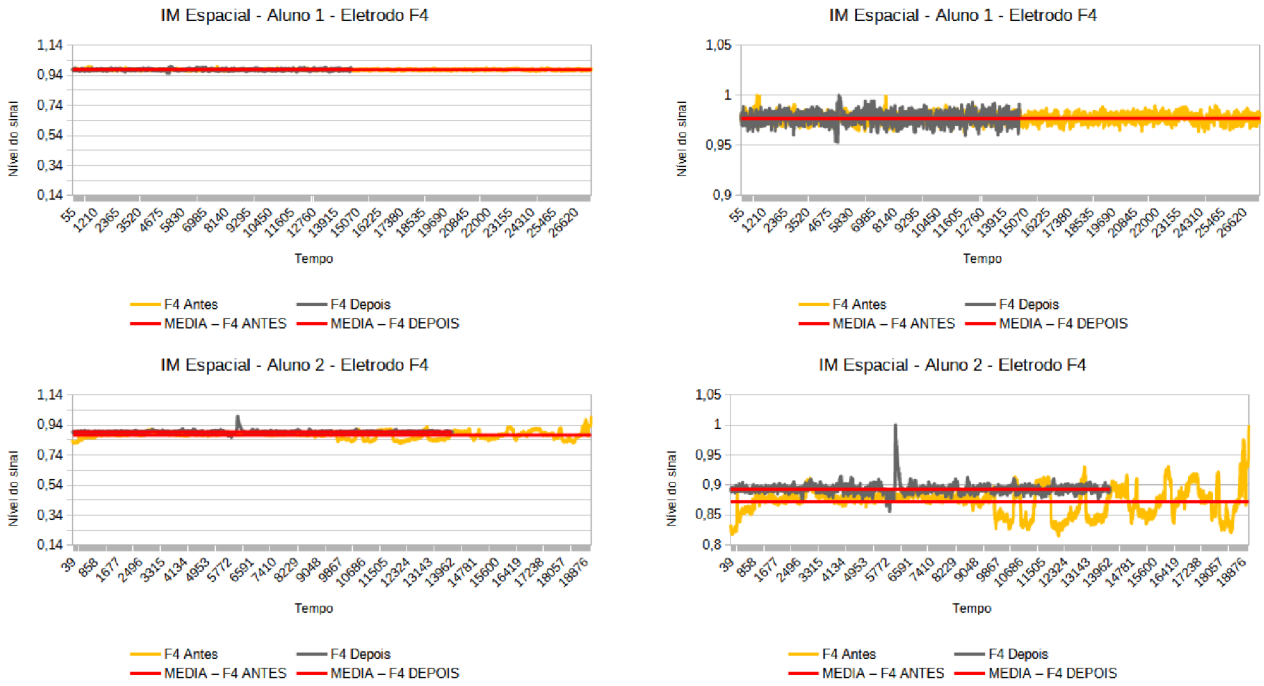


Figura 5.8: Inteligência Espacial FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.9: Inteligência Espacial P7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

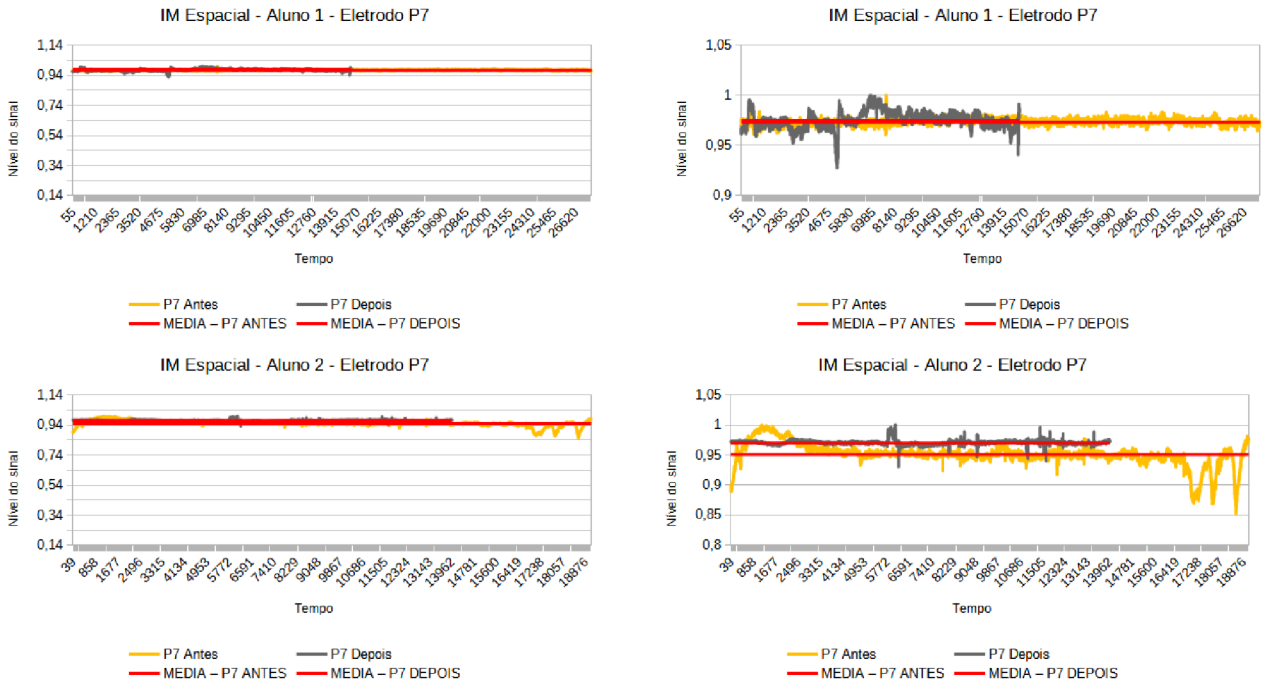


Figura 5.10: Inteligência Espacial P8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.11: Inteligência Interpessoal AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

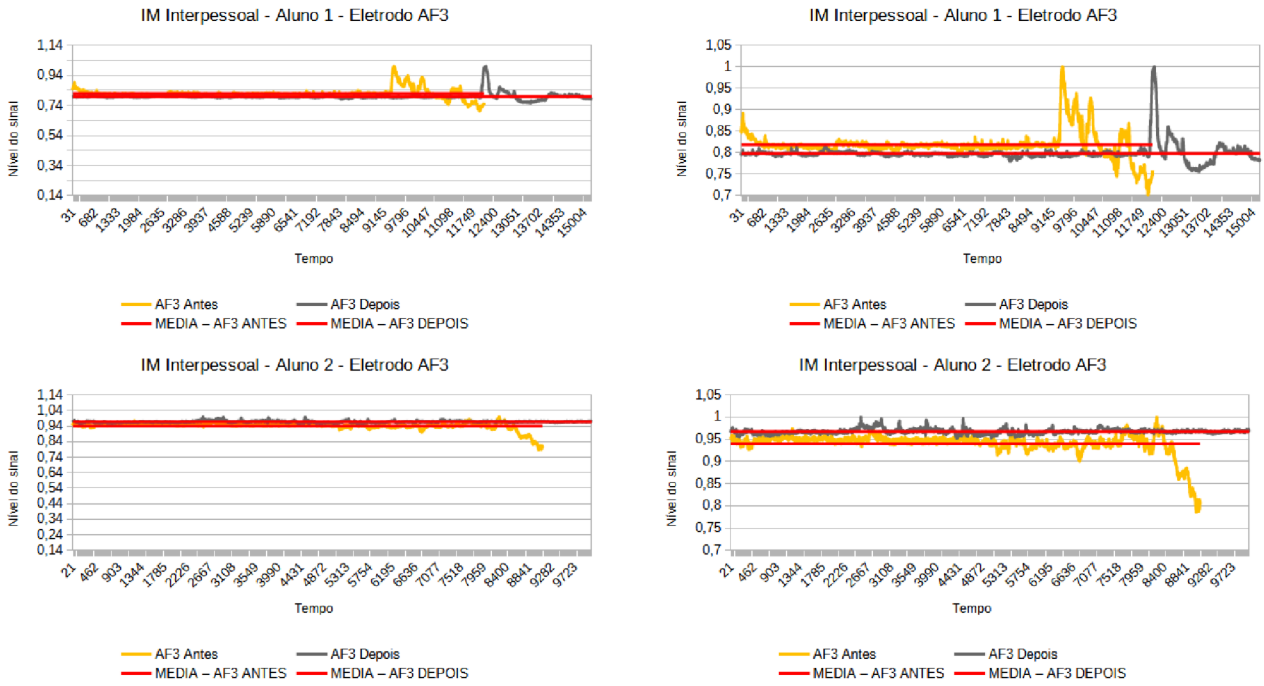


Figura 5.12: Inteligência Interpessoal F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.13: Inteligência Interpessoal F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

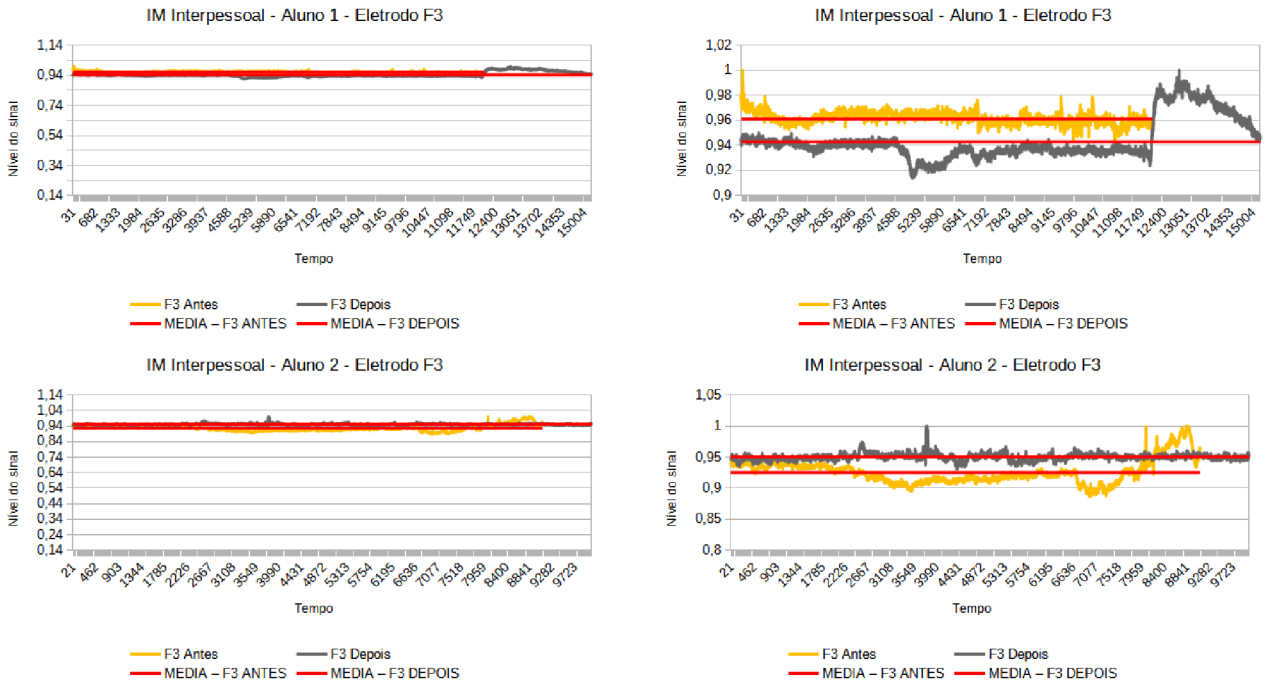


Figura 5.14: Inteligência Interpessoal FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

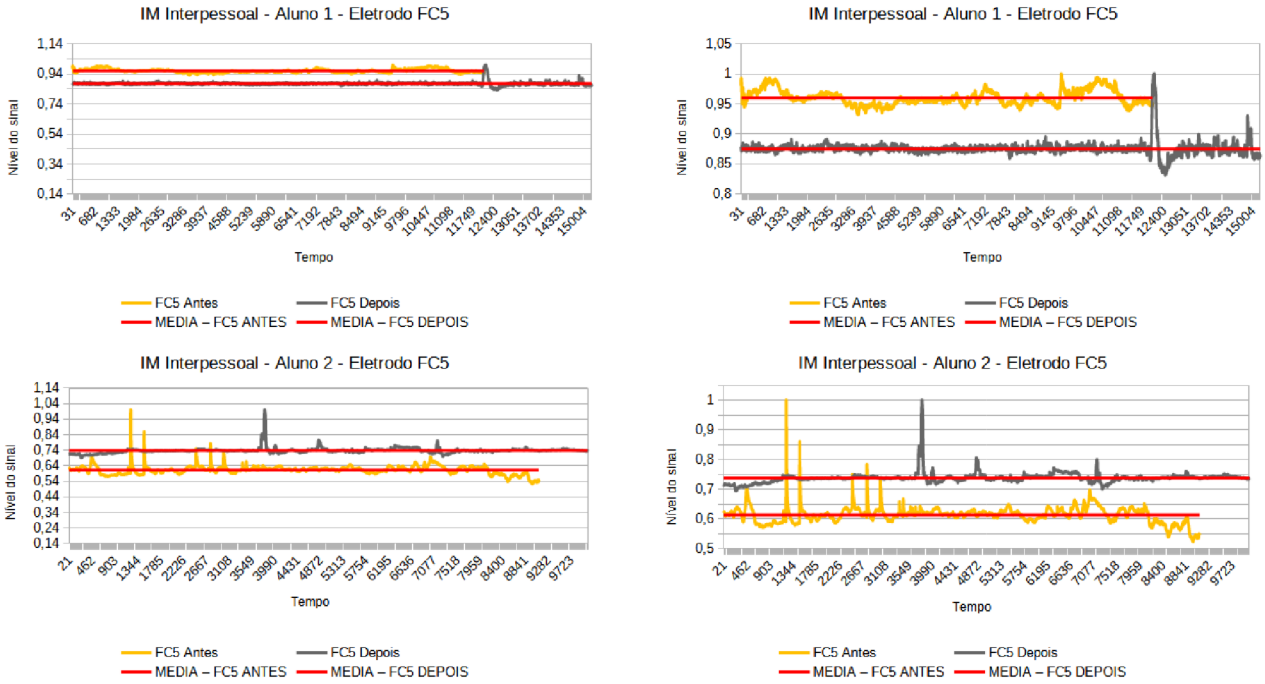


Figura 5.15: Inteligência Interpessoal AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

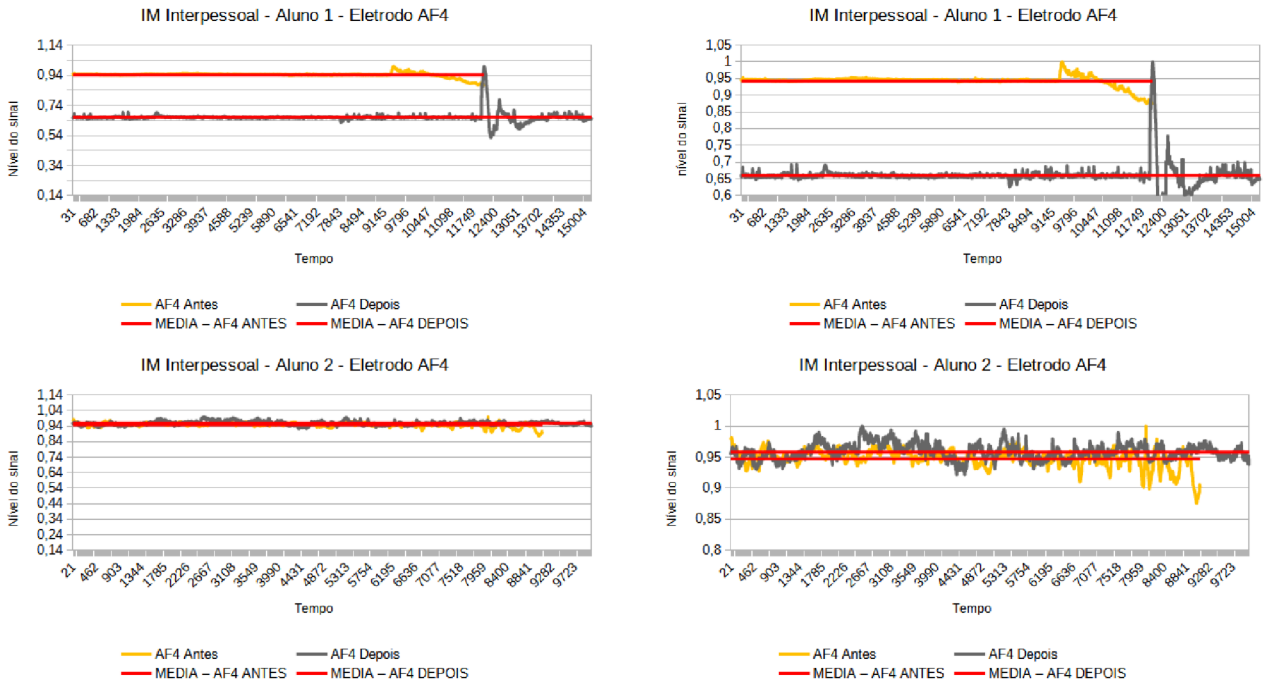


Figura 5.16: Inteligência Interpessoal F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.17: Inteligência Interpessoal F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

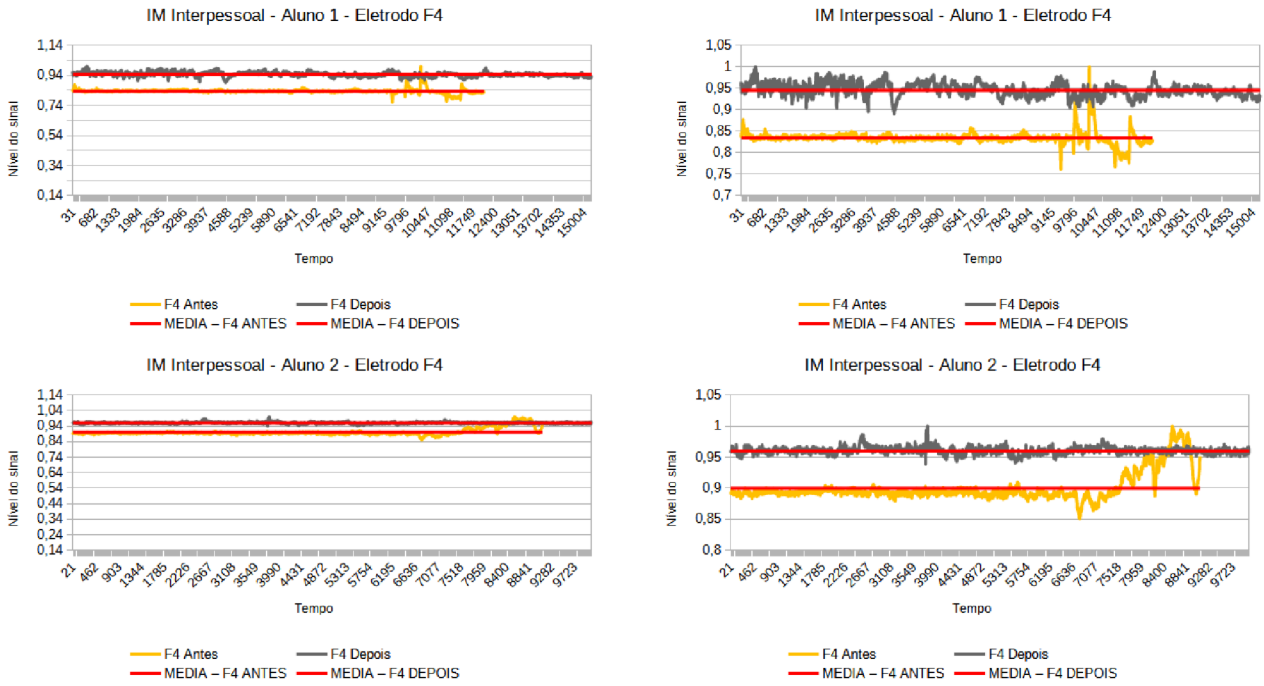


Figura 5.18: Inteligência Interpessoal FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

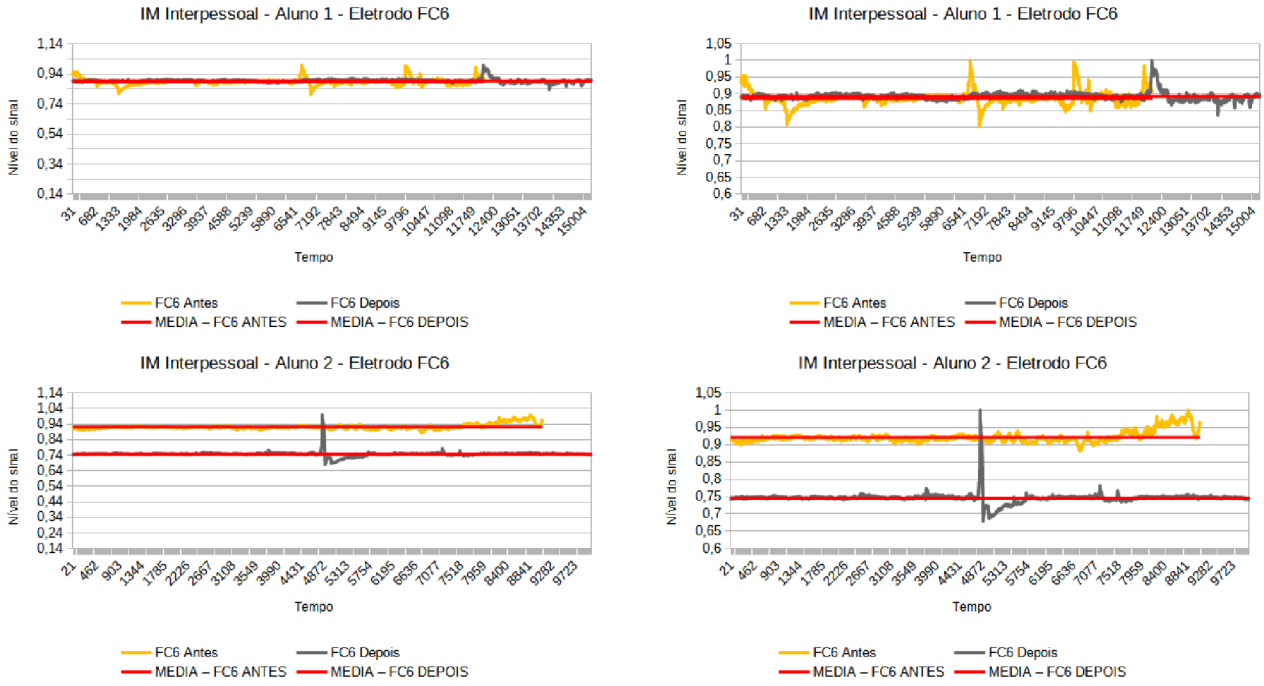


Figura 5.19: Inteligência Interpessoal T7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

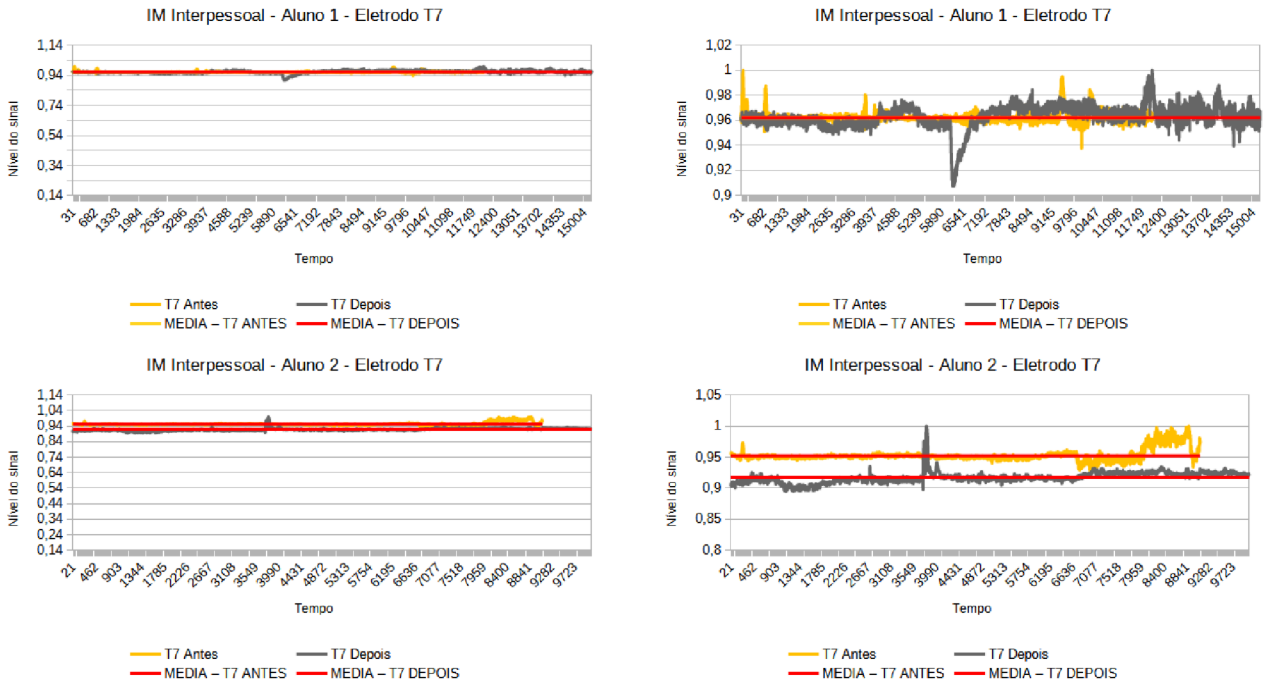


Figura 5.20: Inteligência Interpessoal T8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

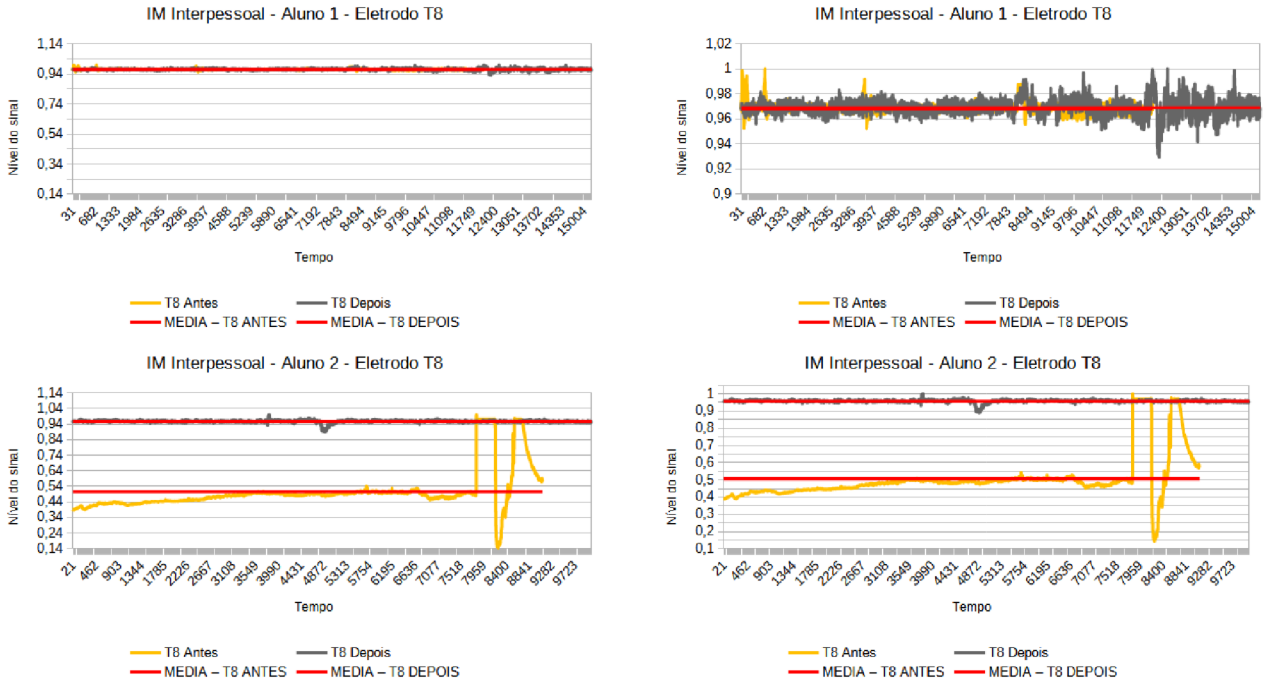


Figura 5.21: Inteligência Linguística AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

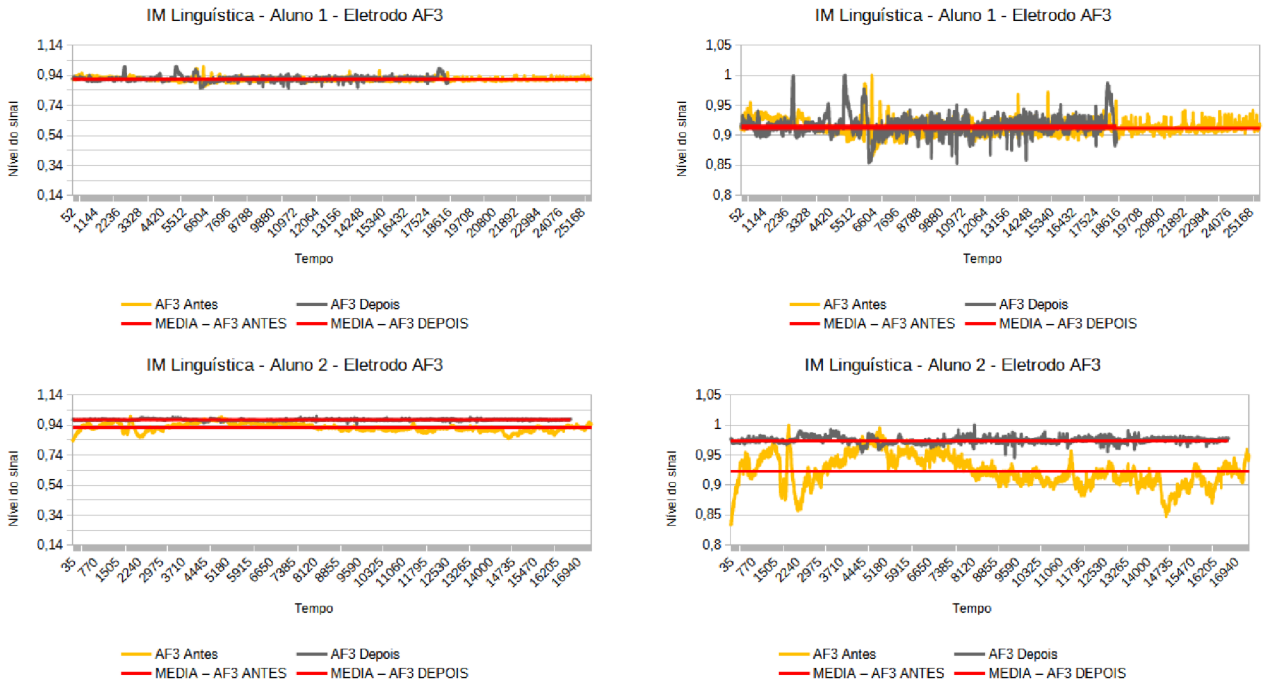


Figura 5.22: Inteligência Linguística F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

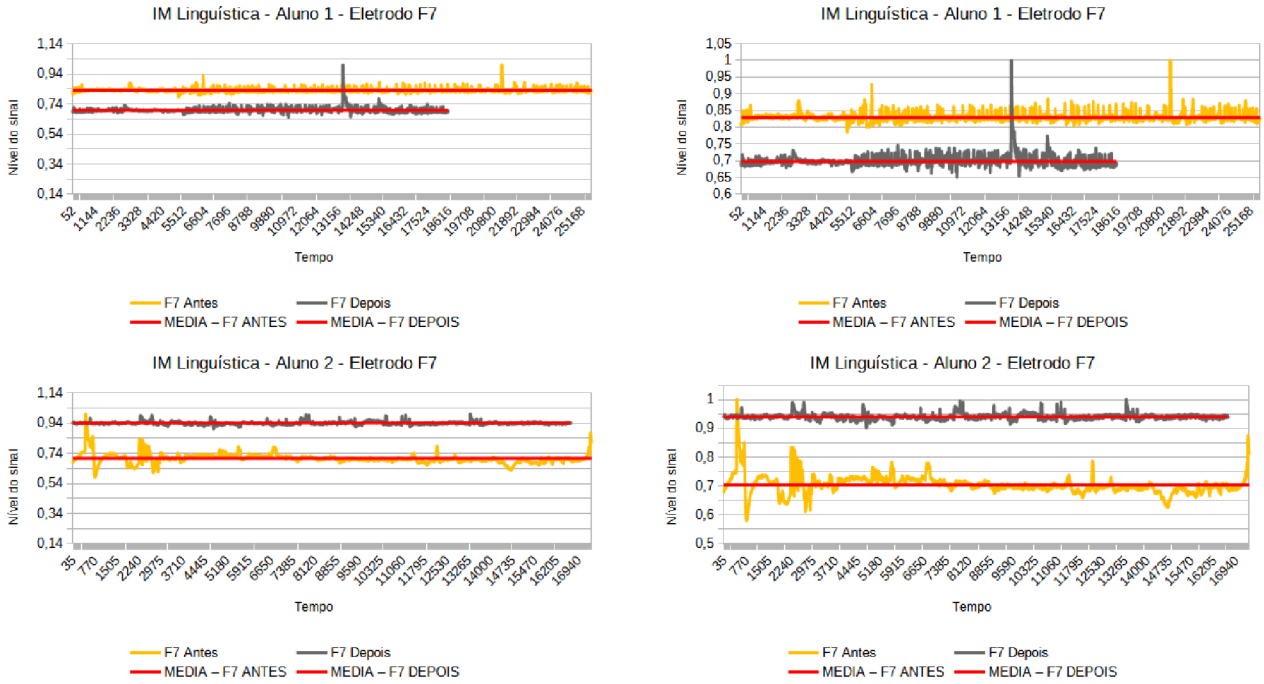


Figura 5.23: Inteligência Linguística F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

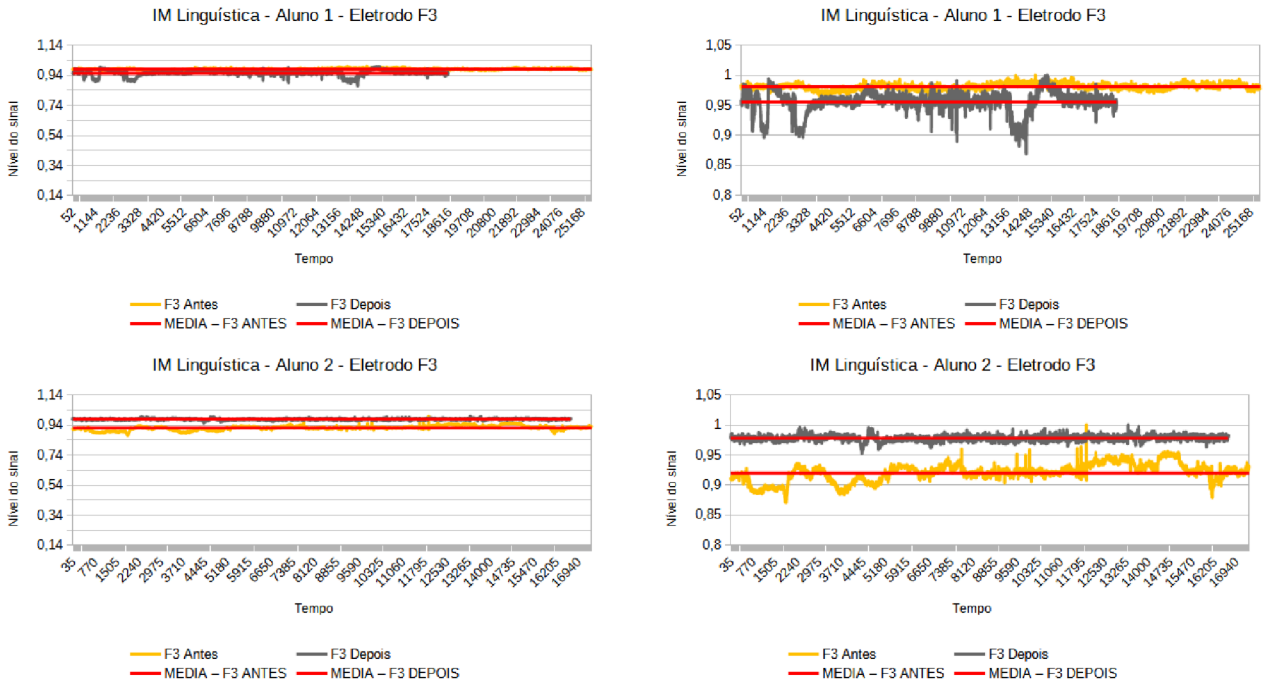


Figura 5.24: Inteligência Linguística FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

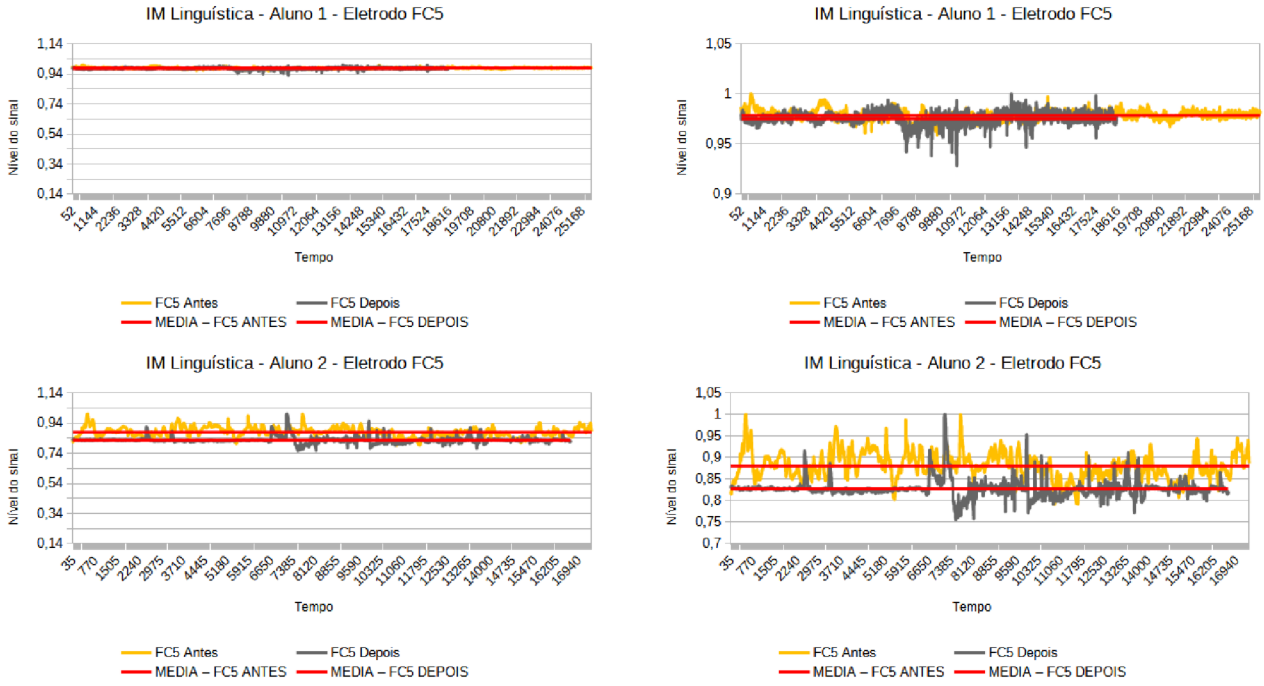


Figura 5.25: Inteligência Linguística AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

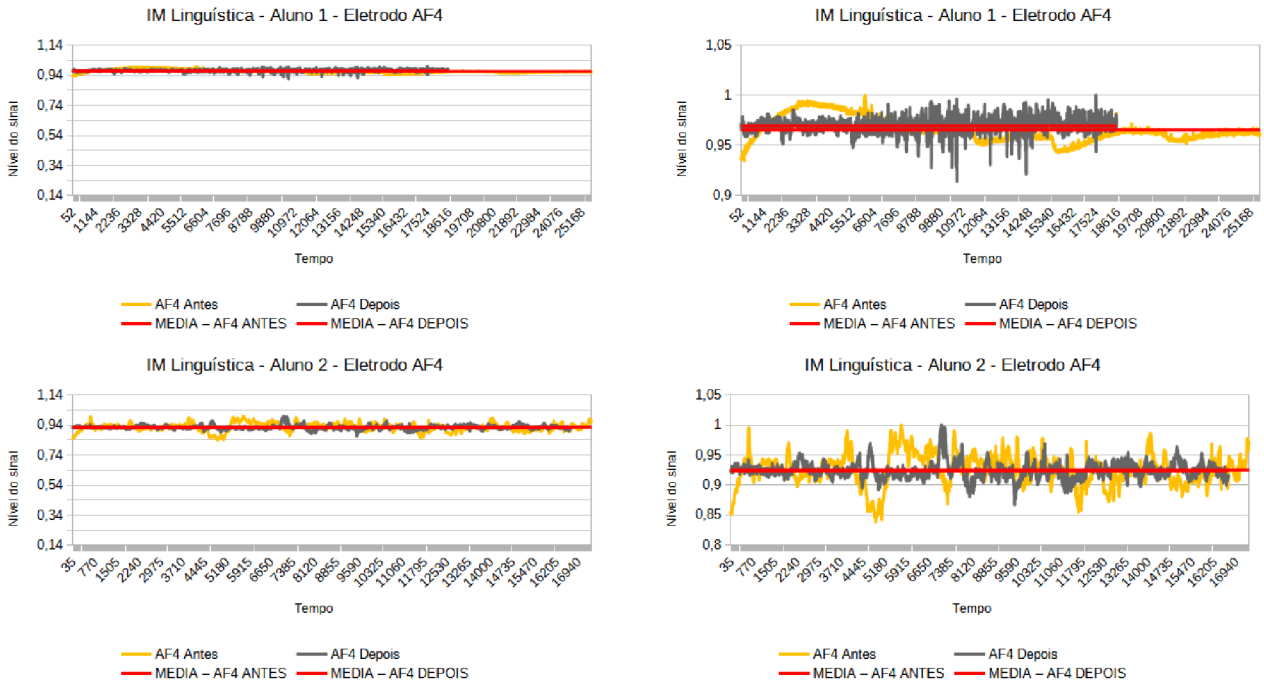


Figura 5.26: Inteligência Linguística F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Figura 5.27: Inteligência Linguística F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

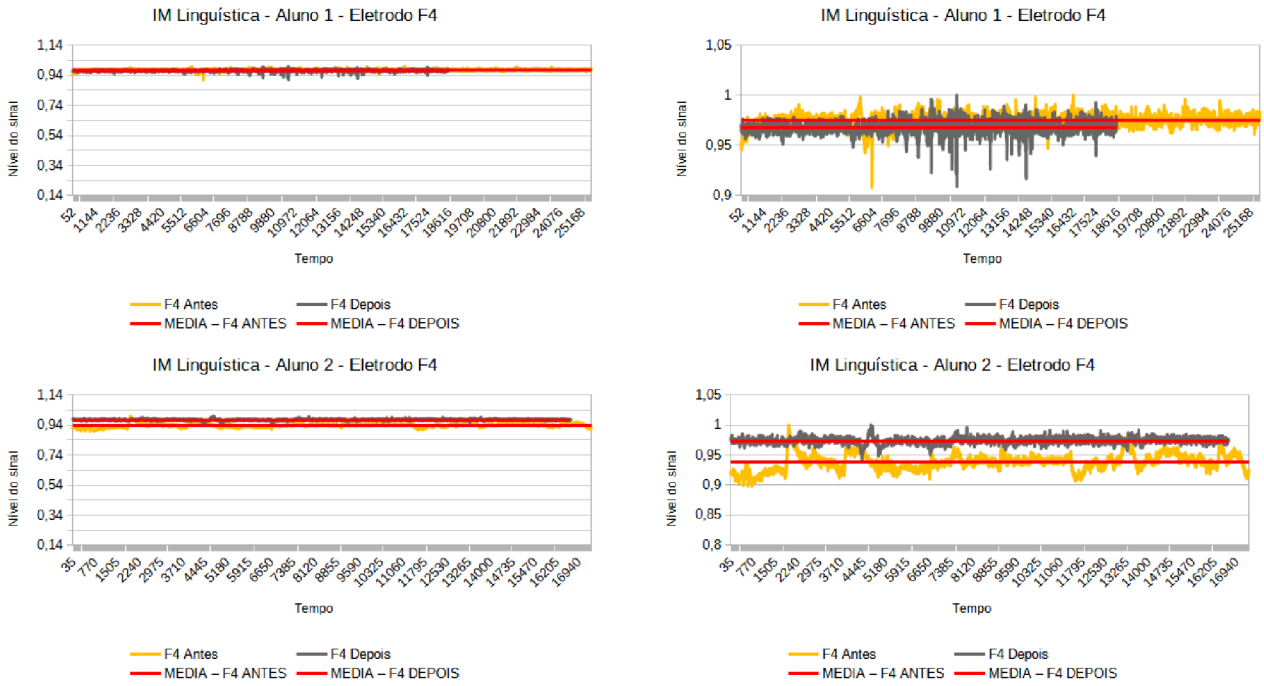


Figura 5.28: Inteligência Linguística FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

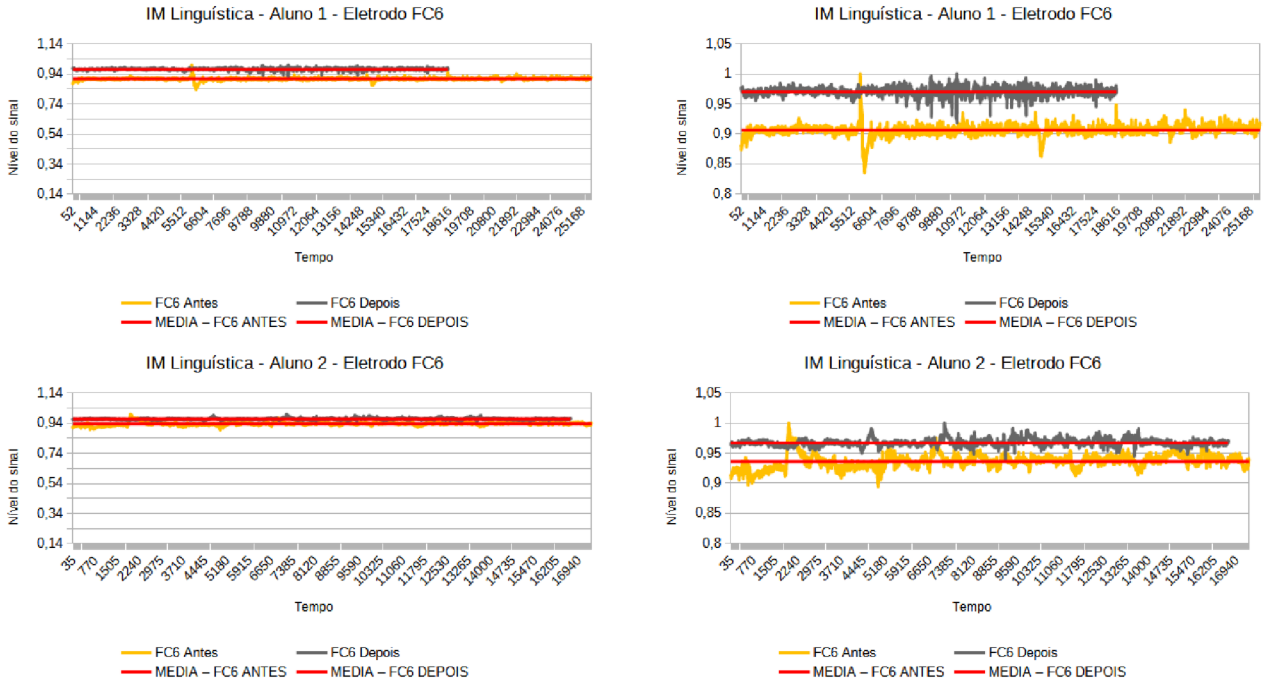


Figura 5.29: Inteligência Linguística T7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

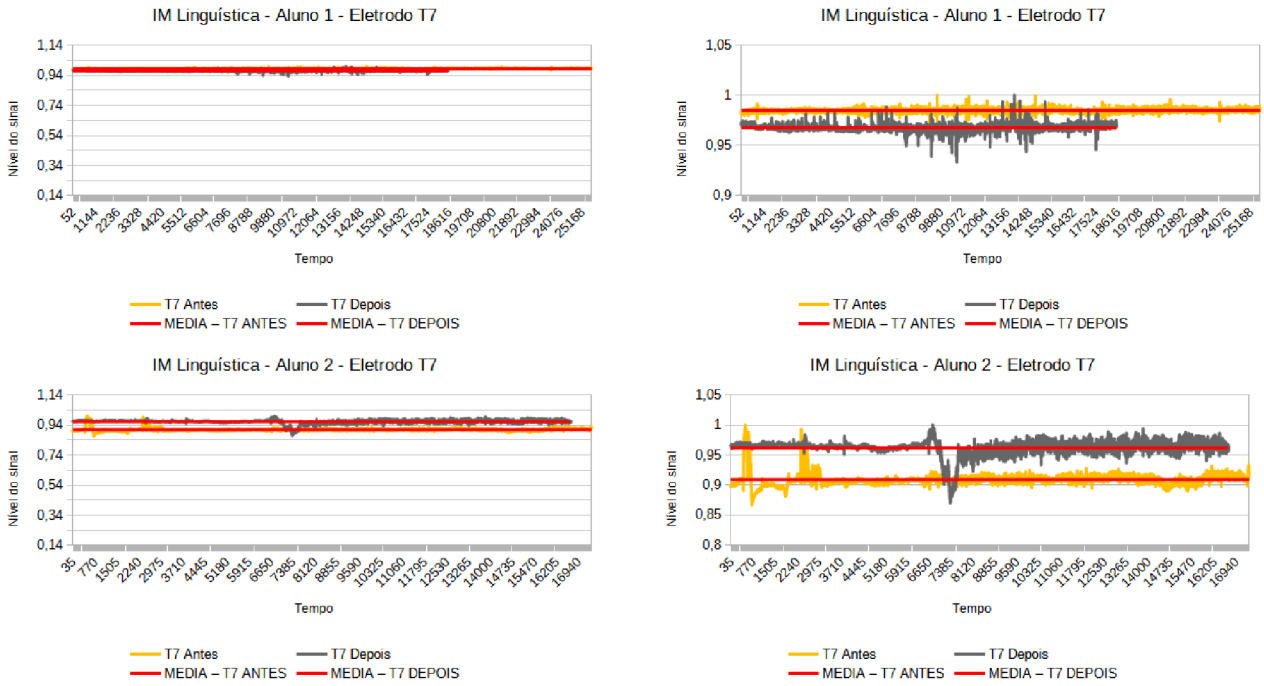


Figura 5.30: Inteligência Linguística T8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

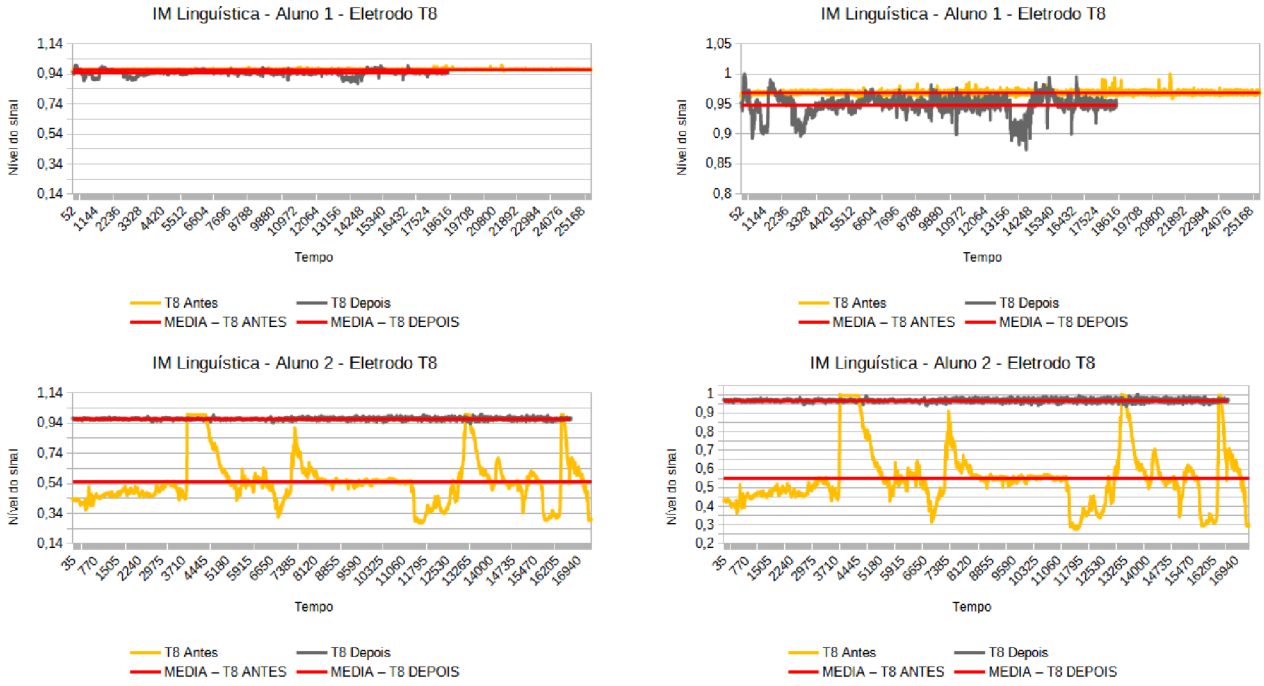


Figura 5.31: Inteligência lógico - matemática AF3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

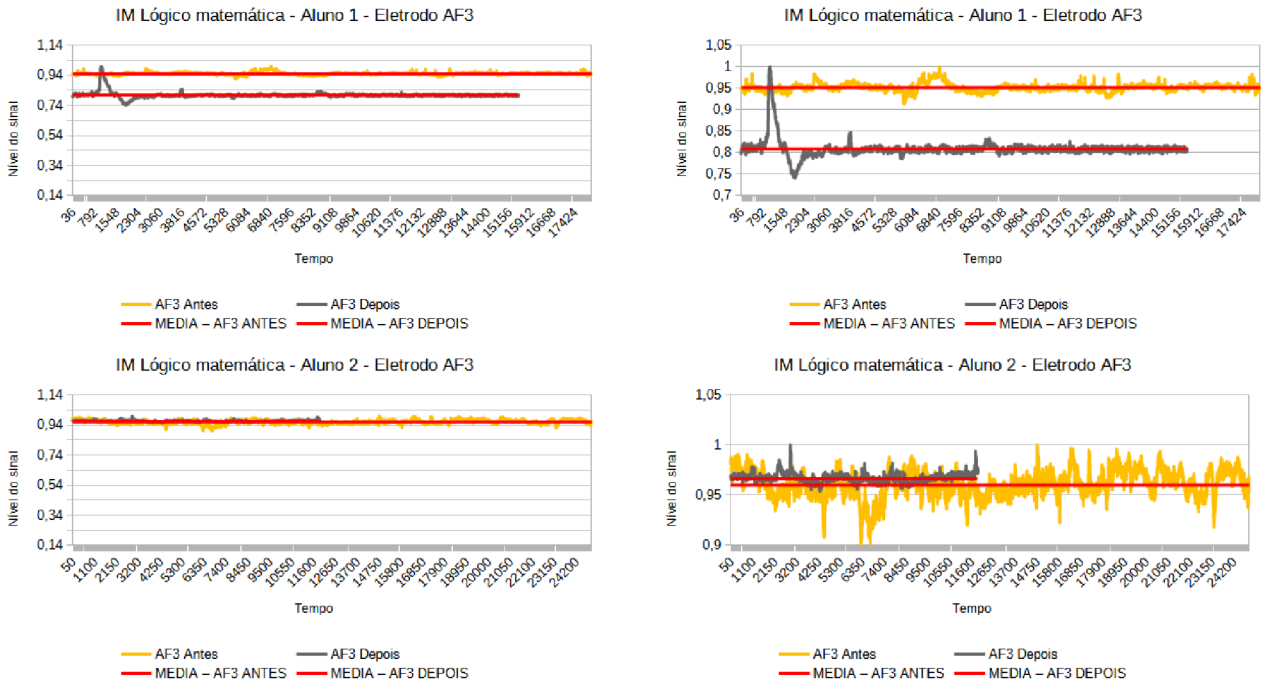


Figura 5.32: Inteligência lógico - matemática F7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

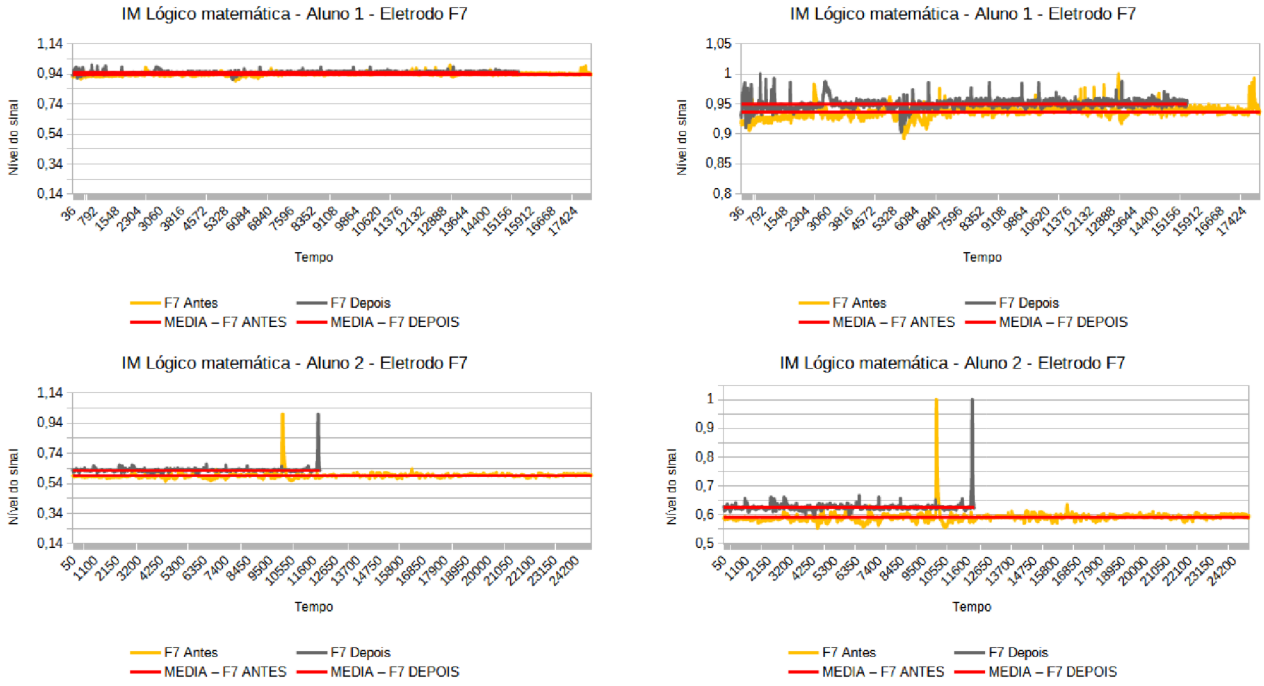


Figura 5.33: Inteligência lógico - matemática F3 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

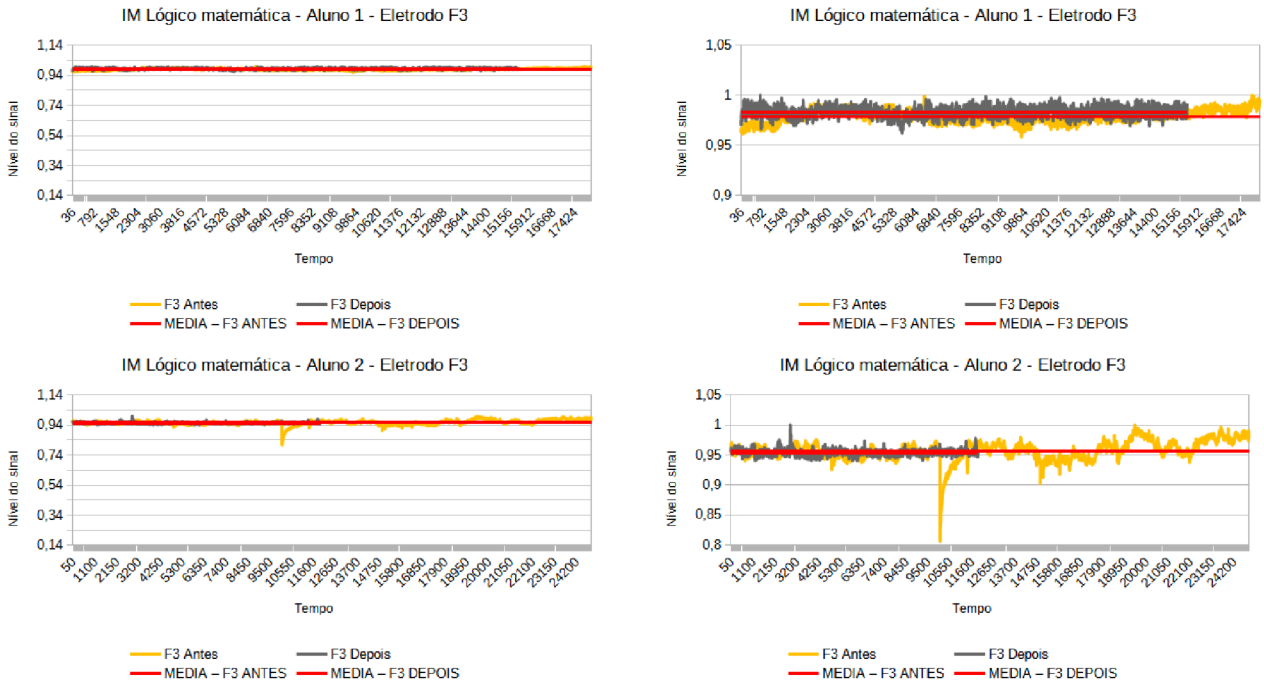


Figura 5.34: Inteligência lógico - matemática FC5 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

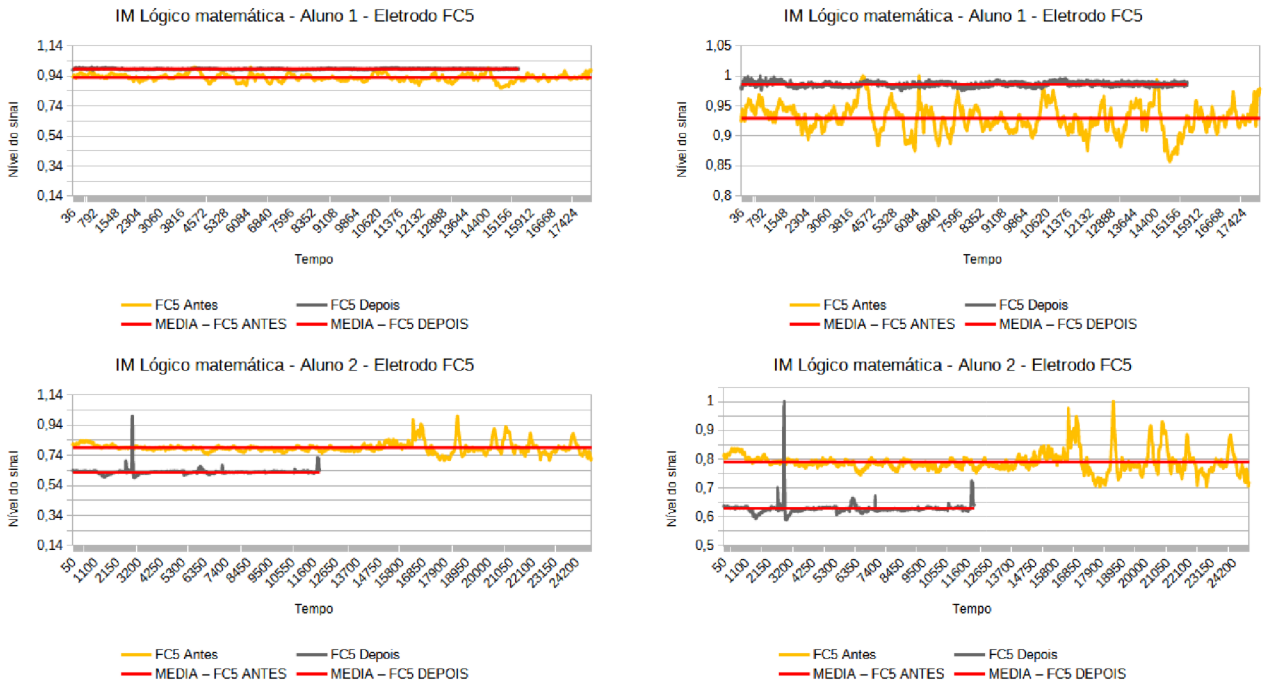


Figura 5.35: Inteligência lógico - matemática AF4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

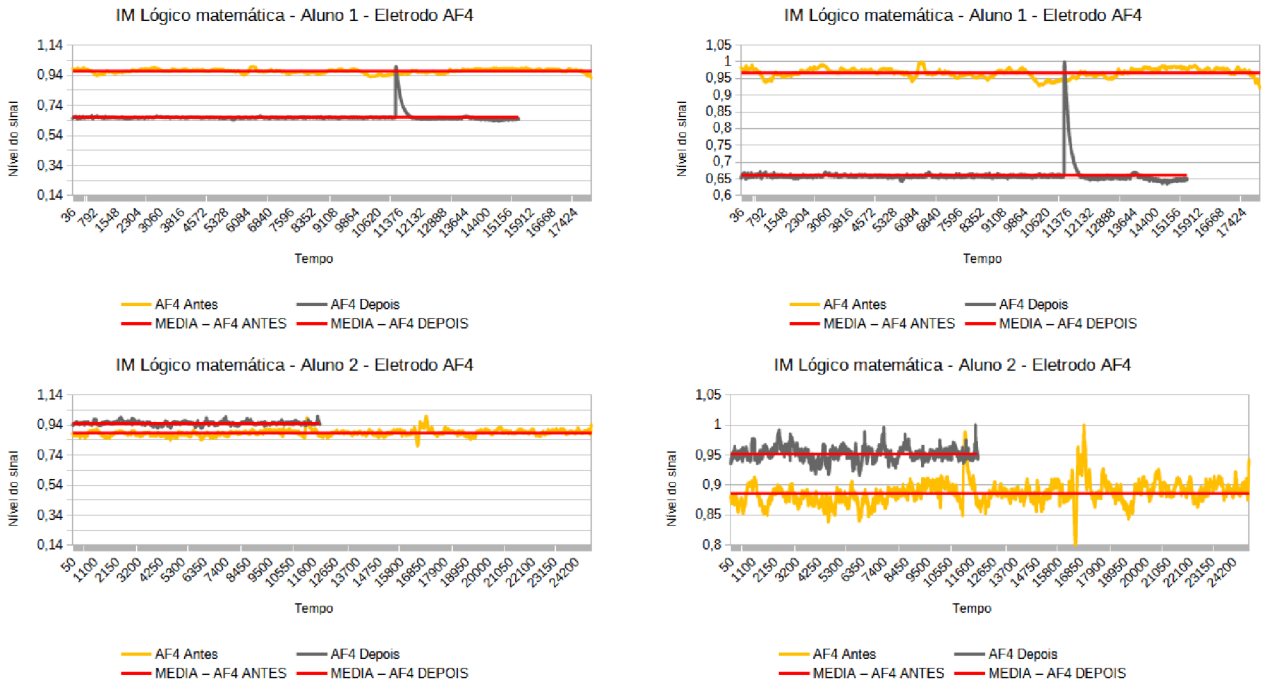


Figura 5.36: Inteligência lógico - matemática F8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

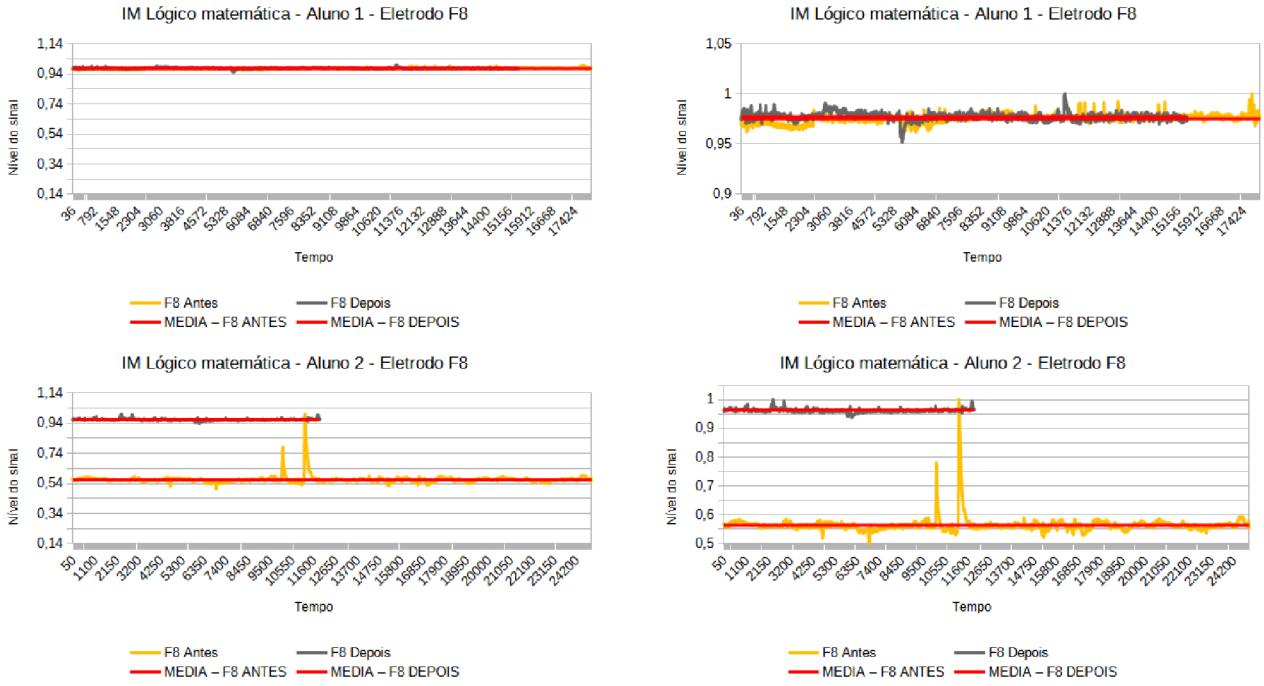


Figura 5.37: Inteligência lógico - matemática F4 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

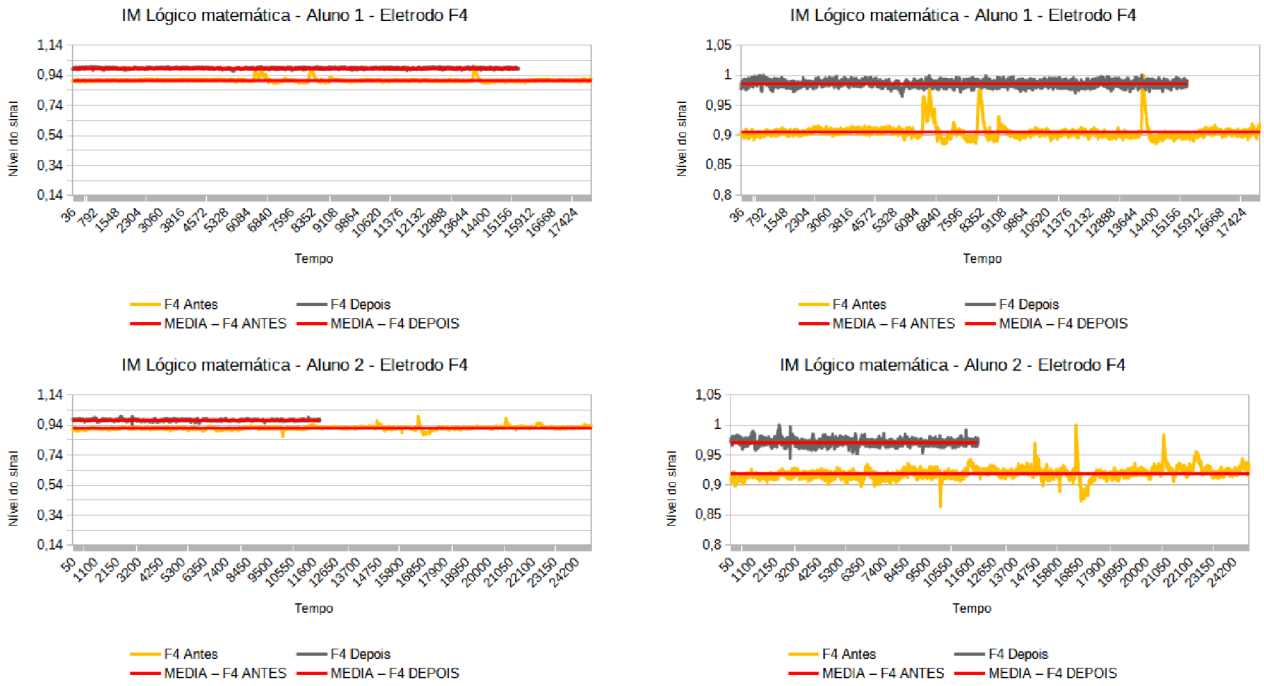


Figura 5.38: Inteligência lógico - matemática FC6 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

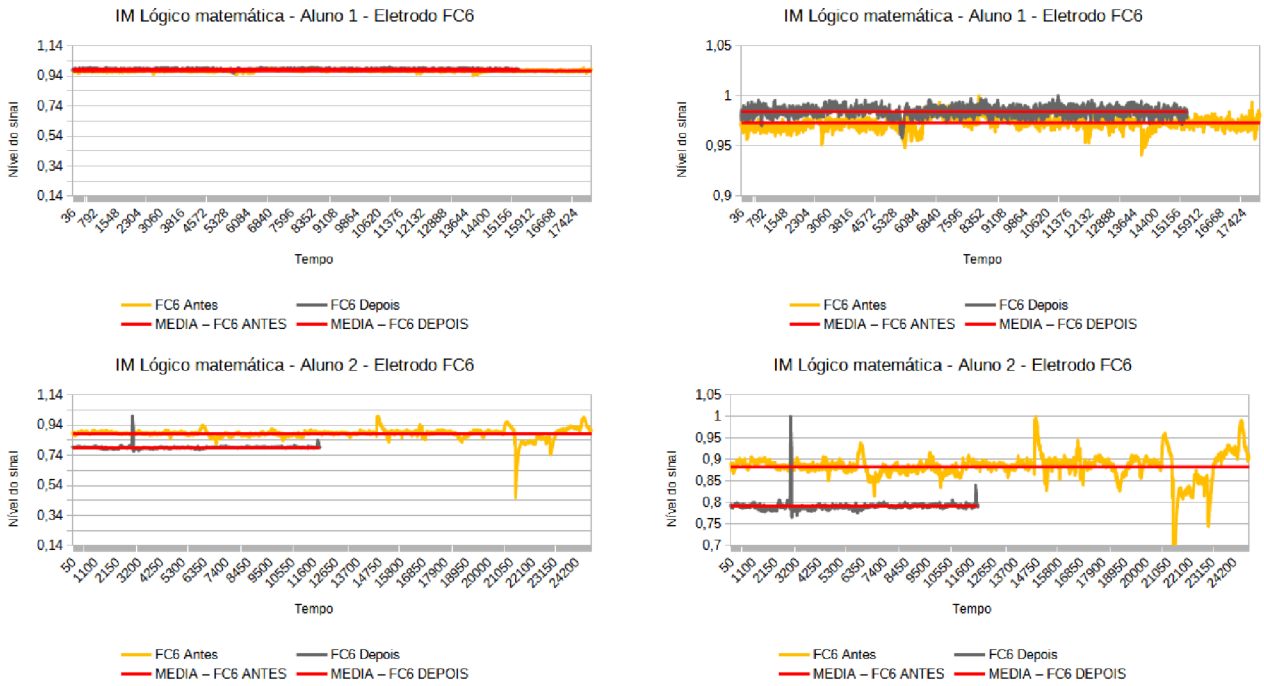


Figura 5.39: Inteligência lógico - matemática P7 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)

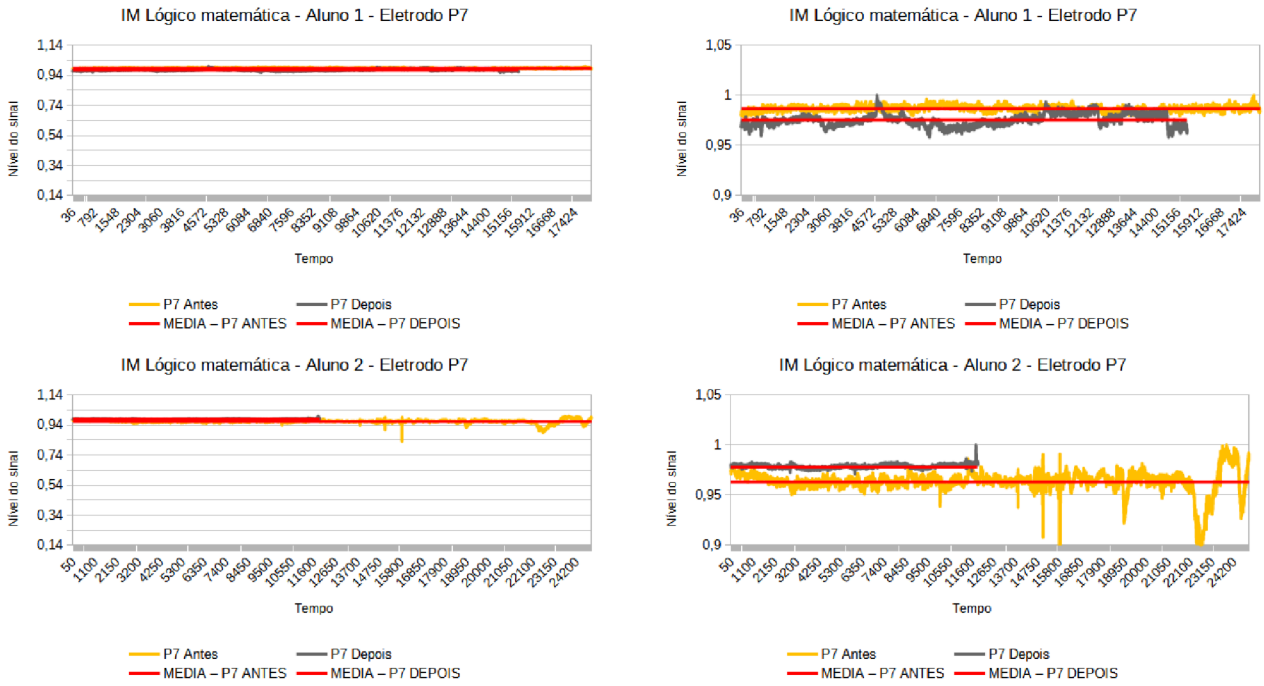
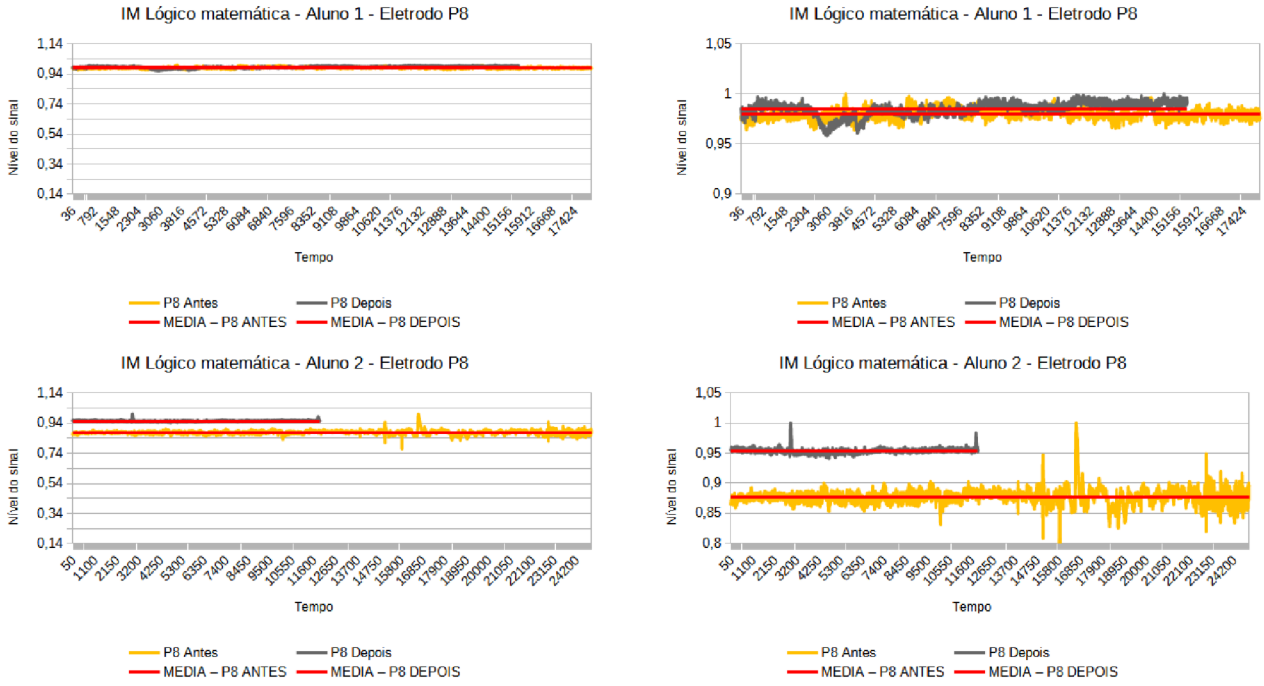


Figura 5.40: Inteligência lógico - matemática P8 - A1 - A2 (escala) - A1 A2 (ampliado)



Apêndice B - Resultados do desvio padrão

Figura 5.41: Inteligência Espacial

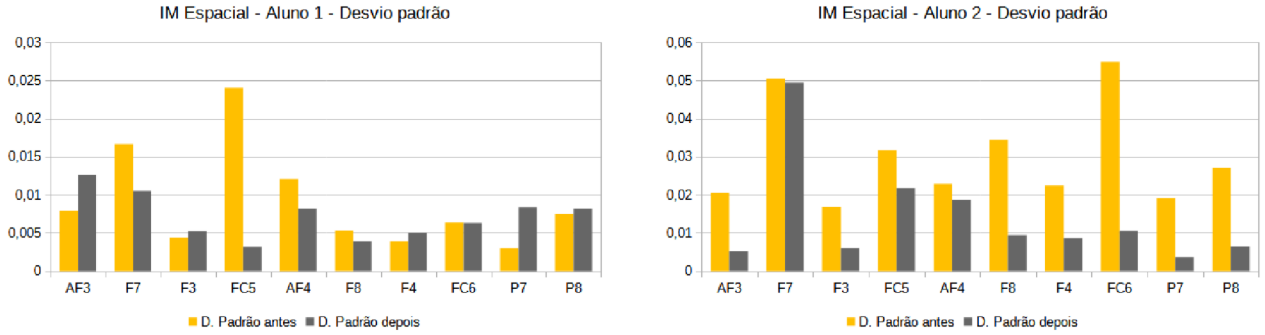


Figura 5.42: Inteligência Interpessoal

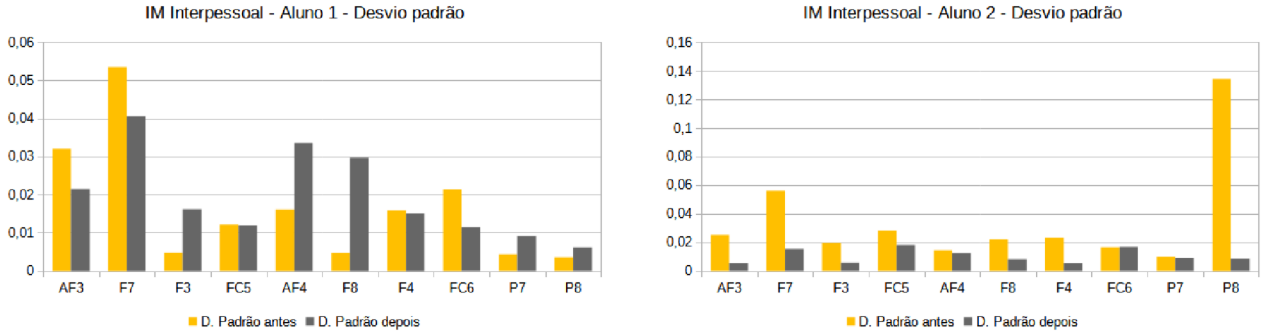


Figura 5.43: Inteligência Linguística

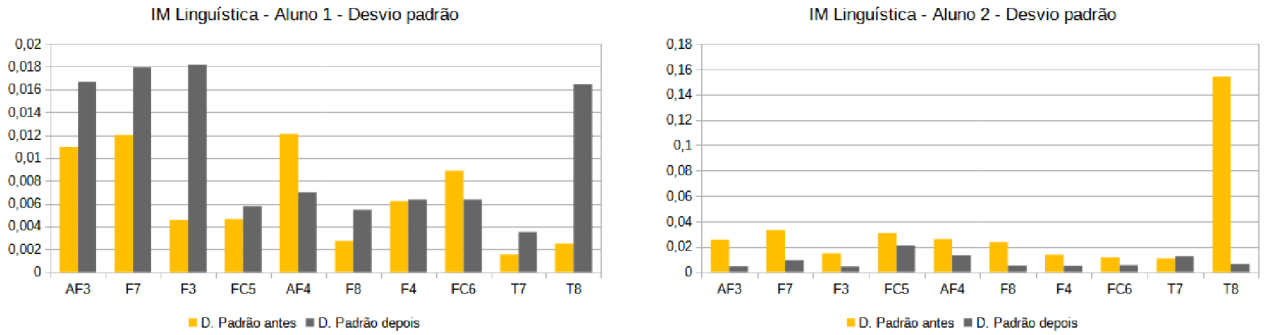
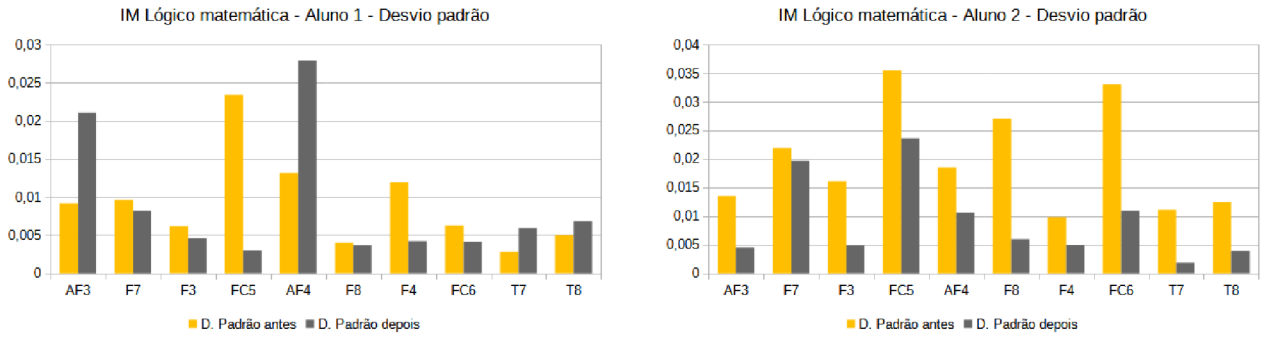


Figura 5.44: Inteligência lógico - matemática



Apêndice C - TERMO DE ASSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO

Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Programa de Pós - Graduação em Modelagem Computacional - PPGMC

TERMO DE ASSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO

Título do Projeto: A teoria das inteligências múltiplas: uma proposta de metodologia para investigação da influência do pensamento computacional no conjunto das inteligências através da neurociência.

Pesquisador responsável: Carlos Eduardo Pereira de Quadros
Programa: Pós-graduação em Modelagem Computacional - FURG

Você está sendo convidado a participar de um estudo chamado Título do Projeto: A teoria das inteligências múltiplas: uma proposta de metodologia para investigação da influência do pensamento computacional no conjunto das inteligências através da neurociência.

A participação nesta pesquisa será voluntária e consistirá em realizar quatro testes simples e, durante a realização desses exercícios, será coletada, através do uso de um instrumento de captura de sinais cerebrais de modo não invasivo, as atividades cerebrais do participante. Este estudo tem como objetivo comprovar que através do desenvolvimento de uma inteligência as demais inteligências podem ser aprimoradas.

Nesta pesquisa pretendemos estudar somente pessoas de 11 a 13 anos que estejam devidamente matriculadas em uma escola pública e que não possuam histórico de déficit de aprendizagem.

Esta pesquisa se justifica pela possibilidade de comprovação de que uma inteligência pode ser influenciada positivamente através do aprimoramento de outra inteligência. Ou seja, ao trabalharmos uma determinada habilidade específica dentro do espectro da inteligências múltiplas, estaremos aprimorando também outras inteligências e não só a que recebeu a capacitação. Após a conclusão deste estudo, teremos como contribuição e benefício certa clareza na relação direta entre as inteligências múltiplas, podendo assim, avançar nas propostas das atividades curriculares dos alunos.

A pesquisa não oferece riscos na coleta de sinais, mas caso aconteça algo com você por causa da coleta, nós daremos toda a assistência necessária. Caso ocorra algum problema em relação à captura dos sinais cerebrais ou em relação à identificação dos participantes, os pesquisadores garantem assistência imediata, integral e gratuita aos participantes.

Sendo sua participação voluntária, ninguém pode forçar você a participar deste estudo e você tem toda a liberdade de deixar de participar do estudo a qualquer momento sem que isso lhe traga algum problema.

Seu nome e o nome de seus pais/responsáveis não serão divulgados em nenhum momento e suas informações serão analisadas junto com as de outros participantes, sempre de forma anônima.

Você não terá nenhum gasto e também não receberá nada para participar desta pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. Você pode entrar em contato com o pesquisador responsável pela pesquisa ou mandar e-mail para qualquer esclarecimento. Pode também

falar com quem autorizou esta pesquisa: Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-FURG). Todos os contatos estão no final deste termo.

Este termo é elaborado em duas vias, assinadas pelo participante e pesquisador. Você receberá uma via deste termo, onde consta o telefone e o endereço institucional dos pesquisadores, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Caso você concorde em participar, nós lhe daremos duas vias deste termo com seus dados pessoais. Você deverá rubricar todas as folhas e assinar no final. Nós faremos o mesmo, você ficará com uma via e a outra ficará conosco.

O Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Rio Grande (CEP-FURG) tem por finalidade defender os interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas dentro dos padrões éticos aceitos entre as partes, respeitando a legalidade, a autonomia, a justiça e a equidade.

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Fui suficientemente esclarecido a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “A teoria das inteligências múltiplas: uma proposta de metodologia para investigação da influência do pensamento computacional no conjunto das inteligências através da neurociência.” e não tenho dúvidas.

Eu conversei com o pesquisador responsável, Carlos Eduardo Pereira de Quadros, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os objetivos do estudo, o que vão fazer comigo, os desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade. Ficou claro também que minha participação não trará despesas e que nada será pago para mim ou para meus pais.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento ao tratamento que esteja realizando.

Dados do participante da pesquisa

Participante da pesquisa: _____

Data de Nascimento: _____

Nome do responsável legal: _____

O pesquisador tirou minhas dúvidas e conversou com os meus responsáveis.

Data: ____/____/____

_____ _____

Nome do participante da pesquisa Assinatura

Declaração do Pesquisador: Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Assentimento Livre e Esclarecido deste participante para a colaboração neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Data: ____/____/____

_____ _____

Nome do pesquisador responsável assinatura

Informações de contato

Pesquisador: Carlos Eduardo Pereira de Quadros

Endereço Institucional: Universidade Federal do Rio Grande

Centro de Ciências Computacionais - C3

Av. Itália, Km 8 - Campus Carreiros - Rio Grande - RS - Brasil - 96201900

E-Mail: cep.quadros1@gmail.com Fone: 55 53 999490579

Orientadora Profª: Dra Diana Francisca Adamatti

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-FURG)

e-mail:cep@furg.br ; Fone:(53) 3237-3013

Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE:76049923.2.200005324

Apêndice D - TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO

Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Programa de Pós - Graduação em Modelagem Computacional - PPGMC

TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO

Título do Projeto: A teoria das inteligências múltiplas: uma proposta de metodologia para investigação da influência do pensamento computacional no conjunto das inteligências através da neurociência.

Pesquisador responsável: Carlos Eduardo Pereira de Quadros
Programa: Pós-graduação em Modelagem Computacional - FURG

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa "A teoria das inteligências múltiplas: uma proposta de metodologia para investigação da influência do pensamento computacional no conjunto das inteligências através da neurociência", de responsabilidade do pesquisador Carlos Eduardo Pereira de Quadros. A sua participação não é obrigatória e a qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Uma possível recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisa ou com a instituição.

O objetivo deste estudo é comprovar que, através do desenvolvimento de uma das inteligências da teoria de Howard Gardner (teoria das inteligências múltiplas), os indivíduos podem melhorar as demais inteligências de forma passiva. A metodologia usada será a coleta de sinais cerebrais com uso de eletroencefalograma durante a realização de exercícios simples de resolução de problemas que envolvem as inteligências: espacial, interpessoal, linguística e lógico-matemática. Com o resultado desta pesquisa, teremos condições de afirmar se as inteligências possuem relação direta no processo de aprendizagem.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais. A análise das respostas não implica na divulgação da identidade dos indivíduos participantes, sendo assegurado o sigilo sobre a participação dos sujeitos na pesquisa. Ainda com relação aos riscos, será esclarecido que se trata de uma técnica de captura de sinais cerebrais de caráter não invasivo, não havendo nenhum tipo de corte, sem causar nenhum tipo de dor ou desconforto aos participantes, pois os eletrodos possuem esponjas em suas pontas, de forma a deixar o equipamento mais confortável possível na cabeça do sujeito investigado. Os vídeos apresentados na pesquisa tem um conteúdo reflexivo, com baixa probabilidade de qualquer dano psíquico aos indivíduos pesquisados. Porém, caso ocorra qualquer desconforto, todos terão a informação e liberdade de parar a reprodução dos mesmos a qualquer momento.

Caso ocorra algum problema ou dano com o(a) Sr.(a), resultante deste relato de caso, o(a) Sr.(a) receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal e pelo tempo que for necessário. Garantimos indenização diante de eventuais fatos comprovados, com nexo causal com o relato de caso, conforme especifica a Carta Circular no 166/2018 da CONEP.

É garantido ao Sr.(a), o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o relato de caso e suas consequências, enfim, tudo o que o(a) Sr.(a) queira saber antes, durante e depois da sua participação.

A participação nesta pesquisa será voluntária e consistirá em realizar quatro testes simples e, durante a realização desses exercícios, será coletada, através do uso de um

instrumento de captura de sinais cerebrais de modo não invasivo, as atividades cerebrais do participante. Caso ocorra algum problema em relação à captura dos sinais cerebrais ou em relação à identificação dos participantes, os pesquisadores garantem assistência imediata, integral e gratuita aos participantes.

Após a conclusão deste estudo, teremos como contribuição e benefício certa clareza na relação direta entre as inteligências múltiplas, podendo assim, avançar nas propostas das atividades curriculares dos alunos.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação dos indivíduos pesquisados.

Este termo é elaborado em duas vias, assinadas pelo participante e pesquisador. Você receberá uma via deste termo, onde consta o telefone e o endereço institucional dos pesquisadores, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação neste relato de caso e o(a) Sr.(a) não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos, porém, poderá receber por despesas decorrentes de sua participação [ex.: despesas de transporte e alimentação. Descrever como será feito o reembolso.] Essas despesas serão pagas pelo orçamento da pesquisa.

O Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Rio Grande (CEP-FURG) tem por finalidade defender os interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas dentro dos padrões éticos consensualmente aceitos e legalmente preconizados, baseando-se nos princípios universalmente aceitos de autonomia, beneficência, não maleficência, justiça e equidade.

Dados do participante da pesquisa

Participante da pesquisa: _____

Data de Nascimento: _____

O pesquisador tirou minhas dúvidas e conversou com os meus responsáveis.

Data: ____/____/____

_____ _____

Nome do participante da pesquisa Assinatura

Declaração do Pesquisador: Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Assentimento Livre e Esclarecido deste participante para a colaboração neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Data: ____/____/____

_____ _____

Nome do pesquisador responsável assinatura

Pesquisador: Carlos Eduardo Pereira de Quadros

Endereço Institucional: Universidade Federal do Rio Grande

Centro de Ciências Computacionais - C3

Av. Itália, Km 8 - Campus Carreiros - Rio Grande - RS - Brasil - 96201900

Email: cep.quadros1@gmail.com

Fone: 55 53 999490579

Orientadora Profª: Dra Diana Francisca Adamatti

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-FURG)

e-mail:cep@furg.br ; Fone:(53) 3237-3013

Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE:76049923.2.200005324