



O uso do Emotiv Eloc Headset para identificar áreas cerebrais acionadas pelas Inteligências Múltiplas (IM)

The use of Emotiv Eloc Headset to identify brain areas activated by Multiple Intelligences (MI)

DOI: 10.55905/revconv.16n.11-154

Recebimento dos originais: 20/10/2023

Aceitação para publicação: 23/11/2023

Carlos Eduardo Pereira de Quadros

Mestre em Modelagem Computacional

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Endereço: Rio Grande - RS, Brasil

E-mail: cep.quadros1@gmail.com

Marla Rosana Pereira Melo

Mestre em Engenharia de Computação

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Pelotas - RS, Brasil

E-mail: mrpmelo@inf.ufpel.edu.br

Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho

Doutora em Educação

Instituição: Insight - Consultoria Educacional e Corporativa

Endereço: Rio Grande - RS, Brasil

E-mail: consulinsight@gmail.com

Alessandro de Lima Bicho

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Endereço: Rio Grande - RS, Brasil

E-mail: albicho@furg.br

Marilton Sanchotene de Aguiar

Doutor em Computação

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Pelotas - RS, Brasil

E-mail: marilton@inf.ufpel.edu.br

Diana Francisca Adamatti

Doutora em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Endereço: Rio Grande - RS, Brasil

E-mail: dianaada@gmail.com



RESUMO

Essa pesquisa tem o objetivo de identificar, através de exercícios práticos, as áreas cerebrais que são acionadas enquanto determinadas Inteligências Múltiplas (IM) 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.

Palavras-chave: neurociência, inteligências múltiplas, Emotiv Epoc, eletroencefalograma (EEG)

ABSTRACT

This work aims to identify, through practical exercises, the brain areas that are activated while we test specific Multiple Intelligences (MI). From the collection of amplified electrical signals, through the use of Emotiv Epoc, we identified the main brain areas and related them to some intelligence of Howard Gardner's theory. The tests carried out indicate that there is a direct link between specific brain areas and the MIs examined in this work.

Keywords: neuroscience, multiple intelligences, Emotiv Epoc, electroencephalogram (EEG)

1 INTRODUÇÃO

A história dos testes psicológicos possui relatos com cerca de 200 anos a.C. através da dinastia Han na China, onde o imperador chinês examinava seus oficiais a cada três anos para determinar sua aptidão para continuar no cargo (Bowman, 1989).

Até a popularização do teste de Quociente de Inteligência (QI), que ainda é usado nos dias atuais para comparar e avaliar as habilidades cognitivas dos indivíduos, o exame teve uma longa trajetória e aprimoramentos com o passar dos anos. 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 Lewis Terman e nomeado como Stanford-Binet, e este acabou se tornando o mais popular por criar uma escala para os variados níveis de inteligência (Terman, 1916). Cerca de uma década depois, o psicólogo britânico Charles Spearman criou o fator de inteligência “g” (Spearman, 1946). Em 1949, David Wechsler criou a “escala de inteligência para crianças”, na qual a inteligência era medida através de subtestes de habilidades combinadas (Wechsler, 2012).

Mesmo com o aprimoramento dos testes de QI com o passar dos anos, os testes de lápis e papel ainda continuam limitados e, de certa forma, não avaliam de maneira eficiente todas as capacidades dos indivíduos. Não há como descartá-los totalmente, mas, em contrapartida, os



testes por si só não devem servir como base única para qualquer tipo de avaliação de habilidades intelectuais ou corpóreas, por exemplo. No ano de 1983, o educador e psicólogo norte-americano Howard Gardner criou a teoria das Inteligências Múltiplas (IM), afirmando que possuímos mais de uma inteligência, e fez um contraponto aos tradicionais testes de inteligência, como o teste de QI, que avalia apenas duas habilidades: a lógico-matemática e a linguística (Gardner, 1983).

Howard Gardner propôs a teoria das IM em seu livro *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas* (Gardner, 1995). Na teoria inicial, foram apresentadas sete inteligências: a corporal-cinestésica, a espacial, a interpessoal, a intrapessoal, a linguística, a lógico-matemática e a musical. Anos depois a teoria foi complementada e a inteligência naturalista incluída no conjunto das IM.

A Tabela 1 apresenta as oito IM propostas na teoria de Gardner e algumas de suas características. A ênfase dessas características está concentrada na parte anatômica do cérebro e quais áreas são acionadas no momento em que cada uma das IM é adotada.

Tabela 1 - Características das Inteligências Múltiplas.

Musical	Certas partes do cérebro desempenham papéis importantes na percepção e 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.
Corporal - cinestésica	O controle do movimento corporal está localizado no córtex motor com cada hemisfério dominante dos movimentos corporais no lado contralateral.
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 indivíduos com síndrome de Savant (indivíduo mentalmente deficiente com um talento altamente especializado em determinada área) que realizam grandes façanhas de cálculo.
Linguística	O chamado “centro de Broca” é responsável pela produção de sentenças gramaticais. Uma pessoa com dano nesta área pode compreender palavras e frases muito bem, mas tem dificuldade em juntar palavras em algo além das frases mais simples.
Espacial	Assim como o hemisfério esquerdo, durante o curso da evolução, foi escolhido como o local do processamento linguístico nas pessoas destrás, 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.
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: Quadros et al. (2021).



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

O contexto cultural em que cada indivíduo (ou grupo de indivíduos) é inserido, molda naturalmente a prática educacional do local, o que gera diferenças nos graus das IM entre uma cultura e outra. 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 dos indivíduos ao redor do mundo. Para entender como as IM 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 IM são trabalhadas na Ásia, Europa, América do Sul e Estados Unidos (Gardner et al., 2009).

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 realizado por meio de eletrodos (sensores) colocados sobre o couro cabeludo (Coenen & 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 et al., 2002).

Embora o espectro seja contínuo, variando de 0 Hz até metade da frequência de amostragem, o estado cerebral do indivíduo pode tornar certas frequências mais dominantes. As ondas cerebrais foram categorizadas em cinco grupos básicos (Stevens Júnior & Zabelina, 2019). A divisão das ondas ocorre pela frequência em que as mesmas atuam, conforme o Quadro 1, 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.



Quadro 1: Classificação das ondas.

Onda	Frequência	Descrição
Delta	(0.5 - 3 Hz)	As ondas cerebrais mais lentas são frequentemente associadas ao sono
Theta	(3 - 8 Hz)	Relaxamento e meditação
Alpha	(8 - 12 Hz)	Criatividade, relaxamento e visualização
Beta	(12 - 27 Hz)	Cuidado e concentração
Gamma	(+27 Hz)	Aprendizagem regional, memória e processamento de linguagem

Fonte: Adaptado de ISMAIL et al., (2016).

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 deste trabalho

Esta pesquisa tem como principal objetivo a avaliação de testes, através do uso do eletroencefalograma - EEG, que possibilitem identificar como funciona o acionamento de determinadas áreas cerebrais durante a execução de tarefas preestabelecidas.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: na Seção 2 é apresentada a metodologia adotada neste trabalho. A Seção 3 apresenta os resultados obtidos através das coletas dos sinais cerebrais durante os testes realizados. E, por fim, na Seção 4 são apresentadas as considerações finais da pesquisa e futuros encaminhamentos de trabalhos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação na teoria das IM através de testes soa como controverso, uma vez que a própria teoria faz contraponto a um teste de lápis e papel. Porém, um crescente número de educadores experientes apontam que medidas autênticas de avaliação investigam muito melhor o entendimento que os alunos têm dos materiais estudados (Armstrong, 2017).

A partir dessa premissa, este trabalho visa investigar através do uso do eletroencefalograma - EEG, se há possibilidade de identificar determinadas áreas do cérebro através de testes relacionados à teoria das inteligências múltiplas. As áreas cerebrais e as suas funções investigadas encontram-se no Quadro 2, assim como os eletrodos correspondentes às mesmas (tanto do lado esquerdo quanto direito).

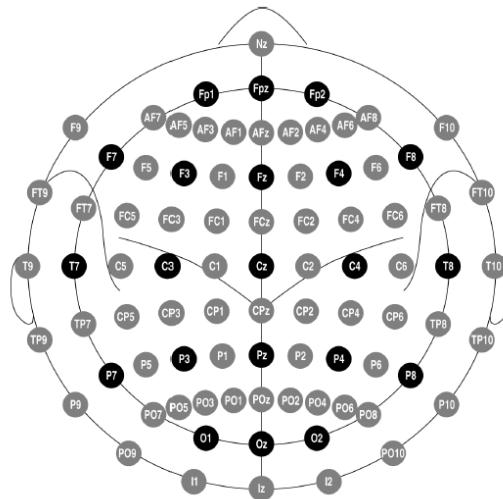
Quadro 2: Esquematização de eletrodos para captura dos sinais cerebrais.

Áreas cerebrais	Eletrodos do lado esquerdo	Eletrodos do lado direito	Funções das áreas cerebrais
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).
Lobo temporal	T7	T8	Percepção de movimentos biológicos e linguagem
Lobo parietal	P7	P8	Percepção somatossensorial, representações espaciais e percepções tátteis.
Lobo occipital	O1	O2	Visualização de imagens (inclusive durante um diálogo).

Fonte: Adaptado de Bastos (2016).

O esquema de eletrodos disposto no Quadro 2 é parte do sistema internacional 10 - 20, que mapeia o escâlpo através da disposição dos pontos distribuídos em toda a extensão do crânio. Esses eletrodos possuem a nomenclatura de acordo com a área em que os mesmos são colocados, por exemplo, T8 significa que a localização do eletrodo fica no Lobo temporal. Logo, temos: frontal (F), central (C), parietal (P), temporal (T), occipital (O).

Figura 1 : Sistema internacional 10 - 10 e Sistema internacional 10 - 20.

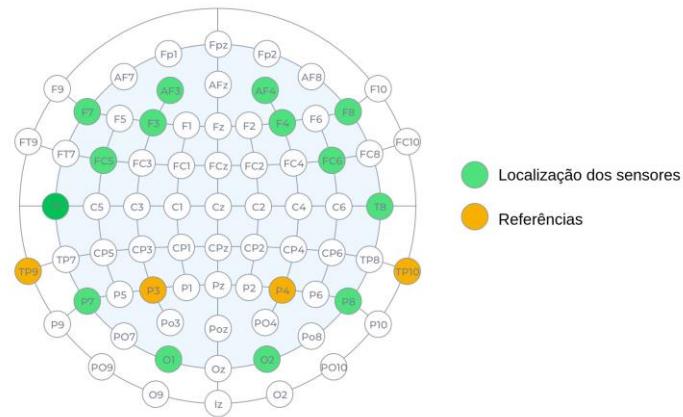


Fonte: Ootenveld & Praamstra (2001).

A Figura 1 apresenta ambos 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 (Ootenveld & Praamstra, 2001).

O sistema utilizado na ferramenta *Emotiv Epoch headset* (que será apresentada na seção 2.1), utiliza pontos do sistema 10 - 10 e, também, pontos do sistema 10 - 20, conforme Figura 2.

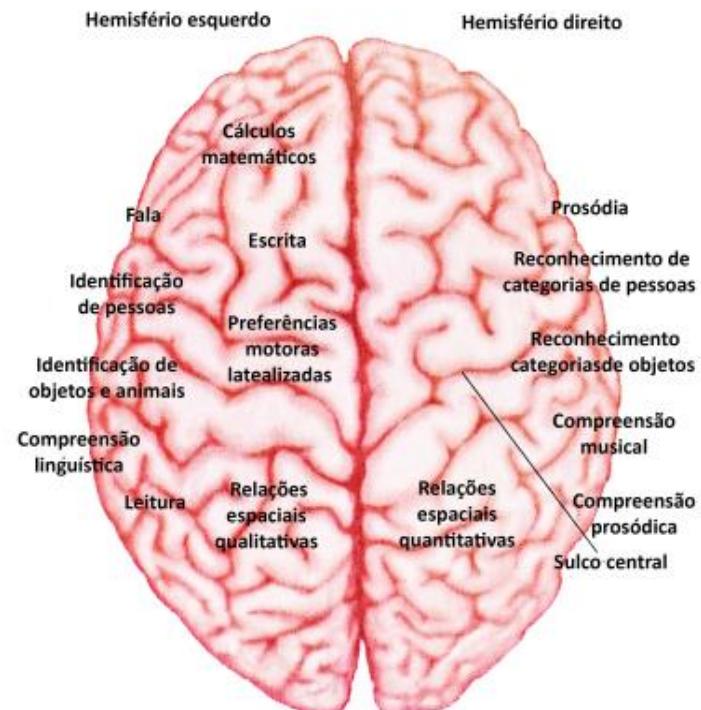
Figura 2 : Mapeamento do sistema utilizado no equipamento *Emotiv Epos headset*.



Fonte: EMOTIV (2022).

Na Figura 3, é apresentada 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.

Figura 3 : Divisão dos hemisférios cerebrais e suas funções.



Fonte: Lent (2010).



O Quadro 3 apresenta cada uma das inteligências que serão investigadas nesta pesquisa, assim como a descrição das tarefas que serão executadas durante a captura dos sinais através do EEG.

Quadro 3: Testes propostos para execução durante a captura dos sinais.

Inteligência	Teste
Espacial	Manejar objetos com as mãos e tentar descrevê-los
Interpessoal	Identificar personagens do vídeo e relacioná-los com pessoas conhecidas de acordo com suas características
Linguística	Descrever o personagem principal do vídeo através de suas características. Realizar a mesma descrição com os demais personagens. Relatar o ambiente em que a história se passa
Lógico-matemática	Realizar cálculos de soma e subtração

Fonte: Os Autores.

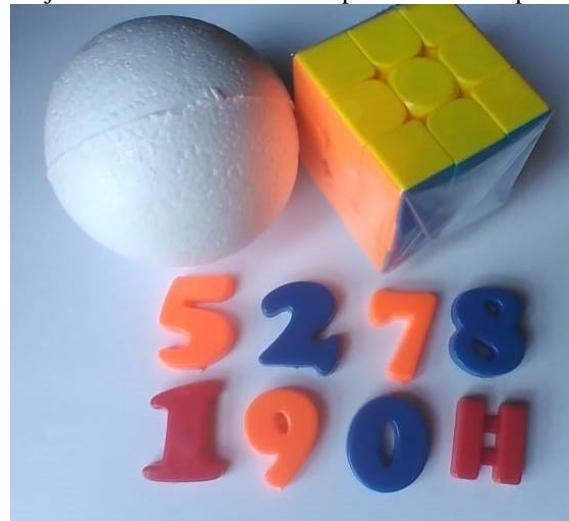
Dentre o conjunto das oito inteligências, optamos pelas expostas no Quadro 3, uma vez que as mesmas possibilitam a criação de testes que exigem o menor esforço físico possível. Essa opção ocorreu pelo fato de tentarmos evitar ruídos nas capturas de sinais durante a execução dos testes.

Os indivíduos investigados nesse estudo foram três homens, da área de ciências exatas e da terra, com as seguintes idades e formações em andamento: indivíduo 1 - 35 anos - Engenharia de Computação (Mestrado), indivíduo 2 - 22 anos Engenharia de Computação (Graduação) e indivíduo 3 - 21 anos - Engenharia de Computação (Graduação) (sendo a média 26,0 - desvio padrão 7,81).

Para a inteligência espacial, os indivíduos tiveram seus olhos vendados e solicitamos que ficassem com a palma das mãos viradas para cima. Colocamos um objeto por vez nas mãos dos mesmos, de modo que tentassem identificar o que era cada um dos objetos. A Figura 4 apresenta o conjunto dos objetos utilizados durante o experimento e captura dos sinais. Os objetos desse conjunto tratam-se de uma esfera de isopor, um cubo e algumas letras/números de plástico.



Figura 4: Conjunto de objetos utilizados durante a captura dos sinais para a inteligência espacial.



Fonte: Os Autores.

Em relação às 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 indivíduos 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 indivíduos 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. Esse teste serviu para estimular a inteligência testada, a linguagem oral e a capacidade de comunicação dos indivíduos.

A inteligência lógico-matemática é apresentada como a habilidade para os números, cálculos e a lógica. O teste desenvolvido para essa inteligência se trata de uma sequência de cálculos de adição e subtração onde, algumas estavam corretas e outras incorretas, conforme o Quadro 4 que apresenta os cálculos e o resultado dos mesmos.



Quadro 4: Exercícios para testar a inteligência lógico-matemática.

Questão	Cálculo	Resultado
1	$32 + 4 = 36$	CERTO
2	$45 - 7 = 35$	ERRADO
3	$11 + 7 = 19$	ERRADO
4	$90 - 5 = 85$	CERTO
5	$6 + 4 = 14$	ERRADO
6	$90 + 9 = 89$	ERRADO
7	$210 - 70 = 130$	ERRADO
8	$355 - 65 = 285$	ERRADO
9	$362 + 153 = 615$	ERRADO
10	$438 - 244 = 194$	CERTO
11	$1356 + 761 = 2117$	CERTO
12	$468 - 1189 = - 723$	ERRADO

Fonte: Os Autores.

Para cada um dos quatro testes foi disponibilizado tempo livre para realização. Dessa maneira, o Quadro 5 apresenta o tempo que cada indivíduo realizou em cada uma das tarefas.

Quadro 5: Tempo de execução das tarefas.

	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 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: Os Autores.

2.1 DISPONIBILIDADE DE MÉTODOS ANALÍTICOS

Nas próximas duas subseções apresentaremos o *hardware* e o *software* utilizados nessa pesquisa científica. De modo que, todo o conjunto de métodos analíticos que apoiam os resultados deste estudo foram publicados junto com o artigo na seção 2.

2.1.1 Hardware para captura dos sinais

Para leitura dos sinais durante a realização dos testes utilizamos o *Emotiv Eloc headset*, equipamento que possui 14 eletrodos mais as referências CMS e DRL (*Common Mode Sense* e *Driven Right Leg*, respectivamente). O *Emotiv Eloc* 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 pesquisa¹.

¹ Para maiores informações, acessar <https://emotiv.gitbook.io/epoc-user-manual/introduction-1/about>.



A leitura de sinais das ondas cerebrais pode ser realizada com um aparato clínico ou com leitores científicos, como é o caso do *Emotiv Epoch*. Este tipo de equipamento permite a leitura prévia de estudos que, no futuro, poderão 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 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 Epoch Headset* oferece uma estrutura mais amigável que o dispositivo ANT (*Advanced Neuro Technology*).

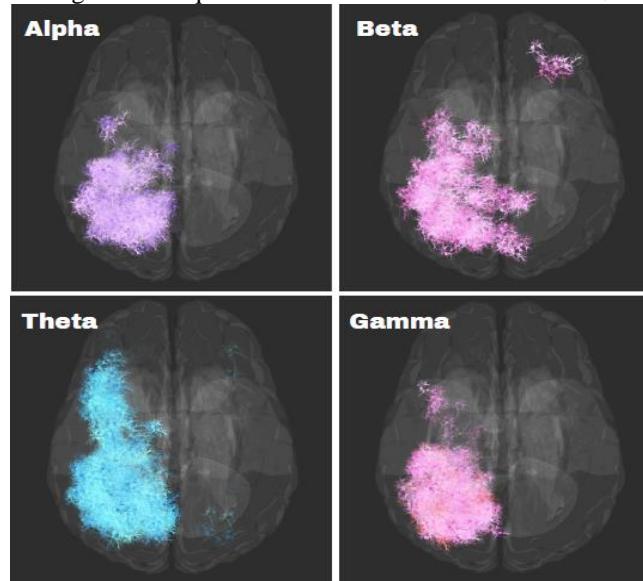
2.1.2 Software para análise dos sinais

O *Emotiv Epoch 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*.

Um dos softwares para trabalhar a parte de BCI foi o *Emotiv BrainViz*, que serve para identificar 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 5. Para apresentar o sistema de cores, colocamos, por exemplo, a frequência Alpha na potência máxima de desligamos as demais. Dessa forma, a atividade cerebral apresentada refere-se apenas a frequência que teve seu potenciômetro acionado, pois as demais ficam nulas. O segundo software usado é o *EmotivPRO* que gera a escrita da captação dos sinais enquanto os indivíduos realizam os testes. O Software apresenta os eletrodos e suas nomenclaturas de acordo com o que está disposto no Quadro 2. As imagens da captura desses registros estão disponibilizadas na Figura 6.



Figura 5: Frequências utilizadas no *Emotiv BrainViz*.



Fonte: Os autores.

3 RESULTADOS

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

A ideia central deste trabalho de pesquisa é identificar áreas cerebrais que são acionadas durante a execução dos testes supracitados na Seção 2, tanto por número de eletrodos específicos, quanto o conjunto dos mesmos que referem-se a uma determinada área, conforme os Quadros 6, 7, 8 e 9. Em relação a estes Quadros, 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 *versus* três indivíduos).

Para fins de organização e melhor visualização dos dados coletados e analisados, organizamos, de forma relacionada por cores, áreas cerebrais e o conjunto de eletrodos correspondentes às mesmas. Desta forma, na cor verde está a área do lobo frontal e os eletrodos que compõem a mesma. Em azul estão as informações para os lobos temporais, em roxo os lobos parietais, e, por fim, em vermelho os lobos occipitais.

Na primeira linha de cada tabela temos a IM testada na primeira célula e, na sequência das colunas temos as informações para cada um dos três indivíduos. Nas quatro linhas



sequenciais temos as áreas cerebrais investigadas e a porcentagem do número de eletrodos que foram acionados em cada teste para cada indivíduo. Nas próximas quatorze linhas temos cada um dos eletrodos do dispositivo BCI utilizado na pesquisa.

Quadro 6: Análise do acionamento dos eletrodos na IM Lógico-matemática.

Lógico-matemática	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 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			

Fonte: Os Autores.

Quadro 7: Análise do acionamento dos eletrodos na IM Espacial.

Espacial	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 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

Fonte: Os Autores.



Quadro 8: Análise do acionamento dos eletrodos na IM Interpessoal.

Interpessoal	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 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

Fonte: Os Autores.

Quadro 9: Análise do acionamento dos eletrodos na IM Linguística.

Linguística	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 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

Fonte: Os Autores.

A Figura 3 apresenta o cérebro humano dividido em dois hemisférios e determinadas funções específicas, que podem ser associadas às tarefas e IM que investigamos 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 6 e 7, podemos confirmar que houve



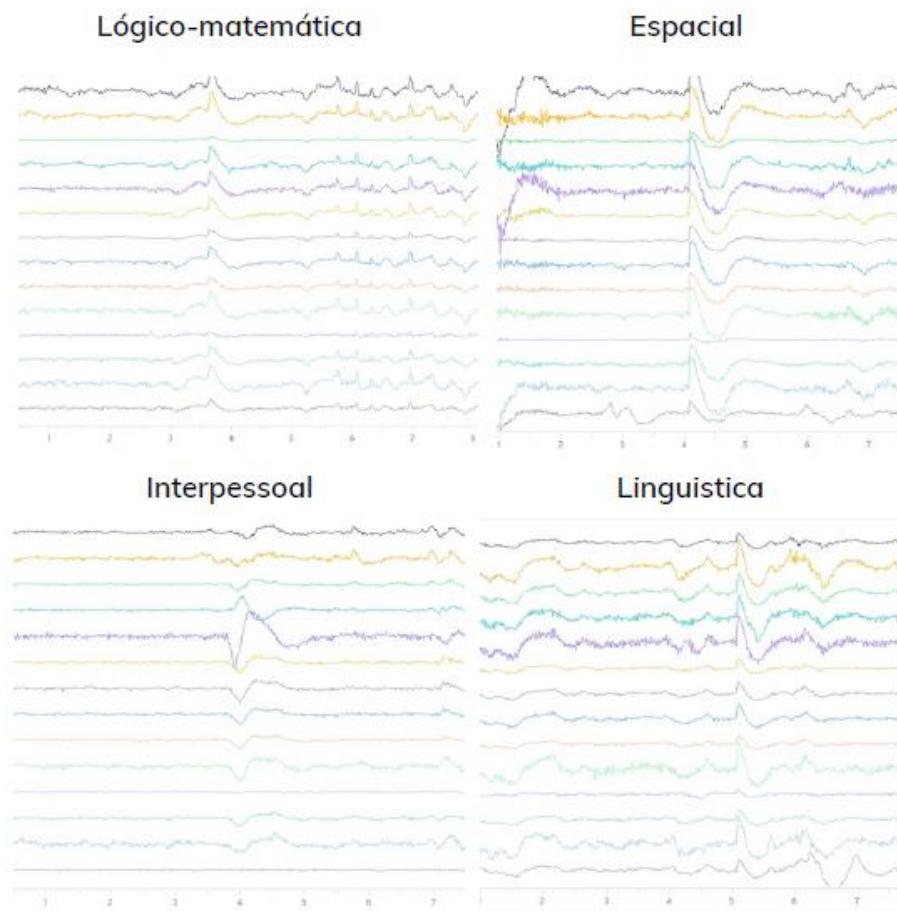
atividade intensa nessa região durante o teste da inteligência lógico-matemática, onde o indivíduo apenas lia o cálculo e informava se estava correto ou incorreto.

Apesar de não ser um dos testes que apresentaram maior número de eletrodos acionados, a intensidade dos sinais acionados nos testes para a IM espacial se sobressaiu em relação às demais IMs. Ainda, correlacionando com as Figuras 6 e 7 com resultados dos testes com a Figura 3, conseguimos identificar semelhança nas áreas apontadas da Figura 3 com os resultados das imagens da Figura 7. No teste da IM Espacial todo o hemisfério esquerdo é acionado em determinado momento, assim como a parte frontal do hemisfério direito, onde temos reconhecimento de categorias de objetos. Ainda no hemisfério direito, ocorre a identificação de objetos e animais (temporal) e relações espaciais qualitativas (occipital esquerdo).

Nas atividades propostas para as IM Interpessoal e Linguística, os indivíduos 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.



Figura 6: Imagens capturadas do software EmotivPRO durante a execução dos testes para cada uma das quatro inteligências para um indivíduo.



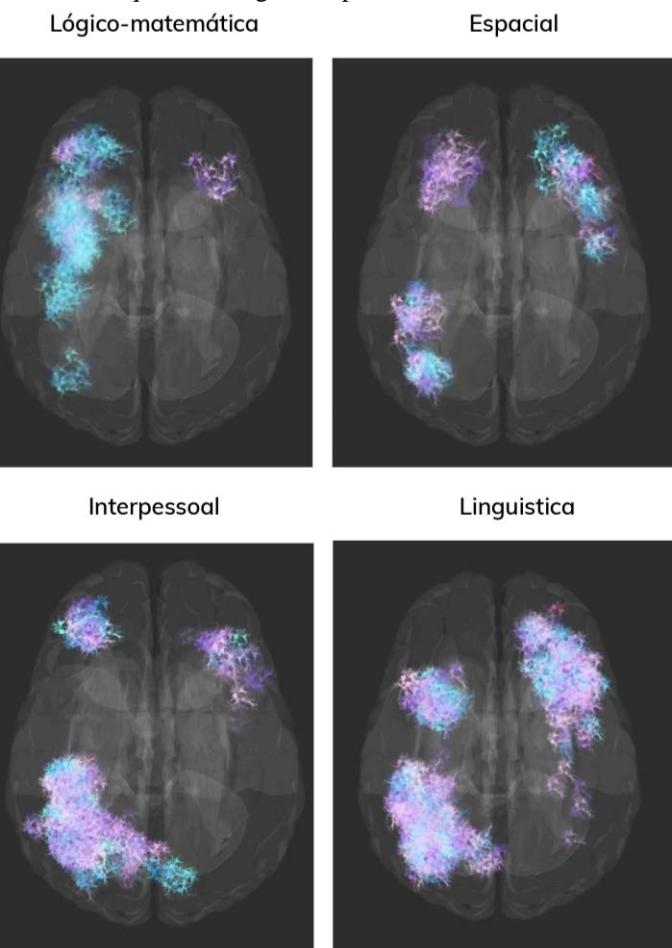
Fonte: Os autores.

Para a IM interpessoal, solicitamos que os indivíduos identificassem pessoas do mundo real e as relacionassem com algum personagem do vídeo curta metragem apresentado. De acordo com os resultados das Figuras 6 e 7, podemos avaliar que, as áreas acionadas para essa IM 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 IM linguística, podemos verificar através das imagens que tratam-se das mesmas áreas da IM interpessoal. Porém, com mais intensidade, uma vez que envolviam mais perguntas para esta IM e apenas uma para a interpessoal, exigindo que o indivíduo associasse vários aspectos da vida real com o que aconteceu com alguns personagens e o ambiente do vídeo apresentado.



Figura 7: Imagens capturadas do software Emotiv BrainVIZ durante a execução dos testes para cada uma das quatro inteligências para um indivíduo.



Fonte: Os autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investigamos, através dessa pesquisa, áreas cerebrais que eram acionadas enquanto alguns indivíduos executavam testes relacionando a teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner. Conseguimos apontar de forma quantitativa, se havia atividade cerebral em determinada área ou não, qual a porcentagem de acionamento para cada indivíduo 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 deste trabalho foi majoritariamente quantitativa, uma vez que analisamos apenas se havia ou não atividade em determinados eletrodos e áreas cerebrais durante a execução dos testes usando o *Emotiv Epoch*, e não a quantidade e amplitude dos seus sinais. Essa tarefa de avaliação quantitativa dos sinais será proposta em um trabalho futuro, a fim de mensurar qual é



a intensidade de sinais emitidos durante a avaliação de teste para cada uma das inteligências investigadas.

Esse trabalho investigou três homens da mesma área de conhecimento e com faixas etárias distintas. Para trabalhos futuros, pretendemos investigar três indivíduos com gênero diferente, assim como uma área de conhecimento que não seja a ciências exatas e da terra.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio por meio de bolsas de pesquisa.



REFERÊNCIAS

- Armstrong, T. (2001). *Inteligências múltiplas em sala de aula* (2da. ed.). ArtMed.
- Bastos, N. S., Adamatti, D. F., & de Carvalho, F. A. (2016). Desenvolvimento de habilidades de lógica em estudantes do ensino médio: Uma proposta fundamentada na neurociência. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(1), 53. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2016.24.1.53>
- Bowman, M. (1989). Testing individual differences in ancient China. *American Psychologist*, 44(3), 576b. doi: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.44.3.576.b>
- Browarska, N., Kawala-Sterniuk, A., Zygarlicki, J., Podpora, M., Pelc, M., Martinek, R. & Gorzelańczyk, E. (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. doi: <https://doi.org/10.3390/brainsci11010098>
- Coenen, A. & Zayachkivska, O. (2013). Adolf Beck: A pioneer in electroencephalography in between Richard Caton and Hans Berger. *Advances in Cognitive Psychology*, 9(4), 216. doi: <https://doi.org/10.5709/acp- 0148-3>
- Duvinage, M., Castermans, T., Petieau, M., Hoellinger, T., Cheron, G. & Dutoit, T. (2013). Performance of the Emotiv Epoc headset for P300-based applications. *Biomedical Engineering Online*, 12(1), 1-15. doi: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-12-56>
- EMOTIV (2022). *Epoc*. https://emotiv.gitbook.io/epoc-user-manual/using-headset/epoc+_headset_details
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Gardner, H. (1995). *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*. Artmed.
- Gardner, H., CHEN, J. & MORAN, S. (2009). *Inteligências múltiplas*. Penso Editora.
- Ismail, W. W., Hanif, M., Mohamed, S. B., Hamzah, N., & Rizman, Z. I. (2016). Human emotion detection via brain waves study by using electroencephalogram (EEG). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(6), 1005-1011. doi: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.6.6.1072>
- Kaplan, R. (2011). The mind reader: the forgotten life of Hans Berger, discoverer of the EEG. *Australasian Psychiatry*, 19(2), 168. doi: <https://doi.org/10.3109/10398562.2011.561495>
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de Neurociência* (2da. ed.). Atheneu.



Luckey, B (2004). *Boundin'*. Pixar Animation Studios.
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1186015.1186026>.

Matarazzo, J. (1990). Psychological assessment versus psychological testing: validation from Binet to the school, clinic, and courtroom. *American Psychologist*, 45(9), 999-1017.

Ootenveld, R. & Praamstra, P. (2001). The five percent electrode system for high-resolution EEG and ERP measurements. *Clinical neurophysiology*, 112(4), 713-719. doi: [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(00\)00527-7](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(00)00527-7)

Quadros, C., Sampaio, G. & Adamatti, D. (2021). 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*, 22(0), e021007. doi: <https://doi.org/10.30715/doxa.v22i00.15031>

Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11.

Terman, L. (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*. Houghton Mifflin Company. https://psychaanalyse.com/pdf/THE_MEASUREMENT_OF_INTELLIGENCE.pdf.

Spearmen, C. (1946). Theory of general factor. *British Journal of Psychology*, 36(3), 117. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1946.tb01114.x>

Stevens Júnior, C. & Zabelina, D. (2019). Creativity comes in waves: an EEG-focused exploration of the creative brain. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 154-162. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.02.003>

Wechsler, D. (2012). *Wechsler preschool and primary scale of intelligence* (4a. ed.). The Psychological Corporation.