

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E PROCESSOS INDUSTRIAIS – Mestrado**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONTROLE E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**  
**INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM SISTEMAS E PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Rodrigo Vargas da Rosa

**O USO DO ELETROENCEFALOGRAMA PARA ANÁLISE DA ATENÇÃO NO CONTEXTO DE**  
**ATIVIDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM MEIO DIGITAL E ANALÓGICO**

Santa Cruz do Sul  
2022

Rodrigo Vargas da Rosa

**O USO DO ELETROENCEFALOGRAMA PARA ANÁLISE DA ATENÇÃO NO CONTEXTO DE  
ATIVIDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM MEIO DIGITAL E ANALÓGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – Mestrado, Área de Concentração em Controle e Otimização de Processos Industriais, Inovação e Tecnologia em Sistemas e Processos Industriais, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Sistemas e Processos Industriais.

Orientador: Dr. Leonel Pablo Carvalho Tedesco  
Coorientadora: Dra. Rejane Frozza

Santa Cruz do Sul  
2022

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema e Hipótese</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Tema e Objetivos</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da Dissertação</b> .....	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Funções Mentais</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Eletroencefalograma</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Bioestatística</b> .....	<b>28</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Estatística descritiva e inferencial</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Medidas de tendência central</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Medidas de variabilidade</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Estatística paramétrica e não paramétrica</b> .....	<b>33</b>
<b>2.4</b>	<b>Transformada de Fourier</b> .....	<b>34</b>
<b>2.5</b>	<b>Internet das Coisas</b> .....	<b>37</b>
<b>2.6</b>	<b>Vestíveis</b> .....	<b>38</b>
<b>2.7</b>	<b>Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)</b> .....	<b>39</b>
<b>2.8</b>	<b>Trabalhos relacionados</b> .....	<b>40</b>
<b>2.9</b>	<b>Considerações</b> .....	<b>44</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	<b>47</b>
<b>3.2</b>	<b>Materiais e métodos</b> .....	<b>47</b>
<b>3.3</b>	<b>Protocolo experimental</b> .....	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>Configuração da aquisição dos sinais para análise</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Pré-Processamento dos sinais</b> .....	<b>60</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Seleção de períodos</b> .....	<b>61</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Análise Espectral</b> .....	<b>62</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>78</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>92</b>
<b>5.1</b>	<b>Limitações</b> .....	<b>94</b>
<b>5.2</b>	<b>Trabalhos Futuros</b> .....	<b>95</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>98</b>

## RESUMO

A constante revolução digital promove mudanças significativas na forma como o estudante interage com o conteúdo. Ambientes virtuais de aprendizagem personalizados são utilizados cada vez mais na atualidade, pois configuram-se como ferramentas que potencializam o aprendizado. Pesquisadores apontam a relevância da aplicabilidade das neurociências no campo da educação, nesse sentido, a personalização desses espaços pode ser feita mediante consideração das dimensões cognitivas do estudante. Para isso, é necessário realizar um mapeamento das atividades cerebrais, de modo que a interdependência entre aprendizado, tecnologia e organização mental do estudante possam ser compreendidos. Com base no exposto, o objetivo deste estudo consiste em analisar o uso de Eletroencefalografia (EEG) como dispositivo vestível para coleta de ondas cerebrais, a fim de avaliar a influência de atividades analógicas e digitais na função mental de atenção. Uma pesquisa de campo experimental com um grupo de três participantes voluntários idosos foi realizada para aquisição de sinais cerebrais durante a execução de um protocolo de experiência composto por atividade de relaxamento com os olhos fechados, leitura de um texto, novo momento de relaxamento e resposta de um questionário com perguntas relacionadas com o conteúdo do texto. O protocolo foi executado em duas etapas por cada indivíduo: i) formato digital, com o uso do computador e ii) formato analógico, com uso de papel e caneta. Os sinais coletados durante a execução das atividades foram processados, com a conversão dos sinais em componentes espectrais individuais com uso da Transformada Rápida de Fourier - *Fast Fourier Transform* (FFT) para obtenção de informações sobre o predomínio de frequências em cada atividade. Os dados de predomínio de frequência foram analisados com o teste estatístico de análise de variância *Analysis Of Variance* (ANOVA) seguido de pós-teste de Durbin-Conover. Como resultado foram identificadas diferenças nas frequências Delta, Beta 1, Beta 2 e Beta 3 que sugerem um recorte sobre como a atenção se apresenta nos ritmos cerebrais dos participantes da pesquisa avaliados durante a realização de atividades digitais e analógicas.

**Palavras-chave:** Eletroencefalograma, Ondas Cerebrais, Atenção, Aprendizado, Ambientes Virtuais de Aprendizado, Internet das Coisas, Dispositivos Vestíveis.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e com a evolução tecnológica, o ensino e a aprendizagem vêm se desenvolvendo e especializando, iniciando pelo ambiente de aprendizagem que superou o arquétipo baseado em *Web Pages*, evoluindo para uma estrutura de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) nos quais aspectos sociais, de interações cognitivo-sociais e emocionais que contribuem para um aprendizado mais próximo das características dos indivíduos (FROZZA *et al.*, 2011).

De forma personalizada ao estilo de aprendizagem, o conteúdo e suas formas de apresentação no AVA também são pesquisados. Conforme Othman e Amiruddin (2010), a forma como as informações e o conhecimento são adquiridos e entendidos difere de indivíduo para indivíduo. Cada estilo de aprendizagem também exige do professor a capacidade de criar um processo de aprendizagem que estimule os estudantes, de forma a contribuir com a assimilação do conteúdo. Desta forma os professores têm o papel de verificar a implementação de conteúdo adequado aos objetivos e necessidades de aprendizagem.

Conforme Galegale *et al.* (2016), como resultado natural da evolução das áreas de pesquisa em computação, como redes de computadores e dispositivos inteligentes, *Smart Devices*, há um novo paradigma de conectividade digital – a *Internet of Things* (IoT), que viabiliza aos utensílios do cotidiano uma camada de interconexão entre dispositivos e a Internet que possibilita a veículos, prédios, etiquetas de produtos, acessórios de uso pessoal, sensores e outros objetos com a tecnologia embarcada agregar, processar e transmitir informações que podem ser úteis aos mais variados propósitos. Além do uso aplicado aos negócios, na indústria a IoT já se integra aos conceitos da Indústria 4.0 comentados nas pesquisa de Stock e Seliger (2016), Man e Strandhagen (2017) e Albukhitan (2020).

Nesse contexto de constante modificação no modo como ocorrem as experiências de aprendizado, para que as instituições de ensino se mantenham competitivas, é fundamental que busquem entender a relação ambiente-estudante. Além disso, para que o processo de ensino-aprendizagem seja efetivo, a interdependência entre aprendizado, tecnologia e organização mental do usuário devem ser consideradas (COSSUL *et al.*, 2020). Recentemente, diversas publicações científicas enfatizam a relevância da aplicabilidade das neurociências no campo da educação (CARVALHO; BOAS, 2018; CARVALHO, 2010). Tais estudos apontam para a necessidade de uma mudança no sistema educacional, visando a ampliação do entendimento do funcionamento do cérebro, pois propicia melhor compreensão acerca da atenção necessária à

aprendizagem.

A tecnologia disponibiliza diferentes ferramentas para auxiliar na descoberta de como os processos cognitivos da mente humana se desenvolvem. Uma destas ferramentas é o eletroencefalograma (Eletroencefalograma (EEG)), utilizado, principalmente, para diagnóstico clínico, mas que também como um que recurso permite realizar pesquisas e o mapeamento de ondas cerebrais que não estão necessariamente relacionados com as condições clínicas do participante (PURVES *et al.*, 2018). Este recurso também permite realizar o mapeamento de ondas cerebrais, cujos dados coletados e analisados podem auxiliar na compreensão de processos relacionados ao aprendizado, sendo portanto, uma alternativa para monitorar a atividade de atenção que é uma das principais ferramentas da mente humana relacionada com a cognição e aprendizagem (VELLOSO; PEREIRA, 2014).

No aspecto social e comunitário, a tecnologia IoT apoia políticas para melhorar a infraestrutura, otimizar a mobilidade urbana, criar soluções sustentáveis, desenvolvimento de vestíveis para aquisição de sinais fisiológicos e outras melhorias necessárias para a qualidade de vida das pessoas. Constitui parte da estratégia de *Smart Cities*, Cidades Inteligentes, comentado por Albino, Berardi e Dangelico (2015). Transpondo a ideia para o âmbito do *Smart Campus*, Campus Inteligente, a tecnologia IoT é usada na construção de campi inteligentes, com potencial de mudar o modo de interação entre várias organizações e indivíduos no campus, melhorar a eficiência da transmissão de informações, proporcionar resposta mais dinâmica aos desafios e construir um sistema de serviço de informação inteligente e flexível ao campus com base nisso, conforme explica Yang *et al.* (2018).

De acordo com Maddikunta *et al.* (2022) o desenvolvimento industrial caminha em direção à Indústria 5.0, considerada uma evolução projetada para usar a criatividade e cognição de especialistas humanos trabalhando em conjunto com máquinas eficientes, otimizadas e precisas para soluções industriais ambientalmente sustentáveis, economicamente viáveis e socialmente alinhadas pois é uma solução de *design* centrada no ser humano, onde o pessoas e máquinas colaboram constituindo fábricas inteligentes o *Social Smart Factory* usa redes sociais corporativas para permitir uma comunicação perfeita entre componentes humanos e *Cyber Physical Cognitive System* (CPCS). Utilizando assim a inteligência e criatividade humana para processos inteligentes resultando em criações inovadoras que possibilitam a produção de produtos personalizados de alta qualidade com baixo impacto ambiental.

Diante disso, compreender o comportamento cerebral relacionado com a função mental

da atenção no contexto da realização de atividades em meio digital e analógico é importante não só no ambiente de ensino e aprendizagem mas também na área industrial, especificamente para a emergente Indústria 5.0, sugerindo o problema e hipótese investigados no decorrer da presente pesquisa.

### **1.1 Problema e Hipótese**

Na pesquisa de McKimm, Jollie e Cantillon (2003) são elencados dois dos principais elementos no ensino não presencial, que são a adaptação da tecnologia de comunicação para apoiar a aprendizagem e as mudanças nas estratégias de ensino à distância necessárias para a oferta de cursos online. O estudo também aponta que os AVAs são, muitas vezes, utilizados como uma extensão do ensino presencial e geralmente combina funções como fóruns de discussão, salas de *chat*, avaliação online, rastreamento do uso dos recursos pelos estudantes e administração do curso ou disciplina. Os autores salientam que a tecnologia não deve ser fonte de problema, nem necessariamente a resposta a todos os problemas, pois o foco são os estudantes.

Não obstante, identificar os estilos de aprendizagem em AVAs não é tarefa simples pois, de acordo com Muhlbeier e Mozzaquatro (2011), Othman e Amiruddin (2010) e Felder e Silverman (1988), identificar estilos de aprendizagem é uma tarefa que requer estudos aprofundados para que possa ser oferecida ao estudante a experiência de aprendizagem adequada ao seu estilo pessoal, mostrando o conteúdo de forma individualizada e direcionada.

Recursos de IoT integrados em AVAs personalizados podem contribuir para a execução de um processo de ensino-aprendizagem mais alinhado às características individuais. E uma das funções executivas do cérebro, que se destaca nesta pesquisa é a atenção.

A atenção foi escolhida tendo em vista que abrange um conjunto complexo de atividades relacionadas com a capacidade do estudante se concentrar, captar, filtrar e organizar informações. Assim, o problema de pesquisa refere-se a “como a atenção se apresenta nos ritmos do cérebro na realização de atividades analógicas e digitais?”.

Também foram investigadas as hipóteses:

H0: Para o grupo de participantes não existem diferenças estatisticamente significativas de predominância de ritmos cerebrais na realização de atividades analógicas e digitais.

HA: Para o grupo de participantes nem todas as predominâncias de ritmos se mantêm iguais na realização de atividades analógicas e digitais.

## 1.2 Tema e Objetivos

Como objetivo geral, esta pesquisa visa analisar o uso de Eletroencefalografia (EEG) como dispositivo vestível para coleta de ondas cerebrais, a fim de avaliar a influência de atividades analógicas e digitais na função mental de atenção.

Nesta pesquisa, o EEG é considerado como um dispositivo de Internet das Coisas (IoT) – Vestível (*wearable*) que permite a aquisição de sinais para posterior análise computacional.

Como objetivos específicos listam-se os seguintes:

1. Realizar busca bibliográfica para avaliar a disseminação da produção de conhecimentos científicos de forma quantitativa, com termos de busca compatíveis com o escopo da pesquisa.
2. Criar protocolo de experimento que possibilite a aquisição de sinais de ondas cerebrais de voluntários executando atividades com uso de recursos digitais e analógicos.
3. Executar o protocolo experimental.
4. Estratificar com o uso da *Fast Fourier Transform* (FFT) os sinais adquiridos para análise estatística de predominância das frequências em cada momento do protocolo experimental.
5. Identificar com uso de ferramentas estatísticas as possíveis alterações significativas entre os ritmos cerebrais na execução de atividades digitais e analógicas.

## 1.3 Justificativa

As aplicações da IoT, em sua maioria, envolvem sensores ou microchips que, conectados a objetos físicos, permitem interação homem-objeto e objeto-objeto, abrindo uma série de aplicações tanto em áreas da indústria, saúde, uso pessoal, negócios (ITU, 2005).

A partir disso, observa-se a necessidade de investigação sobre o tema no cenário do ensino e aprendizagem e as potenciais contribuições no desenvolvimento integrado à tecnologia emergente da IoT uma vez que ainda não são claros os benefícios práticos que a IoT pode representar em AVAs (RAZZAQUE, 2020).

Com base nos avanços introduzidos pela tecnologia de dispositivos inteligentes (*smart devices*), dos vestíveis (*wearable*) e da IoT, ressalta-se a capacidade para potencializar diversas instâncias da atividade humana, entre elas a da educação, conforme Galegale *et al.* (2016). Assim, é possível considerar essa tecnologia para auxiliar na coleta de dados para aprimorar as

atividades nos AVAs personalizados.

O uso deste tipo de ferramenta permite ao estudante um aprendizado mais personalizado e coerente com o seu ritmo, possibilitando satisfação e engajamento, que contribui com o desempenho (SILVA *et al.*, 2017).

A partir desses argumentos percebe-se a necessidade de investigação sobre o tema no cenário do ensino/aprendizagem no ambiente AVA e as potenciais contribuições no desenvolvimento integrado à tecnologia emergente da IoT. Na direção deste propósito, a pesquisa tem seu foco na investigação do uso de um EEG na função específica de atenção, relacionando atividades analógica e digital.

Também destaca-se a inclusão social do idoso uma vez que participaram da pesquisa três idosas (acima de 60 anos) do Projeto UNISC Inclusão Digital, coordenado pela Profa. Dra. Marcia Elena Jochims Kniphoff da Cruz na Universidade de Santa Cruz do Sul, RS. Conforme constante no *site*<sup>1</sup> do projeto:

o projeto contribui para o desenvolvimento social, na busca da humanização e do desenvolvimento das capacidades cognitivas em ambientes tecnológicos oferecidos pela UNISC através da Inclusão Digital, afirmando a UNISC como espaço de trocas sociais que ampliam as possibilidades de acesso aos computadores e suas tecnologias (UNISC, 2012).

São oferecidas diversas oficinas gratuitas, como: Mercado de Trabalho e Empreendedorismo (ideal para quem deseja ingressar ou reingressar no mercado de trabalho); Ginástica Cerebral (ideal para idosos e demais interessados em manter a mente ativa); Introdução à Robótica (ideal para quem deseja conhecer fundamentos de robótica, visando estudo e trabalho na área); Introdução à Programação; Pensamento Computacional para Crianças de 10 a 12 anos - desafios divertidos e que fazem pensar (UNISC, 2012).

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

O texto deste trabalho foi organizado conforme segue: no Capítulo 2, referencial teórico, onde são abordados os conceitos que fazem parte deste estudo sobre funções mentais, eletroencefalograma, bioestatística, transformada de Fourier, internet das coisas, ambientes virtuais de aprendizagem, trabalhos relacionados e as considerações que dão origem ao Artigo – I que contempla a proposta de um quase-experimento submetido e aprovado para o encontro Nacional de Engenharia de Produção em 2022.

A metodologia proposta para esta pesquisa, bem como a coleta de dados, materiais utili-

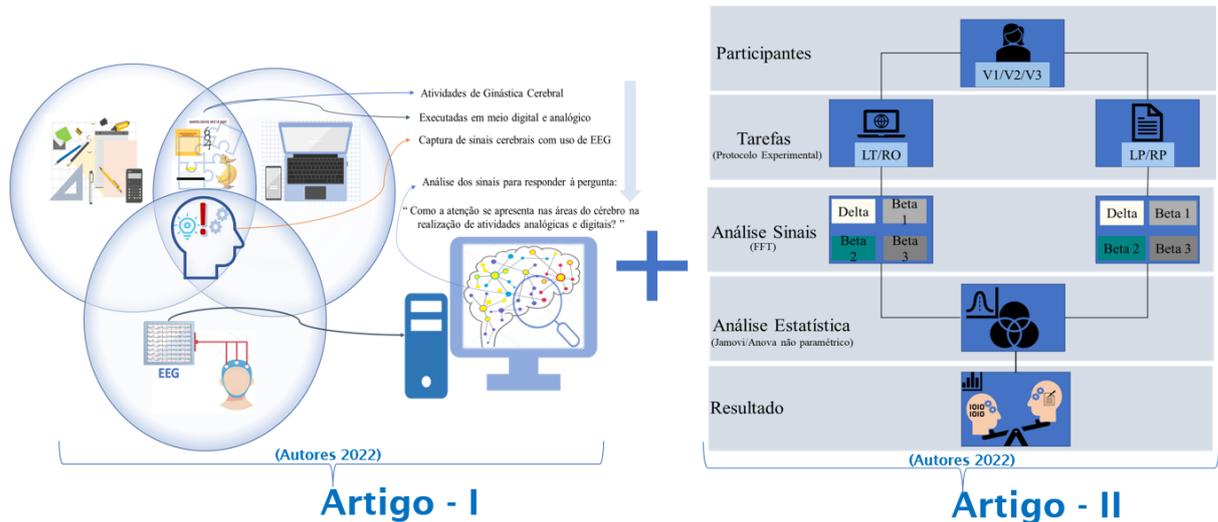
---

<sup>1</sup><http://projetouid.weebly.com/sobre.html>

zados, protocolo experimental são apresentados no Capítulo 3. No Capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados da análise de sinais sintetizados no Artigo – II.

Na Figura 1 a visão geral desta pesquisa.

Figura 1: Estrutura da pesquisa



Fonte: Autores (2022)

Por fim, são apresentados no Capítulo 5 as conclusões e limitações desta pesquisa, bem como as oportunidades para trabalhos futuros, seguido das Referências e dos Apêndices.

## REFERÊNCIAS

- ABENNA, S. *et al.* EEG-based BCI: A novel improvement for EEG signals classification based on real-time preprocessing. *Computers in Biology and Medicine*, v. 148, p. 105931, set. 2022. ISSN 0010-4825. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482522006643>>.
- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- ALBUKHITAN, S. Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia Computer Science*, v. 170, p. 664–671, 2020. ISSN 1877-0509. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920306372>>. Acesso em: 22 set. 2020.
- ALMEIDA, A. *et al.* A critical analysis of an iot—aware aal system for elderly monitoring. v. 97, p. 598–619, 2019. ISSN 0167-739X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X18321769>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- AN, T. L.; CUOGHI, O. A. A utilização da estatística na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, v. 9, p. 97–108, dez. 2004. ISSN 1980-5500. Publisher: Dental Press Editora. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/dpress/a/nVCvrMVkfc5cLSCP7s3R8hG/?lang=pt>>. Acesso em: 01 Ago. 2022.
- ANGRISANI, L.; ARPAIA, P.; CASINELLI, D. Instrumentation and measurements for non-invasive EEG-based brain-computer interface. In: *2017 IEEE International Workshop on Measurement and Networking (M&N)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–5. Journal Abbreviation: 2017 IEEE International Workshop on Measurement and Networking (M&N).
- ANTÓNIO, D. *m Busca de Espinosa: Prazer e Dor na Ciência dos Sentimentos*. 1. ed. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2004. ISBN 978-8535904901.
- ARAUJO, M. C. d. S. Q. d.; ABBAD, G. d. S.; CUALHETA, L. P. Learning and Transfer of Training: a Quasi-Experiment with Longitudinal Design. *Psico-USF*, v. 24, p. 413–424, 2019. ISSN 1413-8271, 2175-3563. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/pusf/a/N4mjLqc9gd7pfJs3XPgDqNL/abstract/?format=html&lang=en&stop=previous>>. Acesso em: 01 ago. 2022.
- ASHTON, K. That "internet of things"thing. *RFID Journal*, v. 22, 2009. Disponível em: <<http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-ThatInternetofThingsThing.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2020.
- BARKANA, B. D.; OZKAN, Y.; BADARA, J. A. Analysis of working memory from EEG signals under different emotional states. *Biomedical Signal Processing and Control*, v. 71, p. 103249, 2022. ISSN 1746-8094. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809421008466>>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- BERGER, A. M.; DAVELAAR, E. J. Frontal alpha oscillations and attentional control: a virtual reality neurofeedback study. *Neuroscience*, Elsevier, v. 378, p. 189–197, 2018.

- BLAIR, R. C.; TAYLOR, R. A. *Bioestatística para ciências da saúde*. 1. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2013. Tradução Daniel Vieira; Revisão Técnica Jorge Alves de Sousa. ISBN 978-85-8143-171-0.
- BORGES, F. S.; FREITAS, M. S.; FILHO, J. B. D. ANÁLISE DE SINAIS ELETROENCEFALOGRAFÍCOS. p. 5, 2008. Acesso em: 29 abr. 2022.
- BORGIA, E. The internet of things vision: Key features, applications and open issues. v. 54, p. 1–31, 2014. ISSN 0140-3664. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366414003168>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- BRUNNER, C. *et al.* Spatial filtering and selection of optimized components in four class motor imagery eeg data using independent components analysis. *Pattern recognition letters*, Elsevier, v. 28, n. 8, p. 957–964, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167865507000116>>. Acesso em: 28 jul. 2022.
- CARVALHO, D. d.; BOAS, C. A. V. Neurociências e formação de professores: reflexos na educação e economia. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 26, p. 231–247, 2018. ISSN 0104-4036, 1809-4465. Publisher: Fundação CESGRANRIO. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/ensaio/a/zKYn9my9yCs9FXj6ZbPB6YM/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 09 ago 2022.
- CARVALHO, F. A. H. d. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. *Trabalho, Educação e Saúde*, v. 8, p. 537–550, 2010. ISSN 1678-1007, 1981-7746. Publisher: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/tes/a/jScBCk8ZwsGK3f9kZLgQmk/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 09 ago 2022.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research methods in education*. 8. ed. University of Dundee, UK: Routledge, 2018. ISBN 9781138209886.
- CONOVER, W. J.; JOHNSON, M. E.; JOHNSON, M. M. A Comparative Study of Tests for Homogeneity of Variances, with Applications to the Outer Continental Shelf Bidding Data. *Technometrics*, v. 23, n. 4, p. 351–361, nov. 1981. ISSN 0040-1706. Publisher: Taylor & Francis. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00401706.1981.10487680>>.
- CÓRDOVA, F. M. *et al.* Design of an EEG analytical methodology for the analysis and interpretation of cerebral connectivity signals. *The 8th International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2020 & 2021): Developing Global Digital Economy after COVID-19*, v. 199, p. 1401–1408, jan. 2022. ISSN 1877-0509. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922001788>>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- COSSUL, D. *et al.* Ambiente Virtual de Aprendizagem: uma abordagem baseada em mediação tecnológica personalizada/ Virtual Learning Environment: an approach based on personalized technological mediation. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 101874–101888, 2020. Section: Original Papers. Disponível em: <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/22128>>. Acesso em: 09 fev. 2022.

CRESWELL, J. W. *Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. 2. ed. [S.l.]: Sage, 2018.

DALGALARRONDO, P. *Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais*. [S.l.]: Artmed Editora, 2018. ISBN 85-8271-506-4.

EDLA, D. R. *et al.* Classification of EEG data for human mental state analysis using Random Forest Classifier. *International Conference on Computational Intelligence and Data Science*, v. 132, p. 1523–1532, 2018. ISSN 1877-0509. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918308482>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, North Carolina, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988.

FRANCISCO-VICENCIO, M. A. *et al.* Sustained attention variation monitoring through EEG effective connectivity. *Biomedical Signal Processing and Control*, v. 76, p. 103650, 2022. ISSN 1746-8094. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809422001720>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FRANCISTI, J. *et al.* Application experiences using IoT devices in education. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 10, n. 20, p. 7286, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3417/10/20/7286>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

FROZZA, R. *et al.* Agentes pedagógicos emocionais atuando em um ambiente virtual de aprendizagem. *RENOTE*, v. 9, 07 2011. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/download/21911/12712>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

GALEGALE, G. P. *et al.* Internet das Coisas Aplica a Negócios - Um estudo Bibliométrico. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, scielo, v. 13, p. 423 – 438, 12 2016. ISSN 1807-1775. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-17752016000300423&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-17752016000300423&nrm=iso)>. Acesso em: 16 jul. 2020.

GOMES, M. d. M. Bases fisiológicas do eletroencefalograma. *Revista Brasileira de Neurologia*, v. 51, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rbn/article/view/3089>>. Acesso em: jul. 29.

GU, X. *et al.* EEG-based brain-computer interfaces (BCIs): A survey of recent studies on signal sensing technologies and computational intelligence approaches and their applications. *IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics*, v. 18, n. 5, p. 1645–1666, 2021. ISSN 1545-5963. Publisher: IEEE. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9328561>>. Acesso em: jul. 29.

HAGUENAUER, C. J.; MUSSI, M. V. F.; FILHO, F. C. Ambientes virtuais de aprendizagem: Definições e singularidades / virtual learning environments: Definitions and singularities. *Revista Educação Online*, v. 3, 2009. ISSN 1983-2664. Number: 2. Disponível em: <<http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=112>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

HAKIM, N. *et al.* Inter-electrode correlations measured with EEG predict individual differences in cognitive ability. *Current Biology*, v. 31, n. 22, p. 4998–5008.e6, 2021. ISSN 0960-9822. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982221012768>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

HALL, M. *et al.* Wearables for Health: Developing Designs for Functional Practicality. In: . [S.l.: s.n.], 2019. p. 1034–1036. ISBN 978-1-4503-6869-8.

HERTZOG, C. *et al.* Enrichment Effects on Adult Cognitive Development: Can the Functional Capacity of Older Adults Be Preserved and Enhanced? *Psychological Science in the Public Interest*, v. 9, n. 1, p. 1–65, out. 2008. ISSN 1529-1006. Publisher: SAGE Publications Inc. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

ÍNCE, R.; ADANIR, S. S.; SEVMEZ, F. The inventor of electroencephalography (EEG): Hans Berger (1873–1941). *Child's Nervous System*, v. 37, n. 9, p. 2723–2724, 2021. ISSN 1433-0350. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00381-020-04564-z>>. Acesso em: 29 jul. 2022.

ITU. International Telecommunication Union, Report, *ITU-Internet Reports 2005: The Internet of Things*. 2005. Geneva. Disponível em: <<http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>>. Acesso em: 21 set. 2020.

JURCAK, V.; TSUZUKI, D.; DAN, I. 10/20, 10/10, and 10/5 systems revisited: Their validity as relative head-surface-based positioning systems. *NeuroImage*, v. 34, n. 4, p. 1600–1611, fev. 2007. ISSN 1053-8119. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811906009724>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

LIAO, C.-Y. *et al.* Using EEG and deep learning to predict motion sickness under wearing a virtual reality device. *IEEE Access*, IEEE, v. 8, p. 126784–126796, 2020.

LIN, F.-R.; KAO, C.-M. Mental effort detection using EEG data in E-learning contexts. *Computers & Education*, v. 122, p. 63–79, jul. 2018. ISSN 0360-1315. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: E.P.U, 2022.

MADDIKUNTA, P. K. R. *et al.* Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 26, p. 100257, 2022. ISSN 2452-414X. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X21000558>>. Acesso em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X21000558>.

MALIK, A. S.; AMIN, H. U. Chapter 1 - Designing an EEG Experiment - Guidelines for EEG data acquisition. In: *Designing EEG Experiments for Studying the Brain*. Academic Press, 2017. p. 1–30. ISBN 978-0-12-811140-6. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128111406000011>>.

MALIK, A. S.; AMIN, H. U. Chapter 14 - Working Memory and Attention. In: *Designing EEG Experiments for Studying the Brain*. Academic Press, 2017. p. 191–202. ISBN 978-0-12-811140-6. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012811140600014X>>. Acesso em: 14 mai. 2022.

MALIK, A. S.; AMIN, H. U. *Designing EEG Experiments for Studying the Brains – Design Code and Example Datasets*. London, UK: Elsevier – Academic Press, 2017. ISBN 978-0-12-811141-3.

MALLICK, P.; RAO, M. B. Chapter 3 - Graphics Miscellanea. In: RAO, M. B.; RAO, C. (Ed.). *Handbook of Statistics*. Elsevier, 2014. v. 32, p. 93–142. ISBN 0169-7161. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444634313000036>>. Acesso em: 02 Ago. 2022.

MAN, J. C. d.; STRANDHAGEN, J. O. An industry 4.0 research agenda for sustainable business models. *Procedia CIRP*, v. 63, p. 721–726, 2017. ISSN 2212-8271. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117305036>>. Acesso em: 19 set. 2020.

MARTINS, M. L. *et al.* ESTUDO DA APLICAÇÃO DA FFT (FAST FOURIER TRANSFORM) EM ANÁLISE DA CONDIÇÃO DE MÁQUINAS ROTATIVAS. *Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia*, v. 2, n. 23, p. 125–144, fev. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/ripe/article/view/21040>>.

MATTAR, J.; RAMOS, D. *Metodologia da pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas, Quantitativas e Mistas*. São Paulo, SP: Grupo Almedina, 2021. ISBN 9786586618457.

MCKIMM, J.; JOLLIE, C.; CANTILLON, P. Web based learning. *BMJ-British Medical Journal*, v. 326, n. 7394, p. 870, 2003. Disponível em: <<http://www.bmj.com/content/326/7394/870.abstract>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

MISHRA, J. *et al.* Closed-loop Neurofeedback of Alpha Synchrony during Goal-directed Attention. *JOURNAL OF NEUROSCIENCE*, v. 41, n. 26, 2021. ISSN 0270-6474.

MISULIS, K. E. *et al.* *Atlas of EEG, seizure semiology, and management*. [S.l.]: Oxford University Press, 2022. ISBN 0-19-754302-2.

MOSTOW, J.; CHANG, K.-m.; NELSON, J. Toward Exploiting EEG Input in a Reading Tutor. In: BISWAS, G. *et al.* (Ed.). *Artificial Intelligence in Education*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 230–237. ISBN 978-3-642-21869-9. Acesso em: 25 jul. 2022.

MOTTI, V. G. Assistive wearables: opportunities and challenges. In: *Adjunct Proceedings of the 2019 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers*. London, United Kingdom: Association for Computing Machinery, 2019. p. 1040–1043. ISBN 978-1-4503-6869-8. Disponível em: <<https://doi-org.ez47.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3341162.3349573>>.

MUHLBEIER, A. R.; MOZZAQUATRO, P. M. Estilos e estratégias de aprendizagem personalizadas a alunos das modalidades presenciais e a distância. v. 9, n. 1, 2011. ISSN 1679-1916. Number: 1. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/21906>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MÜLLER-PUTZ, G. R. Electroencephalography. *Handbook of clinical neurology*, v. 168, p. 249–262, 2020. ISSN 0072-9752. Place: Netherlands. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63934-9.00018-4>>. Acesso em: 8 jul. 2022.

NAVARRO, D.; FOXCROFT, D. *learning statistics with jamovi: a tutorial for psychology students and other beginners. (Version 0.75)*. London, UK: Oxford Brookes University, 2022. DOI:10.24384/hgc3-7p15. Disponível em: <<http://learnstatswithjamovi.com>>.

NEUROSCIENCE, S. C. for C. *What is EEGLAB?* 2022. Swartz Center for Computational Neuroscience. Disponível em: <<https://sccn.ucsd.edu/>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

NEUROVIRTUAL. *Manual do Usuário BWII EEG PSG*. São Paulo, SP, 2009.

NEUROVIRTUAL. *Product Specification BWIII EEG*. Fort Lauderdale, FL, 2021. Disponível em: <<https://neurovirtual.com/br/wp-content/uploads/2017/06/Technical-Specs-BWIII-EEG-2021.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

NYQUIST, H. Certain Topics in Telegraph Transmission Theory. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, v. 47, n. 2, p. 617–644, abr. 1928. ISSN 2330-9431.

OTHMAN, N.; AMIRUDDIN, M. H. Different perspectives of learning styles from vark model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 7, p. 652 – 660, 2010. ISSN 1877-0428. International Conference on Learner Diversity 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810020926>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

PARENTI, T.; SILVEIRA, J.; S., J. F. S. *Bioestatística*. e-book. Porto Alegre, RS: SAGAH EDUCAÇÃO S.A, 2018. v. 1. ISBN 978-85-950220-7-2.

PURVES, D. *et al. Neuroscience*. 6ª. ed. [S.l.]: Oxford University Press, 2018. 625–767 p. ISBN 978-1-60535-380-7.

RADÜNTZ, T. Signal Quality Evaluation of Emerging EEG Devices. *Frontiers in Physiology*, v. 9, 2018. ISSN 1664-042X. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00098>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

RAMOS, C. D. *et al.* Analysis of electroencephalography brain rhythms in the reading process. *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*, v. 18, p. eAO5442, 2020. ISSN 2317-6385 1679-4508.

RAZZAQUE, A. Internet of Things facilitates e- learning. 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/338951701\\_Internet\\_of\\_Things\\_facilitates\\_e\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/338951701_Internet_of_Things_facilitates_e_learning)>. Acesso em: 22 mai. 2022.

RUEDA, M.; JAVIER, F. Desempenho no teste de atenção dividida como resultado da idade das pessoas. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, v. 28, p. 251–259, 2011. ISSN 0103-166X, 1982-0275. Publisher: Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/estpsi/a/hwtfstH73Rr6Fpzn7h5Vx8S/abstract/?lang=pt&format=html>>. Acesso em: 09 ago 2022.

RULAND, F. *The Wilcoxon-Mann-Whitney Test – An Introduction to Nonparametrics –: – With Comments on the R Program wilcox.test (e-book)*. [S.l.]: Frederick Ruland, 2018. ISBN 1728873258.

SANEI, S.; CHAMBERS, J. A. *EEG signal processing*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013. ISBN 1-118-69123-7.

SBNC. *Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica – Recomendação da SBNC para Localização de Eletrodos e Montagens de EEG*. São Paulo, SP: SNBC, 2017. Disponível em: <[https://sbnc.org.br/wp-content/uploads/2015/05/1512584738\\_Norma\\_montagens\\_EEG\\_.pdf](https://sbnc.org.br/wp-content/uploads/2015/05/1512584738_Norma_montagens_EEG_.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2022.

- SILVA, R. d. A. *et al.* Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologia, Cenários e Projeções. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação; Anais dos Workshops do CBIE 2017*, 2017. Disponível em: <<http://ojs.sector3.com.br/index.php/wcbie/article/view/7514>>. Acesso em: 21 mai. 2022.
- SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 15, n. 3, p. 502–507, jun. 2007. ISSN 1518-8345. Number: 3. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rlae/article/view/2462>>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- SPIEGEL, M.; STEPHENS, L. *Estatística (e-book)*. 4<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2009. ISBN 9788577805204. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788577805204>>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- STEFANIA, C. *et al.* EEG-based index for engagement level monitoring during sustained attention. In: *2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1512–1515. ISBN 1558-4615. Journal Abbreviation: 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC).
- STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP*, v. 40, p. 536–541, 2016. ISSN 2212-8271. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711600144X>>.
- STONE, B.; SOPER, S. Amazon Unveils a Listening, Talking, Music-Playing Speaker for Your Home. *Bloomberg.com*, 2014. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-11-06/amazon-echo-is-a-listening-talking-music-playing-speaker-for-your-home>>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- TERMIMED. *Termid Medical 64 channel EEG cap WaveGuard connect*. 2022. Disponível em: <[https://www.ternimed.de/epages/62826360.sf/en\\_GB/?ObjectPath=/Shops/62826360/Products/TER-CS-359](https://www.ternimed.de/epages/62826360.sf/en_GB/?ObjectPath=/Shops/62826360/Products/TER-CS-359)>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- TIAN, J. *et al.* Efficient algorithms of FFT butterfly for OFDM systems. In: *Proceedings of the IEEE 6th Circuits and Systems Symposium on Emerging Technologies: Frontiers of Mobile and Wireless Communication (IEEE Cat. No.04EX710)*. [S.l.: s.n.], 2004. v. 2, p. 461–464 Vol.2.
- UEHARA, E.; CHARCHAT-FICHMAN, H.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Funções executivas: um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. *Neuropsicologia Latinoamericana*, Scieloapsic, v. 5, p. 25–37, 2013. ISSN 2075-9479. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rnl/v5n3/v5n3a04.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2022.
- UNISC. *Projeto Unisc Inclusão Digital (UID)*. 2012. Disponível em: <<http://projetouid.weebly.com/sobre.html>>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- V., P.; BHATTACHARYYA, A. Human emotion recognition based on time–frequency analysis of multivariate EEG signal. *Knowledge-Based Systems*, v. 238, p. 107867, fev. 2022. ISSN 0950-7051. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705121010455>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

VELLOSO, B. P.; PEREIRA, A. T. C. Sistema de monitoramento de atenção baseado em eletroencefalografia para avaliação de objetos de ensino e aprendizagem. p. 6, 2014. Disponível em: <[http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014\\_submission\\_132.pdf](http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014_submission_132.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2022.

WENDY, O. *Coleta de dados–Debates e métodos fundamentais em pesquisa social (e-book)*. 4ª. ed. Porto Alegre, RS: Penso Editora, 2015. ISBN 978-85-8429-054-3. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788584290543/>>. Acesso em: 29 jul. 2022.

WENNERLIND, K. R. *et al.* The Use of Smart Technology on Improving Time Management of College Students with Intellectual/Developmental Disability. *The Journal of Inclusive Postsecondary Education*, v. 1, n. 1, p. 1, 2019. Publisher: George Mason University Libraries' Mason Publishing Group. Disponível em: <<https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/teach-elementary-facpubs/23>>.

XUE, Y. A review on intelligent wearables: Uses and risks. *Human Behavior and Emerging Technologies*, v. 1, n. 4, p. 287–294, 2019. ISSN 2578-1863.

YANG, A. *et al.* Situational awareness system in the smart campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 63976–63986, 2018. Disponível em: <<https://ieeexplore-ieee-org.ez47.periodicos.capes.gov.br/document/8502111>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

YAO, D. *et al.* Which Reference Should We Use for EEG and ERP practice? *Brain Topography*, v. 32, n. 4, p. 530–549, jul. 2019. ISSN 1573-6792. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10548-019-00707-x>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

YOSHIDA, K.; HIRAI, F.; MIYAJI, I. Learning System Using Simple Electroencephalograph Feedback Effect During Memory Work. *Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 18th Annual Conference, KES-2014 Gdynia, Poland, September 2014 Proceedings*, v. 35, p. 1596–1604, jan. 2014. ISSN 1877-0509. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914012083>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

YU, Z. *et al.* Beyond t test and ANOVA: applications of mixed-effects models for more rigorous statistical analysis in neuroscience research. *Neuron*, v. 110, n. 1, p. 21–35, jan. 2022. ISSN 0896-6273. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089662732100845X>>. Acesso em: 09 ago. 2022.

ZEYNALI, M.; SEYEDARABI, H. EEG-based single-channel authentication systems with optimum electrode placement for different mental activities. *Biomedical Journal*, v. 42, n. 4, p. 261–267, 2019. ISSN 2319-4170. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2319417018302439>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

ZHANG, J.; CHEN, P. Selection of Optimal EEG Electrodes for Human Emotion Recognition. *21st IFAC World Congress*, v. 53, n. 2, p. 10229–10235, jan. 2020. ISSN 2405-8963. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896320335163>>.

ŞERBAN, C.; TODERICIU, I.-A. Alexa, what classes do i have today? the use of artificial intelligence via smart speakers in education. *Procedia Computer Science*, v. 176, p. 2849 – 2857, 2020. ISSN 1877-0509. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920321736>>. Acesso em: 28 nov. 2020.