



ATIVIDADE ELETRODÉRMICA APLICADA NA EDUCAÇÃO: ESTUDO DE CASO DE NEUROCIÊNCIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4365

Blaha Gregory Correia dos Santos Goussain - blaha.goussain@unesp.br
Universidade Estadual Paulista

José Roberto Dale Luche - dluche@gmail.com
UNESP

Herlandí de Souza Andrade - herlandi@usp.br
Universidade de São Paulo

MESSIAS BORGES SILVA - messiasusp@gmail.com
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Resumo: A atividade eletrodérmica (EDA) pode ser definida como diversos fenômenos elétricos na pele, como reflexo psicogalvânico, resposta galvânica da pele, resposta da resistência da pele, resposta de condutância da pele e resposta potencial da pele, além disso, pode ser uma medida útil da atividade do sistema nervoso simpático. O EDA é considerado um método para investigar fenômenos psicofisiológicos com aplicabilidade em diversas áreas de pesquisa, por exemplo, na área de Educação. Este trabalho tem como objetivo comparar as atividades eletrodérmica dos alunos em diferentes ambientes de aprendizagem e analisar estatisticamente os dados de EDA dos alunos utilizando o teste t pareado e o teste Mann-Whitney do software Minitab. O método utilizado na presente pesquisa foi um estudo de natureza quantitativa experimental sobre os dados de atividade eletrodérmica de 8 (oito) alunos universitários, quando expostos às aulas tanto do método tradicional de ensino quanto active learning. Para tal análise, utilizou-se o sensor de Resistência Eletrodérmica para medir e comparar o EDA desses alunos. Os resultados das análises estatísticas dos dados de EDA se mostraram mais significativos em 62,5% dos participantes com o método de active learning. Conforme os resultados desse estudo, conclui-se que foi possível comparar as atividades eletrodérmica dos alunos em diferentes ambientes de aprendizagem, deste modo, respondendo à questão de pesquisa desse trabalho, validou a hipótese de que há variação de atividade eletrodérmica dos alunos quando expostos ao método tradicional de ensino e active learning.

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



COBENGE
2023

51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: Atividade eletrodérmica. Ensino tradicional. Aprendizagem ativa.

Realização:



Organização:



ATIVIDADE ELETRODÉRMICA APLICADA NA EDUCAÇÃO: ESTUDO DE CASO DE NEUROCIÊNCIA

1 INTRODUÇÃO

A atividade eletrodérmica (EDA) pode ser definida como diversos fenômenos elétricos na pele, como reflexo psicogalvânico, resposta galvânica da pele, resposta da resistência da pele, resposta de condutância da pele e resposta potencial da pele, além disso, pode ser uma medida útil da atividade do sistema nervoso simpático (BOUCSEIN, 2012). Segundo Paloniemi *et al.* (2022), o nível de condutância da pele é individual e depende de muitos fatores subjetivos, como idade e sexo, além de fatores contextuais, como temperatura e umidade.

O EDA pode ser coletado por meio de sensores localizados na região dos dedos ou pulsos, sendo que essas medidas podem ser registradas usando eletrodos. Segundo Tronstad *et al.* (2022), a atividade eletrodérmica pode ser medida pela diferença de potencial elétrico ou pela aplicação de uma corrente entre os eletrodos, denominada de endossomática e exossomática, respectivamente. Conforme Qasim *et al.* (2022), as gravações de EDA são classificadas em medições endossomáticas e exossomáticas, isto é, quando as gravações incluem apenas a diferença de potencial gerada pela própria pele são denominadas medições endossomáticas, em contrapartida, quando as gravações envolvem a aplicação de corrente alternada ou corrente contínua para a pele são conhecidas como medições exossomáticas.

O sensor de EDA pode ser inserido na parte inferior de uma pulseira para realizar as medições da variação de resposta galvânica da pele por meio de eletrodos, sendo que tal sensor pode ser usado durante as atividades diárias por longos períodos. Segundo Malathi *et al.* (2018), os dados de EDA podem ser coletados também por meio de um aplicativo android de telefone, deste modo, os dados são enviados para o telefone via bluetooth.

Os parâmetros monitorados por meio de EDA permitem a criação de sistemas capazes de prever os estados afetivos dos indivíduos. De acordo com Paloniemi *et al.* (2022), a atividade eletrodérmica é uma medida de excitação fisiológica e é aplicável à pesquisa de emoções, onde tais reações de nível comportamental podem resultar em picos de EDA. Segundo Zangróniz *et al.* (2017), o EDA pode ser usado em sistemas computacionais capazes de distinguir a condição de calma da condição de angústia de uma determinada pessoa por meio da coleta de sinais fisiológicos. Reolid *et al.* (2020) realizaram uma análise sobre a detecção de sinais de estresse com base nas atividades eletrodérmica juntamente com *Machine Learning*, tendo como resultado o monitoramento contínuo do estado emocional do indivíduo.

O EDA pode ser um método para investigar fenômenos psicofisiológicos com aplicabilidade em diversas áreas de pesquisa, por exemplo, na área da Educação. Thammasan *et al.* (2020), em sua pesquisa sobre o uso de EDA na área da Educação, investigaram a viabilidade de medir dados fisiológicos de alta qualidade, além de examinar a validade do processamento de sinal em um ambiente de aprendizagem. Cain e Lee (2016) investigaram as respostas psicofisiológicas de alunos enquanto se engajavam em atividades de aprendizagem.

Mahon e Roth (2023) em sua pesquisa usaram dois métodos para comparar os dados de EDA dos participantes, sendo que no primeiro método, obtiveram as diferenças

interindividuais na atividade fisiológica calculando cada intervalo de EDA do participante e, no segundo método, foram realizadas correções de intervalo para observar as diferenças interindividuais na variância.

Horvers *et al.* (2021), investigou os aspectos metodológicos das medidas de EDA sintetizando evidências empíricas existentes sobre a relação de excitação fisiológica, medida pela EDA, com processos de aprendizagem, tendo como resultados uma variação considerável no uso da EDA na pesquisa educacional, indicando que existem poucos padrões implícitos, isto é, revelaram associações inconsistentes entre excitação fisiológica e resultados de aprendizagem, que parecem principalmente devido a diferenças.

As pesquisas sobre o uso de EDA na área da educação tem abordado de forma significativa no processo de aprendizagem dos alunos, tanto que Reid *et al.* (2020) em seu estudo, ressaltam que o uso de EDA na educação tem se concentrado na medição e interpretação quantitativa, por meios estatísticos com análises de correlação, de comparação de média entre conjuntos de dados e modelagem de regressão múltipla.

Em suma, este estudo tem como objetivo comparar as atividades eletrodérmica dos alunos em diferentes ambientes de aprendizagem e analisar estatisticamente os dados de EDA dos alunos utilizando o teste t pareado e o teste Mann-Whitney do software Minitab. Como questão de pesquisa, pretende identificar se há variação de atividade eletrodérmica dos alunos quando expostos aos métodos tradicional de ensino e *active learning*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O EDA, também conhecida como resposta galvânica da pele, envolve a medição da condutância elétrica da pele como uma resposta a estímulos emocionais, cognitivos ou fisiológicos. Essa medida é baseada na ideia de que a atividade elétrica da pele varia em resposta a estímulos psicofisiológicos, podendo ser uma ferramenta útil na educação, a fim de medir o engajamento emocional, avaliar o estresse e conduzir pesquisas em psicologia educacional.

Poh *et al.* (2010) realizaram um experimento com participantes durante a execução de atividades físicas, cognitivas e emocionais, tendo como resultado o aumento da condutância da pele quando estavam pedalando, realizando teste de aritmética mental e assistindo um filme de terror, respectivamente. Com o término de tais atividades os participantes relaxaram e, conseqüentemente, a condutância da pele diminuiu rapidamente.

Malathi *et al.* (2018) realizaram um experimento com dois participantes que usaram o sensor EDA para monitorar as oscilações cerebrais quando estivessem acordados ou sonolentos, uma vez que foram coletados em diferentes durações de tempo para que estivessem confortáveis com o uso deste dispositivo. O dispositivo de EDA, geralmente, é usado na avaliação de estresse de curta ou longa duração, aliás, pode registrar também momentos de relaxamento ou excitação durante atividades da vida cotidiana.

Além disso, existem outras aplicações com o dispositivo EDA, como, por exemplo, a aplicação de Sharmaa *et al.* (2019) que desenvolveram um algoritmo de *Machine Learning* para prever emoções baseadas por estímulos audiovisuais usando apenas o sinal de EDA, tendo como resultado variações na função de cada modelo emocional extraídos nas representações de sinais de tempo e frequência.

Vale ressaltar que Vannest *et al.* (2009) utilizaram de ressonância magnética funcional (fMRI) para visualizar uma rede de regiões cerebrais de processamento auditivo e de linguagem associadas ao processamento de escuta passiva (PL) e resposta ativa (AR) de vinte crianças entre onze a treze anos, uma vez que os dados de fMRI foram analisados

usando uma abordagem de modelo linear geral e teste t pareado identificando a ativação significativa do grupo, tendo como resultados de ambas as tarefas, ativação no córtex auditivo primário, giro temporal superior bilateralmente e giro frontal inferior (IFG).

Da mesma forma, Oku e Sato (2021) ressaltam que para distinguir os níveis de envolvimento em tarefas pelos alunos, é possível monitorar a atividade cerebral por meio de espectroscopia funcional no infravermelho próximo (fNIRS), visto que em sua pesquisa analisaram os níveis de envolvimento da tarefa por meio da identificação de respostas de questionários usados em ambientes virtuais, coletando os dados na região do córtex pré-frontal (PFC) de dezoito alunos enquanto assistiam a uma videoaula.

O estresse pode assumir diferentes formas em uma pessoa, podendo ser emocional, cognitivo ou motivacional, uma vez que depende do estado neural manifestado no sistema nervoso deste indivíduo. Wickramasuriya *et al.* (2018) realizaram um experimento com alguns participantes para coletar sinais de estresse cognitivo e emocional durante a resolução de algumas tarefas em um ambiente laboratorial, tendo respostas de estresse variando entre diferentes indivíduos, sendo possível empregar modelagem espacial para observar diferenças sutis quanto à exposição tanto do estresse cognitivo quanto emocional.

Em linhas gerais, percebe-se que o dispositivo EDA pode ser utilizado em ambientes de aprendizagens, cujo objetivo de detectar o envolvimento emocional dos alunos, engajados e não engajados, em sala de aula. No Quadro 1, nota-se as aplicabilidades do dispositivo de EDA no ambiente educacional, nos quais resultaram diferentes medições de estressores dos alunos, nota-se também que em todos os experimentos foram utilizados EDA como entrada de parâmetros. É importante destacar que o engajamento foi o estressor mais significativo, equivalente a 43%, dos experimentos citados, seguido pela motivação com, aproximadamente, 29% dos experimentos mencionados no Quadro 1.

Quadro 1 – Aplicabilidades do *electrodermal activity* no ambiente educacional

Referências	Título	Participantes	Estressor	Resultados	Entrada de Parâmetros
Adedokun <i>et al.</i> (2017)	<i>Student perceptions of a 21st century learning space</i>	24 alunos	Motivação	Atingiu uma percepção positiva dos alunos referente aos novos espaços de aprendizagem pela oportunidade de interações entre os alunos e professores, além da flexibilidade no ambiente de ensino.	EDA
Christensen <i>et al.</i> (2019)	<i>Understanding first-year engineering students' perceived ideal learning environments</i>	16 alunos / idade média de 21 anos	Motivação	Foram mencionados dezessete vezes os ambientes centrados aos alunos, enquanto os ambientes centrados ao professor foram apenas nove vezes, além disso, os novos layouts em sala de aula trouxeram conforto psicológico, motivação e satisfação aos alunos nos ambientes de aprendizagem.	EDA

Quadro 1 – Aplicabilidades do *electrodermal activity* no ambiente educacional

(conclusão)

Referências	Título	Participantes	Estressor	Resultados	Entrada de Parâmetros
Di Lascio et al. (2018)	<i>Unobtrusive Assessment of Students' Emotional Engagement during Lectures Using Electrodermal Activity Sensors</i>	24 alunos	Excitação geral Sincronia fisiológica Engajamento momentâneo	Durante a interação do aluno com o professor ocorreu um alto incremento da excitação geral e um indicativo de engajamento momentâneo de 81% com o uso do classificador <i>Support Vector Machine</i> em combinação com os recursos relacionados ao engajamento momentâneo.	EDA
Khan et al. (2019)	<i>Exploring relationships between electrodermal activity, skin temperature, and performance during</i>	76 alunos	Engajamento	Sugerem que o desempenho está atrelado às respostas fisiológicas dos alunos durante a realização de exames, indicando uma possível conexão entre emoções e cognição via fisiologia.	EDA
Leslie et al. (2019)	<i>Establishing a Link between Electrodermal Activity and Classroom Engagement</i>	4 alunos, sendo 4 homens c/ idades entre 18 a 21 anos	Engajamento	Quanto maior a intensidade do sinal EDA melhor se mostrou o envolvimento dos alunos no ambiente de aprendizagem	EDA
Villanueva et al. (2018)	<i>A Multimodal Exploration of Engineering Students Emotions and Electrodermal Activity in Design Activities</i>	88 alunos c/ idades entre 18 e 20 anos	Engajamento	Aumento de EDA dos alunos quando expostos à aprendizagem ativa em comparação com o método tradicional, isto é, o engajamento dos alunos aumentou quando foram introduzidas as atividades de aprendizagem ativa nos workshops.	EDA
Zangróniz et al. (2017)	<i>Electrodermal Activity Sensor for Classification of Calm/Distress Condition</i>	45 alunos, sendo 25 homens e 20 mulheres c/ idade média de 24 anos	Calma e Angústia	89% de precisão global ao distinguir a condição de calma da condição de angústia.	EDA

Fonte: Goussain (2022)

No Quadro 1, observa-se que Khan et al. (2019) realizaram um estudo que exploram as utilidades da EDA e dos sensores de temperatura para informar com precisão sobre o desempenho dos alunos durante a realização de exames em tempo real, sendo analisadas

as correlações entre cada fator no seu desempenho conectando emoções e cognições fisiológicas. Diante dos resultados, nota-se que aumentando o índice de dificuldade nos exames, mais elevado será o uso de recursos cognitivos pelos alunos e, conseqüentemente, maior ativação de EDA, tal fato pode ser observado pelo aumento da secreção de suor e diminuição da temperatura da pele.

Por outro lado, Leslie *et al.* (2019), em sua pesquisa, indicam que a atividade eletrodérmica pode prever o envolvimento dos alunos em configurações diferentes de sala de aula, deste modo, quanto mais os alunos estiverem envolvidos melhor será o processo de aprendizagem. Em consequência, correlaciona - se as atividades e métodos de ensino em sala de aula com o envolvimento dos alunos para fins de descobrir sua eficácia, aliás, estabelece-se conexões entre EDA e pedagogia resultando no aumento do engajamento e envolvimento dos alunos no ambiente de aprendizagem.

Conforme consta no Quadro 1, o experimento realizado por Di Lascio *et al.* (2018) com vinte e quatro alunos ao longo de quarenta aulas ministradas, em um período de três semanas, permitiu alcançar um resultado de 81% de excitação geral e um indicativo de engajamento momentâneo, durante a interação do aluno com o professor com o uso do classificador *Support Vector Machine* (SVM) em combinação com os recursos relacionados ao engajamento momentâneo.

Em síntese, o uso do EDA como uma ferramenta de pesquisa educacional pode permitir pesquisadores explorarem emoções dos alunos com os métodos de ensino e tipos de instruções empregadas em sala de aula.

3 MÉTODO

O método utilizado na presente pesquisa foi um estudo de natureza quantitativa experimental sobre os dados de atividade eletrodérmica de 8 (oito) alunos universitários, sendo 4 (quatro) participantes do sexo feminino e 4 (quatro) participantes do sexo masculino, quando expostos às aulas tanto do método tradicional de ensino quanto *active learning*. Para tal análise, utilizou-se o sensor de Resistência Eletrodérmica para medir e comparar o EDA desses alunos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Conexão do sensor de Resistência Eletrodérmica



Fonte: Goussain (2023)

A medição foi realizada em um período de 1 (uma) hora para cada participante, sendo 30 (trinta) minutos durante uma aula expositiva do método tradicional e 30 (trinta) minutos durante uma aula usando método de *active learning*, ambos métodos foram ministrados pelo Prof. Dr. Messias Borges Silva no tópico *Single Minute Exchange of Die* (SMED).

Os dados de EDA de cada participante foram medidos em unidades de *microsiemens* (μS), com EDA humano normal variando de 1 a 20 μS . Segundo Nourbakhsh *et al.* (2012), a EDA representa um método não invasivo e robusto para detectar o efeito cognitivo na excitação. Conforme Boucsein (2012), os valores de EDA podem variar de forma considerável, mas o nível de EDA varia somente algumas dezenas de *microsiemens*. Para Geršak (2020), o nível de EDA varia apenas algumas dezenas de *microsiemens* e com pulsos não mais que alguns *microsiemens* em amplitudes.

Vale destacar que as medições foram realizadas com os mesmos alunos e com o mesmo professor no referido tópico em uma sala climatizada na temperatura de 23°C, a fim de diminuir a variabilidade nos resultados e, consequentemente, aumentar a confiabilidade nos dados.

4 RESULTADOS

Na Tabela 1, observa-se as medições de EDA realizadas em um período de 1 (uma) hora para cada participante, sendo 30 (trinta) minutos durante uma aula expositiva do método tradicional e 30 (trinta) minutos durante uma aula usando método de *active learning*, ambos métodos ministrados no tópico SMED.

Tabela 1 – Medições de EDA dos participantes

Medições EDA	Estudante A	Estudante B	Estudante C	Estudante D	Estudante E	Estudante F	Estudante G	Estudante H
Mediana Tradicional	4,168 μS	6,0835 μS	1,455 μS	4,6475 μS	2,796 μS	5,974 μS	6,761 μS	4,8395 μS
Mediana Active	5,767 μS	5,894 μS	4,777 μS	4,829 μS	4,422 μS	5,7795 μS	6,754 μS	6,1055 μS
Diferença da mediana	-1,529 μS	0,175 μS	-3,168 μS	-0,192 μS	-1,669 μS	0,162 μS	0,006 μS	-1,2 μS
Teste T Pareado	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Aceita H0	Rejeita H0
Mann-Whitney	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0
Método de ensino	Active learning	Tradicional	Active learning	Active learning	Active learning	Tradicional	Tradicional	Active learning

Fonte: Goussain (2023)

Percebe-se que os participantes A, C, D, E e H apresentaram maiores medianas de EDA no método *active learning* relacionadas ao método tradicional e, consequentemente, os participantes B, F e G apresentaram maiores medianas de EDA no método tradicional em relação ao método *active learning*.

A mediana da diferença, contido no Mann-Whitney, apresentou-se também mais significativo nos participantes A, C, E e H, ou seja, os participantes B, D, F e G não exibiram relevância na mediana da diferença de EDA.

Nos testes t pareado e Mann-Whitney, todos os participantes rejeitaram H0, pois o valor de P era menor que o nível de significância de 0,05, exceto a participante G que aceitou H0 no teste t pareado, porém rejeitou H0 no Mann-Whitney. Possivelmente, a participante G seja não responsiva relacionada aos dados de EDA, nesse caso, Braithwaite *et al.* (2015) estimam que aproximadamente 10% dos participantes sejam não responsivos

em termos de sua EDA, ou seja, pode não ser possível obter medições EDA de alta qualidade desses participantes.

Vale mencionar que as participantes A, C, E e G são alunas do sexo feminino e os participantes B, D, F e H são alunos do sexo masculino. Segundo Boucsein (1992), embora as mulheres apresentem uma condutância da pele maior do que os homens, há uma tendência de homens apresentarem maior reatividade na condutância da pele.

5 DISCUSSÕES

Os resultados das análises estatísticas dos dados de EDA se mostraram mais significativos em 62,5% dos participantes com o método de *active learning*. Vale lembrar que Di Lascio *et al.* (2018) em sua pesquisa, ressaltaram que durante a interação do aluno com o professor ocorreu um alto incremento da excitação geral e um indicativo de engajamento momentâneo de 81% com o uso do classificador Support Vector Machine em combinação com os recursos relacionados ao engajamento momentâneo. Khan *et al.* (2019), sugerem que o desempenho está atrelado às respostas fisiológicas dos alunos durante a realização de exames, indicando uma possível conexão entre emoções e cognição via fisiologia.

Leslie *et al.* (2019), por sua vez, destacou que quanto maior a intensidade do sinal EDA melhor se mostrou o envolvimento dos alunos no ambiente de aprendizagem. De forma análoga, Villanueva *et al.* (2018) em seu estudo, evidenciaram que aumentou os sinais de EDA dos alunos quando expostos à *active learning* em comparação com o método tradicional, isto é, o engajamento dos alunos aumentou quando foram introduzidas as atividades de aprendizagem ativa nos workshops.

Do mesmo modo, Christensen *et al.* (2019), destacaram em sua pesquisa que os ambientes centrados aos alunos foram mencionados dezessete vezes, enquanto os ambientes centrados ao professor foram apenas nove vezes, além disso, os novos layouts em sala de aula trouxeram conforto psicológico, motivação e satisfação aos alunos nos ambientes de aprendizagem.

Vale acentuar que no estudo de Adedokun *et al.* (2017), os alunos atingiram uma percepção positiva referentes aos novos espaços de aprendizagem pela oportunidade de interações entre os alunos e professores, além da flexibilidade no ambiente de ensino.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os aspectos observados, atendendo aos objetivos desse estudo, foram comparadas as atividades eletrodérmica dos alunos em diferentes ambientes de aprendizagem e analisados estatisticamente os dados de EDA utilizando o teste t pareado e o teste Mann-Whitney do software Minitab, no qual foi identificado que há variação de atividade eletrodérmica dos alunos quando expostos em ambos os métodos.

Referindo-se às análises estatísticas de dados de EDA dos participantes, utilizando o teste t pareado e o teste Mann-Whitney do software Minitab, a pesquisa apresentou maiores medianas de EDA no método *active learning* relacionadas ao método tradicional.

Conforme os resultados desse estudo, conclui-se que foi possível comparar as atividades eletrodérmica dos alunos em diferentes ambientes de aprendizagem, deste modo, respondendo à questão de pesquisa desse trabalho, validou a hipótese de que há variação de atividade eletrodérmica dos alunos quando expostos aos métodos tradicional de ensino e *active learning*.

REFERÊNCIAS

- ADEDOKUN, O. A.; PARKER, L. C.; HENKE, J. N.; BURGESS, W. D. Student perceptions of a 21st century learning space. **Journal of Learning Spaces**, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2017.
- BOUCSEIN, W. **Electrodermal activity**. New York: Plenum Press, 1992.
- BOUCSEIN, W. **Electrodermal Activity**. 2nd ed., Springer, London, 2012.
- BRAITHWAITE, J. J.; WATSON, D. G.; JONES, R.; ROWE, M. **A Guide for Analyzing Electrodermal Activity (EDA) & Skin Conductance Responses (SCRs) for Psychological Experiments**. Birmingham, 2015.
- CAIN, R.; LEE, V. R. **Measuring Electrodermal Activity to Capture Engagement in an Afterschool Maker Program**. In Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education, FabLearn, 2016.
- CHRISTENSEN, D.; VILLANUEVA, I.; BENSON, S. **Understanding first-year engineering students' perceived ideal learning environments**. 2018 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council, WEEF-GEDC, 2019.
- DI LASCIO, E.; GASHI, S.; SANTINI, S. Unobtrusive Assessment of Students' Emotional Engagement during Lectures Using Electrodermal Activity Sensors. **Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.**, v. 2, n. 3, 2018.
- GERŠAK, G. Electrodermal activity - a beginner's guide. **Elektrotehniški Vestnik**, v. 87, n. 4, p. 175-182, 2020.
- GOUSSAIN, B. G. C. S. **Atividade eletrodérmica aplicada na educação: uma revisão integrativa da literatura**. Monografia - Especialização em Gestão da Produção, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2022.
- GOUSSAIN, B. G. C. S. **Atividade eletrodérmica aplicada na educação**. Dissertação – Mestrado em Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2023.
- HORVERS, A.; TOMBENG, N.; BOSSE, T.; LAZONDER, A. W.; MOLENAAR, I. Detecting Emotions through Electrodermal Activity in Learning Contexts: A Systematic Review. **Sensors**, v. 21, n. 23, p. 7869, 2021.
- KHAN, T.H.; VILLANUEVA, I.; VICIOSO, P.; HUSMAN, J. **Exploring relationships between electrodermal activity, skin temperature, and performance during**. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2019.
- LESLIE, P. L.; SCALLON, J.; SWEGLE, D.; GOULD, T.; KREMER, G. E. O. **Establishing a Link between Electrodermal Activity and Classroom Engagement**. Iowa State University, Industrial and Manufacturing Systems Engineering, 2019.

MAHON, A. J. S.; ROTH, E. A. What elicits music-evoked nostalgia? An exploratory study among college students. **Psychology of Music**, v. 51, n. 1, p. 159-171, 2023.

MALATHI, D.; DORATHI JAYASEELI, J. D.; MADHURI, S.; SENTHILKUMAR, K. Electrodermal Activity Based Wearable Device for Drowsy Drivers. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1000, n. 1, 2018.

NOURBAKHSH, N.; WANG, Y.; CHEN, F.; CALVO, R. A. **Using galvanic skin response for cognitive load measurement in arithmetic and reading tasks**. In Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, Melbourne Australia, p. 420–423, 2012.

OKU, A. Y. A.; SATO, J. R. Predicting Student Performance Using Machine Learning in fNIRS Data. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 15, 2021.

PALONIEMI, S.; PENTTONEN, M.; ETELÄPELTO, A.; HÖKKÄ, P.; VÄHÄSANTANEN, K. **Integrating Self-Reports and Electrodermal Activity (EDA) Measurement in Studying Emotions in Professional Learning**. Professional and Practice-based Learning, v. 33, p. 87-109, 2022.

POH, M. Z.; SWENSON, N. C.; PICARD, R. W. **A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity**. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, v. 57, n. 5, p. 1243-1252, 2010.

QASIM, M. S.; BARI, D. S.; MARTINSEN, O. G. Influence of ambient temperature on tonic and phasic electrodermal activity componentes. **Physiological Measurement**, v. 43, 6th ed., 2022.

REID, C.; KEIGHREY, C.; MURRAY, N.; DUNBAR, R.; BUCKLEY, J. A novel mixed methods approach to synthesize EDA data with behavioral data to gain educational insight. **Sensors**, v. 20, 2020.

REOLID, R. S.; LÓPEZ, M. T.; CABALLERO, A. F. **Machine Learning for Stress Detection from Electrodermal Activity: A Scoping Review**. Instituto de Investigación en Informática de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, Spain, 2020.

SHARMAA, V.; PRAKASHB, N. R.; KALRA, P. Audio-video emotional response mapping based upon Electrodermal ActivityVivek. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 47, p. 324–333, 2019.

THAMMASAN, N.; STULDREHER, I. V.; SCHREUDERS, E.; GILETTA, M.; BROUWER, A. M. A usability study of physiological measurement in school using wearable sensors. **Sensors**, v. 20, 2020.

TRONSTAD, C.; AMINI, M.; BACH, D. R.; MARTINSEN, O. G. Current trends and opportunities in the methodology of electrodermal activity measurement. **Physiological Measurement**. v. 43, 2nd ed., 2022.

VANNEST, J. J.; KARUNANAYAKA, P. R.; ALTAYE, M.; SCHMITHORST, V. J.; PLANTE, E. M.; EATON, K. J.; RASMUSSEN, J. M.; HOLLAND, S. K. Comparison of fMRI Data From Passive Listening and Active-Response Story Processing Tasks in Children. **Journal of Magnetic Resonance Imaging**, v. 29, p. 971–976, 2009.

VILLANUEVA, I.; CAMPBELL, B. D.; RAIKES, A. C.; JONES, S. H.; PUTNEY, L. G. A Multimodal Exploration of Engineering Students' Emotions and Electrodermal Activity in Design Activities. **Journal of Engineering Education**, v. 107, n. 3, p. 414-441, 2018.

WICKRAMASURIYA, D. S.; QI, C.; FAGHIH, R. T. **A State-Space Approach for Detecting Stress from Electrodermal Activity**. Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS, p. 3562-3567, 2018.

ZANGRÓNIZ, R.; RODRIGO, A. M.; PASTOR, J. M.; LÓPEZ, M. T.; CABALLERO, A. F. **Electrodermal Activity Sensor for Classification of Calm/Distress Condition**. Instituto de Tecnologías Audiovisuales, Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, Spain, 2017.

ELECTRODERMAL ACTIVITY APPLIED IN EDUCATION: NEUROSCIENCE CASE STUDY

Abstract: *Electrodermal activity (EDA) can be defined as several electrical phenomena in the skin, such as psychogalvanic reflex, galvanic skin response, skin resistance response, skin conductance response and skin potential response, in addition, it can be a useful measure activity of the sympathetic nervous system. The EDA is considered a method to investigate psychophysiological phenomena with applicability in several areas of research, for example, in the area of Education. This work aims to compare the electrodermal activities of students in different learning environments and statistically analyze the students' EDA data using the paired t test and the Mann-Whitney test of the Minitab software. The method used in the present research was an experimental quantitative study on the electrodermal activity data of 8 (eight) university students, when exposed to both traditional teaching and active learning classes. For this analysis, the Electrodermal Resistance sensor was used to measure and compare the EDA of these students. The results of the statistical analyzes of the EDA data were more significant in 62.5% of the participants with the active learning method. According to the results of this study, it was concluded that it was possible to compare the electrodermal activities of students in different learning environments, thus, answering the research question of this work, it validated the hypothesis that there is variation in electrodermal activity of students when exposed to the traditional method of teaching and active learning.*

Keywords: *Electrodermal activity, Traditional teaching, Active learning.*