

Uma proposta para medição da Atenção e Engajamento no processo de Ensino em Aulas Remotas

**Manoel Jorge de Lima Mieiro, Sildenir Alves Ribeiro,
Diego Cardoso Borda Castro**

¹Bacharelado em Sistemas de Informação

Centro Federal De Educação Tecnológica Celso Suckow Da Fonseca (CEFET/RJ)
20.785-223 – Rio De Janeiro – RJ – Brasil

manoel.mieiro@aluno.cefet-rj.br, {sildenir.ribeiro, diego.castro}@cefet-rj.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma proposta para aferir os níveis de atenção e engajamento de alunos em ambientes de ensino remoto. O objetivo é compreender os padrões de navegação dos estudantes durante as aulas. Para isso, está em desenvolvimento uma extensão para o navegador Google Chrome, que faz a coleta ativa de dados de navegação, para geração de indicadores e relatórios de desempenho. Como resultado parcial, foi possível validar a coleta local dos dados, por meio do protótipo da ferramenta, demonstrando a viabilidade da abordagem proposta.*

Abstract. *This article presents a proposal for assessing students' attention and engagement in remote learning environments. The goal is to understand students' browsing behavior during classes. To this end, a Google Chrome extension is being developed to actively collect browsing data, enabling the generation of indicators and performance reports. As a partial result, local data collection was successfully validated through the prototype of the tool, demonstrating the feasibility of the proposed approach.*

1. Introdução

A metodologia expositiva de ensino, iniciada com o patriarca da pedagogia, Platão (427–347 a.C.), é uma técnica tradicional que perdura até os dias atuais [Andreata 2019], apesar dos inúmeros avanços tecnológicos ocorridos ao longo do tempo. Seu elemento central é a oratória, por meio da qual o educador transmite seu saber aos alunos. Com isso, há uma hierarquia clara: o professor é o centro no processo de aprendizagem, enquanto o aluno é coadjuvante, responsável pela retenção do conteúdo.

No entanto, ainda que tradicional, a metodologia deve ser revista, diante do atual contexto tecnológico. Autores como Andreata (2019) [Andreata 2019] e Pereira e Silva (2022) [Pereira and Silva 2022] demonstram preocupação com a retenção do conteúdo pelo aluno; pois o aluno assume um papel passivo em seu próprio processo de aprendizado. Além disso, hoje, é preciso se preocupar também com os inúmeros estímulos externos advindos da exposição às telas [Lopes and Pimenta 2017]. Essa realidade torna-se ainda mais preocupante em países com dificuldades de acesso à tecnologia, como o Brasil, onde cresce o número de estudantes no Ensino Superior em modalidades à distância (EAD) [Moran 2009], sem que haja necessariamente um aumento no acompanhamento individualizado desses alunos para garantir que estão aprendendo.

Diante desse cenário, é fundamental repensar as estratégias de ensino no contexto das aulas remotas, de forma a tornar o processo de aprendizagem mais eficaz e menos exaustivo para todos os envolvidos.

Nesse sentido, este artigo propõe o uso da ferramenta ESPEON — uma extensão do Google Chrome — para monitoramento e análise do foco e engajamento de alunos durante aulas remotas. A ferramenta coleta, em tempo real, dados de navegação e de periféricos (câmera e microfone), os quais são armazenados em um banco de dados e, posteriormente, utilizados para gerar relatórios com métricas relevantes sobre a atenção e o engajamento dos estudantes. Essas informações auxiliam o docente na avaliação da qualidade do ensino remoto e na identificação de oportunidades de melhoria.

2. Conceitos Gerais

Este trabalho apresenta conceitos fundamentais relacionados ao desenvolvimento e funcionamento da extensão ESPEON (Engajamento e Supervisão do Processo de Ensino Online), uma ferramenta desenvolvida para o navegador Google Chrome com o objetivo de mensurar os níveis de atenção e engajamento de alunos em aulas remotas. A proposta da ESPEON é validar a efetividade da metodologia expositiva no contexto do ensino remoto, metodologia que, segundo Andreatta (2019) [Andreatta 2019], baseia-se na transmissão de conteúdo por um orador, cabendo ao estudante uma postura predominantemente passiva, limitada à recepção e assimilação do conhecimento.

Para possibilitar o funcionamento da ESPEON, algumas tecnologias foram empregadas. Primeiro, utilizou-se o MongoDB, um banco de dados não relacional orientado a documentos, amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicações modernas, principalmente em ambientes que exigem escalabilidade, como aqueles baseados em computação em nuvem. Esse banco de dados é gerenciado na nuvem por meio do serviço AtlasDB, oferecido pela MongoDB Inc., que simplifica a implantação, o gerenciamento e o escalonamento de instâncias do MongoDB.

A comunicação entre a extensão e o MongoDB ocorre por meio de uma API (sigla em inglês para *Application Programming Interface*), que define protocolos e regras para a interação entre sistemas, aplicativos ou serviços. Neste projeto, utiliza-se o *framework* Flask, escrito em Python, responsável pela criação das APIs. Esse *framework* possibilita o desenvolvimento ágil de aplicações web escaláveis e facilmente integradas a diferentes bibliotecas.

Além disso, o processo de implantação da aplicação em ambiente de produção, o *deploy*, ocorre, neste contexto, quando o banco de dados e a API são disponibilizados para acesso por inúmeros clientes. A operação e o comportamento da aplicação são constantemente monitorados por meio de *logs*, que são registros estruturados de eventos e ações executadas pelo sistema. Por fim, vale destacar que a distribuição da extensão ocorre por meio da Chrome Web Store, a plataforma oficial do Google para disponibilização de extensões, aplicações e temas voltados ao navegador Chrome.

3. Trabalhos Relacionados

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas para verificar o nível de atenção dos alunos em ambientes educacionais mediados por tecnologia, especialmente impulsionadas pela

pandemia de COVID-19, que levou à adoção do Ensino Remoto Emergencial (ERE). Mesmo não sendo mais emergencial, a modalidade remota ganhou grande popularidade após esse período, com um número crescente de alunos matriculados, como identificado no estudo de [Moran 2009].

Nesse cenário, Ong et al. [Ong et al. 2021] propuseram a detecção de atenção com base na captura de imagens dos alunos. Para distinguir alunos focados daqueles dispersos, utilizaram-se os algoritmos Viola-Jones e Sobel Edge, com o objetivo de identificar componentes faciais (como rosto, boca e olhos) e detectar o estado dos olhos (abertos ou fechados), respectivamente. Justificam o uso de imagens — um tipo de dado extremamente sensível — com base em dois grandes desafios enfrentados na detecção de atenção. O primeiro refere-se à alternativa de solicitar que os alunos interajam respondendo a perguntas; no entanto, essa abordagem pode ser ineficaz, já que nem todos respondem e, quando o fazem, podem apresentar lentidão, o que atrasa o andamento da aula. A segunda alternativa seria solicitar que os alunos mantenham a câmera ligada, mas, além de exigir a verificação manual por parte do professor, os alunos ainda poderiam utilizar outros dispositivos, relegando a aula a segundo plano. Apesar de o estudo ter obtido sucesso na identificação dos elementos faciais, foi observado que houve falhas na detecção consistente do estado dos olhos ao aplicar o algoritmo Sobel Edge.

Outros trabalhos, como o de Sasha et al. (2021) [Saha et al. 2021], constataram, por meio de análise qualitativa, que 80% dos alunos entrevistados relataram déficit de atenção durante as aulas remotas, enquanto 40% relataram que compareciam apenas para registrar presença, sem engajamento ou atenção efetiva. Diante disso, esta pesquisa propõe implementar um software monitor que utiliza dados de imagem dos usuários combinados com modelos de inteligência artificial (IA) para avaliar o grau de atenção do indivíduo e, com base nisso, atribuir a presença. O programa monitoraria a conectividade de rede dos alunos, ativaría as câmeras e, em intervalos regulares, capturaria imagens dos usuários. O sistema processaria essas imagens localmente no cliente, verificando por quanto tempo o aluno esteve olhando para fora da tela e comparando os resultados com modelos treinados com IA. Por fim, os professores apenas utilizariam os resultados fornecidos pelo sistema, referentes ao nível de atenção de cada aluno.

Diferentemente desses trabalhos, o presente estudo propõe uma abordagem menos invasiva e mais centrada na experiência do aluno. Por meio da coleta de dados de navegação, a ferramenta Engajamento e Supervisão do Processo Educacional Online (ESPEON) busca identificar padrões de atenção e engajamento sem recorrer a imagens ou gravações. Esses indicadores servirão como base para uma análise crítica da eficácia da metodologia expositiva em ambientes remotos de ensino, respeitando os princípios de privacidade e a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

4. Métodos e Ferramentas

Nesta seção será apresentado um panorama geral da ferramenta desenvolvida, bem como o caso de uso aplicado durante o ciclo de aula expositiva, proporcionando maior clareza ao processo aqui descrito.

4.1. Metodologia

O processo é conduzido da seguinte forma: o professor acessa a extensão ESPEON em seu navegador e cadastra uma nova aula no banco de dados da aplicação. Ao final do

cadastro, a extensão gera automaticamente uma expressão regular (*regex*) correspondente ao título da aula, conferindo padronização à identificação da aba da conferência. Essa expressão serve como referência para o campo *onlineClass*, que é utilizado pela extensão para detectar mudanças de aba durante a aula. O formulário de cadastro de aula pode ser observado na Figura 1 e a geração da expressão regular correspondente está ilustrada na Figura 2.

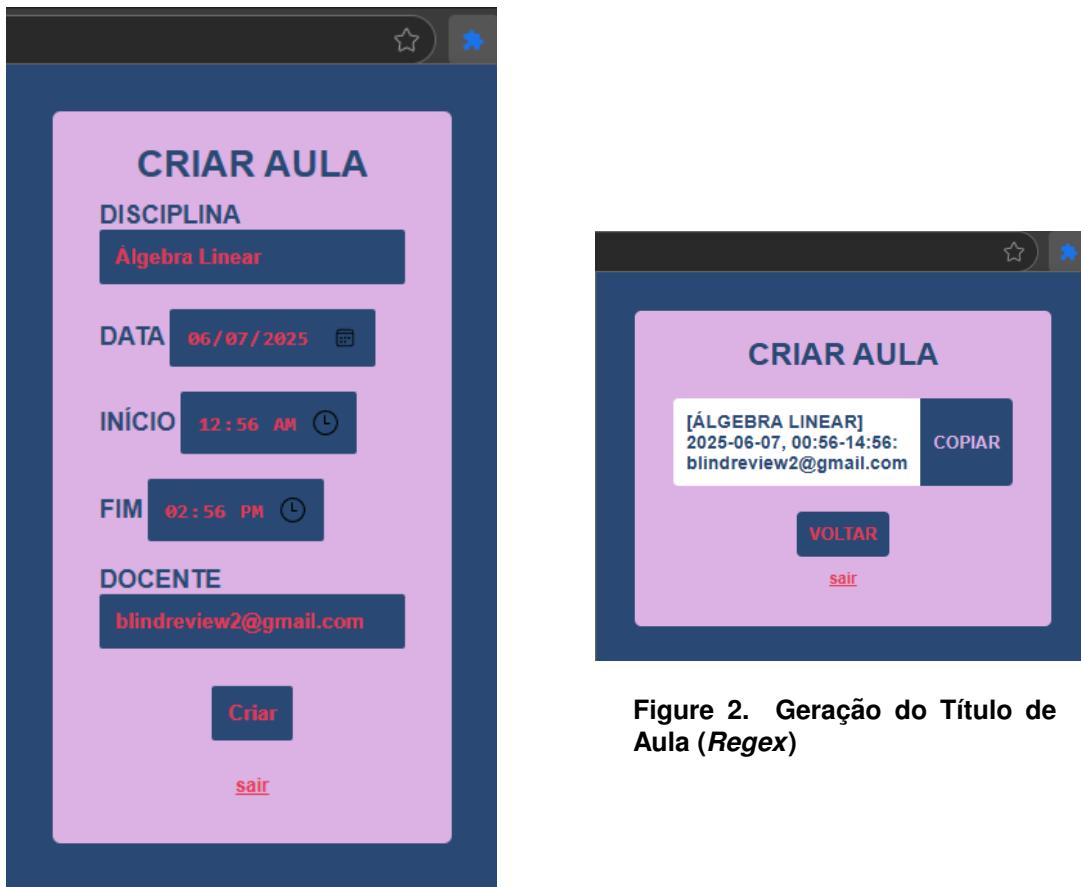


Figure 1. Formulário de Cadastro de Aula

Figure 2. Geração do Título de Aula (*Regex*)

Em seguida, o professor cria uma reunião no Microsoft Teams utilizando o título gerado, obtendo o *link* correspondente, que deve então ser disponibilizado à turma. Os alunos autenticam-se na extensão com seus *e-mails* institucionais e submetem o *link* da aula por meio da interface da aplicação. O rastreamento das atividades inicia-se, podendo ser finalizado no botão de *stop*. A etapa de inscrição em aula está ilustrada na Figura 3.

Ao término da aula, o aluno finaliza o monitoramento e as chamadas ao banco são encerradas. Esse monitoramento gera *logs* de atividade que vão compor os relatórios de aula. Esse documento contém métricas relacionadas à atenção e engajamento dos alunos, conforme ilustrado na Tabela 1, e será de grande valia para futuros estudos de laboratório.



Figure 3. Submissão da Aula à Extensão pelos Alunos

Table 1. Métricas utilizadas para avaliação de atenção e engajamento

| MÉTRICA | DESCRIÇÃO |
|--------------------------|---|
| Tempo de Inatividade | Tempo total gasto fora da guia onde ocorre a aula. |
| Tab Swap | Quantidade de troca de abas durante a aula. |
| Área do Conhecimento | Segmentação dos dados por área do conhecimento da disciplina ministrada. |
| Tempo de Foco | Tempo máximo de foco contínuo na guia onde ocorre a aula. |
| Aba Silenciada | Tempo máximo em que a aba da aula permaneceu silenciada. |
| Permissionamento | Verificação de permissionamento para uso de periféricos de áudio e vídeo. |
| Streaming de Periféricos | Verificação de uso ativo (streaming) dos periféricos de áudio e vídeo. |

4.2. Métodos

Esta pesquisa adota uma abordagem avaliativa, com o objetivo de analisar a viabilidade de implementação do sistema de informação ESPEON para fins de avaliação pedagógica. A coleta de dados será realizada com turmas de diferentes áreas do conhecimento, visando garantir maior representatividade e diversidade no conjunto de dados.

O experimento será conduzido com a participação voluntária de alunos matriculados em três disciplinas distintas, no contexto do ensino superior; com amostragem não probabilística, por conveniência. Os dados serão coletados a partir dos *logs* de navegação gerados pela extensão, incluindo eventos como mudanças de aba, minimização da janela da conferência e o uso de periféricos como microfone e câmera.

Os indicadores extraídos serão armazenados em um banco de dados não relacional, MongoDB e processados no *backend* Python da aplicação, para - posteriormente - gerar relatórios de desempenho em formato PDF. A Figura 4 apresenta o processo de captura e armazenamento dos logs, enquanto a Figura 5 mostra a arquitetura

procedural para emissão dos relatórios.

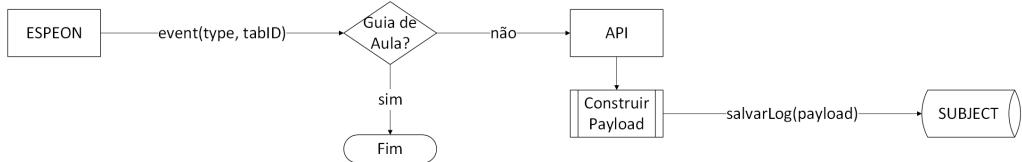


Figure 4. Arquiterua Procedural: Logs

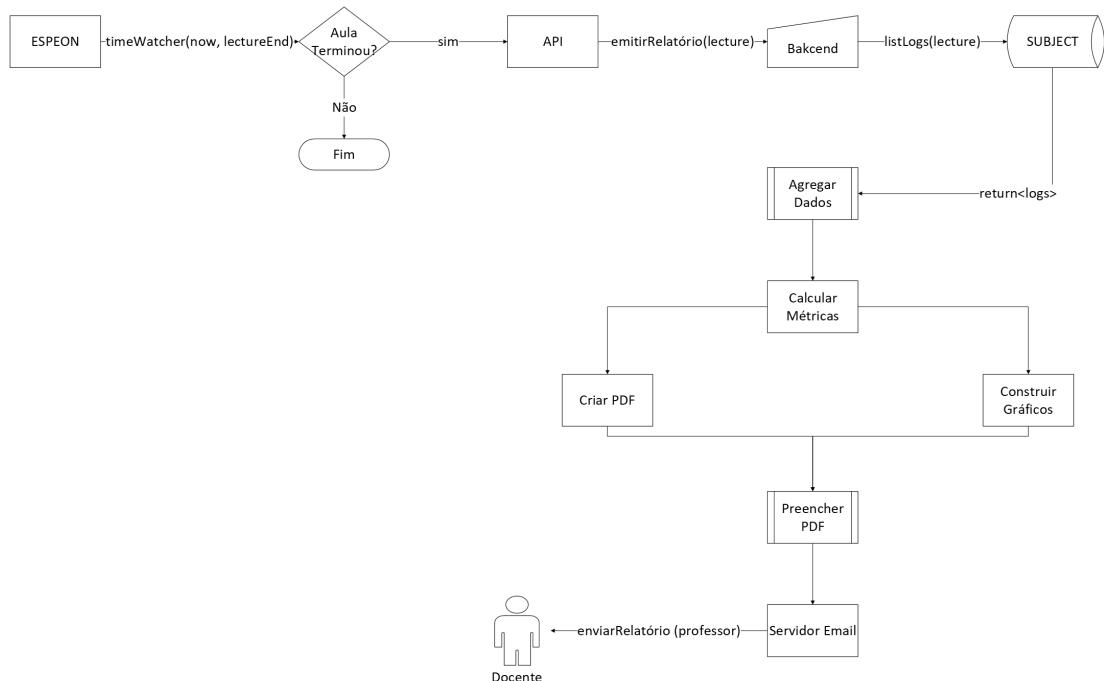


Figure 5. Arquiterua Procedural: Relatórios

A análise dos dados será realizada por meio de estatísticas descritivas — como média, desvio padrão e frequências — com o objetivo de identificar padrões de comportamento entre os grupos analisados. A comparação entre disciplinas permitirá avaliar o impacto da área do conhecimento sobre os níveis de atenção e engajamento dos estudantes. Uma versão experimental dos relatórios pode ser observada na Figura 6 a seguir.

Como indicadores de atenção, foram agrupadas as guias, que não a correspondente à aula; ilustrando os sites mais acessados pelos alunos durante a aula. Já como indicadores de engajamento, são analisadas as permissões concedidas aos periféricos de áudio e vídeo, bem como o *streaming* de dados realizado por eles.

Todos os participantes serão informados previamente sobre os objetivos do estudo e o uso dos dados seguirá as diretrizes éticas da pesquisa com seres humanos, com ênfase na privacidade e na conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD); com as permissões disposta na Figura 7.



Figure 6. Relatório de Disciplina



Figure 7. Permissões de API

4.3. ESPEON

Engajamento e Supervisão do Processo Educacional Online (ESPEON) é uma extensão desenvolvida para navegadores Google Chrome, com o objetivo de monitorar e coletar *logs* dos alunos durante as aulas. Por meio das permissões de leitura da atividade no navegador, declaradas na extensão, é possível capturar informações relevantes sobre a navegação do usuário. Esses dados são utilizados para análise do nível de atenção dos estudantes submetidos à metodologia expositiva em ambiente remoto.

A Tabela 2 apresenta as propriedades que compõem o *payload* de atividade, essenciais para a parametrização e levantamento dos indicadores analisados nesta pesquisa.

Com base nesse conteúdo, a extensão utiliza gatilhos — como a troca de abas e a minimização da guia (propriedade *event* da Tabela 2) — para registrar os *logs* em um banco de dados não relacional. Posteriormente, esses dados serão processados no *backend*, gerando relatórios de atenção e engajamento relacionados a cada aula monitorada.

Enquanto esses mecanismos abordam a problemática da dispersão de foco, o engajamento é avaliado por meio da verificação de permissões de uso de microfone e câmera. Isso se deve ao fato de que um aluno pode manter a aba da aula em primeiro

Table 2. Payload para logs de atividade

| PROPRIEDADE | TIPO | DESCRIÇÃO |
|--------------|---------|--|
| onlineClass | string | Url da aula remota |
| url | string | Url divergente da aula remota |
| title | string | Título da Url divergente |
| muted | boolean | Verificador de estado de áudio da guia |
| lastAccessed | Date | Último acesso à guia |
| timestamp | Date | Data de emissão do log |
| event | string | Trigger causador da emissão do log |

plano, mas realizar outras atividades paralelas, contornando os mecanismos de controle.

A análise do uso desses periféricos permite estimar o grau de engajamento do aluno, uma vez que sua ativação sugere disposição para interação com o docente, seja para esclarecimento de dúvidas ou participação ativa durante a aula.

É importante destacar que a extensão apenas verifica as permissões de acesso a microfone e câmera e a existência de *streaming* de dados, sem coletar ou armazenar imagens dos alunos. Essa estratégia permite inferir o nível de engajamento sem infringir a privacidade dos usuários, diferentemente de abordagens que capturam e armazenam imagens faciais dos estudantes, como feito em Roy et al. (2021) [Roy et al. 2021]. Dessa forma, o projeto garante maior segurança para todos os envolvidos e conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

5. Conclusão

A aplicação desenvolvida já permite a interação com a extensão, atualmente disponibilizada como pacote local. Ela conta com controle de acesso via *Magic Login* e acesso condicional baseado no perfil do usuário, garantindo que o aluno exerça apenas o papel de monitorado, enquanto o docente mantém a função de criador da aula.

Além disso, a extensão já realiza a captura dos *logs* de atividade permitindo gerar relatórios do andamento da disciplina. Com isso, a etapa de mineração dos dados, que servem de base para os relatórios, foi realizada com êxito. Esses resultados representam uma fase inicial do projeto, permitindo já avaliar a viabilidade técnica da solução.

As próximas etapas do projeto envolvem avanços em infraestrutura, coleta e análise de dados. Inicialmente, será realizada a implantação da API Flask em ambiente de produção, juntamente com a migração do banco de dados MongoDB para uma instância AtlasDB. Em seguida, a extensão será publicada na Chrome Web Store.

Após a implantação, será implementada a rotina de geração de relatórios, a partir da análise dos *logs* emitidos pela extensão. Esses relatórios serão convertidos em documentos gráficos e exportados em formato PDF.

Na fase final, será feita a coleta de dados por meio de testes laboratoriais com docentes e discentes. A análise da efetividade das aulas será baseada nas métricas obtidas, permitindo a identificação de possíveis tendências comportamentais entre os participantes.

Por fim, vale destacar que o trabalho apresenta algumas ameaças à validade

[Ihantola and Kihn 2011] que dificultam a capacidade de produzir resultados confiáveis e restrigem a possibilidade de generalizá-los, sendo possível mencionar ameaças constructo devido a falta de avaliações com usuários e ameaças internas devido a não garantia do comportamento desejado devido a possíveis relações de causa e efeito dentro do estudo.

References

- [Andreata 2019] Andreata, M. A. (2019). Aula expositiva e paulo freire. *Ensino em Revista*, 26:700–724.
- [Ihantola and Kihn 2011] Ihantola, E.-M. and Kihn, L.-A. (2011). Threats to validity and reliability in mixed methods accounting research. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 8(1):39–58.
- [Lopes and Pimenta 2017] Lopes, P. A. and Pimenta, C. C. C. (2017). O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: Benefícios e desafios. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica, Recife*, 3(1):52–66.
- [Moran 2009] Moran, J. M. (2009). O ensino superior a distância no Brasil. *Educação & linguagem*, 12(19):17–35.
- [Ong et al. 2021] Ong, JW., Chew, WJ., and Phang, SK. (2021). The application of image processing for monitoring student's attention level during online class. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 2120, page 012028. IOP Publishing.
- [Pereira and Silva 2022] Pereira, R. d. L. and Silva, AG. (2022). Crítica a metodologia tradicional expositiva. *Anais I*.
- [Roy et al. 2021] Roy, M. L., Malathi, D., and Jayaseeli, J. D. (2021). Students attention monitoring and alert system for online classes using face landmarks. In *2021 IEEE 4th International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)*, pages 1–6. IEEE.
- [Saha et al. 2021] Saha, D., Mukherjee, I., Roy, J., Sarkar, B., and Bhattacharjee, R. (2021). Attendance and attention monitoring-a perspective in digital pedagogy. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1797, page 012067. IOP Publishing.