UNIFACCAMP
Centro Universitário Campo Limpo Paulista

Sistema para Avaliação de Expressões Emocionais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

André Luiz Favareto

Outubro / 2022

Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação

Sistema para Avaliação de Expressões Emocionais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Esse documento corresponde à dissertação apresentada à Banca Examinadora no curso de Mestrado em Ciência da Computação do UNIFACCAMP – Centro Universitário Campo Limpo Paulista.

Campo Limpo Paulista, 07 de novembro de 2022.

André Luiz Favareto

Prof. Dr. Rodrigo Bonacin (Orientador)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ficha catalográfica elaborada pela

Biblioteca Central da Unifaccamp

F275s

Favareto, André Luiz

Sistema para avaliação de expressões emocionais em ambientes virtuais de aprendizagem / André Luiz Favareto. Campo Limpo Paulista, SP: Unifaccamp, 2022.

Orientador: Profº. Dr. Rodrigo Bonacin

Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ciência da Computação) – Centro Universitário Campo Limpo Paulista – Unifaccamp.

1. Ambientes virtuais de aprendizagem. 2. Reconhecimento de expressões emocionais. 3. Informática na educação. 4. Ensino a distância. I. Bonacin, Rodrigo. II. Centro Universitário Campo Limpo Paulista. III. Título.

CDD – 006.32

Dedico este trabalho a minha família e em especial a minha esposa Cristiane e filha Larissa, que por muitas vezes tiveram o tempo de convivência prejudicado bem como se dedicaram a ajudar na revisão, testes do aplicativo e em nenhum momento deixaram de me apoiar e incentivar.

Vocês são o motivo do meu sucesso, amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Cada dia é uma dádiva, uma oportunidade de transformar sonhos em realidade, e por mais este desafio, te agradeço meu Deus! Toda honra e glória sejam dadas a ti, que eu diminua para que o Sr. cresça em minha vida, de minha família e todos meus queridos.

Agradecimento especial ao meu orientador, professor Dr. Rodrigo Bonacin, por me acolher com tanto carinho e dedicação como orientador, não medindo esforços para controlar minha ansiedade e por vezes desespero com o tempo faltante para entrega e término do mesmo. Sua parceria não poupou várias horas do seu tempo em particular, chegando a orientar em finais de semana e feriados.

A minha família que deu total apoio, ao meu pai Joacir que sempre me ajudou, um verdadeiro "bom samaritana" na essência da palavra, exemplo até hoje de ajuda ao próximo não importando quem seja. Minha mãe Elisabete, que nessa jornada sofreu um AVC, e mesmo com todas dificuldades imputadas pela doença foi um exemplo de resiliência. Minha irmã Andréa que em momentos difíceis de família foi um porto forte. Agradeço minha sogra Sidnéia e ao sogro Henoque (*in memorian*), sempre incentivaram na construção de minha família. Agradeço aos avós, tios, cunhados, sobrinhos e primos, sem vocês não seria possível saber o que é ser família, em especial ao meu primo, ao Rogério e sua esposa Adriana, sendo muito mais que primos, irmãos.

Aos meus colegas e amigos que fiz, em especial aos meus amigos Valmor e Carlos (Fernando - sempre lhe chamarei de Carlos), irmãos para vida toda.

A todo corpo docentes do mestrado em ciência da computação Unifaccamp pela dedicação. Em especial aos professores Ana, um exemplo de professora dedicada a seus alunos, e professor Osvaldo, mesmo que me fazendo ficar acordado durante a madrugada para estudar. Ao professor Ferrúcio que dedicou seu tempo para nossos experimentos e na construção de artigos que foram essenciais na construção deste trabalho.

A todos que me ajudaram na construção e teste deste trabalho e em especial ao meu ex-aluno Hugo e ao programador Luiz, que me ajudaram quando mais tive dúvidas. Destes, nunca poderia esquecer de como foi essencial a ajuda, apoio, piadas e por vezes, choros dos colegas de mestrado Leandro, Márcio e Raphael.

E aos parceiros de mestrado Igor, Luiz e Renato, compartilhando momentos de estudos e risos durante o período de estudos na Unifaccamp.

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece”

Filipenses 4:13

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”

Cora Coralina

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo”

Paulo Freire

“O espírito humano precisa prevalecer sobre a tecnologia”

Albert Einstein

Resumo. *Um dos desafios para professores em educação a distância é conseguir avaliar em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) fatores não formais relacionados ao seus discentes, tais como: emoção, envolvimento, empenho, felicidade, frustração, entre outros. Isso é um processo natural da docência que acontece presencialmente com o docente ao interagir com seus alunos. Os AVAs modernos utilizam linguagens formais, como perguntas e respostas, jogos, leituras, entre outros, porém não conseguem reproduzir a avaliação somativa, que leva em conta as reações emocionais que o discente demonstra no ato da aplicação avaliativa. Tendo em vista esse contexto, faz-se necessário o desenvolvimento de softwares capazes de apoiar os docentes na avaliação da expressão emocional dos alunos em atividades avaliativas, tais como a análise das expressões faciais. Com esse apoio, o docente pode aprimorar, por exemplo, suas práticas de ensino e conteúdo, bem como o desenvolvimento dos alunos em atividades remotas. O objetivo deste trabalho é pesquisar e propor uma solução que possa, por meio de ferramentas SCORM (Sharable Content Object Reference Model), integrar AVAs e seus SGA (Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem) com um serviço de Software de Análise de expressão de Emoções (SAE). Este SAE analisa imagens por webcam no momento da realização da atividade remota e o sistema proposto gera relatórios síncronos e assíncronos para proporcionar feedback aos docentes e responsáveis por aplicações remotas. Com isso, espera-se apoiar o docente no entendimento da reação emocional dos alunos em atividades avaliativas e adaptar seu conteúdo para um maior engajamento dos discentes em atividades remotas. A solução proposta foi avaliada por especialistas, alunos e professores em um cenário real de aprendizagem.*

Palavras-chave: *Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Reconhecimento de Expressões Emocionais, Informática na Educação, Ensino a Distância*

***Abstract**: One of the challenges for distance education teachers is to be able to assess non-formal factors related to their students in Virtual Learning Environments (VLE), this includes: emotion, involvement, commitment, happiness, frustration, among others. This natural process of teaching happens in person with the teacher when interacting with their students. Modern VLEs use formal languages, such as questions and answers, games, readings, among others, however, they cannot reproduce the summative assessment, which takes into account the emotional reactions expressed by the student during the act of applying an assessment. In view of this context, it is necessary to develop software capable of supporting teachers in evaluating the emotional expression of students in evaluative activities, such as the analysis of facial expressions. With this support, teachers can improve, for example, their teaching practices and content, as well as the development of students in remote activities. The objective of this work is to research and propose a solution that, through SCORM (Sharable Content Object Reference Model) tools, integrates VLEs and its LMS (Learning Management Systems) with a service of Emotions Expression Analysis Software. This software analyzes images via webcam at the time of the remote activity and the proposed system generates synchronous and asynchronous reports to provide feedback for teachers and responsible for remote applications. With this, it is expected to support the teacher in understanding the emotional reaction of students in evaluative activities and adapt its content for greater engagement of students in remote activities. The proposed solution was evaluated by experts, students and lecturers in a real learning scenario.*

***Keywords:** Virtual Learning Environments, Emotional Expressions Recognition, Computers in Education, Distance Learning*

Sumário

1. Introdução 1

1.1. Contexto e Motivação 1

1.2. Problema e Justificativa 4

1.3. Objetivo, Método e Contribuições Esperadas 6

1.4. Estrutura Proposta 7

2. Referencial teórico e metodológico 9

2.1. Ambientes Virtuais de Aprendizagem 9

2.2. O LMS Moodle 11

2.2.1. A Arquitetura do Moodle 12

2.2.2. Sistema Modular 13

2.2.3. Desenvolvimento de *Plugins* do Moodle 14

2.2.4. Estrutura e organização de *Plugins* Moodle 16

2.2.5. Núcleo da API Moodle 17

2.3. O padrão SCORM 19

2.3.1. Modelo de Agregação de Conteúdos (CAM) do SCORM 21

2.3.2. Ambiente de Execução (RTE) do SCORM 22

2.3.3. Sequenciamento e navegação (SAN) do SCORM 23

2.4. Ferramentas de autoria para AVA 25

2.5. Tecnologias de Desenvolvimento em AVA 26

2.6. Microsoft Azure e Microsoft Face API 27

2.7. Emoções no processo avaliativo e a motivação 31

3. Revisão da Literatura e Trabalhos Relacionados 34

3.1. Método de revisão 34

3.2. Execução e Resultados da Revisão 36

3.3. Síntese e Análise dos trabalhos relacionados 40

3.3.1. Descrição dos trabalhos relacionados 40
3.3.2. Análise dos resultados 45
3.4. Considerações Finais do Capítulo 52
4. Design e Desenvolvimento da Solução 54
4.1. Metodologia de Pesquisa e Concepção Inicial do FREELMS 54
4.2. O projeto do sistema FREELMS 57
4.3. O Funcionamento do sistema FREELMS 62
4.3.1. Interface do Aluno e Feedback síncrono ao professor 62
4.3.2. Relatórios Assíncronos 63
4.4. Aspectos de implementação FREELMS 66
5. Avaliação do FREELMS 72
5.1. Avaliação com especialistas 72
5.1.1. Resultado da avaliação com especialistas 73
5.1.2. Discussão sobre resultados com especialistas 82
5.2. Avaliação com alunos e professores 83
5.2.1. Resultado da avaliação com alunos 86
5.2.2. Resultado da avaliação com professores 89
5.2.3. Análise e Discussão sobre resultados com alunos e professores 95
6. Conclusão 99
6.1. Contribuições da Dissertação 99
6.2. Limitações e Trabalhos Futuros 101
6.3. Considerações Finais 102
7. Referências 103
Apêndice A – Memória da pesquisa em bases de artigos científicos 112
Apêndice B – TCLE para Especialistas 114
Apêndice C – Formulário de pesquisa com especialistas 119

Apêndice D – Criando questionário padrão SCORM no eXelearning 122

Apêndice E – Descrição do ambiente do sistema FREELMS 125

Apêndice F – Verificação de configuração Pacote SCORM 133

Apêndice G – Guia de Instalação e Configuração do FREELMS 137

Apêndice H – Relatório FREELMS questão/aluno 148

Apêndice I – Relatório impacto de questão por turma 149

Apêndice J – Formulário de pesquisa com alunos 151

Apêndice K – Formulário de pesquisa com professores 158

Glossário

ADL	*Advanced Distributed Learning*
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
API	*Application Programming Interface*
BPOSS	*Business Productivity On-line Standard Suite*
CAM	*Content Aggregation Model*
CSS	*Cascading Style Sheets*
EAD	Educação a Distância
GFS	*Global Foundation Services*
HTML	*HyperText Markup Language*
IA	Inteligência Artificial
IAAS	*Infrastructure as a Service*
JSON	*JavaScript Object Notation*
LMS	*Learning Management System*
MOODLE	*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*
PAAS	*Platform as a Service*
PHP	*Popular Hypertext Preprocessor*
RST	*Representational State Transfer*
RSV	Rede Social Virtual
RTE	*Run Time Enviromment*
SAAS	*Software as a Service*
SAE	Software de Análise de Emoções
SCORM	*Sharable Content Object Reference Model*
SGA	Sistema de Gestão de Aprendizagem
SN	*Sequencing and Navegation*
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Tecnologia da Informação
USB	*Universal Serial Bus*
VGA	*Video Graphics Array*
XML	*Xtensible Markup Language*

Lista de Quadros

Quadro 2.1: Estatística Moodle 12

Quadro 2.2: Organização de Plugins no Moodle 16

Quadro 3.1: Parâmetros de pesquisas utilizados 35

Quadro 3.2: Palavras-chave ampliadas 35

Quadro 3.3: Critérios de inclusão e exclusão 36

Quadro 3.4: Aderência dos trabalhos às questões de pesquisa 38

Quadro 3.5: Critérios de inclusão e exclusão 39

Quadro 3.6: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados muito úteis à Q1 46

Quadro 3.7: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados úteis à Q1 47

Quadro 3.8: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados muito úteis à Q2 48

Quadro 3.9: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados úteis à Q2 49

Quadro 3.10: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados muito úteis à Q3 50

Quadro 3.11: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados úteis à Q3 51

Quadro 3.12: Objetivo e aplicação dos trabalhos selecionados e desta dissertação 52

Quadro 5.1: Perguntas e quantitativo de respostas dos alunos, usando método TAM 88

Quadro 5.2: Perguntas e quantitativo de respostas dos professores, usando método TAM 92

Lista de Figuras

Figura 2.1: Criando/Gerenciando várias ferramentas no Moodle 11

Figura 2.2: Arquitetura de funcionamento Moodle 13

Figura 2.3: Fluxo para publicação de Plugins 15

Figura 2.4: Estrutura arquivo .zip Plug-in Group Choice 17

Figura 2.5: Fluxo de funcionamento do núcleo 18

Figura 2.6: Exemplo de Assets 21

Figura 2.7: Exemplo SCO 22

Figura 2.8: Comunicação RTE 23

Figura 2.9: Exemplo de SN e recursos SCO 24

Figura 2.10: Exemplo modelo de árvore de rastreamento 24

Figura 2.11: Softwares de autoria 25

Figura 2.12: Ferramenta de autoria Exelearning 26

Figura 2.13: Pontos de referência facial 29

Figura 2.14: Separando rostos por retângulos 30

Figura 2.15: Retorno em JSON da análise dos rostos 30

Figura 2.16: Exemplo análise Microsoft Face API 31

Figura 3.1: Resultados consolidados por bases científicas 37

Figura 3.2: Estudos selecionados por bases científicas 37

Figura 3.3: Aderência do critério por base 39

Figura 3.4: Quantitativo de artigos classificados por aderência com as questões norteadoras 40

Figura 3.5: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados muito úteis a Q1 45

Figura 3.6: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados úteis à questão Q1 46

Figura 3.7: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados muito úteis à Q2 48

Figura 3.8: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados úteis à questão Q2 49

Figura 3.9: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados muito úteis à Q3 50

Figura 3.10: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados úteis à questão Q3 51

Figura 4.1: Etapas da pesquisa 55

Figura 4.2: Posição desejável para captação de imagens pela Webcam 57

Figura 4.3: Arquitetura de alto nível do FREELMS 58

Figura 4.4: Diagrama simplificado da arquitetura do software 59

Figura 4.5: Diagrama de casos de uso para o Sistema FREELMS 60

Figura 4.6: Diagrama de estado da aplicação 61

Figura 4.7: Interface do FreeLMS na visão do Aluno 62

Figura 4.8: Exemplo de um usuário interagindo com o FREELMS (acima) e feedback síncrono para professores (abaixo) 63

Figura 4.9: Exemplo de relatório assíncrono para um estudante individual 64

Figura 4.10: Exemplo de relatório assíncrono para uma questão individual 65

Figura 4.11: Exemplo de um gráfico com várias expressões emocionais por pergunta, lado a lado. 65

Figura 4.12: FREELMS - Código preparação de ambiente 66

Figura 4.13: FREELMS - Código ajuste do tempo de captação da imagem 67

Figura 4.14: FREELMS - Código conversão imagem 67

Figura 4.15: FREELMS - Código envio de imagem e recebimento dos dados analisados 69

Figura 4.16: FREELMS - Código geração de relatórios síncronos 69

Figura 4.17: FREELMS - Código ordenação dos sentimentos 70

Figura 4.18: FREELMS - Código gerando moda, media e mediana 70

Figura 4.19 Código gerando relatórios em tela em arquivo .pdf 71

Figura 5.1: “Como você classifica sua experiência em atividades no Moodle?” 73

Figura 5.2: “Quando iniciada a atividade, conseguiu compreender a proposta da atividade quanto aos critérios avaliados?" 74

Figura 5.3: "Menu de navegação entre as questões de 1 a 5 (ao lado esquerdo). É fácil compreensão, o acesso a qualquer instante das questões?" 74

Figura 5.4: “Aparece de modo claro a descrição do questionário?” 75

Figura 5.5: “Visualização/funcionamento da Webcam ou dispositivos de captura de imagens?” 75

Figura 5.6: “Visualização das imagens da sua face, depois de um tempo, contendo descrição do estado emocional” 76

Figura 5.7: "Seu domínio da questão/assunto/matéria apresentada".....76

Figura 5.8: “As imagens mostradas, representaram seu real estado emocional?” 77

Figura 5.9: “Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, antes de começar a atividade?” 77

Figura 5.10: “Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando estava respondendo as questões?” 78

Figura 5.11: "Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando terminou de ler as questões?" 78

Figura 5.12: “Você acha que o design da questão influenciou na resposta final ou na própria emoção? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente.”.....79

Figura 5.13: "O que você achou do programa FREELMS detectando a emoção na aplicação de atividades remotas (simulado neste experimento)?".....79

Figura 5.14: "Em sua percepção, uma questão mal elaborada pode influenciar negativamente no desempenho do discente? Onde, 5 inviabiliza a questão, 4 prejudica muito, 3 prejudica pouco, 2 não faz diferença ou 1 estimula".....80

Figura 5.15: "Quanto ajudaria ao professor saber do estado emocional do aluno, na hora que estivesse realizando a atividade remota? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente." 80

Figura 5.16: "Qual a dificuldade no uso da interface do programa FREELMS?" 81

Figura 5.17: “Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?”.....86

Figura 5.18: “Como foi seu nível de motivação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?”.....87

Figura 5.19: "Com relação a facilidade na utilização do FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o funcionamento do FREELMS?”.....87

Figura 5.20: Síntese resposta método TAM aplicados a alunos 89

Figura 5.21: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?”.....90

Figura 5.22: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?”.....91

Figura 5.23: “"Com relação a facilidade na utilização dos relatórios gerados pelo FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o feedback analisado e apresentado nos relatórios?”.....92

Figura 5.24: Síntese resposta método TAM aplicados a professores.....94

Figura 5.25: Respostas dos alunos para método SAM 95

Figura 5.26: Respostas dos professores para método SAM.....96

Figura 5.27: Análise das respostas dos alunos pelo método TAM agrupadas pelos fatores 97

Figura 5.28: Análise das respostas dos professores pelo método TAM agrupadas pelos fatores.....97

1. Introdução

Um dos desafios para professores em educação a distância é conseguir avaliar em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) fatores não formais relacionados ao seus discentes, tais como: emoção, envolvimento, empenho, felicidade, frustração, entre outros. Isso é um processo natural da docência que acontece presencialmente com o professor ao interagir com seus alunos (NONATO; SALES; CAVALCANTE, 2021). Um sorriso, um olhar de lado, uma sobrancelha franzida são sinais não formais que o professor pode levar em consideração durante o processo de aprendizagem. Segundo Jayasinghe e Atukorale (2019), pode-se analisar, por meio de aplicativos e uma câmera/webcam, as linguagens reativas não formais, das expressões faciais, nos próprios AVAs.

Sabendo que os AVAs modernos utilizam "linguagens formais" – como perguntas e respostas, jogos, leituras, entre outros (JAYASINGHE; ATUKORALE, 2019) –, o desenvolvimento de novas tecnologias avaliativas, como a análise reativa das expressões faciais, pode levar a métodos mais eficientes na hora de avaliar o conhecimento do discente e as práticas utilizadas pelos professores. Por outro lado, é inviável o acompanhamento individual completo por meio de webcam por parte dos professores, especialmente em turmas mais numerosas.

Portanto, faz-se necessário integrar AVAs com softwares capazes de analisar a reação emocional dos alunos, tais como a análise das expressões faciais. Com esses dados, em relatórios apropriados, o professor pode avaliar linguagens não formais e aprimorar, por exemplo, suas práticas de ensino e conteúdo, bem como o desenvolvimento dos alunos. Tais aspectos foram avaliados com desenvolvimento de protótipos e estudos de caso com especialistas, professores e estudantes.

1.1. Contexto e Motivação

Desde o princípio da sociedade, há um esforço grande para transmitir conhecimentos entre os seres humanos utilizando a tecnologia apropriada à sua época. Por volta de 4000 a.C. (ARAÚJO, 2007), os sumérios desenvolveram a escrita e, por volta do século XII, surgiram as primeiras escolas nos moldes atuais. Já o ensino a distância é mais recente: segundo Pinto (2002), os primeiros cursos por correspondência surgiram em torno de 1885. No início, a proposta era substituir o professor presencialmente onde ele não conseguia chegar fisicamente.

No Brasil, em 1941, foi fundado o Instituto Universal Brasileiro, que tinha como objetivo desenvolver a educação em localidades de difícil acesso ou mesmo onde não era viável ter estrutura educacional, como, por exemplo, uma escola física. A tecnologia da informação avançou muito no século XXI, proporcionando soluções em educação que em séculos passados não eram possíveis e nem imagináveis.

Com o avanço da tecnologia da informação, surgiram cenários e conceitos novos, como o termo "virtual" (LÉVY, 1999), que significa ambiente que não existe fisicamente, mas sim em um ambiente computacional. Assim, a tecnologia possibilitou o surgimento dos AVAs. Os AVAs englobam componentes computacionais e humanos, resultando em um relacionamento fluido e dinâmico entre eles (GROENWALD; HOMA, 2014). Assim, os resultados dessa interação podem ser utilizados principalmente no processo de ensino-aprendizagem.

A popularização da internet na década de 1990 e o crescimento do acesso por pessoas comuns permitiram que várias pessoas pudessem, das suas casas, se comunicar com qualquer pessoa no mundo. Isso possibilitou que os AVA fossem criados, disponibilizados e utilizados com maior facilidade.

Com o passar do tempo, os AVAs foram aperfeiçoados e ganharam cada vez mais importância no contexto educacional. Segundo Silva (2013), os AVAs têm um papel fundamental no auxílio à educação, proporcionando resultados positivos no gerenciamento das práticas educacionais. No nível individual, o aluno pode gerir seu próprio estudo, rever os percursos e criar maior autonomia e responsabilidade no processo educacional (SILVA, 2013). No nível coletivo, existe a capacidade de interlocução e interatividade entre os alunos, por meio de trabalho colaborativo e cooperativo.

Groenwald e Homa (2014) enfatizam que os AVAs englobam componentes computacionais e humanos, resultando em um relacionamento fluido e dinâmico entre eles. Algumas práticas comuns de professores presenciais que deveriam ser reproduzidas em AVAs são (GROENWALD; HOMA, 2014):

- Disponibilizar material didático: fazer fotocópias, emprestar livros;
- Anotações: tópicos que são relativos em quadro branco/verde;
- Compartilhamento de websites: anotações de websites e artigos que estão disponíveis na internet;
- Discussão em sala de aula: abrir espaço para que os alunos possam discutir assuntos conforme suas experiências e/ou curiosidades;

- Apresentação de vídeos: por meio de projetores multimídia, passar documentários e filmes que são relativos à disciplina;
- Práticas laboratoriais: por meio de desafios, proporcionar que o aluno possa solucionar problemas utilizando equipamentos e/ou ferramentas disponíveis;
- Analogia e contextualização: analisando o ambiente em que está inserido o aluno na sala de aula, usar analogias diversas para contextualizar o assunto a ser discutido;
- Exercícios: questionários com temática e contextualização do conhecimento a serem desenvolvidos pelos alunos.

A evolução dos AVAs pôde auxiliar os educadores a criar salas de aulas híbridas (aulas presenciais com auxílio das virtuais) ou totalmente virtuais (não há a presença física de professores e/ou educadores).

Segundo Jayasinghe e Atukorale (2019), os professores e educadores devem interagir constantemente com seus discentes, pois, quando há uma interação entre os atores educacionais, há envolvimento emocional positivo entre esses (PTASZYNSKI et al., 2013). Jayasinghe e Atukorale (2019) enfatizam que a emoção é uma forma de avaliação somativa, ou seja, uma avalição onde os professores e educadores poderão dar feedbacks constantes aos seus discentes, readequando seus conteúdos conforme essa interação. Santos (2016) afirma que os critérios de sucesso da avaliação somativa na formação de um discente devem ir além de avaliações formais, surgindo de formas espontâneas entre os atores educacionais, na forma de expressões faciais.

A avaliação somativa pode ser caracterizada como uma etapa no processo de ensino-aprendizagem, no qual o julgamento do professor é pautado na percepção e a eficiência é percebida nas etapas propostas durante a avaliação (BOLLELA; BORGES; TRONCON, 2018). De acordo com Ketele (1986):

> Habitualmente, pensa-se na decisão de sanção ou de certificação: o aluno pode ou não passar para o ano ou secção seguintes. Em certos casos, podem encarar-se sanções ou certificações mais flexíveis: tal estudante está apto a empreender um curso longo ou, ao contrário, curto, um curso mais técnico ou, ao contrário, mais abstrato (estou a pensar nomeadamente no ensino belga renovado). Como se vê, a decisão sanção ou certificação prende-se muito naturalmente com certos aspectos da avaliação para tomar uma decisão de orientação. Além disso, parece-me que a avaliação-balanço pode virar-se para outros tipos de decisão. Assim a título de exemplo, esta avaliação

> destina-se frequentemente a tomar a seguinte decisão: Que nota atribuir? – ou ainda – Onde situar o aluno no seu grupo, turma ou até mesmo num grupo mais vasto? Esta decisão parece-me de natureza bastante diferente daquela que consiste em sancionar a passagem. Poderíamos, finalmente, atribuir à avaliação-balanço um terceiro papel que consiste muito simplesmente em fazer um inventário sem ideia de sanção, nem de grau, mas tão somente para nos situarmos relativamente a decisões a tomar posteriormente noutra fase da formação (KETELE, 1986, p. 213)

Segundo Sathik e Jonathan (2013), o professor pode usar as expressões faciais dos alunos como base para um feedback, de forma a determinar se deve ou não diminuir a velocidade ou modificar alguma coisa em sua aula, otimizando seu conteúdo e práticas de ensino.

Existem vários parâmetros em um cenário tradicional e habitual, entretanto nele se destaca o processo centrado no professor (ou educador) com as funções de liderar e gerenciar, propondo exercícios e tarefas conforme interações entre os atores da educação (PTASZYNSKI et al., 2013).

Com a utilização de AVAs, os professores e educadores têm que usar ferramentas midiáticas e WEB 2.0 (MEISTER, 2012) como processo quase autônomo na avaliação formal. Tal processo com frequência exclui a emoção expressada informalmente no processo de avaliação somativa.

1.2. Problema e Justificativa

Dentro das salas de aulas tradicionais, a avaliação somativa, também conhecida como avaliação informal, é quase um processo natural entre discente e professor. Entretanto, não há tecnologia disponível atualmente dentro de um AVA que consiga substituir de modo integral essa interatividade humana entre docentes e discentes. Uma das principais questões na EaD é como superar as dificuldades da distância física entre quem ensina e quem aprende (Shitsuka et al., 2019).

Os AVAs mais modernos utilizam questionários, testes e jogos para avaliar alunos. Isso significa que estes devem concluir atividades pré-estabelecidas para serem avaliados em seu desempenho acadêmico. Este método formativo utiliza critérios objetivos com resultados esperados (SANTOS; SANTOS, 2016).

Muitas atividades e avaliações formativas podem trazer desconfortos não esperados pelos professores em sua elaboração. Isso afeta diretamente o desempenho real do avaliado,

prejudicando a resposta por situações vividas ou presenciadas nessa atividade pelo discente (SANTOS; SANTOS, 2016).

Segundo Jayasinghe e Atukorale (2019), deve ser levado em conta o esforço emocional do discente em cada avaliação formativa e ser feita a análise de sua resposta individualmente. Pode-se considerar o tempo gasto e suas reações faciais a diversas atividades propostas. Os docentes devem levar em conta a comunicação não verbal por dois motivos básicos (SATHIK; JONATHAN, 2013):

1) tornarem-se melhores receptores das mensagens faciais dos discentes, estejam eles conscientes ou não dessa mensagem;
2) obterem a capacidade de identificarem sinais positivos ou negativos de sua aprendizagem.

Esta comunicação torna o professor mais hábil em evitar atividades que gerem sinais negativos que mudem ou atrapalhem o desenvolvimento do aluno.

Softwares de reconhecimento faciais têm se tornado cada vez mais comuns em várias áreas, como na segurança pública e sanitária de muitos países. Por exemplo, países como China vivem em constante vigilância de sua população (CARNEIRO, 2020), inclusive para reconhecerem cidadãos que podem estar contaminados durante a pandemia da Covid-19.

O reconhecimento por meio das expressões faciais evoluiu, de forma que atualmente é possível diferenciar expressões emocionais (JAYASINGHE; ATUKORALE, 2019) e, assim, apoiar o professor ao analisar os sentimentos do discente, por exemplo, quando este participa de um questionário (DEWAN; MURSHED; LIN, 2019).

Ao analisar esse cenário, é necessário o aprofundamento de estudos que possam integrar AVAs e softwares de reconhecimento facial. Entretanto, ainda existem desafios de pesquisas e tecnológicos na integração de reconhecimento facial de expressões emocionais e AVA. Isso inclui diversos aspectos a serem investigados, por exemplo, como realizar de maneira automática a análise da expressão emocional e reportar ao professor por meio da ferramenta SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), de modo quantitativo, quais questões geraram mais desconforto ao serem respondidas.

1.3. Objetivo, Método e Contribuições Esperadas

O objetivo geral deste trabalho é pesquisar e propor uma solução que possa, por meio de ferramentas SCORM, integrar AVA a serviços de Softwares de Análise de expressão de Emoções (SAE). O sistema deve analisar os dados desta captura e gerar relatórios síncronos e assíncronos com estatísticas sobre as expressões emocionais durante as avaliações, visando, assim, fornecer meios para o professor entender e aprimorar o conteúdo disponibilizado aos discentes.

Portanto, este trabalho se propõe a responder a seguinte pergunta: "Como transformar o AVA em um ambiente capaz de agregar aspectos de comunicação não formal ligados à expressão emocional no processo avaliativo?". A partir da pergunta principal, outras perguntas específicas são abordadas:

- "Como integrar AVAs com serviços de software de SAE?"
- "Quais e como as análises de expressões emocionais podem ser agregadas como feedback em atividades e avaliações?"
- "Como gerar relatórios para apoiar os docentes no aprimoramento das atividades avaliativas?"

A partir deste objetivo principal e das questões de pesquisa, definimos as seguintes metas:

1) Revisar literatura sobre aplicações de reconhecimento de expressões emocionais e integração de AVAs.
2) Conceber e criar o design de solução de software para apoiar educadores em AVA por meio da análise de expressões emocionais.
3) Prototipar e avaliar, em ambiente real, software que adota o SCORM e é capaz de gerar relatórios com estatísticas sobre expressões emocionais de alunos em atividades avaliativas em AVAs.

Assim, o presente trabalho se propõe a elaborar e aplicar uma solução de software que consiga integrar AVA e SAE. Para tanto, será utilizado o Moodle[1] como o AVA desta pesquisa.

[1] Moodle website: https://moodle.org/?lang=pt_br

A escolha do Moodle se deve à sua popularidade, facilidade de uso, disponibilidade de ferramentas, compatibilidade com SCORM e grande documentação disponível para pesquisas.

Como serviço/plataforma de reconhecimento de expressão facial, será utilizada a Microsoft Face API, por ser uma plataforma aberta, eficiente e gratuita a uma quantidade de análise de imagem, sendo o suficiente para a realização deste trabalho.

Primeiramente, foi realizada uma avaliação com especialistas de software e educação com experiência em AVAs, por meio da implementação e execução do protótipo proposto na plataforma Moodle, localizado em: https://favareto.com/mo/. Após a verificação da viabilidade por parte dos especialistas, foi possível propor um estudo e aplicá-lo a alunos voluntários e professores universitários.

Este trabalho contribui ao descrever uma solução para o problema apresentado, incluindo decisões de design e implementação do software, bem como a análise desta solução com especialistas, alunos e professores. A partir dessa análise, espera-se contribuir com diretrizes de design e a descoberta de novos desafios tecnológicos e de pesquisa a serem abordados por pesquisadores da área, bem como aspectos práticos ligados à aprendizagem com as tecnologias abordadas.

Ao realizar a análise da expressão emocional do aluno e ao executar atividades avaliativas, a solução é capaz de gerar relatórios assíncronos e síncronos para o professor. Com isso, espera-se contribuir para uma melhor análise da expressão emocional dos discentes, visando o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, tendo esses dados em mãos, o professor poderá avaliar se a correção deverá considerar critérios somativos ou mesmo refazer uma questão que gerou algum desconforto ao aluno.

1.4. Estrutura Proposta

Os demais capítulos desta dissertação estão estruturados da seguinte maneira:

- **Capítulo 2 - Referencial Teórico e Metodológico:** apresenta a fundamentação utilizada para o entendimento dos principais conceitos e tecnologias desta pesquisa, tais como AVA, Moodle e a MS-FACE API.
- **Capítulo 3 - Trabalhos Relacionados:** apresenta um estudo sobre a pesquisa em temas relacionados por meio de uma revisão sistemática da literatura, destacando a metodologia adotada e seus principais resultados.

- **Capítulo 4 - Design e Desenvolvimento da Solução:** apresenta a metodologia de pesquisa, a concepção inicial do FREELMS e o projeto do sistema e seu ambiente e funcionamento, bem como os principais aspectos de implementação.
- **Capítulo 5 - Avaliação do FREELMS:** inclui avaliação inicial com especialistas e avaliação com estudantes e professores universitários, incluindo planejamento, resultados e discussão sobre cada avaliação realizada.
- **Capítulo 6 - Conclusão:** inclui as contribuições, limitações, trabalhos futuros e considerações finais desta dissertação.
- **Apêndices:** incluem a memória da pesquisa de artigos científicos nas bases (Apêndice A), formulários de pesquisa (Apêndices B, C, J e K), configurações e uso do pacote SCORM (Apêndice D), descrição dos ambientes e guias de configuração e instalação do sistema proposto (Apêndices E, F e G) e exemplos de relatórios (Apêndices H e I).

2. Referencial teórico e metodológico

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica e metodológica, bem como as tecnologias empregadas para o desenvolvimento desta dissertação. O conteúdo deste capítulo foi elaborado a partir da revisão de trabalhos sobre assuntos ligados ao foco desta dissertação.

A seção 2.1 aborda conceitos acerca de AVA; na seção 2.2, a plataforma Moodle é detalhada; na seção 2.3 é apresentado o padrão SCORM; na seção 2.4 são destalhadas ferramentas de autoria para auxiliar na programação no padrão SCORM; já na seção 2.5 são apresentadas as tecnologias HTML, XML, JavaScript e JSON/REST e os padrões essenciais para a implementação da solução proposta; na seção 2.6 é abordada a plataforma em nuvem Microsoft Azure e o serviço de reconhecimento de emoção Microsoft Face API; a seção 2.7 traz uma visão de trabalhos a respeito das emoções no processo avaliativo, bem como analisa aspectos ligados à motivação dos estudantes.

2.1. Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Segundo Dougiamas e Taylor (2003) e Groenwald e Homa (2014), AVAs são ambientes que englobam componentes computacionais e humanos, resultando em uma estrutura que proporciona conectar atores do processo de ensino-aprendizagem. Ainda segundo Dougiamas e Taylor (2003), um AVA produz resultados dessa interação que farão parte do aprendizado. A Tecnologia da Informação (TI) possibilita criar espaços virtuais para esta estrutura de interações (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003; GROENWALD; HOMA, 2014), mas tais espaços precisam ser utilizados adequadamente para produzir o efeito esperado. Para tanto, é fundamental delimitar os papéis dos professores e dos alunos (GROENWALD; HOMA, 2014).

Os AVAs são aplicações computacionais com foco no âmbito educacional e possuem diferentes opções de interação. Os AVAs atuais são ricos em objetos de aprendizagem que, apesar de poderem ter significados diferentes, possuem métodos direcionados especificamente ao processo de ensino-aprendizagem. Segundo Santos e Okada (2003),

> Neste sentido podemos afirmar que um ambiente virtual é um espaço fecundo de significação onde seres humanos e objetos técnicos interagem potencializando assim, a construção de conhecimentos, logo a aprendizagem.

É importante enfatizar que o conceito de AVA não é restrito somente à infraestrutura de TI. De acordo com Santos e Okada (2003), é possível virtualizar saberes e conhecimento sem

ter o envolvimento de componentes computacionais. Groenwald e Homa (2014) citam o papel de interação entre os docentes e discentes, bem como destacam que isso é essencial para que os AVAs produzam o resultado esperado.

O conceito de WEB 2.0 (O'REILLY, 2005), que se baseia nas interações sociais, é a base de AVAs atuais, tais como o Moodle (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003). Assim, para que esses AVAs tenham resultados esperados, eles devem permitir a interação fluida entre docentes e discentes. Essa interação deve utilizar objetos que sejam relevantes ao aprendizado, por exemplo, um website com funcionalidades básicas pode chegar a um resultado satisfatório. Porém, ferramentas mais elaboradas permitem um passo além no gerenciamento desses ambientes, mas somente se estas forem relevantes ao aprendizado no momento.

A construção de um sistema que agregue todos os conceitos de AVA deve possibilitar aos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (SANTOS; OKADA, 2003):

- criar websites hipertextuais que agreguem intertextualidade, conexões com outros websites ou documentos; intratextualidade, conexões com o mesmo documento; multivocalidade, agregar multiplicidade de pontos de vistas; navegabilidade, ambiente simples e de fácil acesso e transparência nas informações; mixagem, integração de várias linguagens: sons, texto, imagens dinâmicas e estáticas, gráficos, mapas; multimídia, integração de vários suportes midiáticos;
- potencializar comunicação interativa síncrona (comunicação em tempo real) e assíncrona (comunicação a qualquer tempo – emissor e receptor não precisam estar no mesmo tempo comunicativo);
- criar atividades de pesquisa que estimulem a construção do conhecimento a partir de situações-problema, nas quais o sujeito possa contextualizar questões locais e laborais do seu universo cultural;
- criar ambiências para avaliação formativa, em que os saberes sejam construídos num processo comunicativo de negociações no qual a tomada de decisões seja uma prática constante para a (re)significação processual das autorias e coautorias;
- disponibilizar e incentivar conexões lúdicas e artísticas e navegações fluidas.

Esta lista vem se expandido no decorrer dos últimos anos, com itens novos, tais como meios de interação (ex: compartilhamento de tela e lousa virtual) e computação móvel. Na

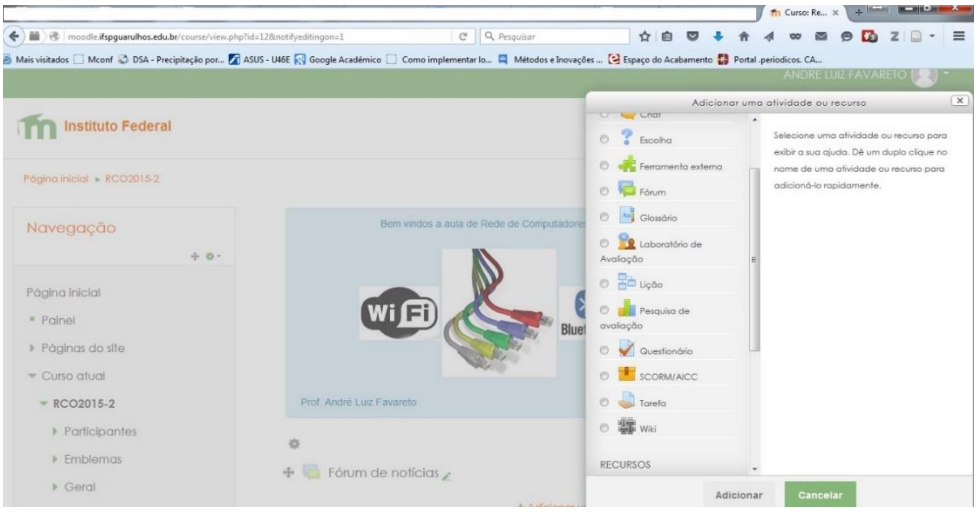
próxima subseção é detalhado o Moodle, que é um AVA amplamente utilizado e adotado na solução proposta nesta dissertação.

2.2. O LMS Moodle

De acordo com Dougiamas (2003), principal mentor e criador do Moodle[2], este AVA é uma ferramenta computacional de código aberto que faz gerenciamento de cursos e que possibilita ao aluno a liberdade para estudar em casa e em qualquer horário, além de poder revisar e saber sua nota no momento que termina a atividade. Silva (2013) argumenta que o processo educacional proporcionado pelo Moodle é defendido por especialistas da área da educação.

Segundo Silva (2013), este AVA possibilita ainda a utilização e o gerenciamento de ferramentas on-line do tipo: e-mail, jornal on-line, blog, chat, calendário, ferramenta de pesquisa, trabalho em grupo, sistema de notas, questionários/pesquisas, wikis, acompanhamento do aluno, compartilhamento de conteúdo, repositório, etc. Na Figura 2.1 é possível visualizar o gerenciamento de atividades, com destaque à possibilidade de criar atividades e avaliações.

Figura 2.1: Criando/Gerenciando várias ferramentas no Moodle



Fonte: Próprio Autor (2020)

Ainda segundo Silva (2013), o Moodle é o AVA mais utilizado no Brasil e no mundo. No Brasil, é utilizado primordialmente por universidades. Fora do Brasil, é utilizado em escolas

[2] Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* - Ambiênte Modular de Aprendizagem Dinâmica Orientada a Objetos)

secundárias, primárias e em empresas. Conforme pode ser visualizado no Quadro 2.1, o levantamento (DOUGIAMAS, 2013a) de utilização realizado pelo Moodle consta que ele possui 185.000 websites registrados, 38 milhões de cursos e quase 6 bilhões de questões.

Quadro 2.1: Estatística Moodle

Moodle em números	
Sites Registrados	185.000
Cursos	38.000.000
Usuários	295.000.000
Posts em Fóruns	647.000.000
Questões	5.660.000.000
Países	242

Fonte: Próprio Autor (adaptada de https://stats.moodle.org/ ,2021)

O Brasil aparece (DOUGIAMAS, 2013a) em 5º lugar no mundo, com 9.090 registros, ficando atrás de Espanha, Estados Unidos, Alemanha e México.

Conforme Moreno (2011), entre os AVAs, o Moodle é uma das melhores alternativas. Já Romero et al. (2013) destacam que este AVA tem um papel fundamental no auxílio à educação, conseguindo ótimos resultados no gerenciamento das práticas educacionais e facilitando o retrabalho de muitas tarefas.

Concebido como uma plataforma de software livre, possui uma comunidade ativa e empenhada de desenvolvedores que contribuem constantemente para o aperfeiçoamento da plataforma. Seu código-fonte é aberto e livre para modificações, com várias comunidades espalhadas pelo mundo. No Brasil, a comunidade via Telegram[3] compartilha continuamente necessidades e soluções encontradas, o que permite que vários *plugins* sejam criados e reaproveitados para diversas necessidades (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003).

2.2.1. A Arquitetura do Moodle

Moodle é uma aplicação web de código aberto escrita em PHP. Os direitos autorais são de propriedade de colaboradores individuais, não atribuídos a uma única entidade, embora a empresa Moodle Pty Ltd em Perth, Austrália, de propriedade do fundador do Moodle, Martin

[3] Grupo Moodle Brasil Telegram - https://t.me/moodlebrasil - Acesso: 21/05/2020

Dougiamas (2003), detenha o direito de gerenciar seu funcionamento, bem como os parâmetros de distribuição de pacotes por seus colaboradores.

Pode ser implantado em qualquer servidor que execute códigos escritos em PHP; tenha serviços ativos de algum dos bancos de dados: PostgreSQL, MariaDB, MySQL, Microsoft SQL, Oracle DB; e possua capacidade de armazenamento para arquivos carregados e gerados durante seu funcionamento. Conforme a Figura 2.2 ilustra, um dispositivo computacional simples, com esses 3 serviços ativos, pode ser um servidor Moodle.

O Moodle pode também ser executado em ambientes profissionais mais robustos, como servidores Web com balanceamento de carga, cluster de banco de dados, servidor de arquivos e sistemas de serviços baseados em nuvem. Parte desse sistema ainda pode ser executado localmente e outra externamente – híbrido.

Figura 2.2: Arquitetura de funcionamento Moodle

Fonte: Próprio Autor (2020)

2.2.2. Sistema Modular

Assim como outros sistemas de código aberto (DOUGIAMAS, 2013b), o Moodle é um sistema modular que segue regras específicas definidas em sua política de utilização. Pode,

assim, implementar e fornecer funcionalidades extras ao AVA em que estiver instalado, ou mesmo a outros AVAs a que estiver conectado remotamente.

Em sua estrutura básica, tem um núcleo de aplicativos padrão que pode ser extensível e personalizável por meio de *plugins*, sem que precise modificar as bibliotecas principais. Dessa forma, não prejudica as funções básicas e críticas e as atualizações oficiais do próprio Moodle.

Esses *plugins*, desenvolvidos pela comunidade para atender a inúmeras necessidades educacionais, podem com o tempo, fazer parte das bibliotecas principais, sendo distribuída com o núcleo ou disponibilizada em atualizações oficiais. Após a instalação ou atualização, um AVA com o Moodle pode ser adaptado para uma finalidade específica, alterando a opção de configuração padrão e instalando complementos ou removendo *plugins* padrão.

Segundo Rufino (2017), as principais funções incrementadas com utilização de *plugins*, são:

- **Blocos:** fornece de forma rápida acesso a informações específicas;
- **Módulos:** variedade de atividades em que o professor pode disponibilizar ao aluno. Ex: questionários, *quizzes* (perguntas pré-formatadas), tarefa de envio de arquivos, etc.;
- **Temas:** estrutura organizacional e estilo de formatação. Ex: cores, disposição de lugares das tarefas, logotipo de quem implementou o AVA, etc.;
- **Local:** *plugins*, que não se enquadram nas categorias anteriores.

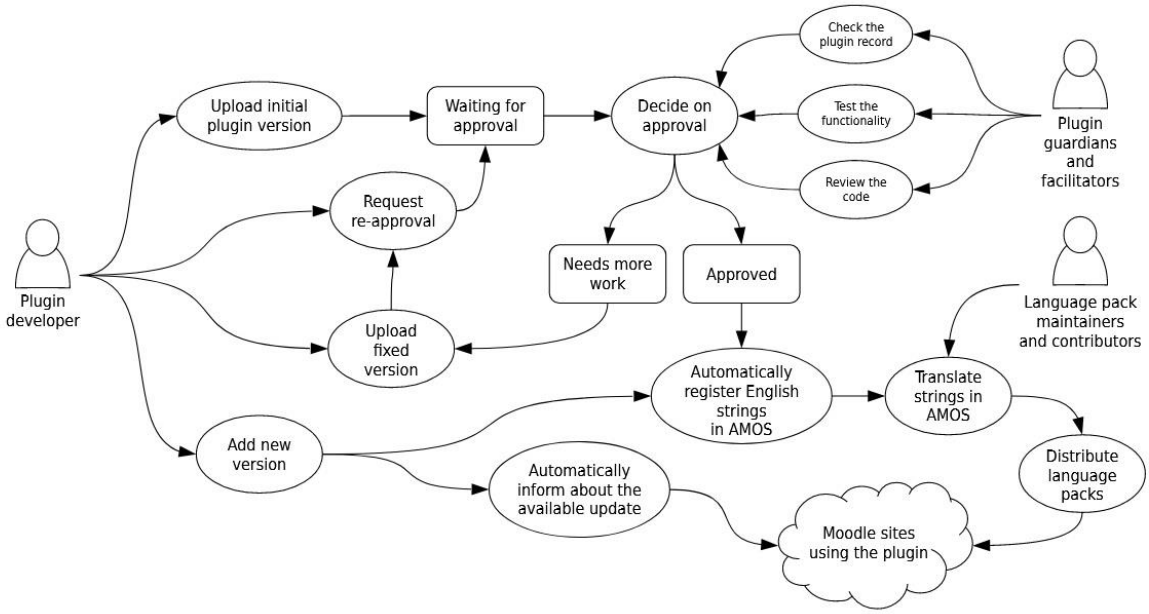
Segundo desenvolvedores do Moodle (DOUGIAMAS, 2013c), um *plugin* do Moodle é apenas uma pasta de scripts PHP (e CSS, JavaScript, etc., se necessário) que se comunica com o núcleo do Moodle. O núcleo do Moodle se comunica com os *plugins* procurando pontos de entrada específicos, geralmente definidos no arquivo "lib.php" dentro do *plugin*.

2.2.3. Desenvolvimento de *Plugins* do Moodle

Os *plugins* do Moodle acrescentam novas funcionabilidades que podem aperfeiçoar aquelas que já existem. Podem, também, integrar-se a sistemas mais complexos, como AVAs que utilizam várias instalações do Moodle, outros aplicativos e até outros LMS. Com a utilização de *plugins*, não há necessidade de trocar softwares por outros diferentes ou até mesmo novas verões do próprio software, poupando, assim, que administradores e/ou usuários do sistema tenham que reaprender a utilizar novos sistemas.

Os mantenedores do Moodle incentivam[4] desenvolvedores a participarem da criação e do desenvolvimento de *plugins* que acrescentem ou aperfeiçoem funções já existentes. Para a utilização e o compartilhamento de *plugins*, existem diretórios (espaços) dentro da base de distribuição, nos quais os desenvolvedores devem seguir algumas regras – como reserva de nome e facilidade de localizar, instalar e atualizar –, além de o *plugin* dever ser aprovado pelos mantenedores do Moodle. Seguindo essas regras, o *plugin* passa por um fluxo, o que pode ser visualizado na Figura 2.3. Ao final, poderá ser publicado e disponibilizado no diretório de *plugins* dos mantenedores do Moodle.

Figura 2.3: Fluxo para publicação de *Plugins*



Fonte: Moodle *Documentation* (https://bit.ly/Pluginmoodle, 2020)

Após aprovado, os desenvolvedores podem utilizar recursos como repositórios próprios ou públicos. Estes devem seguir regras descritas na "Reserva de Nomes e Publicação" para que não haja conflitos com a base instalada do Moodle. Nestes repositórios, os mantenedores do Moodle enfatizam a importância ter: colaboração no desenvolvimento, tipo e *plugin*, rastreamento, documentação e ilustrações/exemplos de funcionamento.

[4] Iniciativa Moodle para criação de plugins: https://docs.moodle.org/dev/Plugin_contribution

2.2.4. Estrutura e organização de *Plugins* Moodle

Por ser um sistema modular, aceitando e incentivando novos desenvolvedores, os mantenedores dividem (DOUGIAMAS, 2013c) esses *plugins* por tipos, melhorando e organizando a disposição conforme suas funções. Cada tipo utiliza um diretório específico na instalação do Moodle; o Quadro 2.2 apresenta alguns tipos.

Quadro 2.2: Organização de Plugins no Moodle

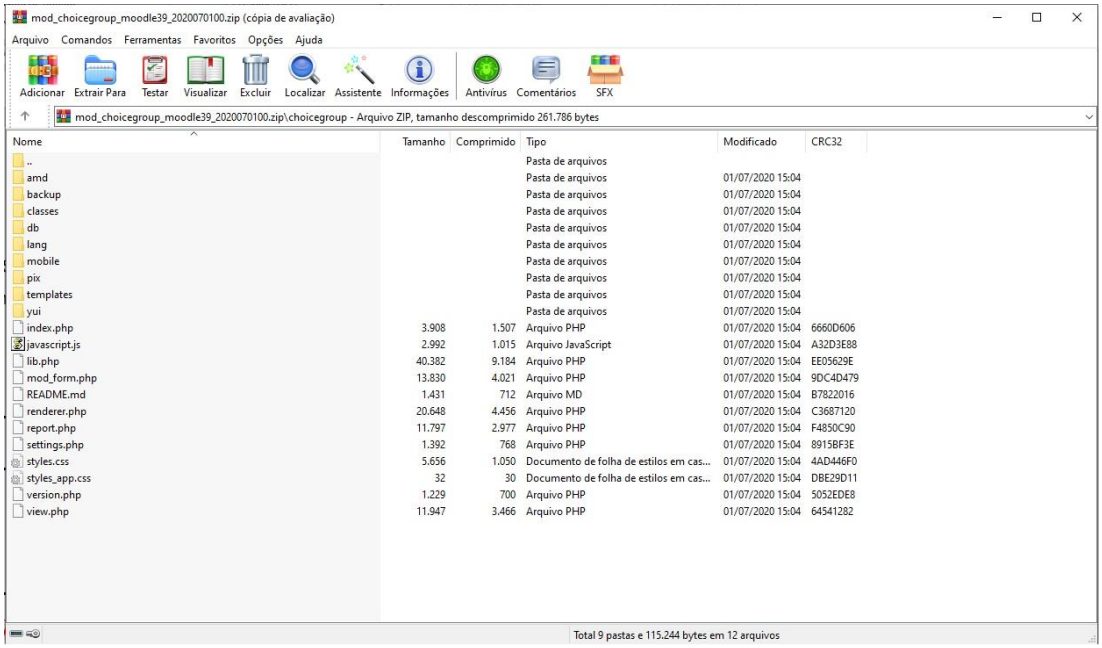
Tipo de plug-in	Nome do componente	Caminho do Moodle	Descrição	Versões do Moodle
Módulos de atividade	mod	/mod	Os módulos de atividades são tipos essenciais de plugins no Moodle, pois fornecem atividades em cursos. Por exemplo: Fórum, Questionário e Tarefa.	1.0+
Plugins antivírus	antivírus	/lib/antivírus	Os plug-ins de antivírus fornecem funcionalidade para a varredura de arquivos enviados por usuários, usando ferramentas de verificação de vírus de terceiros no Moodle. Por exemplo: ClamAV.	3.1+
Plug-ins de envio de tarefas	assignsubmission	/mod/assign/submission	Diferentes formas de envio de tarefas	2.3+
Plug-ins de feedback de atribuição	assignfeedback	/mod/assign/feedback	Diferentes formas de feedback de tarefas	2.3+
Ferramentas de livro	booktool	/mod/book/tool	Pequenas exibições de informações ou ferramentas que podem ser movidas pelas páginas	2.1+
Os campos personalizados	campo customizado	/customfield/field	Tipos de campos personalizados, usados, por exemplo, em campos de cursos personalizados	3.7+
Campos do banco de dados	campo de dados	/mod/data/field	Diferentes tipos de dados que podem ser adicionados ao módulo de atividade Banco de Dados	1.6+
Predefinições de banco de dados	datapreset	/mod/data/preset	Modelos predefinidos para o módulo de atividade Banco de Dados	1.6+
Conversores de arquivo	conversor de arquivos	/files/converter	Permitir a conversão entre diferentes tipos de arquivo enviado pelo usuário. Por exemplo, de .doc para PDF.	3.2+
Relatórios de questionários	questionário	/mod/quiz/report	Exiba e analise os resultados de testes ou apenas conecte comportamentos diversos ao módulo de testes	1.1+
Regras de acesso ao questionário	quizaccess	/mod/quiz/accessrule	Adicione condições para quando ou onde os questionários podem ser tentados, por exemplo, apenas a partir de alguns endereços IP, ou o aluno deve digitar uma senha primeiro	2.2+
Relatórios SCORM	relatório de scorm	/mod/scorm/report	Análise de tentativas de SCORM	2.2+

Fonte: Próprio Autor (adaptada de https://bit.ly/Tiposplugins**, 2020)**

Embora haja uma variedade grande de tipos instalados nos respectivos diretórios, a estrutura de criação/programação segue uma estrutura básica, comum a qualquer tipo de *plugin*. Segundo mantenedores do Moodle (DOUGIAMAS, 2013d), um *plugin* deve conter um esquema padrão de arquivos e diretórios/subdiretórios. Seguindo os pré-requisitos, os arquivos

ficam em uma estrutura como a exemplificada na Figura 2.4 pelo Plugin *Group Choice*[5] e são compartilhados no diretório de *plugins*[6] do Moodle.

Figura 2.4: Estrutura arquivo .zip Plug-in *Group Choice*



Fonte: Próprio Autor (2020)

2.2.5. Núcleo da API Moodle

O núcleo da *Aplication Program Interface* (API) do Moodle é organizado com as principais bibliotecas que fornecem as funcionalidades básicas do sistema. Dentre essas funcionalidades, está a própria comunicação entre bibliotecas e as aplicações por meio da API, que são necessárias para comunicação com *plugins diversos*.

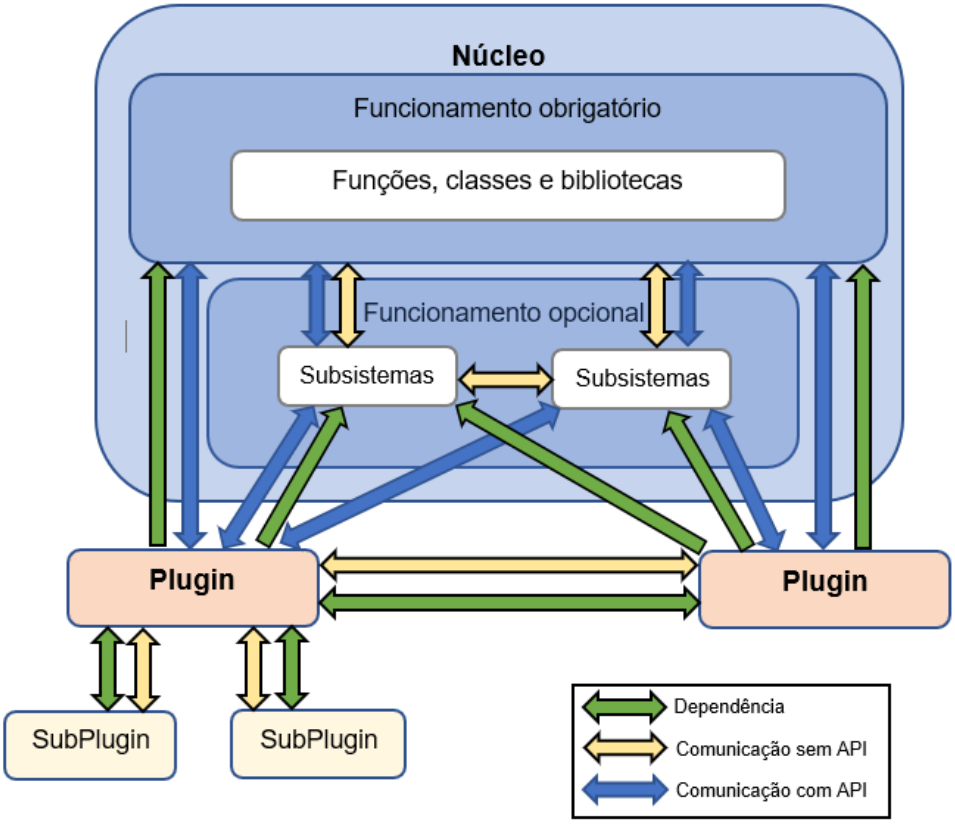
Somente os mantenedores podem modificar e distribuir *plugins* como versões atualizadas do próprio Moodle. Mas os mantenedores permitem modificação do núcleo para utilização própria, ficando restrito àqueles que fizeram tais modificações. O código principal do Moodle fica no diretório "/lib/" e as classes principais em "/lib/classes", que são carregadas automaticamente na inicialização do servidor Moodle.

Encapsulados com o núcleo ainda são encontrados os subsistemas, que são bibliotecas e funções agrupadas de acordo com suas características. Sendo vinculadas a um recurso específico do Moodle, elas podem ser ativadas ou desativadas, mas não podem ser removidas.

[5] Plug-in Group Choice: https://bit.ly/gruchoice
[6] Diretório de plugins Moodle: https://bit.ly/dirplugin

Assim como as bibliotecas de núcleo, os subsistemas podem ser chamados de qualquer lugar do Moodle, com exceção de *subplugins*, que dependem de outro *plugin* para chamadas de API. Um exemplo desse fluxo pode ser observado na Figura 2.5.

Figura 2.5: Fluxo de funcionamento do núcleo



Fonte: Adaptado de Moodle *Documentation* (https://bit.ly/nucleo1, 2020)

As APIs são necessárias para que um serviço externo se comunique com o núcleo do Moodle sem a necessidade da criação de aplicação e/ou serviços, ou mesmo a modificação do núcleo e/ou seus subsistemas. Assim, os mantenedores permitem acesso a recursos sem abrir mão da segurança e da estabilidade, de modo que outros aplicativos ou *plugins*, podem ter uma interação com o Moodle.

Na atual versão (3.9.2), o Moodle possui mais de 50 APIs[7] para diversas funções, que vão desde a autenticação até a comunicação por meio de serviços Web, que envolvem APIs externas. Este trabalho utilizará comunicação com serviços externos seguindo as regras e

[7] APIs disponíveis Moodle: https://bit.ly/54apismoodle

tecnologias supracitadas, sendo também empregado o padrão SCORM, detalhado na próxima seção.

2.3. O padrão SCORM

No começo da década de 2000, o departamento de defesa dos Estados Unidos da América identificou que os LMS eram diferentes entre si e necessitavam de diferentes infraestruturas e suporte de TI (ADL, 2020). Se uma organização adotasse um padrão de trabalho/programação de um fornecedor, teria que seguir com esse, sem modificar. Se houvesse a necessidade de modificação ou alteração de um fornecedor, significava que aquela parte de funcionamento do LMS teria que começar praticamente do zero.

Alguns dos grandes fornecedores de LMS tinham seus próprios sistemas e obrigavam clientes a abandonarem sistemas que funcionavam, porém não eram suficientes para atenderem toda a demanda. Além da própria troca de fornecedores e sistema, isso acarretava na troca de toda uma cultura, que abrangia a própria utilização por docentes e discentes.

Segundo Ferreira e Raabe (2010), a fim de modernizar e padronizar a disposição de materiais educacionais, o departamento de defesa dos Estados Unidos da América criou a iniciativa *Advanced Distributed Learning*[8](ADL). Por meio desta iniciativa, foi criado, em 2001, o padrão SCORM (ADL, 2020).

O SCORM é uma especificação que define como um Objeto de Aprendizagem deve ser organizado e empacotado[9] para posteriormente ser aberto por um LMS, com o objetivo de promover a interoperabilidade de conteúdos entre vários LMS e organizações diferentes. Pode ser remodelado e utilizado em projetos diferentes, não se limitando a um, mas a vários LMS ao mesmo tempo, proporcionando um tempo maior do seu ciclo de vida. A ADL, por meio de suas documentações (2020) a respeito do SCORM, especifica:

> O SCORM® (Sharable Content Object Reference Model) foi criado para enfrentar esses desafios de interoperabilidade, reutilização e durabilidade. Como modelo de referência, ele foi intencionalmente projetado para alavancar tecnologias padrão da Web, bem como especificações de tecnologia de aprendizado existentes. O SCORM® é composto por uma coleção de especificações e diretrizes técnicas inter-relacionadas, projetadas para atender aos requisitos de alto nível do Departamento de Defesa para a

[8] *Advanced Distributed Learning* - https://adlnet.gov/
[9] Como vários arquivos deverão agrupados, compactados ou não, em um único ou poucos arquivos

> criação de conteúdo de e-learning interoperável, plug-n-play e baseado em navegador. Ele consiste em três "books" de especificações técnicas diferentes que tratam coletivamente dos desafios associados à interoperabilidade, portabilidade, reutilização e sequenciamento instrucional de conteúdo de e-learning individualizado. (ADL, 2020)

A metodologia utilizada no SCORM pela ADL tem como princípio:

- **Interoperabilidade**: especificação de um modelo comum, com capacidade de utilização de dados por diferentes LMS e aplicações. Pode-se, assim, criar ferramentas, aplicativos e plataformas de objetos educacionais, diferentes entre si, mas que podem ser utilizados em locais diversos de outros LMS e AVAs.
- **Portabilidade**: define como empacotar o conteúdo de uma aplicação e exportar para outro LMS, assim como a capacidade de um LMS importar conteúdo de uma aplicação e utilizá-lo dentro de um AVA.
- **Reutilização**: capacidade de pesquisar e localizar objetos de aprendizado, que poderão já ter sidos utilizados em outra aplicação ou experiência de aprendizado. Para tanto, descreve responsabilidades e requisitos dos componentes que poderão ser importados pelo usuário do LMS. Os objetos contêm instruções de funcionamento e podem ser organizados como metadados, por exemplo, cursos, lições, módulos, questões, relatórios, etc.
- **Sequenciamento**: fluxo de conteúdo que permite que uma sequência de eventos se realize e que os criadores de conteúdo organizem uma ordem de realização das atividades e/ou resultados. Algumas atividades podem depender de outras ou de resultados pré-definidos. Os eventos de navegação podem ser iniciados por meio de uma atividade ou como resultado de uma ação do discente.

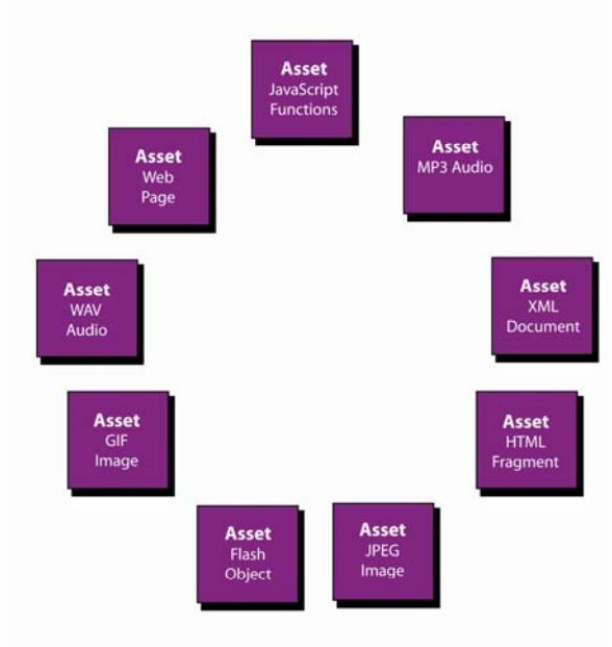
De código aberto, a arquitetura de arquivos do SCORM é composta por um pacote de mídias do próprio conteúdo – como imagens, vídeos, animações, etc. –, compactadas de modo que possam ser rastreadas por LMS diversos, inclusive entre LMS de terceiros. O SCORM contém um arquivo de manifesto (*imsmanifest.xml*) que inclui a estrutura lógica do conteúdo, ou seja, atividades e suas chamadas, assim como todas as páginas com os materiais em formato web. A fim de desenvolver a metodologia SCORM, a ADL inclui três grandes componentes de desenvolvimento (ADL, 2009): CAM (*Content Aggregation Model*), RTE (*Run Time Enviromment*) e SAN (*Sequencing E Navegation*). As subseções seguintes detalham estes componentes.

2.3.1. Modelo de Agregação de Conteúdos (CAM) do SCORM

O conjunto de metadados CAM define como o conteúdo deve ser empacotado e utilizado. Segundo Lu e Hsieh (2009), CAM é uma padronização para aumentar a intercambialidade e a reutilização de objetos de aprendizagem, bem como para descrever como os objetos se relacionam com o LMS. É o elemento do SCORM responsável por descrever componentes que permitem a descoberta e a pesquisa de objetos de aprendizagem. O CAM (ADL, 2009) possui recursos em SCO (*Sharable Content Objects)* e *Assets*.

Um *Asset* é um bloco de construção básico de um recurso de aprendizagem. São representados por mídia, texto, imagens, sons, objetos de avaliação ou quaisquer outros dados que possam ser utilizados por um cliente web, conforme pode ser observado na Figura 2.6

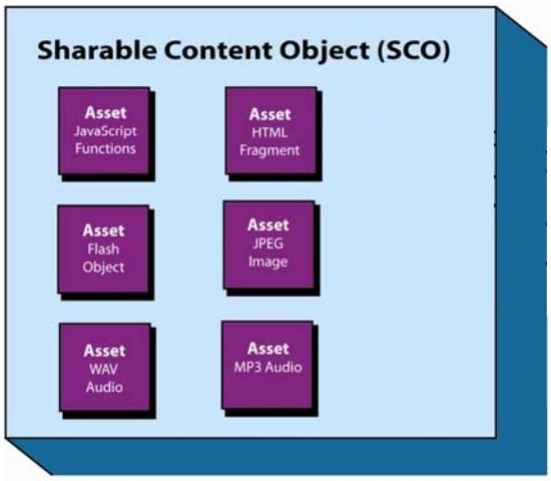
Figura 2.6: Exemplo de Assets



Fonte: ***Advanced Distributed Learning Initiative*** **(https://adlnet.gov/, 2009)**

Um SCO, ou objetos de conteúdo compartilháveis, é uma coleção de *Assets* que representam um único item de aprendizado, conforme pode ser observado na Figura 2.7.

Figura 2.7: Exemplo SCO



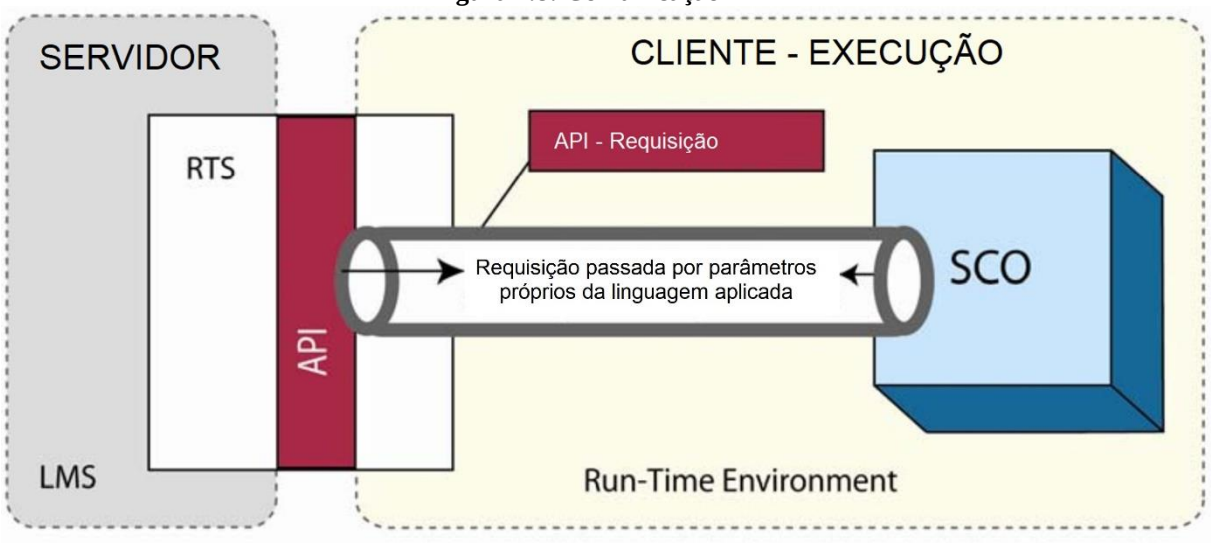
Fonte: Adaptado de *Advanced Distributed Learning Initiative* (https://adlnet.gov/, 2009)

2.3.2. Ambiente de Execução (RTE) do SCORM

O ADL (2009) descreve os requisitos do LMS no gerenciamento do ambiente de tempo de execução (RTE), incluindo o processo de lançamento de conteúdo, padronização, na comunicação entre conteúdo e *LMSs*; e elementos de modelo de dados padronizados usados para passar informações relevantes para a experiência do aluno com o conteúdo. No RTE, os *SCOs* são unidades executáveis dentro de um RTS (*Run Time Service*). Isso define o software que controla a execução e a entrega de conteúdo de aprendizagem. Ele pode fornecer serviços como alocação de recursos, programação, controle de entrada e saída e gerenciamento de dados.

Na Figura 2.8, pode ser observado como ocorre a comunicação entre o LMS e o SCO. O padrão RTE permite que os objetos no padrão SCORM sejam utilizados em todos *LMSs* que trabalhem com a padronização SCORM. Nesses LMS, é possível identificar que uma API que esteja rodando no servidor interage com o RTS, assim criando um canal de comunicação entre o próprio LMS e o SCO por meio requisições compatíveis.

Figura 2.8: Comunicação RTE



Fonte: Adaptado de *Advanced Distributed Learning* Initiative (https://adlnet.gov/, 2009)

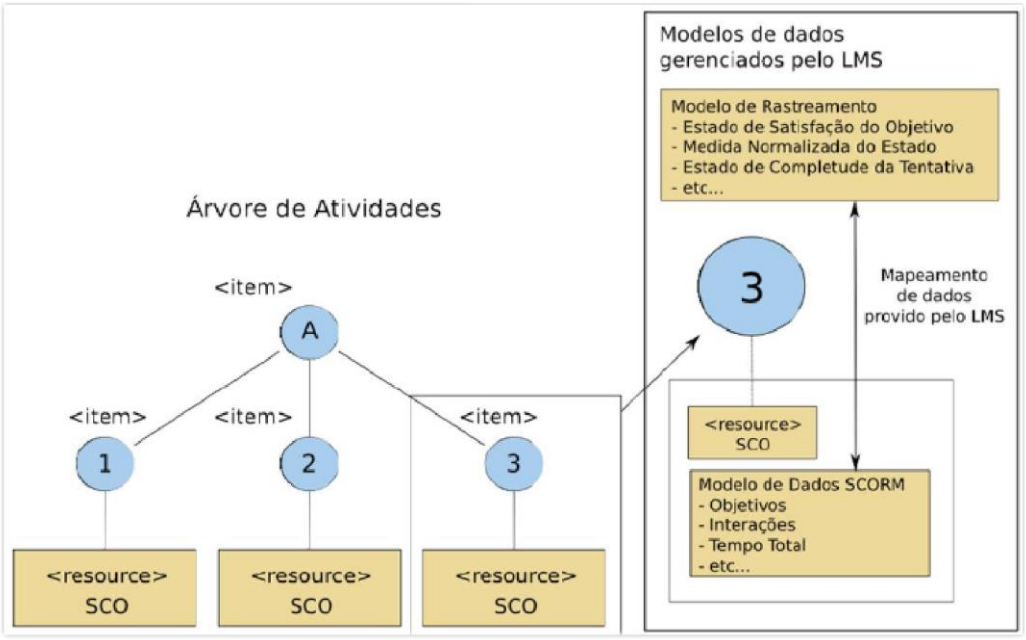
Para um funcionamento adequado, os parâmetros de requisição devem utilizar as funções previstas em uma API, assim como em uma SCO. Isso permite que objetos no padrão SCORM sejam construídos, empacotados e executados em RTS distintos.

2.3.3. Sequenciamento e navegação (SAN) do SCORM

O SAN descreve a forma de entrega de conteúdo aos discentes ao especificar como será a navegação, o sequenciamento e a disponibilização dos objetos. O LMS realiza o sequenciamento dos *SCOs* com seus respectivos recursos, criando um fluxo de tarefas a serem executadas. Segundo a ADL (2009), as ações de navegação podem incluir: 1) sequenciamento de conceitos e terminologia; 2) um modelo de definição de sequenciamento; 3) um modelo de comportamento de sequenciamento; 4) controles e requisitos de navegação; e 5) modelo de dados de navegação.

Na Figura 2.9 é possível observar uma árvore de sequenciamento e disponibilização de atividades, assim como os requisitos para avanço nas atividades.

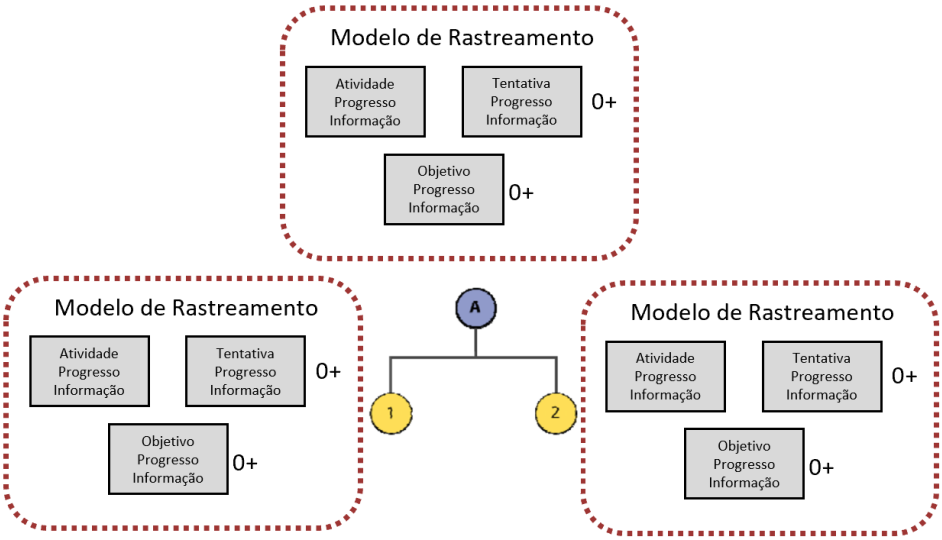
Figura 2.9: Exemplo de SN e recursos SCO



Fonte: Adaptado de *Advanced Distributed Learning Initiative* (https://adlnet.gov/, 2009)

Todas as atividades têm informações de status de rastreamento associadas ao que cada aluno executa, permitindo, assim, ao LMS atualizar cada interação com o SCO feita pelo aluno. O sequenciamento dentro de um SCO no SCORM pode seguir quatro tipos de informações diferentes, sendo: 1) informação sobre o progresso do objetivo; 2) informação sobre o progresso da atividade; 3) informação sobre o progresso da tentativa; e 4) informação sobre o estado da atividade. A Figura 2.10 apresenta um exemplo de árvore de atividades e o rastreamento e as informações associadas a cada atividade

Figura 2.10: Exemplo modelo de árvore de rastreamento



Fonte: Adaptado de *Advanced Distributed Learning Initiative* (https://adlnet.gov/, 2009)

2.4. Ferramentas de autoria para AVA

Existe um conjunto muito grande de ferramentas tecnológicas que criam conteúdo para cursos. Entre as ferramentas de autoria mais populares entre os docentes estão as do pacote Microsoft Office[10] (Word, Excel e Power Point). Entretanto, por não serem projetadas com a finalidade da criação de recursos AVAs, são limitadas aos recursos de *templates*, apresentações sequenciais e interações simples, o que limita o processo de criação mais elaborado ou complexo de cursos para AVAs.

A fim de atender esse nicho da educação, foram criadas ferramentas computacionais de autoria mais completas. Estas permitem oferecer um nível de sofisticação maior, porém são mais complexas e exigem treinamento específico em ferramentas e conceitos diversos na área de computação. Na Figura 2.11 é possível observar algumas ferramentas de autoria específicas para criação de recursos educacionais para AVAs: webArdora[11], Courselab[12], Xerte[13], Hot Potatoes[14] e Exelearning[15]. Elas podem ser encontradas em versões gratuitas e permitem criar e exportar atividades em formatos no padrão SCORM.

Figura 2.11: Softwares de autoria

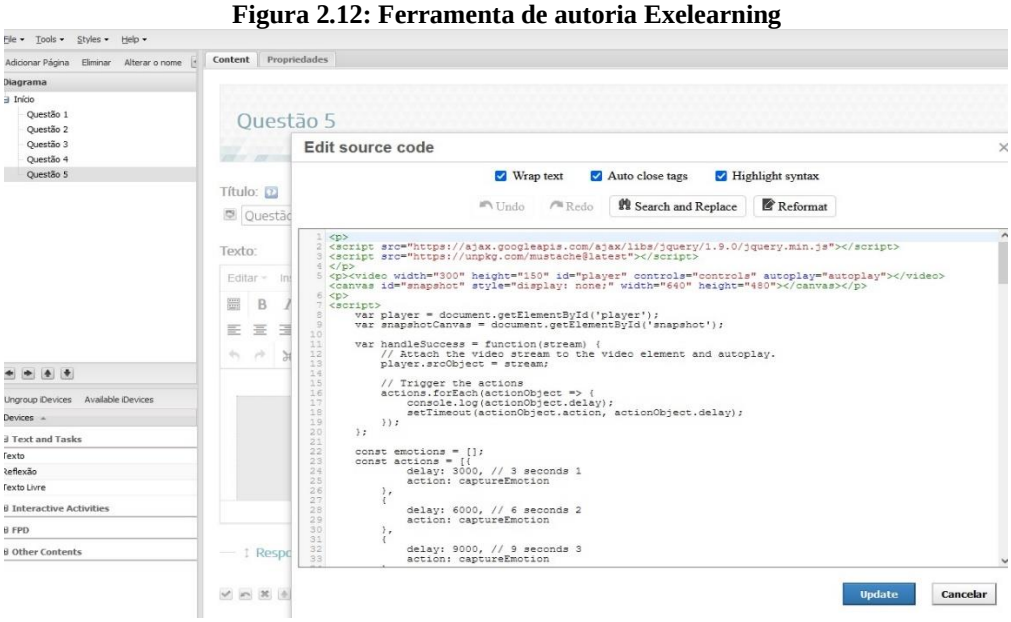
Fonte: Próprio Autor (2021)

Na Figura 2.12 é possível observar a utilização do software eXelearning na criação de conteúdo, permitindo ao professor ou gestor utilizar linguagens como: HTML, XML,

[10] Microsoft Office: https://www.microsoft.com/office
[11] webArdora: http://webardora.net/descarga_ing.htm
[12] CourseLab: http://www.courselab.com/view_doc.html?mode=home
[13] Xerte: https://xerte.org.uk/index.php/en/
[14] Hot Potatoes: https://hotpot.uvic.ca/
[15] Exelearning: https://exelearning.org/

JavaScript e JSON/REST. A ferramenta HotPotatoes foi utilizada nesta dissertação devido à familiaridade do pesquisador e pela possibilidade de edição em HTML e JavaScript.

Figura 2.12: Ferramenta de autoria Exelearning



Fonte: Próprio Autor (2021)

2.5. Tecnologias de Desenvolvimento em AVA

A WEB foi criada na década de 1990 por Tim Berners-Lee como um protocolo de comunicação entre sistemas e computadores interligados por rede. Foi então desenvolvido o protocolo HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol* – Protocolo de Transferência de Hipertexto). Em 1991, surgiu o primeiro website; neste mesmo ano, Tim Berners-Lee criou e disponibilizou uma aplicação que era capaz de carregar um website desenvolvido em HTML (*Hyper Text Markup Language* – Linguagem de Marcação de Hipertexto). A versão atual da HTML é a versão 5, que possui novos recursos com marcações para multimídia e marcações semânticas.

Já a XML (*Extensible Markup Language* – Linguagem de Marcação Extensiva) foi padronizada pela W3C em 1998. Sua função principal é armazenar dados de forma estruturada e compartilhar esses dados por meio da internet. São utilizados marcadores (*tags*) para codificar e identificar as informações que elas contêm.

A linguagem JavaScript, também associada a JS e a NodeJs (execução em servidores), é uma linguagem de programação estruturada. Permite que as páginas tenham uma interatividade entre usuário e sistemas, permitindo a execução de aplicativos em servidores

locais ou remotos. O LMS Moodle, assim como a maioria dos AVAs, faz uso de funções JavaScript para chamadas de API, bem como no desenvolvimento das próprias de ferramentas.

O REST (*Representational State Transfer* – Transferência Representacional de Estado) é um padrão do envio de informações que não se enquadram no padrão XML, tendo sido proposto por Roy Fielding[16] em 2000 e padronizado pela W3C. Já o JSON (*JavaScript Object Notation* – Notação Objeto JavaScript) é um padrão aberto, especificado por Douglas Crockford[17] e introduzido em 2000. Ele é compartilhado em aplicações WEB que utilizam Java e JavaScript. Com o passar do tempo e a popularização do JSON, outras linguagens passaram a enviar e aceitar a comunicação no padrão JSON, como substituição ou complemento ao XML. O REST/JSON ou JSON/REST é um formato de intercâmbio entre os padrões JSON e REST, permitindo aos sistemas envolvidos organizarem a troca de dados de forma que haja interação entre estes.

Neste trabalho são utilizadas as linguagens HTML e JavaScript, bem como a comunicação via XML e JSON/REST.

2.6. Microsoft Azure e Microsoft Face API

Microsoft Azure é uma marca criada pela Microsoft para oferecer serviços de computação na nuvem. Ela é baseada em serviços Windows Server Hyper-V[18], Active Directory[19], SQL Server[20], entre outros, que têm como função básica oferecer serviços para funcionamento de computação virtual.

Para Copeland (2015), os serviços em nuvens oferecidos pela Microsoft Azure são classificados como: SaaS (*Software as a Service* – Software como Serviço), IaaS (*Infrastructure as a Service* – Infraestrutura como Serviço) e PaaS (*Platform as a Service* – Plataforma como Serviço). Segundo a Microsoft (2022), em 2008, o Azure começou oferecendo serviços para aplicações comerciais BPOS (*Business Productivity On-line Standard Suite*). Atualmente, ela oferece desde serviços para usuários com poucos conhecimentos, como o Office 365, até

[16] Roy T. Fielding. https://roy.gbiv.com/
[17] Douglas Crockford. https://pt.wikipedia.org/wiki/Douglas_Crockford
[18] Microsoft Hyper-V. https://docs.microsoft.com/pt-br/virtualization/hyper-v-on-windows/about/
[19] Active Directory. https://docs.microsoft.com/pt-br/windows-server/identity/ad-ds/get-started/virtual-dc/active-directory-domain-services-overview
[20] Microsoft SQL Server. https://docs.microsoft.com/pt-br/sql/sql-server/?view=sql-server-ver15

serviços que exigem profissionais habilitados, tal como os serviços cognitivos utilizados para reconhecimento facial.

Neste trabalho foi utilizada a *Azure Functions*[21], que permite ao usuário da plataforma codificar nas seguintes linguagens: C#, F#, Node.js Python ou PHP. O Microsoft Azure foi desenvolvido[22] com um conjunto de APIs REST, que possibilita compatibilidade com a maioria de solicitações via HTTP, sem a necessidade de utilização de recursos extras entre aplicativos da interface dos usuários.

O Microsoft Face API é um software de reconhecimento facial que funciona totalmente na nuvem por meio da Microsoft Azure. Reconhece e identifica pessoas por meio da análise de sua face, obtida por imagem ou vídeo. Apesar de existir há décadas, a tecnologia conseguiu proporcionar uma acurácia mínima para que fosse utilizada de forma mais consistente, principalmente em sistemas de segurança *mobile* e autenticação. Também passou a ser muito utilizada em Redes Socias Virtuais para reconhecer rostos em fotos e vídeos, permitindo, assim, agrupamento e classificação de fotos e vídeos postados.

Segundo Peramo, Macedo e Moraes (2019), o reconhecimento facial é um dos processos de identificação mais utilizado pelos seres humanos. Alguns estudos (PERAMO; MACEDO; MORAES, 2019) demonstram que até um bebê com pouco meses de vida é capaz de distinguir entre rostos conhecidos, porém, para máquinas, isso é extremamente complexo. Ainda segundo Peramo, Macedo e Moraes (2019), nosso cérebro desenvolve células nervosas especializadas no reconhecimento. Com isso, somos capazes de reconhecer facilmente características físicas e associar a memórias de curto ou longo prazo (YOUNG; RHEE, 2008).

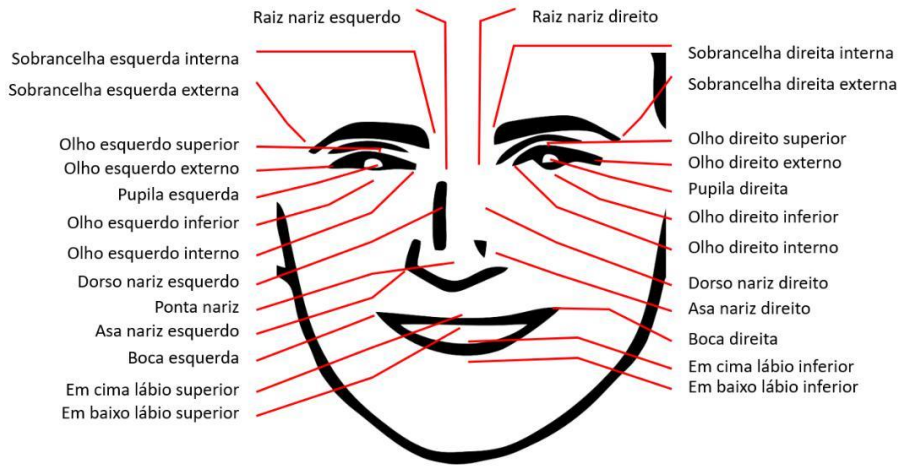
Atualmente, existem alguns serviços na web disponíveis para realizarem a detecção da face e suas expressões faciais, entre eles: Amazon Rekognition[23], Google Face Detection[24] e Micosoft Face API[25]. O Amazon Rekognition faz a análise em imagens e vídeos, sendo possível identificar objetos, pessoas, textos e outras opções por meio da análise das imagens ou vídeos enviados. O Google Face Detection Mobile Vision faz parte do *Machine learning for mobile developers*[26], sendo parte de um pacote oferecido pela Google a desenvolvedores de softwares

[21] Azure Functions. https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/guides/developer/azure-developer-guide
[22] API Rest. https://docs.microsoft.com/pt-br/rest/api/
[23] Amazon Rekognition: https://aws.amazon.com/pt/rekognition/
[24] Google Face Detection: https://developers.google.com/ml-kit/vision/face-detection
[25] Microsoft Face API: https://azure.microsoft.com/pt-br/services/cognitive-services/face/
[26] Google ML KIT: https://developers.google.com/ml-kit

de dispositivos móveis. Pode realizar a detecção de rosto em tempo real e pode ser utilizado em aplicações *mobile* como aplicativos de bate-papo e jogos, porém não é possível reconhecer a identidade do usuário analisado. O serviço da Microsoft Face API é capaz de identificar uma cadeia de atributos em uma imagem ou vídeo. É capaz de fazer o reconhecimento e o agrupamento de rostos semelhantes em imagens, e também faz o reconhecimento de expressões emocionais.

Conforme pode ser observado na Figura 2.13, há 27 pontos de referência facial predefinidos pela Microsoft Face API.

Figura 2.13: Pontos de referência facial

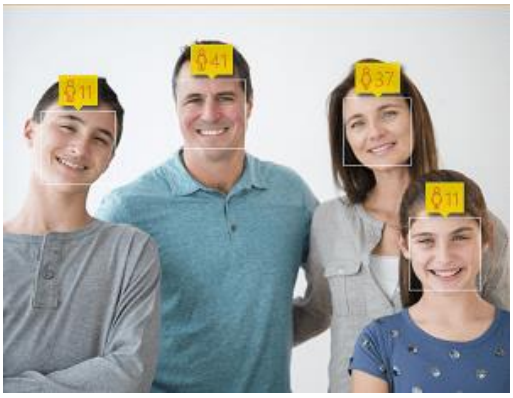


Fonte: Adaptado de Microsoft Azure Documentação (Adaptado de https://bit.ly/pontosface, 2021)

A Microsoft Face API localiza e identifica cada rosto em uma imagem ou vídeo, o associa a um retângulo faceRectangle[27] e esse a um conjunto de coordenadas de pixel; a partir destes pontos, é possível extrair algumas informações de um rosto, como idade estimada, desfoque, expressão emocional, cabelo facial ou barba, gênero masculino ou feminino, óculos, entre outros. É possível observar na Figura 2.14 a associação do retângulo e a idade aproximada de cada rosto na imagem.

[27] Detecção facial e atributos. https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/cognitive-services/face/concepts/face-detection

Figura 2.14: Separando rostos por retângulos



Fonte: Adaptado de Microsoft Azure Documentação (Adaptado de https://bit.ly/pontosface, 2021)

A Figura 2.15 apresenta parte dos dados extraídos da imagem da Figura 2.14 e retornados no padrão JSON.

Figura 2.15: Retorno em JSON da análise dos rostos

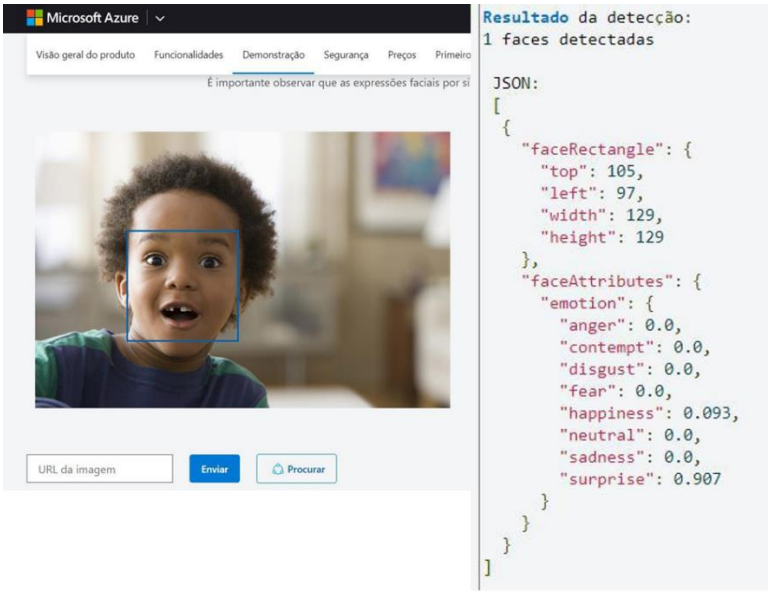
JSON


```
{
    "faces": [
        {
            "age": 11,
            "gender": "Male",
            "faceRectangle": {
                "top": 62,
                "left": 22,
                "width": 45,
                "height": 45
            }
        },
        {
            "age": 11,
            "gender": "Female",
            "faceRectangle": {
                "top": 127,
                "left": 240,
                "width": 42,
                "height": 42
            }
```


Fonte: Adaptado de Microsoft Azure Documentação (Adaptado de https://bit.ly/pontosface, 2021)

Neste trabalho foi utilizado o atributo de detecção de emoções da ferramenta Microsoft Face API, conseguindo detectar expressões de: raiva, desprezo, repulsa, medo, felicidade, indiferença, tristeza e surpresa. É possível observar na Figura 2.16 uma imagem analisada pela plataforma Microsoft Face API, bem como sua análise da expressão emocional.

Figura 2.16: Exemplo análise Microsoft Face API



Fonte: Adaptado de Microsoft Azure Demonstração (https://bit.ly/exfacial, 2021)

Conforme mostra a Figura 2.16, a Microsoft Face API retornou a análise em JSON, com destaque ao retângulo que faz a identificação do rosto na imagem e seus atributos. Outras características dos rostos retornados originalmente pelo programa foram suprimidas neste trabalho por não serem relevantes à pesquisa.

Nesta imagem é possível observar o item “faceRactangle”, que identifica e localiza na imagem o rosto a ser analisado. Através do item “faceAttributes” é possível verificar itens relativos às expressões emocionais analisadas por ele. Dessa forma, temos em destaque “*surprise*”, com a probabilidade de 90,7% de a face estar transmitido a emoção de surpresa, assim como a chance de 9,3% de ser felicidade. Como o objetivo deste trabalho não é testar a acurácia da API, não serão abordadas questões relacionadas a isso.

2.7. Emoções no processo avaliativo e a motivação

Atualmente, há uma tendência em entender a avaliação da aprendizagem como um processo natural e inerente aos processos de ensino-aprendizagem. Tal avaliação deve compreender meios e mecanismos que consigam diagnosticar o conhecimento do aluno em uma área específica à qual essa avaliação é aplicada.

Segundo Brasileiro (2017), a avaliação ganhou importância no século XVII, tornando-se indissociável do ensino. Desde 1940 até hoje em dia, foram observadas várias nuances no método de avaliar discentes, focadas principalmente na objetividade da avaliação e seu conhecimento prático. Ainda segundo Brasileiro (2017), essa medida quantitativa e

classificatória ganha maior evidência em cursos superiores da área de exatas, como cursos de matemática e informática.

A teoria sociointeracionista (NETO; BARRETO; AFECHE, 1998), proposta por Vygotsky, relaciona o desenvolvimento de atividades e a interação com outros indivíduos. Marczal (2014) descreve que o ambiente avaliativo pode ser ameaçador para o discente e muitas vezes de caráter punitivo, principalmente quando este não tem interação com humanos, e sim com uma máquina.

As pessoas passam por uma série de emoções na hora de executar alguma avaliação, sendo que essas podem ser herdadas de uma situação corriqueira do dia a dia e de experiências vivenciadas anteriormente. É muito comum o discente, em situações normais, ter um desempenho bom em atividades corriqueiras, mas esquecer tudo na hora de fazer uma avaliação. Tal situação é popularmente conhecida como "branco". Muitas vezes, este comportamento converge para as situações em que o discente, em vez de ser estimulado, acaba por si só, desestimulado a responder corretamente outras atividades, não se esforçando para lembrar assuntos já estudados.

Não só em atividades avaliativas, mas no próprio dia a dia, o aluno, diversas vezes, mostra desinteresse em aprender e buscar informações disponibilizadas fora do âmbito acadêmico. Segundo Boruchovitch (2013), fatores diversos podem causar desmotivação à margem de todo esforço motivacional proposto e aplicado por professores e educadores. Entretanto, há situações em que o aluno se motiva de forma quase independente, ou seja, não necessita do apoio formal de uma escola ou de um professor incentivando esse aprendizado.

Muitos alunos têm em seu olhar um brilho de entusiasmo ao aprenderem com seu professor algo novo – procuram compartilhar uma ideia, averiguam um novo assunto, buscam opiniões de terceiros, pesquisam em livros, revistas, artigos, etc. Enquanto outros aderem com facilidades aos recursos tecnológicos computacionais e a facilidade que a tecnologia propõe. Em diversos trabalhos (*e.g.*, (AMANTE, 2014; MEISTER, 2012; SOUZA, 2015)), pesquisadores investigam o impacto que a tecnologia traz ao processo autônomo de ensino-aprendizagem e apontam que alunos podem, por si só, ser professores de seu próprio conteúdo e de outros discentes. Isso pode ser percebido em RSV (Redes Sociais Virtuais), na organização e discussão de assuntos de interesses comuns.

Vygotsky (FINO, 2001; LATOUR, 2011; VYGOTSKY, 1988), em seus estudos, vai além e aprofunda o conhecimento por proximidade, em que qualquer interagente pode ser ator

da aprendizagem. Assim, um ambiente, uma sensação, uma ideologia, uma imagem, etc. podem fazer o papel de ator do aprendizado.

Nesse sentindo, Piaget (1972) diz que a responsabilidade cai sobre o próprio sujeito, quando esse sente a necessidade de aprender. Assim, emoções e motivação são essenciais aos envolvidos no processo de aprendizagem. Segundo Meister (2012), a motivação é essencial na troca de conhecimento, criando uma rede de confiança e consequentemente gerando maior engajamento no esforço motivacional dos envolvidos nas tecnologias compartilhadas.

3. Revisão da Literatura e Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são descritos artigos sobre pesquisas correlatas a esta proposta de dissertação. Os artigos foram selecionados inicialmente por meio de revisão exploratória seguida de revisão sistemática em bases científicas da área. A seção 3.1 apresenta o método de revisão, incluindo questões de pesquisa, *string* de busca, bases científicas e critérios de inclusão e exclusão. A seção 3.2 apresenta a execução da revisão. A seção 3.3 apresenta a descrição e a análise dos artigos, bem como quadros comparativos. A seção 3.4 faz as considerações finais deste capítulo.

3.1. Método de revisão

Inicialmente, foi feita uma pesquisa exploratória a fim de retornar trabalhos relacionados com o foco desta dissertação. A partir dos resultados obtidos, o tema de investigação foi melhor definido, resultando na pergunta principal deste trabalho.

Desde o início desta pesquisa de mestrado, foram utilizadas diversas bases científicas, conforme destacadas abaixo:

- Google Scholar: https://scholar.google.com.br;
- Periódicos da Capes: http://www.periodicos.capes.gov.br/;
- IEEE Xplore: https://ieeexplore.ieee.org;
- Biblioteca Digital ACM: https://dl.acm.org/;
- Scielo: https://scielo.org/en/;
- Elsevier: https://www.elsevier.com/;
- Springer Link: http://link.springer.com/;

Para a revisão sistemática, foi utilizado como base o método proposto por Kitchenham (2004). Este método utiliza protocolos que permitem focar um conjunto menor de artigos, mais relacionado ao objetivo do trabalho. Com isso, é possível analisar a qualidade dos trabalhos e selecionar artigos primários com base em suas contribuições ao estudo proposto (RAMOS et al., 2015).

A partir da pergunta principal da pesquisa, conforme apresentada no capítulo 1, “Como transformar o AVA em um ambiente capaz de agregar aspectos de comunicação não formal ligados à expressão emocional no processo avaliativo?”, foram identificadas as seguintes questões específicas, que guiaram a seleção e a avaliação dos trabalhos desta revisão:

- Q1. “Como integrar AVAs com serviços de software de SAE?”
- Q2. “Quais e como as análises de expressões emocionais podem ser agregadas como feedback em atividades e avaliações?”
- Q3. “Como gerar relatórios para apoiar os docentes no aprimoramento das atividades avaliativas?”

O Quadro 3.1 apresenta a estratégia de pesquisa adotada, as fontes de pesquisa e as palavras-chave utilizadas.

Quadro 3.1: Parâmetros de pesquisas utilizados

Estratégia	Artigos disponíveis de 2001 a 2021 publicados em revistas, congressos, dissertações e teses: em inglês e português.
Fontes de Pesquisa	Google Scholar, Periódicos da Capes, IEEE Xplore, Biblioteca Digital ACM, Scielo, Elsevier, Springer Link e Google – Estudo Exploratório.
Palavras-chave	*Face Recognition, Learning Management Systems e Constructive Feedback*

Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme descrito no Quadro 3.2, foi necessária a ampliação de palavras-chave, a fim de expandir os resultados das pesquisas nas bases.

Quadro 3.2: Palavras-chave ampliadas

Palavra-chave	Ampliação
Face Recognition	*Face API*
Learning Management System	*Virtual Learning Environments*
Constructive Feedback	*Emotional,*

Fonte: Próprio Autor (2021)

Nos estudos exploratórios com palavras-chave relacionadas, cerca de 807.000 trabalhos foram encontrados no Google. Tal número certamente é intratável, além de utilizar base não científica, mas serviu de ponto de partida. Na elaboração da questão principal, foram verificados temas/artigos que poderiam, de algum modo, ser utilizados como critérios determinantes. Este levantamento inicial foi refinado e resultou em 16.500 artigos no Google Acadêmico e 2 artigos no portal de Periódicos da Capes. A partir da análise exploratória sobre títulos e resumos destes artigos, foram elaboradas as *strings* de buscas com o objetivo de refinar a pesquisa:

- *"Face Recognition" AND (emotional OR "Constructive Feedback") AND ("Learning Management Systems" OR "Virtual Learning Environments")*
- *("face api" OR "Face Recognition") AND emotional AND " Learning Management Systems"*
- *"face api" AND emotional AND " Learning Management Systems"*

Na sequência, foram estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão (Quadro 3.3). Os critérios de inclusão abrangem trabalhos sobre: reconhecimento de emoções por expressões faciais; facilidade e dificuldade na interação com AVAs; como melhorar a interação em AVA; interação virtual entre atores educacionais; utilização de tecnologias; e AVAs capazes de promover interação entre atores educacionais. Nos critérios de exclusão temos: idiomas diferentes do inglês e do português; trabalhos com menos de 3 folhas ou publicados em blogs, boletins; e trabalhos sem associação a órgãos de pesquisas/ensino.

Quadro 3.3: Critérios de inclusão e exclusão

Critério	Estudos relacionados
Inclusão	Reconhecimento de Emoções
	Ambientes Virtuais de Educação
	Interação com tecnologia
	Expressões faciais
	Interação Social Virtual
	Processo avaliativo somativo
	Sistema de gerenciamento de ensino
	Ferramentas computacionais (Software, Hardware e Nuvem)
Exclusão	Idiomas diferentes inglês e português
	Artigos que não possuam texto completo disponível
	Artigos do mesmo tema e autor, em diferentes bases
	Artigos que abordam apenas experimentação técnicas
	Artigos que não estejam relacionados diretamente ou com base nas questões de pesquisa
	Relatos de experiência não relacionados diretamente com as questões de pesquisa
	Artigos que apresentaram dificuldade em acesso (ex. sem acesso)

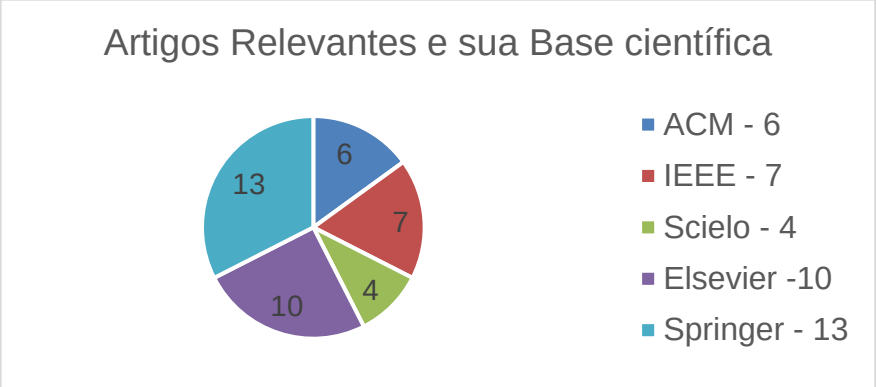
Fonte: Próprio Autor (2021)

3.2. Execução e Resultados da Revisão

Conforme os critérios de inclusão definidos na seção 3.1 e analisando as palavras-chave e seus sinônimos (*string* de busca) que estavam contidas no Título, Resumo ou Corpo do Texto dos trabalhos encontrados, foi feita uma seleção de artigos que mais aderiam às questões de pesquisa propostas neste trabalho.

Este processo de busca, seleção e análise resultou em 40 artigos com relevância às questões de pesquisa deste trabalho (Figura 3.1), sendo: 6 artigos em ACM DL, 7 artigos em IEEE Xplore, 4 artigos em Scielo, 10 em Elsevier e 13 em SpringerLink. Excepcionalmente, alguns artigos, no decorrer do processo, tiveram seu acesso restrito, não sendo possível a inclusão e a análise de todos. No Apêndice A é apresentada como memória de pesquisa a classificação destes artigos.

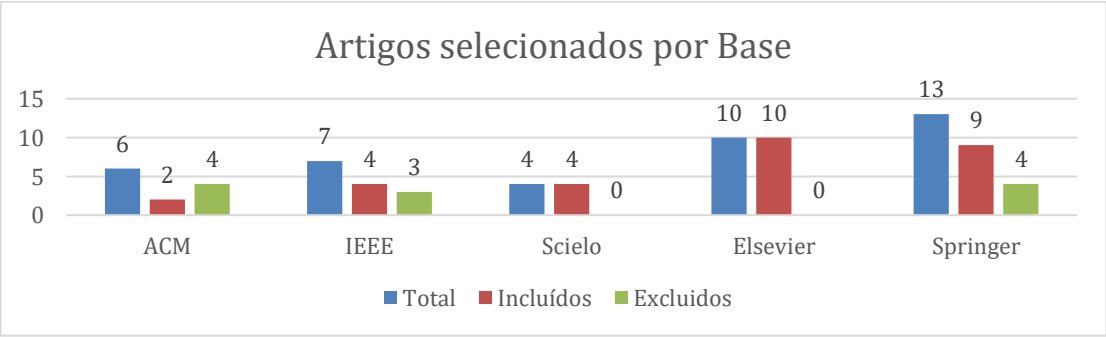
Figura 3.1: Resultados consolidados por bases científicas



Fonte: Próprio Autor (2021)

Depois da etapa de seleção inicial (resultante da pesquisa por chave de busca), foi feita uma verificação primária de: localização, leitura de títulos, leitura de resumos, disponibilidade, redundância e fonte. Com esses dados, foi possível fazer uma seleção dos artigos que seriam incluídos para estudos mais aprofundados. Como resultados, foram selecionados 28 estudos primários dos 40 artigos selecionados inicialmente pela *string* de busca. A Figura 3.2 apresenta um comparativo dos artigos selecionados por base, aplicando o critério de exclusão e inclusão.

Figura 3.2: Estudos selecionados por bases científicas



Fonte: Próprio Autor (2021)

Após estudos aprofundados destes artigos, eles foram classificados conforme sua aderência em relação às três perguntas. A classificação foi elencada como: Muito Útil (4), Útil (3), Pouco Útil (2) e Não Útil (1). Essa classificação pode ser observada no Quadro 3.4.

Quadro 3.4: Aderência dos trabalhos às questões de pesquisa

Artigo/Trabalho	Q1				Q2				Q3			
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1- Human behavior as the source of data in the education system (ALMAZOVA et al., 2019)	x							x		x		
2- DESI: a virtual classroom system for distance education: a design exploration (WANDERLEY et al., 2013)		x					x			x		
3- A survey: Software API and database for emotion recognition (DESHMUKH; JAGTAP, 2017)*	x				x						x	
4- Multimodal mixed emotion detection (PATWARDHAN, 2017)				x		x					x	
5- Group emotion recognition strategies for entertainment robots (COSENTINO et al., 2018)		x					x		x			
6- Remote Facial Emotion Recognition System (KHAZANKIN; SHMAKOV; MALININ, 2019)	x							x			x	
7- Competências do professor no uso das TDIC e de ambientes virtuais (BERALDO et al., 2016)			x					x			x	
8- A praxis docente nos ambientes virtuais de aprendizagem no contexto da dialogicidade (TONELLI; SOUZA; ALMEIDA, 2015)			x			x						x
9- Aprendizagem Mediada por Ferramentas de Interação: Análise do Discurso de Professores em um Curso de Formação Continuada a 10- Distância (OLIVEIRA; REGO; VILLARDI, 2007)				x			x				x	
11- Intelligent tutoring system for distance education (NETO; NASCIMENTO, 2012)			x			x			x			
12- Emotions recognition as innovative tool for improving students' performance and learning approaches (BOUHLAL et al., 2020)		x				x						x
13- A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments (IMANI; MONTAZER, 2019)*	x				x					x		
14- Implementation of academia 4.0 for engineering college education (REKH; CHANDY, 2020)			x					x			x	
15- Virtual world continuance intention (HOOI; CHO, 2017)				x			x					x
16- Designing scalability in required in-class introductory college courses (PICCOLI et al., 2019)			x					x		x		
17- A comprehensive study of parameters in physical environment that impact students' focus during lecture using Internet of Things (UZELAC; GLIGORIC; KRCO, 2015)				x				x			x	
18- The Affective Tutoring System (BEN AMMAR et al., 2010)	x					x					x	
19- Do Children in the Spectrum of Autism Interact with Real-time Emotionally Expressive Human Controlled Avatars? (MANTZIOU; VRELLIS; MIKROPOULOS, 2015)				x			x					x
20- Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (ASD) (GROSSARD et al., 2017)				x			x				x	
21- An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language (CABADA et al., 2018)			x			x					x	
22- Human Computer Intelligent Interaction Using Augmented Cognition and Emotional Intelligence (CHEN; WECHSLER, 2007)			x		x					x		
23- Effect of facial expressions on student's comprehension recognition in virtual educational environments (SATHIK; JONATHAN, 2013)			x		x				x			
24- Study of Algorithms and Methods on Emotion Detection from Facial Expressions: A Review from Past Research (GANTAYAT; LENKA, 2021)				x	x							x
25- A Methodology Approach to Evaluate Cloud-Based Infrastructures in Support for e-Assessment (PRIETO; GAÑÁN, 2020)		x						x				x
26- Artificial Intelligence and Education (WANG et al., 2018)				x			x					x
Convergence of Gamification and Machine Learning: A Systematic Literature Review (KHAKPOUR; COLOMO-PALACIOS, 2020)			x					x				x
27- An Analysis of Student Model Portability (AGUIRRE; URESTI; BOULAY, 2016)				x				x			x	
28- Multimedia and semantic technologies for future computing environments (RHO et al., 2012)				x				x				x

* outras revisões sobre assuntos relacionados

Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme pode-se observar no Quadro 3.5, algumas bases de pesquisas tiveram uma aderência maior às questões de pesquisa. O Quadro 3.5 apresenta a média aritmética simples $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, onde x_i é obtido pelos números 4 (Muito Útil) a 1 (Não Útil) para o trabalho i.

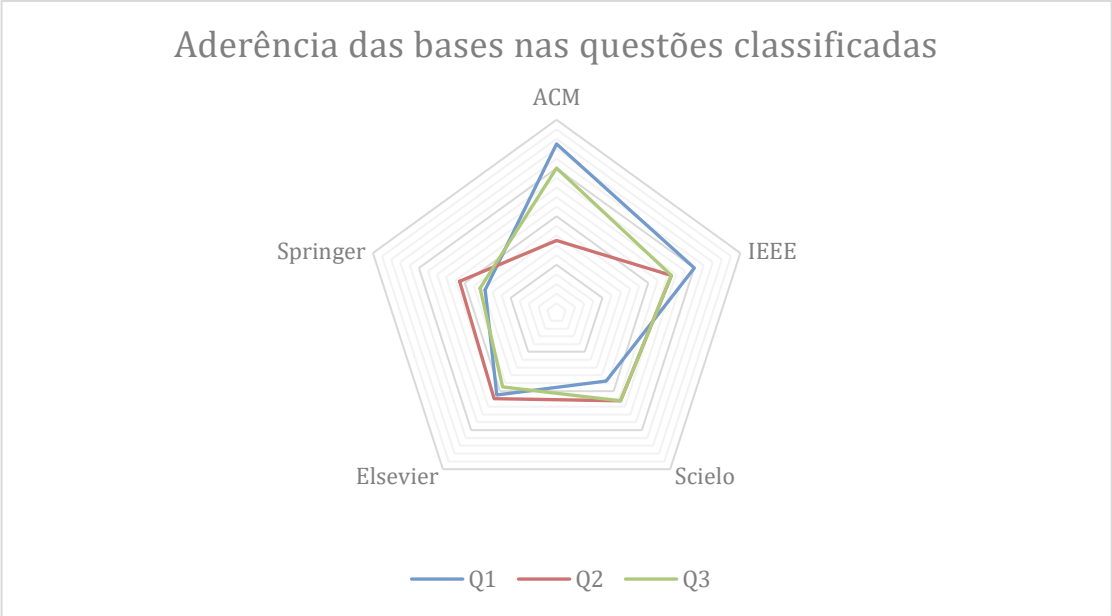
Quadro 3.5: Critérios de inclusão e exclusão

Base de Dados	Q1	Q2	Q3
ACM	3,5	1,5	3
IEEE	3	2,5	2,5
Scielo	1,8	2,3	2,3
Elsevier	2,1	2,2	1,9
Springer	1,6	2,1	1,7

Fonte: Próprio Autor (2021)

Por meio desta média, pode ser observado que a chave de busca obteve performance diferente em bases de dados diversas. A Figura 3.3 apresenta a aderência relativa de cada questão (Q1, Q2 e Q3) e o peso relativo por base.

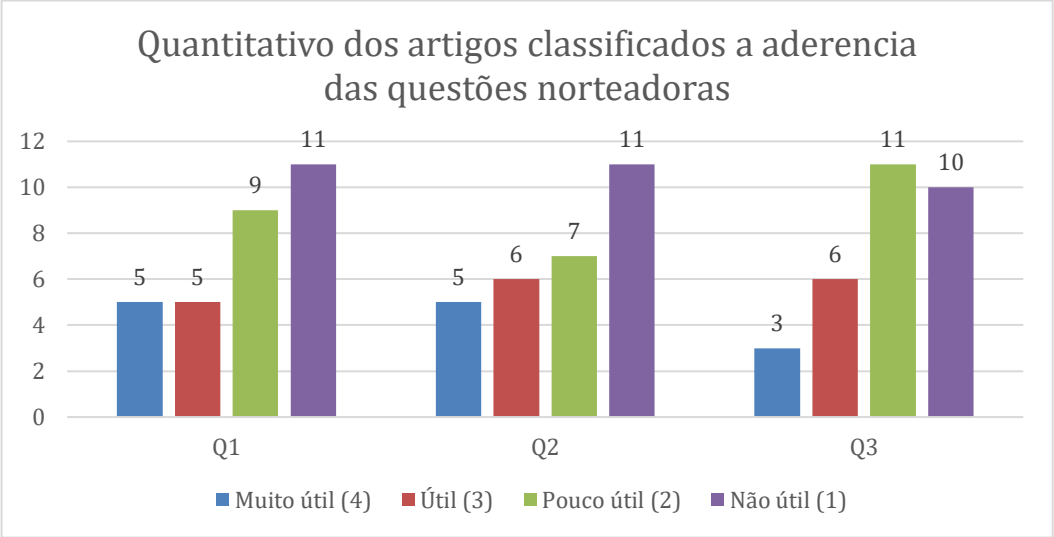
Figura 3.3: Aderência do critério por base



Fonte: Próprio Autor (2021)

Tendo como base a aderência das questões classificadas, temos o quantitativo das questões (Figura 3.4), que foram classificadas entre 4 (Muito Útil) e 1 (Não Útil).

Figura 3.4: Quantitativo de artigos classificados por aderência com as questões norteadoras



Fonte: Próprio autor (2021)

3.3. Síntese e Análise dos trabalhos relacionados

Primeiramente, esta seção apresenta uma breve descrição dos trabalhos relacionados com foco nas questões de pesquisa (subseção 3.3.1); na sequência, é apresenta uma análise dos trabalhos perante essas questões de pesquisa (subseção 3.3.2).

3.3.1. Descrição dos trabalhos relacionados

Primeiramente, destaca-se o trabalho de Wanderley et al. (2013) que estuda a interatividade entre os discentes e docentes, bem como propõe a utilização de tecnologias que proporcionem aos discentes um ambiente mais parecido com a sala de aula presencial. Já Dias (2012) e Santos e Okada (2003) propõem um espaço virtual composto de páginas web, CD-ROMs, vídeos, sons, fóruns, e-mails, entre outros. Esses são organizados e gerenciados por AVAs. Os mesmos autores destacam a importância da interação entre os atores da educação, usando recursos inerentes aos AVAs. Khakpour e Colomo-Palacios (2020) analisam a utilização de técnicas de gamificação na educação e apresentam uma discussão acerca de gamificação sem utilização de jogos.

Hooi e Cho (2017) argumentam que o mundo virtual é diretamente influenciado pelo mundo real e o mundo real também pode ser influenciado pelo virtual. Segundo os autores, devem ser criados mecanismos e métodos que deixem atrativos o mundo e a educação virtual, pois, se não houver interação e identificação entre esses dois mundos, os usuários podem deixá-los de lado e não se interessarem pelo mundo ou pela educação intermediada pelo AVA. Já

Aguirre, Uresti e Boulay (2016) classificam e analisam conteúdos didáticos em AVAs e como esses conteúdos podem ser compartilhados com professores/tutores novos e antigos na criação de novas turmas ou cursos. O artigo ainda propõe que, em alguns casos específicos, o compartilhamento se torna ineficaz, necessitando a completa readequação de conteúdos didáticos. Oliveira, Rego e Villardi (2007) apresentam uma análise da utilização de tecnologia como auxiliadora na educação a distância. Eles enfatizam a importância das linguagens não verbais (incluindo expressões emocionais) como linguagem de interação. O trabalho também faz uma comparação entre prática docente presencial e ensino a distância.

Aspectos ligados à emoção e à afetividade são destacados em vários dos trabalhos analisados. Prensky (2001) discute o papel que as novas tecnologias têm provocado na sociedade, bem como analisa a maneira com que os alunos mais novos e os mais velhos interagem de modo diferente com elas. Professores e conteudistas podem gerar emoções e reações diferentes entre os nativos (que já nasceram com tecnologia) e os imigrantes (aqueles que tiveram que se adaptar), podendo levar ao não interesse e à dificuldade de ambas as partes. Sathik e Jonathan (2013) demonstram que as expressões faciais indicam o nível de interação e compreensão dos alunos durante suas atividades como discentes. Por meio de observação quantitativas, as expressões foram registradas e analisadas estatisticamente, identificando traços emocionais que podem estar presentes em expressões faciais, relacionando-os à compreensão e à dificuldade no processo de aprendizagem e à interação com o conteúdo disponibilizado pelos docentes. Silva, Shitsuka e Paschoal (2015) analisam as diferenças entre as interações e a afetividade entre cursos AVA e presenciais. Partindo de interacionismo (Vygotsky, 1998), os autores discutem a dificuldade no processo de ensino de alunos que não conseguem acompanhar a dinâmica do curso, gerada pela ansiedade de não estarem presencialmente interagindo com o professor.

Os trabalhos analisados apresentam diferentes abordagens para o reconhecimento e a análise de expressão de emoções, bem como possiblidades variadas, tais como na educação inclusiva. Grossard et al. (2017) revisam trabalhos e jogos educacionais para crianças com autismo; expõem resultados com jogos que apresentam em imagens expressões faciais e analisam emoções e reações dos discentes. Mantziou, Vrellis e Mikropoulos (2015) discutem o ensino do reconhecimento de expressões faciais em crianças autistas para que essas consigam romper dificuldades típicas que tal transtorno causa. O artigo propõe e analisa softwares que incentivam o ensino de reconhecimento de expressões faciais por meio de avatares e seus resultados com a prática educacional.

Bouhlal et al. (2020) apresentam diferentes abordagens para o reconhecimento de expressões faciais de emoções por meio de estudos em trabalhos similares. O estudo aponta que as ligações inextricáveis entre cognição e emoções influenciam diretamente na qualidade da tutoria. O trabalho conclui ainda que não adianta o conceito de escola conectada, ou escola 2.0, se ela não consegue interagir emocionalmente entre atores educacionais. Já Uzelac, Gligoric e Krco (2015) apresentam observações sobre problemas no ambiente que podem influenciar no foco e na concentração dos discentes. Para tanto, foram utilizados equipamentos de IoT para medir diversos parâmetros sensoriais e de ambiente e compará-los com as reações emocionais observadas pessoalmente por um ser humano. Em Dewan, Murshed e Lin (2019), os autores, por meio de softwares e webcam, analisam as expressões faciais no momento das atividades on-line; por meio dessa análise, identificam dificuldades e categorizam essas emoções. Os resultados apontam que, quando os atores educacionais conseguem interagir, torna-se possível o envolvimento de alunos em AVA, em casos que na ausência dessa interação eles estariam desmotivados.

Diversas ferramentas e tecnologias para a detecção e análise de emoções são propostas e avaliadas nos artigos selecionados. Imani e Montazer (2019) comparam ferramentas de várias soluções de empresas de reconhecimento facial. Os autores discutem os métodos utilizados por estes aplicativos na detecção de expressão emocional, destacando a importância que a comunicação não verbal tem, seja na interação direta entre os seres humanos, seja naquelas intermediadas por equipamentos eletrônicos. Já Patwardhan (2017) aplicou testes que mostraram dualidades nas próprias emoções, por exemplo, feliz e irritado ao mesmo tempo. Neste estudo, foi discutido que o próprio feedback emocional pode influenciar na detecção das expressões faciais e corporais, como uma retroalimentação, gerando outras emoções e expressões. Para tanto, os autores utilizaram Microsoft Kinect para mapear partes do rosto (sobrancelhas, olhos, lábio, etc.) e o próprio corpo. Consentino et al. (2018) exemplificam o funcionamento do FaceAPI na detecção de expressões faciais por robôs. O trabalho apresenta os parâmetros que o robô utiliza nas detecções de expressões não verbais.

Rho et al. (2012) analisaram e apontaram 40 artigos que descrevem o futuro da tecnologia de reconhecimento facial e seus respectivos estudos. Gantayat e Lenka (2021) classificam quais são os elementos mais importantes no reconhecimento de emoções por imagens. Por meio desta classificação, analisam alguns métodos e algoritmos de detecção de emoções em imagens, elencando vantagens e desvantagens de cada algoritmo. Khazankin, Shmakov e Malini (2019) sugerem a criação de um sistema de reconhecimento de expressões

faciais. O estudo analisou a resistência voluntária e involuntária de discentes ao reconhecimento facial, indicando que o próprio sistema pode provocar reações emocionais a fim de contornar essa resistência.

Jayasinghe e Atukorale (2019) propõem um mecanismo de avaliação on-line por meio do reconhecimento das expressões emocionais para complementar a avaliação somativa. Assim, por meio da tecnologia, o avaliador pode analisar algumas reações conforme for desenvolvendo suas atividades. Isso se aproxima da vivência de um professor presencial, que por meio de reações sutis produzidas incondicionalmente consegue analisar suas reações institivamente. Cabada et al. (2018) apresentam um ambiente de aprendizagem baseado na linguagem de programação Java. Após a aplicação de atividades, o trabalho propôs analisar as reações emocionais dos alunos capturadas por imagens e dados de atividade cerebral, classificando: frustrações, tédio, engajamento e entusiasmo. Ao minerar esses dados, foi possível identificar as atividades que causam desconforto e utilizar esta informação para adaptar o sistema para aumentar a motivação do dissente.

Nos trabalhos selecionados, a Inteligência Artificial (IA) é frequentemente citada como ferramenta para apoiar a educação. Por exemplo, Neto e Nascimento (2012) abordam a importância das comunicações não verbais e propõem um agente de IA que interage com os discentes. Esse agente dá feedback positivo em caso de acerto e reforço positivo em caso de erros. Bem e Ammar (2010) propõem um Sistema Inteligente de Tutoria, que por meio de webcam analisa as expressões faciais do discente. O trabalho também descreve a importância da comunicação não verbal e propõe múltiplos agentes tecnológicos autômatos para as atividades avaliativas desses discentes.

Em Imani e Montazer (2019), os autores fazem uma revisão de literatura e apresentam em seu estudo um método automatizado. Em um primeiro momento, abordam aspectos da ciência cognitiva e da psicológica e, posteriormente, correlacionam com aprendizado de máquina, reconhecimento de padrões e IA. Os autores fazem uma comparação entre diversos métodos de reconhecimento de emoções e apresentam sugestões para utilização em AVA. Já Prentzaz (2013) argumenta que existe uma revolução nos meios educacionais tradicionais com a utilização de IA. O trabalho propõe ainda novas metodologias para melhor o aproveitamento da IA, focado no talento e no conhecimento individual de expressões emocionais, bem como explora a tecnologia de Realidade Virtual (RV).

Chen e Wechsler (2007) propõem um sistema educacional em que a RV interage com o serviço de reconhecimento de expressões faciais e emocionais. Com isso, o sistema proposto consegue identificar expressões emocionais e adaptar o conteúdo educacional, com o objetivo de evitar estados emocionais que possam influenciar negativamente no processo de ensino-aprendizagem.

Outros trabalhos abordam aspectos de infraestrutura, tal como Prieto e Gañán (2020), que apresentam uma metodologia para sistemas educacionais baseados em nuvem a fim de detectar plágio em trabalhos acadêmicos. Para tanto, eles utilizam serviços de reconhecimento facial, ritmo de digitação, semelhança de palavras e comparação de estilo de escrita.

Também foram analisados trabalhos que abordam aspectos práticos da aplicação da tecnologia de AVA e do reconhecimento de expressões emocionais no âmbito da prática do professor e do oferecimento de recursos didáticos da própria escola. Para Piccoli et al. (2019), mesmo em instituições de ensino afetadas por corte de custos, a educação praticada por alguns docentes estimula e dá feedback constante a seus discentes utilizando AVAs. Tonlli, Souza e Almeida (2015) apresentam a importância do docente/tutor incentivador, desafiador e aguçador no aprendizado. Para tanto, é necessário o acompanhamento dos discentes em suas atividades de ensino a distância, não se limitando à intervenção conceitual, mas abrangendo o sentimental.

Beraldo et al. (2016) analisaram práticas docentes utilizando o Moodle como AVA. Esses docentes eram responsáveis por incentivar seus discentes a serem autodidatas (autointeração), obtendo resultados melhores que outros professores que não incentivaram seus alunos. Já Almazova et al. (2019) ponderam sobre como o excesso de controle e informação pode tornar o processo de ensino-aprendizagem não natural. Os autores analisaram dados minerados por meio de dispositivos on-line e off-line.

Por fim, destacam-se Rekh e Chandy (2020), que propõem mudança na escolha da profissão/educação, o que se daria no decorrer da vida acadêmica do discente. Com base em um banco de imagens gerados no mínimo durante 7 anos e uma IA que provoca reações emocionais e faciais, será possível detectar qual a melhor área de atuação/estudo para este aluno.

3.3.2. Análise dos resultados

Não foram encontrados artigos que tratassem simultaneamente e com menções explícitas e diretas todas as questões norteadoras deste trabalho. Os parágrafos a seguir destacam como cada trabalho selecionado aborda as questões.

Q1 - "Como integrar AVAs com serviços de software de SAE?" Cinco (5) trabalhos foram classificados como "muito útil" ao considerar a Q1:

- Almazova et al. (2019): os autores abordam análises feitas por softwares de comportamento humano e sua utilização on-line;
- Deshmukh e Jagtap (2017): o trabalho aborda diversas tecnologias e ferramentas computacionais que podem ser exploradas na análise de emoções;
- Khazankin, Shmakov e Malinin (2019): fazem referências a métodos para interação entre o sistema web e os AVAs;
- Imani e Montazer (2019): fazem uma comparação entre diferentes métodos de reconhecimento de emoções aplicadas a AVAs;
- Ben Ammar et al. (2010): relatam resultados obtidos com sistema proposto de interação dos atores educacionais intermediado pelo LMS.

Feita uma quantificação na conclusão destes 5 (cinco) artigos, pôde-se classificar as palavras mais utilizadas, conforme apresentadas na Figura 3.5.

Figura 3.5: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados muito úteis a Q1

Fonte: Próprio autor (2021)

Durante a leitura e a análise dos artigos, foram identificados vários tópicos ou assuntos recorrentes; os mais relevantes à questão norteadora Q1 são apresentados no Quadro 3.6.

Quadro 3.6: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados muito úteis à Q1

Assuntos	Síntese das abordagens pelos autores
Reconhecimento Facial	Reconhecimento facial por meio de ferramentas computacionais, utilizando webcam ou outros sensores de modo voluntário ou não.
Sistema	Sistema que interaja com o usuário, utilizando métodos automatizados ou com interação entre os atores educacionais. Sistema capaz de intervir em AVAs, a fim de que, o próprio conteúdo possa se adaptar.
Emoção	Identificação de estado emocional, adaptando sistema, contornando resistência e gerando engajamento por empatia e interesse.
Reconhecimento Emocional	Reconhecimento emocional, por meio de análise da face do discente, durante interação com o sistema.
Demonstração e Comunicação	Comunicação entre os atores educacionais, proporcionando ações e interação, com base nas análises e interações do sistema de reconhecimento facial e AVAs.

Fonte: Próprio Autor (2021)

Ainda, quatro (4) artigos foram classificados como "útil" para a Q1:

- Wanderley et al. (2013): abordam a tecnologia e como interagir com AVAs;
- Cosentino et al. (2018): abordam a integração humana com robôs;
- Bouhlal et al. (2020): apresentam fases e metodologias que podem ser empregadas em aplicativos de reconhecimento facial e AVAs;
- Prieto e Gañán (2020): propõem a utilização de sistemas baseados em nuvem, sua integração com REST e JSON e autenticação e integração no Moodle.

A Figura 3.6 apresenta as palavras mais utilizadas na conclusão desses artigos.

Figura 3.6: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados úteis à questão Q1

Fonte: Próprio autor (2021)

Durante a leitura e a análise dos artigos, foram identificados vários tópicos ou assuntos recorrentes; os classificados como úteis à questão Q1 são apresentados no Quadro 3.7.

Quadro 3.7: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados úteis à Q1

Assuntos Recorrentes	Síntese das abordagens pelos autores
Reconhecimento Facial	Reconhecimento facial por meio sensores diversos e análise pela inteligência artificial.
Ambientação	Propõem ambiente mais parecido com o presencial (sala de aula), tornando-o, mais instintivo.
Emoções	Evidência práticas educacionais que envolvam discentes emocionalmente em atividades
Análise de ensino presencial	Propõem metodologias e softwares, locais ou em nuvem, que consigam analisar características da sala de aula presencial e transpor para virtual.
AVAs e design	Propõem design instintivos e interativos dentro de plataformas AVAs, que simulem sala de aulas presenciais.

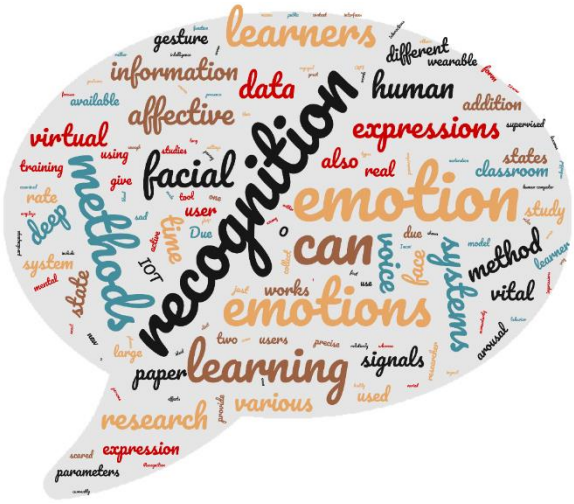
Fonte: Próprio Autor (2021)

Q2 - "Quais e como as análises de expressões emocionais podem ser agregadas como feedback em atividades e avaliações?" Cinco (5) trabalhos foram classificados como "muito útil":

- Deshmukh e Jagtap (2017): os autores abordam teorias específicas à tecnologia de reconhecimento facial;
- Imani e Montazer (2019): apresentam literatura e teorias que ilustram que o feedback pode influenciar diretamente no processo cognitivo;
- Chen e Wechsler **(**2007): propõem mundos virtuais específicos, nos quais o discente interage, bem como um sistema que consegue reconhecer e interagir;
- Sathik e Jonathan **(**2013): apresentam a eficácia e a importância das expressões faciais na interpretação não formal no processo de ensino-aprendizagem;
- Gantayat e Lenka (2021): os autores fazem uma análise de vários métodos e algoritmos de reconhecimento facial, elencando pontos forte e fracos de cada um.

A Figura 3.7 apresenta as palavras mais utilizadas na conclusão desses artigos.

Figura 3.7: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados muito úteis à Q2



Fonte: Próprio autor (2021)

Durante a leitura e a análise dos artigos, foram identificados vários tópicos ou assuntos recorrentes; os mais relevantes à questão norteadora Q2 são apresentados no Quadro 3.8.

Quadro 3.8: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados muito úteis à Q2

Assuntos Recorrentes	Síntese das abordagens pelos autores
Reconhecimento	Métodos de reconhecimento facial de forma automatizada, utilizando inteligência artificial e softwares especialistas.
Emocionais	Variáveis podem influenciar no estado emocional do discente e assim também, influenciar no seu interesse.
Aprendizagem	Aprendizagem melhorada pela retroalimentação de conteúdo, que foram identificadas por métodos de identificação emocional.
Métodos de análise faciais	Método em que atores educacionais, por meio de análises faciais, interajam de forma a identificar situações que facilitem a aprendizagem.
Algoritmos de reconhecimento facial	Apresenta e compara algoritmos de aplicativos que fazem a leitura facial, a fim de identificar estado emocional.

Fonte: Próprio Autor (2021)

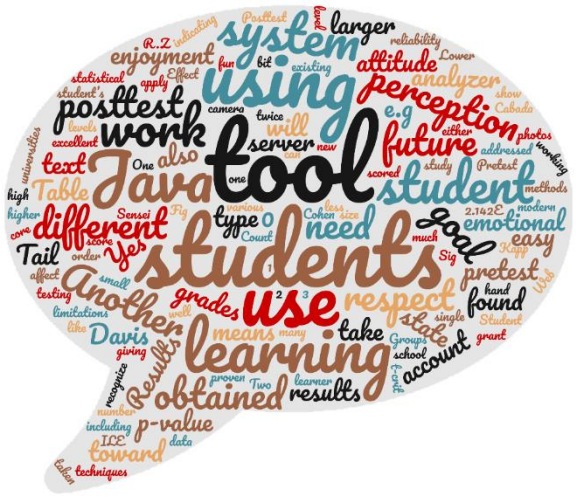
Ainda, 6 (seis) artigos foram classificados como "útil" para a Q2:

- Patwardhan **(**2017): o autor demonstra que o feedback influencia na emoção e nas ações dos discentes;
- Tonelli, Souza e Almeida **(**2015): o trabalho apresenta resultado de estudos que apontam a importância do feedback entre atores da educação;
- Neto e Nascimento (2012): o trabalho aponta literaturas que, em seus resultados, demonstram a importância das emoções na interatividade e nas avaliações;
- Bouhlal et al. (2020): os autores apresentam a importância de todos os atores estarem engajados e felizes, influenciando diretamente em suas expressões faciais;

- Ben Ammar et al. (2010): o trabalho discute a importância da influência da comunicação não verbal e como isso influencia na interação;
- Cabada et al. (2018): o trabalho apresenta resultado da análise da relação das atividades cerebrais com a interação com fotografias e imagens.

A Figura 3.8 apresenta as palavras mais utilizadas na conclusão desses artigos.

Figura 3.8: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados úteis à questão Q2



Fonte: Próprio autor (2021)

Durante a leitura e a análise dos artigos, foram identificados vários tópicos ou assuntos recorrentes; os classificados como úteis à questão Q2 são apresentados no Quadro 3.9.

Quadro 3.9: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados úteis à Q2

Assuntos Recorrentes	Síntese das abordagens pelos autores
Atividades influenciam nas emoções	Atividades podem influenciar positivamente ou negativamente na emoção dos discentes. Esses podem passar de um estado confortável a irritado, e vice-versa, muito facilmente.
Expressões faciais	Dualidade na própria expressão facial, podem deixar passar emoções que interfiram negativamente na análise.
Utilização de sistemas computacionais	A utilização de linguagens de programação apropriada, são essenciais para análise de imagens.
Interação entre os atores educacionais	Descreve a importância da interação entre tutores e discentes, a fim de criar um ambiente mais próximo a sala de aula presencial.
Análise e retorno na aprendizagem	Apresenta a importância da análise, identificando variáveis que criam desconforto e retroalimentação positivas no processo de aprendizagem.

Fonte: Próprio Autor (2021)

Q3 - "Como gerar relatórios para apoiar os docentes no aprimoramento das atividades avaliativas?" Três (3) artigos foram classificados como "muito útil" para a questão Q3.

- Cosentino et al. (2018): o trabalho apresenta resultados de análise feitos por aplicativo que descreve a interação entre humanos e robôs;

- Neto e Nascimento **(**2012): o trabalho enfatiza a importância do feedback, da construção e da adequação de atividades com base nos erros e acertos;
- Sathik e Jonathan (2013): quantificam e analisam dados de linguagens não formais, definindo quais linguagens podem ser utilizadas com maior eficiência.

A Figura 3.9 apresenta as palavras mais utilizadas na conclusão desses artigos.

Figura 3.9: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados muito úteis à Q3

Fonte: Próprio autor (2021)

Durante a leitura e a análise dos artigos, foram identificados vários tópicos ou assuntos recorrentes; os mais relevantes à questão norteadora Q3 são apresentados no Quadro 3.10.

Quadro 3.10: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados muito úteis à Q3

Assuntos Recorrentes	Síntese das abordagens pelos autores
Interação com discentes	Interação de modo discreto com discentes, com reforço positivo nos acertos e construindo caminhos a assuntos mais dificultosos.
Análise expressões não verbais	Identificação e análise de expressões não verbais, e sua importância no processo avaliativo e de aprendizagem.
Retorno do processo de aprendizagem	A partir da análise das expressões não verbais, é possível criar uma base de dados, com questões que criaram maior assertividade dos discentes, possibilitando ao tutor criar conteúdo com maior engajamento.

Fonte: Próprio Autor (2021)

Ainda, 5 (cinco) artigos foram classificados como "útil" para a Q3:

- Almazova et al. (2019): os autores apontam que o excesso de atividade pode gerar a sensação de coerção e o não engajamento;
- Wanderley et al. (2013): o trabalho propõe um design de software que proporcione um ambiente mais próximo a uma sala de aula, como ícones em formato de mãos levantadas. Nesse caso, a detecção das mãos levantadas é feita

por meio de sensores que captam movimentos por meio de infravermelho e vídeo;

- Imani e Montazer (2019): propõem um tipo de questionário que pode gerar dados a respeito da atratividade da interação;
- Piccoli et al. (2019): o trabalho discute quais relatórios gerados por software influenciam diretamente no estudo independente, sem estímulos de tutores, pelos discentes;
- Chen e Wechsler (2007): o trabalho aborda ações como reconhecimento de fala, expressões faciais e rastreamento dos olhos.

A Figura 3.10 apresenta as palavras mais utilizadas na conclusão desses artigos.

Figura 3.10: Termos mais utilizados na conclusão dos trabalhos considerados úteis à questão Q3

Fonte: Próprio autor (2021)

Durante a leitura e a análise dos artigos, foram identificados vários tópicos ou assuntos recorrentes; os classificados como úteis à questão Q3 são apresentados no Quadro 3.11.

Quadro 3.11: Síntese de assuntos e abordagens dos trabalhos considerados úteis à Q3

Assuntos Recorrentes	Síntese das abordagens pelos autores
Reconhecimento emocional	Reconhecimento emocional, coletados por dispositivos e processamentos computacionais como um processo essencial na análise e processamento de dados
Dispositivos	Utilização de diversos dispositivos na captação e interação entre atores educacionais
Análise de dados captados	Importância na interação entre atores educacionais, utilizando a análise dos dados coletados
Ambiente Virtual de Aprendizagem	Ambientes Virtuais de Aprendizagem, onde há interação constante entre atores educacionais, proporcionando ao discente acolhimento

Ambiente Virtual como se fosse presencial.	Importância da criação de ambientes virtuais, o mais parecido possível com ambientes presenciais. Criar atalhos e mecanismos, que o discente possa interagir com o sistema de forma intuitiva.

Fonte: Próprio Autor (2021)

3.4. Considerações Finais do Capítulo

Ao longo da análise dos 28 artigos (Quadro 3.12), foi observado que não há trabalhos que tratem especificamente da integração de serviços de reconhecimento da expressão emocional do discente e soluções avaliativas em AVAs, tal como o Moodle. Com isso, espera-se aproximar um pouco mais a comunicação por AVA do ensino presencial, no qual o docente consegue de maneira informal avaliar se seus alunos estão emocionalmente envolvidos.

Quadro 3.12: Objetivo e aplicação dos trabalhos selecionados e desta dissertação

Artigo/Trabalho	Objetivo			Aplicação							
	A	**R**	**P**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1- (ALMAZOVA et al., 2019)	X	X		X	X			X		X	
2- (WANDERLEY et al., 2013)											
3- (DESHMUKH; JAGTAP, 2017)	X	X	X	X	X		X		X		
4- (PATWARDHAN, 2017)	X		X	X	X	X	X		X		
5- (COSENTINO et al., 2018)	X	X	X	X	X	X	X		X		
6-(KHAZANKIN; SHMAKOV; MALININ, 2019)				X	X	X	X		X	X	
7- (BERALDO et al., 2016)	X	X			X		X	X		X	X
8- (TONELLI; SOUZA; ALMEIDA, 2015)	X	X			X		X	X		X	X
9- (OLIVEIRA; REGO; VILLARDI, 2007)	X	X					X	X		X	X
10- (NETO; NASCIMENTO, 2012)	X	X								X	X
11- (BOUHLAL et al., 2020)											
12- (IMANI; MONTAZER, 2019)	X	X	X	X	X		X		X	X	X
13- (REKH; CHANDY, 2020)		X		X				X			X
14- (HOOI; CHO, 2017)	X	X					X	X		X	X
15- (PICCOLI et al., 2019)	X	X	X			X	X	X		X	X
16- (UZELAC; GLIGORIC; KRCO, 2015)	X		X		X			X		X	
17- (BEN AMMAR et al., 2010)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
18- (MANTZIOU; VRELLIS; MIKROPOULOS, 2015)	X	X	X	X	X			X		X	X
19- (GROSSARD et al., 2017)		X			X			X		X	X
20- (CABADA et al., 2018)	X	X		X	X	X	X		X		
21- (CHEN; WECHSLER, 2007)	X	X		X	X			X		X	X
22- (SATHIK; JONATHAN, 2013)	X	X		X	X				X	X	X
23- (GANTAYAT; LENKA, 2021)		X		X	X				X		
24- (PRIETO; GAÑÁN, 2020)	X	X					X	X		X	
25- (WANG et al., 2018)	X	X			X		X	X		X	
26- (KHAKPOUR; COLOMO-PALACIOS, 2020)	X	X			X			X		X	
27- (AGUIRRE; URESTI; BOULAY, 2016)		X			X		X	X		X	X
28- (RHO et al., 2012)		X		X	X				X		
Este trabalho	***X***	***X***	***X***	*****	*****	***X***	***X***	***X***	*****	***X***	***X***

* utilizados da Face API

Fonte: Próprio Autor (2021)

O Quadro 3.12 apresenta as características dos trabalhos analisados, sendo: (A) Análise, (R) Revisão Sistemática e (P) Aplicação/Ação. Este quadro também inclui características ligadas à aplicação, sendo: (1) Reconhecimento Facial, (2) Percepção de Expressão Emocional, (3) Aplicação (Linguagens aplicadas a TICs), (4) Comunicação de Resultado de Análises, (5) AVA e Design, (6) Métodos e Algoritmos de Reconhecimento Facial, (7) Interação entre atores educacionais e (8) Avaliação somativa.

Conforme apresenta o Quadro 3.12, esta proposta difere dos demais trabalhos no que diz respeito ao objetivo e à aplicação. Os itens 1 (Reconhecimento Facial) e 6 (Métodos e Algoritmos de Reconhecimento Facial) não são foco principal deste trabalho, mas estão presentes na solução apresentada por meio da Microsoft Face API.

4. Design e Desenvolvimento da Solução

Com base na revisão da literatura, conforme apresentada nos capítulos anteriores, foi realizada uma proposta de design e o desenvolvimento de uma solução que leva em consideração expressões emocionais integradas ao Moodle. A seção 4.1 apresenta a metodologia de pesquisa utilizada e a concepção inicial do FREELMS (*Facial Recognition Emotional and Engagement in Learning Management System*). A seção 4.2 detalha o projeto do FREELMS, assim como cenários de aplicação e regras. A seção 4.3 descreve o funcionamento da ferramenta computacional integrada ao Moodle. Por fim, a seção 4.4 apresenta os detalhes principais da implementação do FREELMS.

4.1. Metodologia de Pesquisa e Concepção Inicial do FREELMS

O design do FREELMS foi inicialmente fundamentado em experiências do próprio pesquisador, estudos da literatura e avalições empíricas, que apontam para a dificuldade em reconhecer por meio de LMS as expressões ligadas às emoções que afetam os discentes na hora de responder questionários on-line. Conforme a Figura 4.1, o método de pesquisa (e design) empregado é composto de quatro passos, que incluem as seguintes etapas principais:

1) *Identificação* e caracterização do problema. O problema foi inicialmente identificado com base na interação com alunos do IFSP campus Pirituba e Guarulhos, realizada por meio de prospecção e entrevistas informais pelo pesquisador. Na sequência, foi realizada revisão exploratória da literatura para identificar o referencial e a tecnologia a ser empregada na solução (cf., Capítulo 2), bem como revisão sistemática sobre soluções utilizadas pelos principais trabalhos relacionados (cf., Capítulo 3).
2) *Proposta* de um conjunto inicial de funcionalidades e tecnologias. Com base nos resultados da etapa 1, foi proposto um conjunto de funcionalidades, características e tecnologias a serem utilizadas. O resultado é uma concepção inicial baseada nesta proposta e apresentada nesta seção.
3) *Desenvolvimento* iterativo do sistema do FREELMS. Inicialmente, foi data atenção à construção de relatórios síncronos e, posteriormente, aos relatórios assíncronos.
4) *Avaliação e Análise*. A avaliação foi inicialmente aplicada a especialistas, professores e discentes do curso de mestrado em Ciência da Computação, sendo detalhada neste Capítulo. Após retomar às etapas anteriores para implementação de novas

funcionalidades, uma avaliação mais detalhada foi realizada com docentes e alunos do IFSP campus Pirituba.

Figura 4.1: Etapas da pesquisa

Fonte: Próprio Autor (2021)

Com base na execução das duas primeiras etapas, foi possível sintetizar o design inicial da solução, apresentado nos próximos parágrafos. Para tanto, foram criadas estórias do usuário, que podem ser sintetizadas pela seguinte descrição de cenário de uso (para exemplificação):

- Discentes respondem a um questionário aleatório dentro do AVA - Moodle, elaborado com questões de múltipla escolha de assuntos de conhecimentos gerais, por exemplo, criadas com base nas avaliações do Exame Nacional de Desempenho Estudantil (ENADE). Espera-se que este questionário provoque alguma(s) reação(ões) e expressões emocionais no ato da execução.
- Cada aluno tem uma experiência única de interação, que pode ser expressada em reações faciais. O sistema deve capturar essas expressões via uma câmera.
- O sistema deve identificar expressões faciais ligadas às emoções, incluindo aquelas que geram desconforto aos discentes. Relatórios devem apoiar os docentes em identificar questões e analisá-las de maneira integrada ao LMS.
- Com base nisso, os docentes podem (de acordos com critérios próprios) reelaborar questões e conteúdo no próprio LMS. Por exemplo, os docentes

podem elaborar questões que diminuam o desconforto dos discentes que estão em ensino remoto. Entretanto, está fora do escopo desta dissertação definir as estratégias que podem ser utilizadas pelos docentes para tanto.

Com base nesse cenário e na observação de que as expressões mudam constantemente conforme o discente interage com o objeto de LMS, foi definido que o sistema deve ser capaz de captar imagens continuamente e identificar mudanças que ocorram durante as atividades avaliativas em LMS. Para tanto, o sistema deve:

1) **Integrar:** o sistema tem que integrar os objetos de ensino-aprendizagem do Moodle por meio de pacotes SCORM com o serviço de computação cognitiva da Microsoft (Microsoft Azure Face API).
2) **Executar:** acessar a webcam de computadores do tipo desktop e notebooks e analisar a imagem para reconhecimento das expressões faciais.
3) **Apresentar**: possuir funcionalidades que apresentem aos docentes, tutores e/ou criadores de conteúdo relatórios síncronos (na hora da execução da questão) e assíncronos, com estatísticas por aluno e por questões.

De maneira resumida, destacam-se as seguintes características técnicas elencadas na concepção inicial do sistema a fim de implementar este trabalho:

- Uso de computadores desktop ou notebooks, com softwares e hardwares compatíveis para execução de páginas de internet rodando HTML, HTML5 e Java Script.
- Hardware com periféricos de captação de imagem em tempo real do tipo webcam, com resolução igual ou superior ao padrão VGA[28], com conexão por meio de entradas USB ou instaladas na própria carcaça do equipamento.
- O acesso do discente ao LMS-Moodle se dá com servidores deste serviço, sendo executados localmente em máquinas virtuais ou nuvem, com autenticação por meio de usuário e senha.
- Acesso ao docente/tutor/desenvolvedor com as mesmas características do acesso ao discente, acrescentado de direitos administrativos de criação e modificação de conteúdo.

[28] VGA (Video Graphics Array) padrão para resolução 800 x 600 pixels 60hz. Fonte: https://glenwing.github.io/docs/VESA-DMT-1.13.pdf

- Os *plugins* de atividades e questionários LMS e SCORM devem estar ativos e liberados, pelo administrador do LMS-Moodle, para utilização por parte dos atores educacionais.
- Conta e acesso a serviços do Microsoft Azure Face API para reconhecer as expressões emocionais dos alunos.
- Desenvolvimento de programa para comunicação entre objeto de aprendizagem SCORM, Moodle e Microsoft Azure Face API.
- Desenvolvimento de programa para criação de relatórios síncronos e assíncronos para o docente. Os relatórios síncronos devem estar disponíveis diretamente no sistema Moodle e os assíncronos podem utilizar recursos adicionais como leitura de PDF, planilhas Excel, etc.

4.2. O projeto do sistema FREELMS

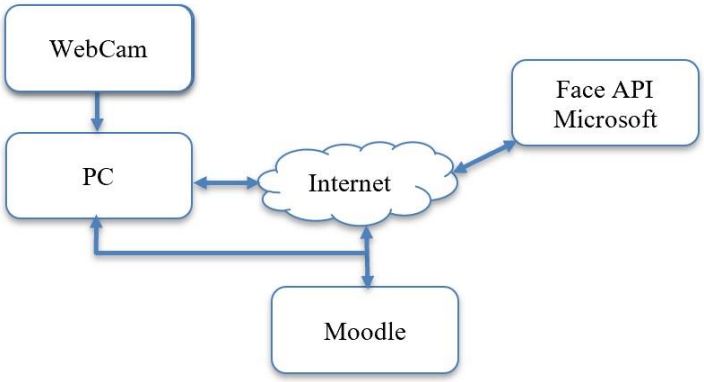
A proposta do sistema FREELMS é captar e analisar expressões faciais de discentes que se sentem à frente de um computador na hora de realizar questões e assim gerar relatórios para os docentes. Conforme observado na Figura 4.2, o discente precisará enxergar a tela com as atividades propostas e a webcam deverá conseguir captar suas expressões faciais.

Figura 4.2: Posição desejável para captação de imagens pela Webcam

Fonte: Adaptado de internet (2021)

Com esta concepção inicialmente proposta, foi possível organizar e projetar uma arquitetura de alto nível, que pode ser observada na Figura 4.3.

Figura 4.3: Arquitetura de alto nível do FREELMS

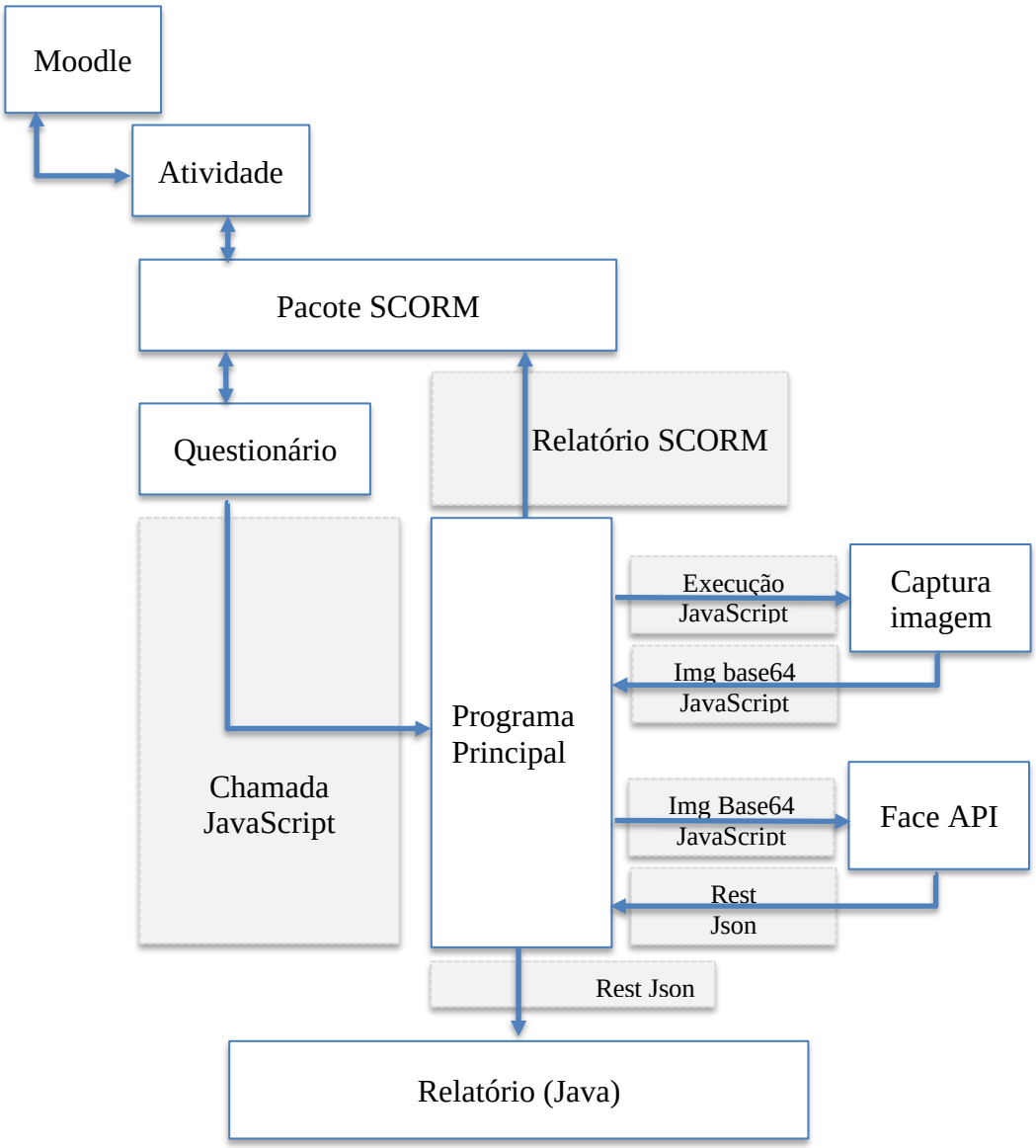


Fonte: Próprio Autor (2021)

O sistema FREELMS é destinado a ser usado em um computador do tipo computador pessoal, com conexão a uma webcam para capturar expressões faciais; conexão local a um LMS-Moodle a partir de uma máquina virtual no mesmo computador pessoal ou em um computador designado a executar um LMS-Moodle; conexão direta com a internet ou a partir de uma rede interna particular, por meio de um dispositivo de rede devidamente configurado para tal acesso. Através da mesma conexão de internet, deve ser realizado o acesso por meio de autenticação própria aos serviços cognitivos da Microsoft e ao LMS-Moodle hospedados em servidores próprios ou por serviço de armazenamento de terceiros.

Na Figura 4.4 temos um diagrama simplificado da arquitetura de software do sistema proposto. Da esquerda para a direita, está o LMS (caixa *Moodle*), na qual são criadas as atividades (caixa *Atividade*). O Pacote SCORM contém o "*Questionário* de Avaliação". O *Programa Principal* é executado durante a avaliação; ele executa a captura da imagem do aluno, faz transformações de formato (para base64), executa o serviço externo (*Face API*) e, por fim, gera relatórios com base nas expressões de emoções capturadas.

Figura 4.4: Diagrama simplificado da arquitetura do software



Fonte: Próprio Autor (2021)

A Figura 4.5 apresenta o diagrama de casos de uso, que modela o papel de cada ator no uso do sistema, incluindo *administrador*, *docente* e *discente*. O *administrador* do sistema deverá preparar e conferir se o LMS está com *plugin* do SCORM instalado e habilitado para funcionamento, além de designar usuários e suas funções dentro do LMS. O administrador deve definir quais cursos utilizarão o *plugin* do SCORM, garantindo que os recursos necessários estejam disponíveis para funcionamento. Poderá também criar atividades padrão SCORM para que, posteriormente, sejam alimentadas por questões desenvolvidas por docentes. O ator *docente* (Figura 4.5) pode criar atividades SCORM e calibrar a webcam, se necessário. Deve alimentar atividades com questionários relativos à disciplina proposta e ativar o FREELMS

para captação e análise das imagens. Ele deverá também coletar resultados que poderão ser analisados e avaliados. O ator *discente* (lado esquerdo da Figura 4.5) deverá responder aos questionários e calibrar a webcam, se necessário. A concretização dos casos de uso apresentada na Figura 4.5 é detalhada na seção 4.3.

Figura 4.5: Diagrama de casos de uso para o Sistema FREELMS

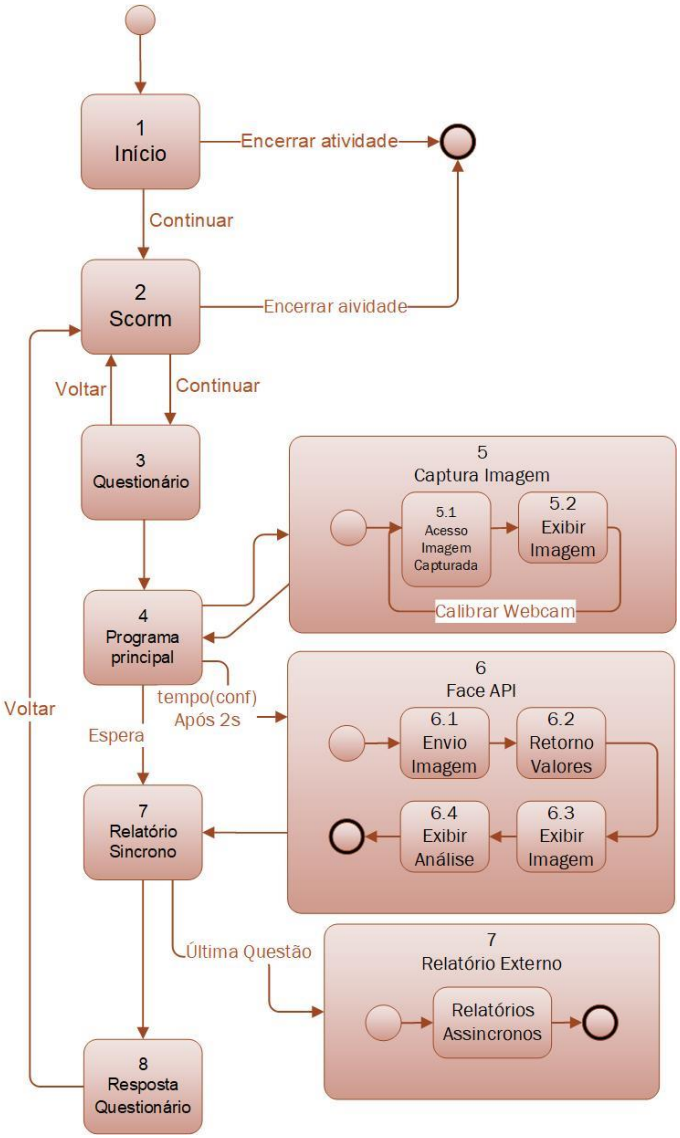
Fonte: Próprio Autor (2021)

A Figura 4.6 apresenta a sequência de atividades quando um aluno interage com o protótipo FREELMS. Após acessar o Moodle (Atividade 1), o pacote SCORM é ativado (Atividade 2) e as questões de avaliação são apresentadas aos alunos (Atividade 3). Em seguida, é executado o programa JavaScript principal (Atividade 4), que executa duas sub-rotinas: uma para acessar a imagem na webcam e transformá-la em formato base64 (Atividade 5) e outra para acessar a API Face (Atividade 6). A Atividade 6 é executada após os dois segundos em intervalos configuráveis depois da exibição da pergunta ao aluno. A Atividade 6 é composta por quatro tarefas, incluindo o envio da imagem (Subatividade 6.1), o recebimento de valores do serviço de detecção de expressão facial (Subatividade 6.2), a exibição da imagem (Subatividade 6.3) e o envio de sua análise em tempo real para o professor em um relatório síncrono (Subatividade 6.4). Após isso, o sistema aguarda a resposta do aluno (Atividade 7)

para gerar o relatório síncrono e, se for a última questão do questionário, gerar o relatório assíncrono, que será armazenado em arquivo do tipo *Portable Document Format* (.pdf), permitindo que o professor possa acessar os relatórios sintéticos da interação do aluno. A última atividade (Atividade 8) é executada incluindo os resultados no pacote SCORM da interação do aluno com os questionários disponibilizados pelo professor.

O Apêndice D demonstra o passo a passo e detalhadamente como criar um questionário no padrão SCORM, utilizando-se de ferramenta de autoria. O Apêndice E apresenta as atividades realizadas pelos administradores, docentes e discente no FREELMS na forma de processos. O Apêndice F escreve em detalhes a sequência de tarefas, decisões e funcionalidades do sistema.

Figura 4.6: Diagrama de estado da aplicação



Fonte: Próprio Autor (2022)

4.3. O Funcionamento do sistema FREELMS

A próxima seção apresenta o funcionamento do sistema no Moodle. A subseção 4.3.1 apresenta a interface do aluno, bem como o feedback síncrono (em tempo real) ao professor, ou seja, o relatório síncrono. A subseção 4.3.2 apresenta os relatórios assíncronos gerados pela ferramenta, tanto o relatório orientado ao aluno quanto o orientado à questão.

4.3.1. Interface do Aluno e Feedback síncrono ao professor

A Figura 4.7 apresenta a interface do FREELMS, integrada ao Moodle, na visão do aluno. Do lado esquerdo, é exposto o índice de questões; acima, o aluno pode ver sua própria imagem em tempo real; abaixo, é apresentada a questão a ser respondida.

Figura 4.7: Interface do FREELMS na visão do Aluno

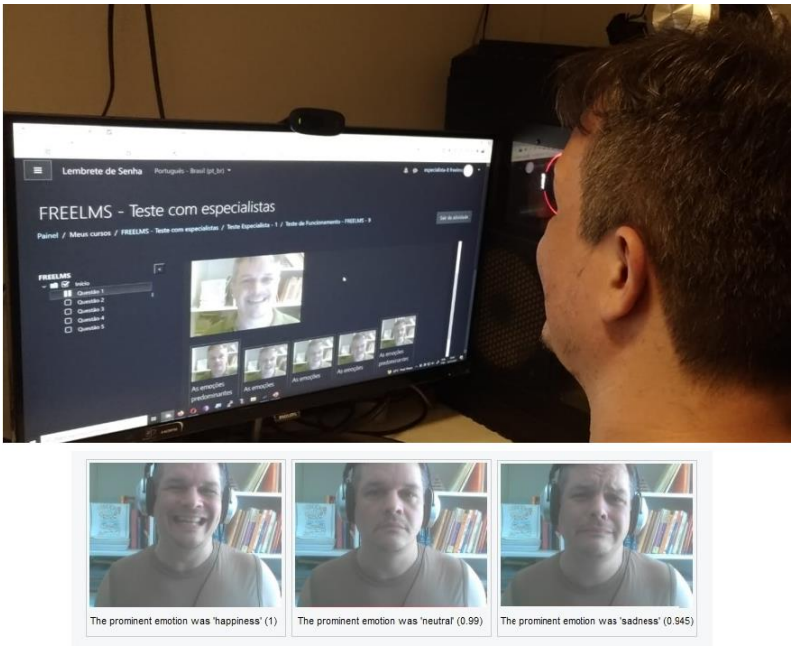
Fonte: Próprio Autor (2021)

A Figura 4.8 apresenta um usuário interagindo com o protótipo do FREELMS (topo da figura), bem como um exemplo do feedback síncrono (em tempo real) fornecido aos professores.

A parte inferior da Figura 4.8 apresenta a interface do professor executada em tempo real. Neste exemplo, são fornecidas três imagens com alterações de expressões emocionais, da esquerda para a direita: felicidade, neutro e tristeza; ou seja, o sistema apresenta a expressão emocional predominante com mudanças em tempo real (*i.e.*, em um intervalo de tempo configurável), de acordo com os valores recebido da Microsoft Face API. Espera-se, portanto, fornecer feedback imediato aos professores para que possam agir de acordo com suas estratégias de ensino.

Ressaltamos que está fora do escopo deste artigo propor e discutir o método de aprendizagem baseado na expressão emocional, uma vez que o FREELMS se concentra em fornecer suporte técnico para que os professores possam explorar as expressões emocionais dos alunos em um LMS (Moodle).

Figura 4.8: Exemplo de um usuário interagindo com o FREELMS (acima) e feedback síncrono para professores (abaixo)



Fonte: Próprio Autor (2021)

4.3.2. Relatórios Assíncronos

O protótipo FREELMS fornece dois relatórios configuráveis para os professores para que possam analisar de forma assíncrona as reações dos alunos quando respondem a perguntas avaliativas.

O primeiro relatório diz respeito às reações de cada aluno (individual) a cada questão. O objetivo deste relatório é dar uma visão geral das expressões emocionais do aluno ao longo do tempo. Além das medidas estatísticas por questão, o professor também pode visualizar uma lista completa das expressões emocionais dos alunos, a cada momento, durante as respostas no sistema Moodle.

A Figura 4.9 apresenta um exemplo de relatório de um aluno. Este relatório contém as medidas de moda, média e mediana das expressões emocionais predominante e secundária para

cada questão respondida pelo aluno. A expressão facial predominante e secundária, são atributos de funcionamento e captação do Microsoft Face API, que tem a precisão de 90% a 95% (MICROSOFT, 2022) e indicam a tendencia de uma emoção conflitante. Além dessas medidas, este relatório também inclui dez imagens para cada questão, com resultados da análise das expressões emocionais predominantes e secundárias dos alunos.

No caso da Figura 4.9, temos a felicidade como expressão emocional predominante na primeira questão, tristeza na segunda e neutra na terceira. Com essas informações, o professor pode, por exemplo, identificar questões que geraram expressões negativas em determinado aluno, detectar oscilações de humor ou visualizar se ele possui expressões negativas como um todo. Os relatórios são gerados em formato PDF e podem conter um número de questões configuráveis.

Figura 4.9: Exemplo de relatório assíncrono para um estudante individual

Random Capture

Question	Mode Predominant Emotions	Mode Secondary Emotions
1	happiness (8), neutral (2)	sadness (2)
2	sadness (10)	disgust (10)
3	neutral (10)	sadness (10)

Question	Average Predominant Emotions	Average Secondary Emotions
1	happiness (1.000), neutral (0.927)	sadness (0.072)
2	sadness (0.938)	disgust (0.055)
3	neutral (0.929)	sadness (0.064)

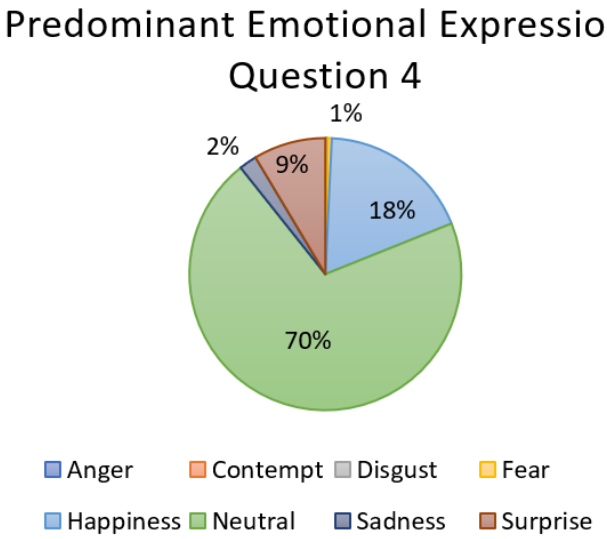
Question	Median Predominant Emotions	Median Secondary Emotions
1	happiness (1.000), neutral (0.927)	sadness (0.072)
2	sadness (0.968)	disgust (0.024)
3	neutral (0.933)	sadness (0.061)

Fonte: Próprio Autor (2022)

O segundo relatório assíncrono diz respeito às medidas estatísticas e aos gráficos de um grupo de alunos para uma determinada questão ou grupo de questões. O FREELMS exporta em formato *.csv* os dados dos resultados, que estão incluídos em modelos predefinidos do Microsoft Excel.

A Figura 4.10 apresenta um exemplo de gráfico gerado para uma questão específica para um grupo de alunos. De acordo com a Figura 4.10, 70% dos alunos tiveram como expressão emocional predominante o neutro, 18% felicidade, 9% surpresa, 2% tristeza e 1% medo.

Figura 4.10: Exemplo de relatório assíncrono para uma questão individual

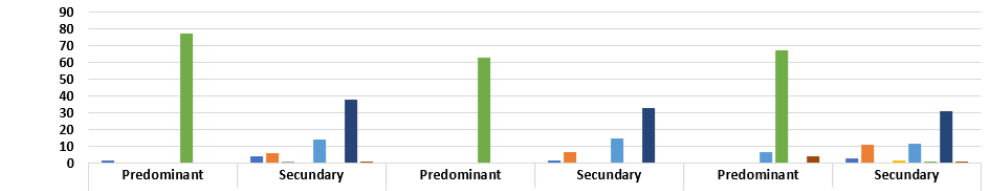


Fonte: Próprio Autor (2022)

A Figura 4.11 apresenta outro exemplo de gráfico gerado no relatório assíncrono por questão do FREELMS. Este gráfico inclui o número de expressões emocionais capturadas por pergunta para um determinado grupo de usuários. Inclui também as expressões predominantes e secundárias para cada questão. Nosso objetivo é fornecer uma interface para facilitar a comparação gráfica e numérica, feita pelo professor, das expressões dos alunos em um conjunto de questões (lado a lado). Como supracitado, os gráficos são importados em *templates* do Microsoft Excel pré-definidos, nos quais os usuários (docentes) podem configurar diferentes representações gráficas e agrupamentos de dados alternativos.

O Apêndice G apresenta mais detalhes do funcionamento do FREELMS e um guia para sua instalação e configuração, bem como os passos para a elaboração de questões que fazem uso desta ferramenta.

Figura 4.11: Exemplo de um gráfico com várias expressões emocionais por pergunta, lado a lado.



	Question 1		Question 2		Question 3	
	Predominant	Secundary	Predominant	Secundary	Predominant	Secundary
Anger	2	4	0	2	0	3
Contempt	0	6	0	7	0	11
Disgust	0	1	0	0	0	0
Fear	0	0	0	0	0	2
Happiness	0	14	0	15	7	12
Neutral	77	0	63	0	67	1
Sadness	0	38	0	33	0	31
Surprise	0	1	0	0	4	1

Fonte: Próprio Autor (2022)

4.4. Aspectos de implementação FREELMS

Esta seção apresenta aspectos-chave da implementação e trechos do código-fonte e algoritmo; o programa em sua totalidade está disponível no GitHub (FAVARETO, 2022). Ao iniciar o questionário, esse carregará o programa por meio de iFrame. Para tanto, é necessário o detalhamento do ambiente que funcionará dentro do iFrame, assim preparando o ambiente a receber a imagem dinâmica, capturada diretamente pela webcam e pelas imagens estáticas que serão apresentadas posteriormente no questionário pelo programa. Criam-se, na sequência, as variáveis e ativa-se a função que capturará a imagem continuamente até a atividade ser encerrada. Essas podem ser observadas na Figura 4.12 entre as linhas 2 e 19.

Figura 4.12: FREELMS - Código preparação de ambiente

```
1  <!-- Preparando Ambiente -->
2  <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.9.0/jquery.min.js"></script>
3  <script src="https://unpkg.com/mustache@latest"></script>
4  <video id="player" controls="" autoplay=""></video>
5  <canvas id="snapshot" width="640" height="480" style="display: none"></canvas>
6  <script>
7      var player = document.getElementById('player');
8      var snapshotCanvas = document.getElementById('snapshot');
9
10     var handleSuccess = function(stream) {
11         // Anexe o stream de vídeo ao elemento de vídeo e reproduza automaticamente.
12         player.srcObject = stream;
13
14         // Acione as ações
15         actions.forEach(actionObject => {
16             console.log(actionObject.delay);
17             setTimeout(actionObject.action, actionObject.delay);
18         });
19     };
```

Fonte: Próprio Autor (2021)

A fim de facilitar os ajustes de tempo de captura pelo administrador e/ou pelos responsáveis, foi definido o tempo em variáveis, conforme pode ser observado na Figura 4.13 nas linhas de 46 a 63. Este *delay* será aplicado na execução da função responsável em executar funções que irão capturar a imagem e enviá-la para o processamento na Microsoft Face API.

Figura 4.13: FREELMS - Código ajuste do tempo de captação da imagem

```
46              delay: 3000, // 3 seconds 1
47              action: captureEmotion
48          },
49          {
50              delay: 7000, // 7 seconds 2
51              action: captureEmotion
52          },
53          {
54              delay: 11000, // 11 seconds 3
55              action: captureEmotion
56          },
57          {
58              delay: 15000, // 15 seconds 4
59              action: captureEmotion
60          },
61          {
62              delay: 19000, // 19 seconds 5
63              action: captureEmotion
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

Na sequência, o programa executará as funções de captura e processamento de imagem, sendo então armazenada na variável "*image*". Esta variável servirá como base para funções: de conversão para base64 e de apresentação da imagem convertida no questionário. A função responsável em converter a imagem em uma variável do tipo base64 pode ser observada na Figura 4.14 nas linhas de 322 até 347.

Figura 4.14: FREELMS - Código conversão imagem

```
322  function makeblob(dataURL) {
323      var BASE64_MARKER = '; base64,';
324
325      if (dataURL.indexOf(BASE64_MARKER) == -1) {
326          var parts = dataURL.split(',');
327          var contentType = parts[0].split(':')[1];
328          var raw = decodeURIComponent(parts[1]);
329          return new Blob([raw], {
330              type: contentType
331          });
332      }
333      var parts = dataURL.split(BASE64_MARKER);
334      var contentType = parts[0].split(':')[1];
335      var raw = window.atob(parts[1]);
336      var rawLength = raw.length;
337
338      var uInt8Array = new Uint8Array(rawLength);
339
340      for (var i = 0; i < rawLength; ++i) {
341          uInt8Array[i] = raw.charCodeAt(i);
342      }
343
344      return new Blob([uInt8Array], {
345          type: contentType
346      });
347  }
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

Após a conversão, a imagem é enviada para análise na Microsoft Face API. Para tanto, é necessário observar algumas configurações e serviços na própria Microsoft Face API:

- **Usuário ativo:** o usuário deverá estar ativo com sua conta funcional, dentro da plataforma Microsoft Azure.
- **Função ativa:** dentro da plataforma Azure, deverá estar ativo o serviço Face API;
- **Endereço válido:** o serviço Face API reservará um espaço em sua URL para serviço ativo do usuário, sendo que este espaço deverá ser único e será utilizado dentro do FREELMS para envio da imagem base64.
- **Chave secreta:** o serviço fornece uma chave de autenticação, que é criptografada e deverá será utilizada pelo FREELMS para autenticação do usuário e da requisição de análise.
- **Parâmetros de envio e recebimento:** o serviço Microsoft Face API padroniza a entrada e a saída dos dados; para tanto, o FREELMS configura esses parâmetros para que possam ser processados e recebidos, assim extraindo os dados que foram propostos neste trabalho.

A Figura 4.15 apresenta a função responsável por enviar a imagem capturada e receber a análise feita pelo Microsoft Face API. Os próximos parágrafos detalham suas funcionalidades.

O FREELMS se comunicará com o serviço da Microsoft Face API, autenticando com chave única, que deverá ser fornecida para cada usuário e enviada a análise da Microsoft Face API. Para tanto, usuário (administrador ou docente) que for responsável em criar ou manter a atividade deverá copiar essa chave e acrescentar a variável “subscriptionKey”, conforme pode ser observado na linha 88 da Figura 4.15. Também é necessário apontar qual endereço o usuário da Microsoft Face API reservou para seus serviços de reconhecimento facial. Este é associado à variável “urlBase”, conforme pode ser observado na linha 91.

A partir da linha 272 são apresentados os parâmetros necessários para que os dados sejam convertidos, enviados, processados e recebidos dentro da função responsável na comunicação entre o FREELMS e a Microsoft Face API.

Figura 4.15: FREELMS - Código envio de imagem e recebimento dos dados analisados

```
function processImage(image) {
    var time = (actions[emotions.length].delay/1000);
    console.log(time);

    // Replace <Subscription Key> with your valid subscription key.
    var subscriptionKey = "4b96bb7c950840caa9279d2c5a18f3e4";

    var uriBase = "https://teste-reconhecimento.cognitiveservices.azure.com/face/v1.0/detec

    // Request parameters.
    var params = {
        "returnFaceId": "true",
        "returnFaceLandmarks": "false",
        "returnFaceAttributes": "age,gender,headPose,smile,facialHair,glasses,emotion," +
            "hair,makeup,occlusion,accessories,blur,exposure,noise"
    };

    // Perform the REST API call.
    $.ajax({
            url: uriBase + "?" + $.param(params),

            // Request headers.
            beforeSend: function(xhrObj) {
                xhrObj.setRequestHeader("Content-Type", "application/octet-stream");
                xhrObj.setRequestHeader("Ocp-Apim-Subscription-Key", subscriptionKey);
            },
            processData: false,
            type: "POST",

            // Request body.
            data: makeblob(image), //'{"Url": "'+JSON.stringify(image.src)+'"}'
        })
        .done(function(data) {
            emotions.push({
                image,
                time,
                emotion: typeof data !== 'undefined' ? data[0].faceAttributes.emotion : []
            });

            // Show formatted JSON on webpage.
            $("#responseTextArea").val(JSON.stringify(data, null, 2));
        })
        .fail(function(jqXHR, textStatus, errorThrown) {
            // Display error message.
            var errorString = (errorThrown === "") ?
                "Error. " : errorThrown + " (" + jqXHR.status + "): ";
            errorString += (jqXHR.responseText === "") ?
                "" : (jQuery.parseJSON(jqXHR.responseText).message) ?
                jQuery.parseJSON(jqXHR.responseText).message :
                jQuery.parseJSON(jqXHR.responseText).error.message;
            alert(errorString);
        });
};
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

Com os dados necessários, é executada a função que gera os relatórios síncronos que serão exibidos na tela e enviados para as ferramentas SCORM e/ou para o armazenamento externo. Essa função pode ser observada na Figura 4.16.

Figura 4.16: FREELMS - Código geração de relatórios síncronos

```
function getEmotionText(firstPredominantKeyValue, secondPredominantKeyValue) {
    if (firstPredominantKeyValue.text == null) {
        firstPredominantKeyValue.text = "none";
        firstPredominantKeyValue.value = firstPredominantKeyValue.value + '.000'
    }

    if (secondPredominantKeyValue.text == null) {
        secondPredominantKeyValue.text = "none";
        secondPredominantKeyValue.value = secondPredominantKeyValue.value + '.000'
    }

    var template = document.getElementById('emotion-list-template').innerHTML;

    return Mustache.render(template, {
        emotions: [
            firstPredominantKeyValue,
            secondPredominantKeyValue
        ]
    });
}
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

Na Figura 4.17 é possível observar parte do algoritmo que faz a ordenação das expressões emocionais captadas, separando-as por primária e secundária.

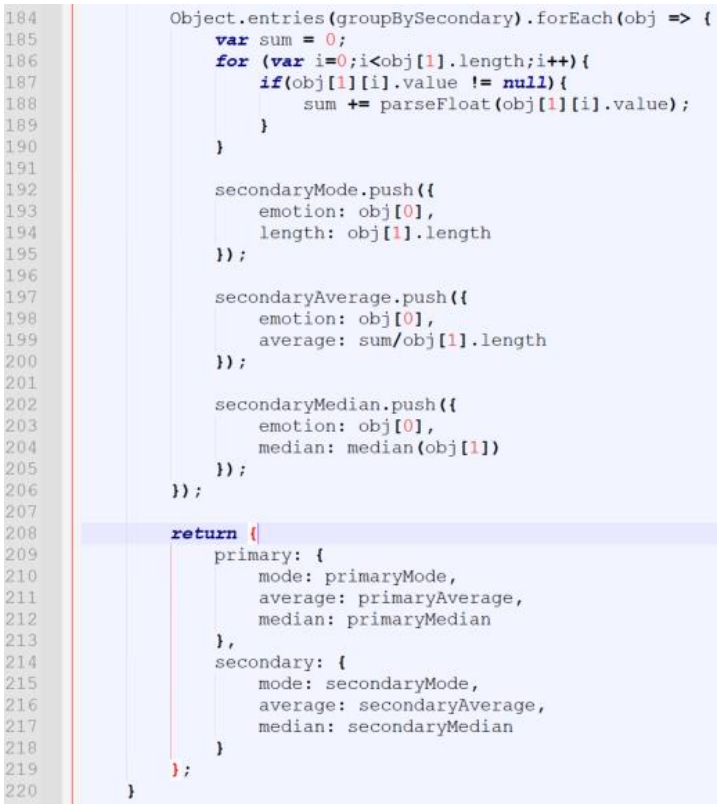
Figura 4.17: FREELMS - Código ordenação das expressões emocionais

```
function extractStatistics(question) {
    let [primary, secondary, primaryMode, secondaryMode, primaryAverage,
        secondaryAverage, primaryMedian, secondaryMedian] = [[], [], [], [], [], [], [], []];

    question.forEach(questionObject => {
        primary.push(questionObject.firstPredominantKeyValue);
        secondary.push(questionObject.secondPredominantKeyValue);
    });

    let groupByPrimary = groupBy(primary, 'text');
    let groupBySecondary = groupBy(secondary, 'text');

    Object.entries(groupByPrimary).forEach(obj => {
        var sum = 0;
        for (var i=0;i<obj[1].length;i++){
            if(obj[1][i].value != null){
                sum += parseFloat(obj[1][i].value);
            }
        }

        primaryMode.push({
            emotion: obj[0],
            length: obj[1].length
        });

        primaryAverage.push({
            emotion: obj[0],
            average: sum/obj[1].length
        });

        primaryMedian.push({
            emotion: obj[0],
            median: median(obj[1])
        });
    });
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

Captados os dados e armazenados nas devidas variáveis, o programa calcula a moda, a média e a mediana das expressões captadas, o que pode ser observado na Figura 4.1.

Figura 4.18: FREELMS - Código para calcular moda, media e mediana



```
        Object.entries(groupBySecondary).forEach(obj => {
            var sum = 0;
            for (var i=0;i<obj[1].length;i++){
                if(obj[1][i].value != null){
                    sum += parseFloat(obj[1][i].value);
                }
            }

            secondaryMode.push({
                emotion: obj[0],
                length: obj[1].length
            });

            secondaryAverage.push({
                emotion: obj[0],
                average: sum/obj[1].length
            });

            secondaryMedian.push({
                emotion: obj[0],
                median: median(obj[1])
            });
        });

        return {
            primary: {
                mode: primaryMode,
                average: primaryAverage,
                median: primaryMedian
            },
            secondary: {
                mode: secondaryMode,
                average: secondaryAverage,
                median: secondaryMedian
            }
        };
    }
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

Por fim, o programa gera relatórios em tela e, se for a última questão, exporta para arquivo do tipo “.pdf”. Parte da chave do código pode ser observada na Figura 4.19.

Figura 4.19 Código gerando relatórios em tela em arquivo .pdf

```
function displayEmotions() {
    var question = [];

    emotions.forEach(emotionObject => {
        let firstPredominant = Object.entries(emotionObject.emotion).sort(function(a,b) { return b[1] - a[1] })[0];
        let firstPredominantText = firstPredominant[0];
        let firstPredominantValue = firstPredominant[1];

        let firstPredominantKeyValue = {
            text: firstPredominantText,
            value: (firstPredominantValue == 0 || firstPredominantValue == 1) ? firstPredominantValue + '.000' : firstPredominantValue
        };

        let secondPredominant = Object.entries(emotionObject.emotion).sort(function(a,b) { return b[1] - a[1] })[1];
        let secondPredominantText = secondPredominant[0];
        let secondPredominantValue = secondPredominant[1];

        let secondPredominantKeyValue = {
            text: secondPredominantText,
            value: (secondPredominantValue == 0 || secondPredominantValue == 1) ? secondPredominantValue + '.000' : secondPredominantValue
        };

        var renderedEmotion = getEmotionText(firstPredominantKeyValue, secondPredominantKeyValue);
        var template = document.getElementById('emotions-template').innerHTML;
        var rendered = Mustache.render(template, {
            image: emotionObject.image,
            emotion: renderedEmotion
        });

        document.getElementById('emotionsArea').innerHTML += rendered;

        let predominantText1 = " - First: " + firstPredominantKeyValue.text + " (" + firstPredominantKeyValue.value +")";
        let predominantText2 = " - Second: " + secondPredominantKeyValue.text + " (" + secondPredominantKeyValue.value +")";

        question.push({
            image: emotionObject.image,
```

Fonte: Próprio Autor (2022)

O programa FREELMS está disponível em sua totalidade em repositório GitHub (FAVARETO, 2022); nele podem ser analisadas todas a funções descritas nesta seção, assim como os demais trechos de código necessários para o funcionamento do programa.

5. Avaliação do FREELMS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos pelo processo de avaliação do FREELMS. Inicialmente, a seção 5.1 descreve a avaliação inicial com especialistas da área de TI a fim de avaliar o design do FREELMS. Posteriormente, na seção 5.2, é descrito o plano de avaliação do software FREELMS com alunos e professores, apresentando resultados e discussão sobre cada avaliação realizada.

Os dados coletados (pelo sistema computacional FREELMS e Google-Forms) de cada participante são anonimizados, bem como as imagens são descaracterizadas durante a divulgação dos resultados da análise. Apenas os pesquisadores têm as imagens e os dados originais de todos os participantes deste trabalho.

5.1. Avaliação com especialistas

O objetivo do estudo apresentado nesta seção é avaliar o funcionamento e a viabilidade do software FREELMS. Pretende-se identificar problemas de interface, problemas de funcionamento e facilidade de uso, bem como novos requisitos. Para realização desta avaliação, foi utilizado o notebook do pesquisador, com utilização da webcam e gravador de tela, para verificação das atividades e do próprio funcionamento do FREELMS.

O estudo foi realizado entre outubro e novembro de 2021 e teve participação de 6 especialistas. Todos os participantes têm experiência na utilização do LMS-Moodle como conteudista. Somente 1 especialista não é da área de TI, porém tem experiência em utilizar recursos de TI em suas aulas de automação industrial. Dentre estes especialistas, 4 são docentes e 2 têm sua experiência e área de atuação ligadas diretamente a Design Instrucional, atuando como Administradores da plataforma LMS-Moodle de uma instituição. Pela proximidade, foram selecionados profissionais do Senai, Instituto Federal de São Paulo, Universidade Municipal de São Caetano do Sul e Sesc. São profissionais que atuam nos municípios de São Paulo, São Caetano do Sul, Guarulhos e Sorocaba, todos do estado de São Paulo, Brasil.

Após a leitura e a aceitação do TCLE (disponível no Apêndice B), a avaliação foi feita presencialmente, utilizando o notebook do pesquisador. Apesar do funcionamento do software FREELMS ser por meio do Moodle via web, neste (primeiro) momento de avaliação foi necessária a presença física do pesquisador, a fim de detectar e corrigir possíveis erros na própria aplicação em avaliação. Isso porque uma segunda aplicação poderia comprometer a análise das expressões faciais, uma vez que o elemento “surpresa” pode interferir na captação

da emoção. Foi constatado que cada usuário levou em média *29* segundos na interação com o questionário entre começar a ler e responder, *1m10s* entre o término do questionário, a visualização da captação de imagens, a interação com o pesquisador e o começo do próximo questionário. O tempo total médio entre o início e o término da atividade foi de 8 minutos.

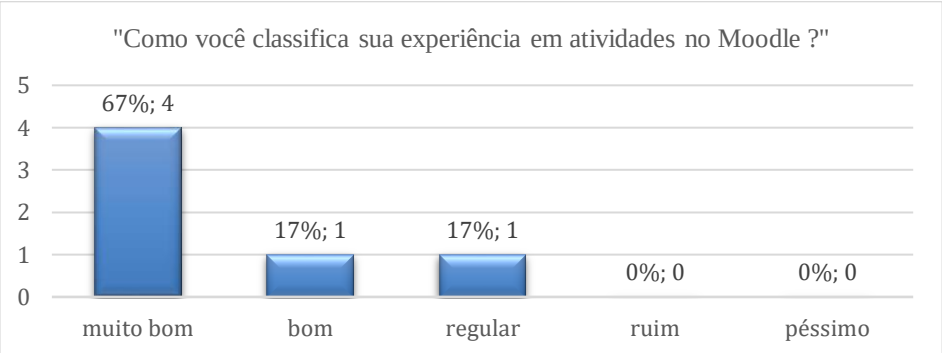
Por meio de um formulário de avaliação do Google, conforme Apêndice C, os participantes analisaram a solução individualmente, incluindo recursos do sistema com questões pré-cadastradas, sem interferência ou discussão com o pesquisador. O formulário inclui 20 questões de múltipla escolha e 4 questões abertas. A próxima seção apresenta os resultados obtidos para cada questão selecionada para conclusão desta fase do trabalho.

5.1.1. Resultado da avaliação com especialistas

O formulário de pesquisa foi dividido em 5 seções, sendo que a primeira era de identificação e aceitação na participação da pesquisa; a segunda abordava a respeito do conhecimento da ferramenta AVA; a terceira focava na facilidade de utilização do questionário; a quarta continha perguntas relacionadas a questões e seus resultados práticos; e a última seção tratava sobre a percepção de utilização e a utilidade do software proposto neste trabalho.

A primeira pergunta foi: "Como você classifica sua experiência em atividades no Moodle?", sendo que 4 especialistas (67%) classificaram como “muito bom”, 1 especialista (17%) como “bom” e 1 especialista como “regular” (17%). Conforme pode ser observado na Figura 5.1, todos os especialistas têm experiência na utilização do Moodle.

Figura 5.1: “Como você classifica sua experiência em atividades no Moodle?”

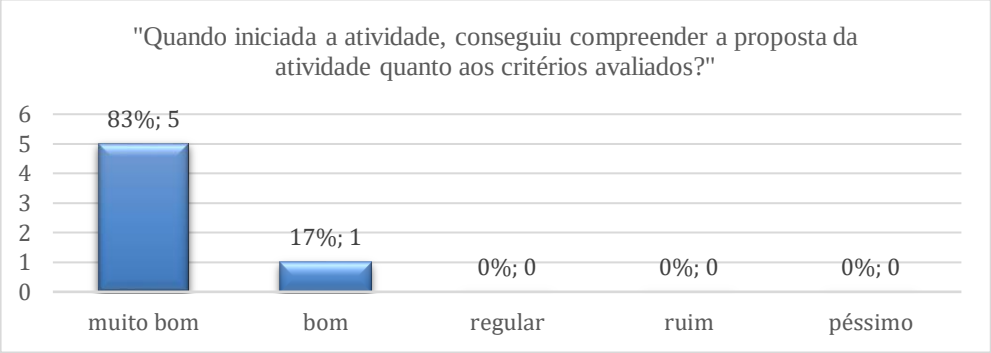


Fonte: Próprio Autor (2021)

A pergunta número 2, "Quando iniciada a atividade, conseguiu compreender a proposta da atividade quanto aos critérios avaliados?", obteve 5 (83%) respostas “muito bom” e 1 (17%)

resposta “bom”. Conforme pode ser observado na Figura 5.2, todos os participantes entenderam a proposta da atividade e como seriam avaliados.

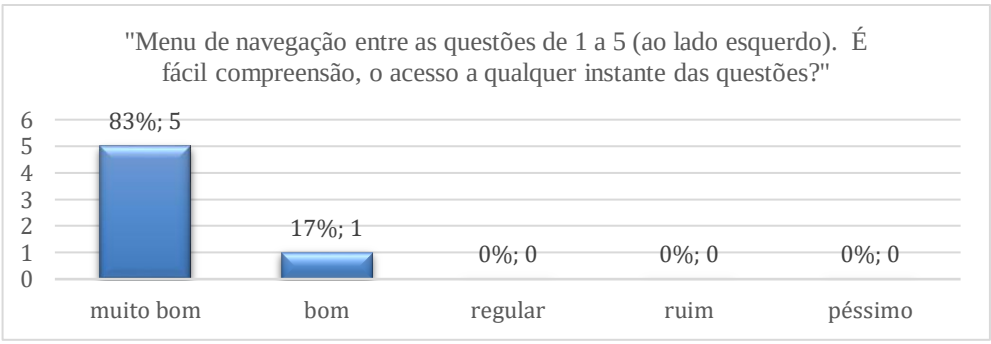
Figura 5.2: “Quando iniciada a atividade, conseguiu compreender a proposta da atividade quanto aos critérios avaliados?"



Fonte: Próprio Autor (2021)

A pergunta 3 foi: "Menu de navegação entre as questões de 1 a 5 (ao lado esquerdo). É fácil compreensão, o acesso a qualquer instante das questões?". Conforme pode ser observado na Figura 5.3, o menu lateral foi classificado como “muito bom” em 5 (83%) avaliações e “bom” em 1 (17%) avaliação. Nenhum participante relatou dificuldade na navegação entre as questões do programa.

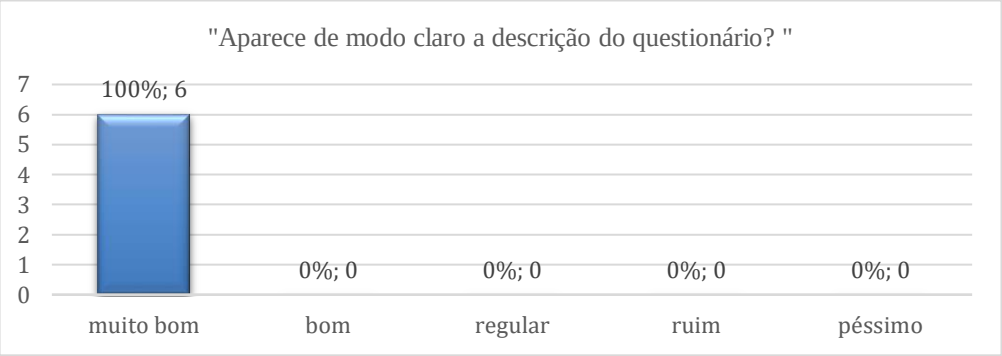
Figura 5.3: "Menu de navegação entre as questões de 1 a 5 (ao lado esquerdo). É fácil compreensão, o acesso a qualquer instante das questões?"



Fonte: Próprio Autor (2021)

Para a pergunta 4, “Aparece de modo claro a descrição do questionário?”, todos os pesquisados assinalaram “muito bom”. Conforme pode ser observado na Figura 5.4, a descrição do questionário foi muito clara e objetiva.

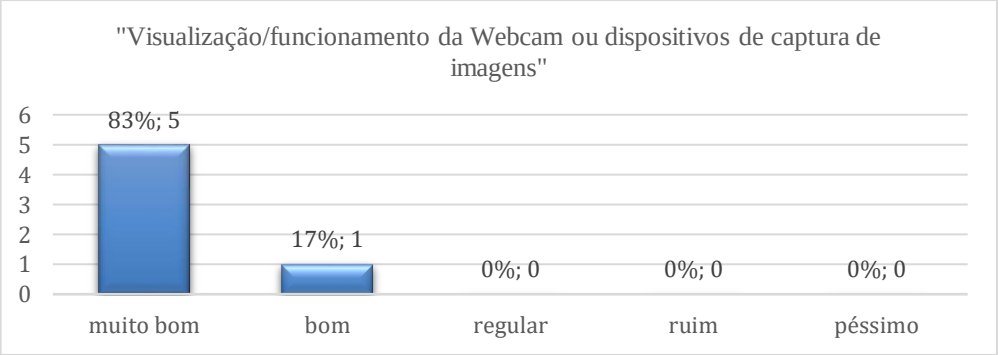
Figura 5.4: “Aparece de modo claro a descrição do questionário?”



Fonte: Próprio Autor (2021)

Na pergunta 5, “Visualização/funcionamento da Webcam ou dispositivos de captura de imagens?”, 5 (83%) especialistas responderam com “muito bom” e 1 (17%) com “bom”. Conforme pode ser observado na Figura 5.5, nenhum participante relatou dificuldade na utilização e na calibração da câmera na captação da imagem.

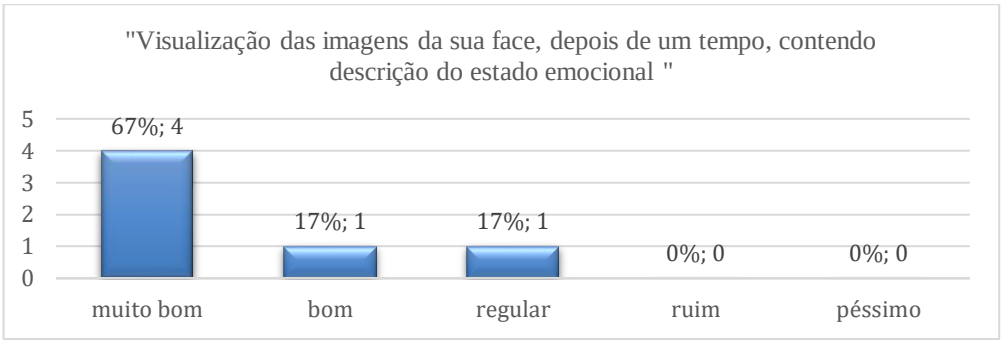
Figura 5.5: “Visualização/funcionamento da Webcam ou dispositivos de captura de imagens?”



Fonte: Próprio Autor (2021)

Na pergunta 6, “Visualização das imagens da sua face, depois de um tempo, contendo descrição do estado emocional”, 4 (67%) dos especialistas assinalaram “muito bom”, e as opções “bom” e “regular” foram assinaladas por 1 (17%) especialista cada. Conforme pode ser observado na Figura 5.6, a apresentação das imagens obteve um resultado mediano “bom”.

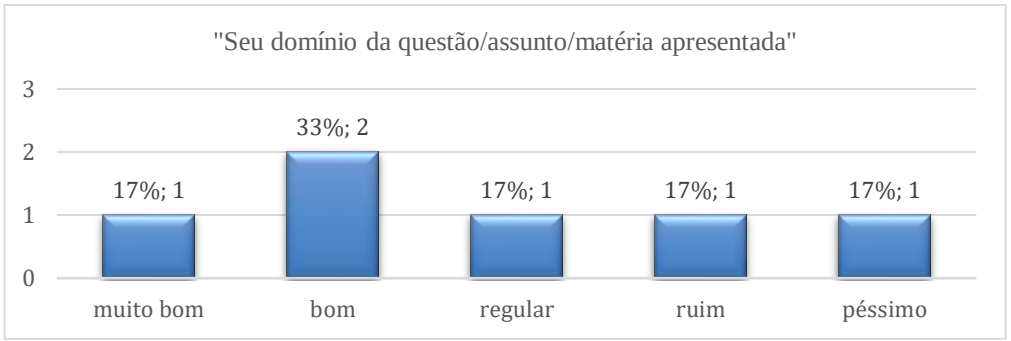
Figura 5.6: “Visualização das imagens da sua face, depois de um tempo, contendo descrição do estado emocional”



Fonte: Próprio Autor (2021)

A sétima pergunta, "Seu domínio da questão/assunto/matéria apresentada", apresentou os seguintes resultados: 1 (17%) como “muito bom”, 2 (33%) como “bom”, 1 (17%) como “regular”, 1 (17%) como “ruim” e 1 (17%) como “péssimo”. Conforme pode ser observado na Figura 5.7, os participantes tinham níveis de conhecimentos diversos sobre as questões apresentadas.

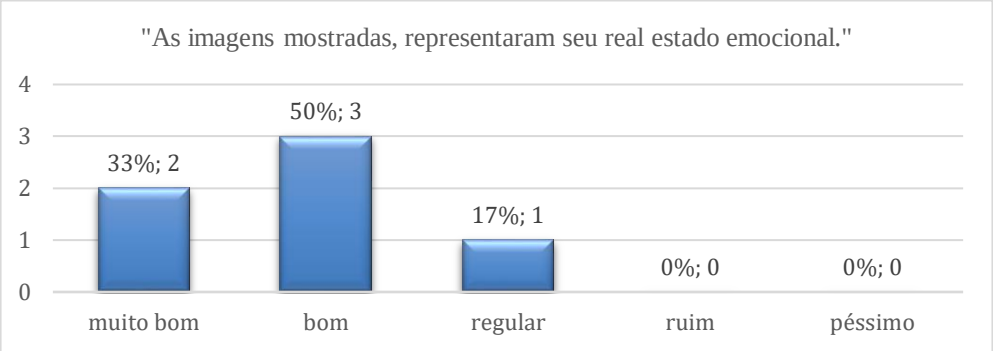
Figura 5.7: "Seu domínio da questão/assunto/matéria apresentada"



Fonte: Próprio Autor (2021)

A pergunta 8 foi: “As imagens mostradas, representaram seu real estado emocional?”. O resultado colhido do formulário apresentou os seguintes resultados: 2 (33%) especialistas classificaram como “muito bom”, 3 (50%) como “bom” e 1 (33%) como “regular”. Tais resultados podem ser observados na Figura 5.8.

Figura 5.8: "As imagens mostradas, representaram seu real estado emocional?"

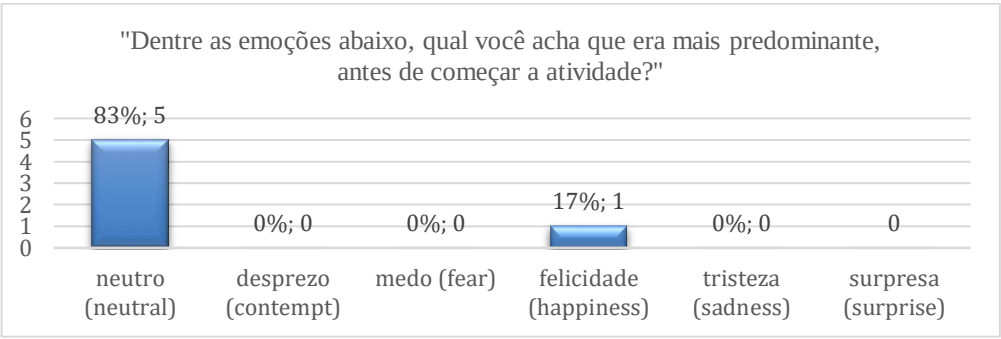


Fonte: Próprio Autor (2021)

Nas perguntas 9, 10 e 11, foram apresentadas como alternativas de resposta as 6 expressões emocionais tratadas pelo FREELMS: "neutro (*neutral*), desprezo (*contempt*), medo (*fear*), felicidade (*happiness*), tristeza (*sadness*) e surpresa (*surprise*)"; assim, o próprio voluntário identificou sua emoção nestas opções.

Na pergunta 9, foi abordado: "Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, antes de começar a atividade?". Dos participantes, 5 (83%) consideraram seu estado como "neutro (*neutral*)" e 1 (17%) considerou como "felicidade (*happiness*)". Conforme pode ser observado na Figura 5.9, quase todos os participantes consideravam seu estado emocional normal antes de começar as atividades.

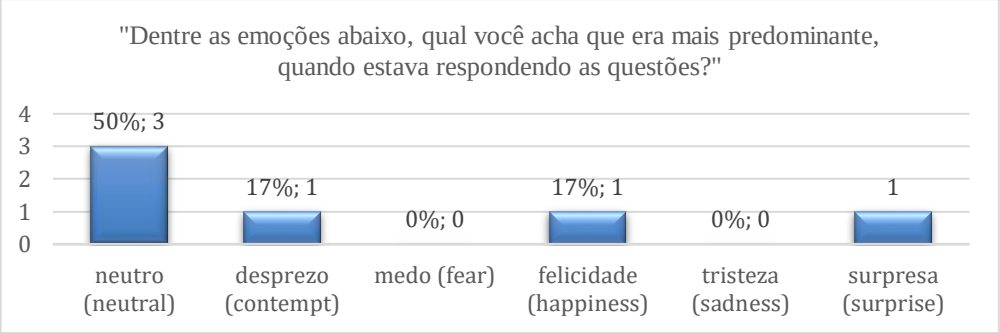
Figura 5.9: "Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, antes de começar a atividade?"



Fonte: Próprio Autor (2021)

Como pode ser observado na Figura 5.10, na pergunta 10 foi abordado: "Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando estava respondendo as questões?". A essa questão, 3 (50%) responderam "neutro (*neutral*)", 1 (17%) respondeu "desprezo (*contempt*)", 1 (17%) respondeu "felicidade (*happiness*)" e 1 (17%) respondeu "surpresa (*surprises*)".

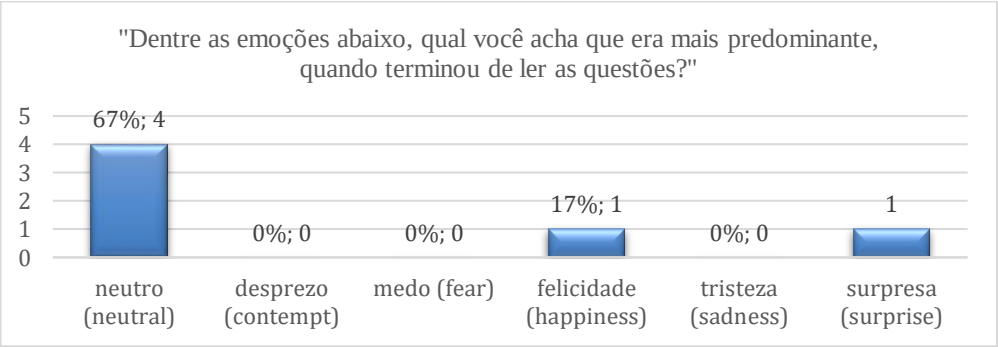
Figura 5.10: “Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando estava respondendo as questões?”



Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme pode ser observado na Figura 5.11, na pergunta 11 foi abordado: "Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando terminou de ler as questões?". Quatro (67%) participantes consideraram seu estado como “neutro (*neutral*)”, 1 (17%) como “felicidade (*happiness*)” e 1 (17%) como “surpresa (*surprise*)”.

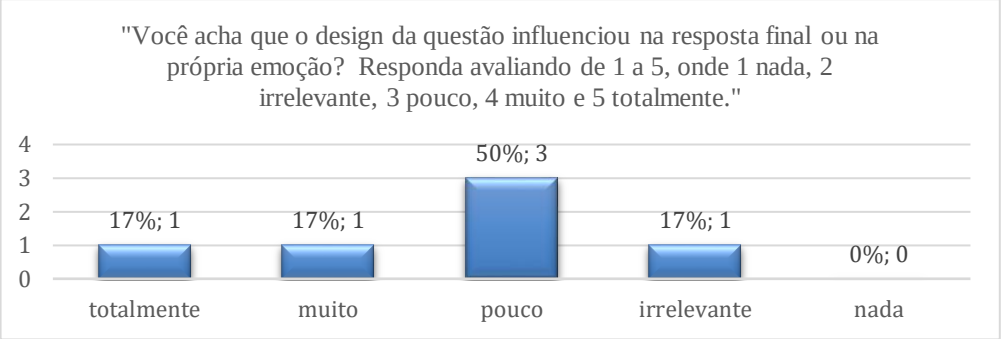
Figura 5.11: "Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando terminou de ler as questões?"



Fonte: Próprio Autor (2021)

A pergunta 12 foi: “Você acha que o design da questão influenciou na resposta final ou na própria emoção? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente.”. Conforme apresentado na Figura 5.12, “totalmente”, “muito” e “irrelevante” foram respostas de 1 (17%) participante cada, enquanto 3 (50%) responderam “pouco”.

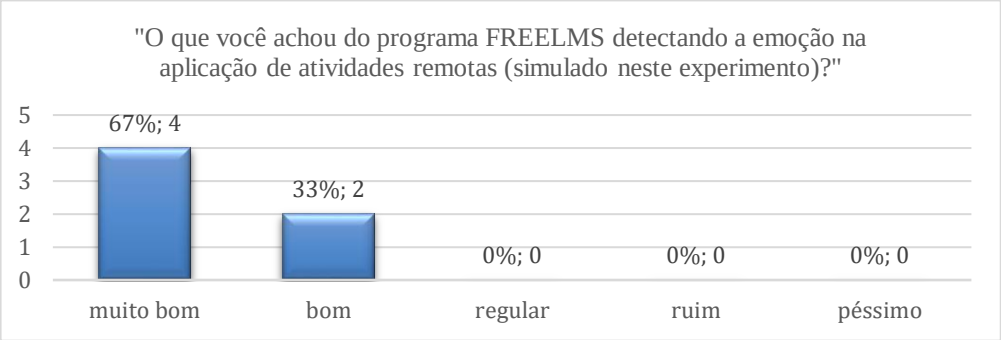
Figura 5.12: “Você acha que o design da questão influenciou na resposta final ou na própria emoção? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente.”



Fonte: Próprio Autor (2021)

Na pergunta 13 foi abordado: "O que você achou do programa FREELMS detectando a emoção na aplicação de atividades remotas (simulado neste experimento)?", sendo que 4 (67%) participantes responderam “muito bom” e 2 (33%) responderam “bom”. Conforme pode ser observado na Figura 5.13, todos os participantes gostaram do funcionamento do FREELMS.

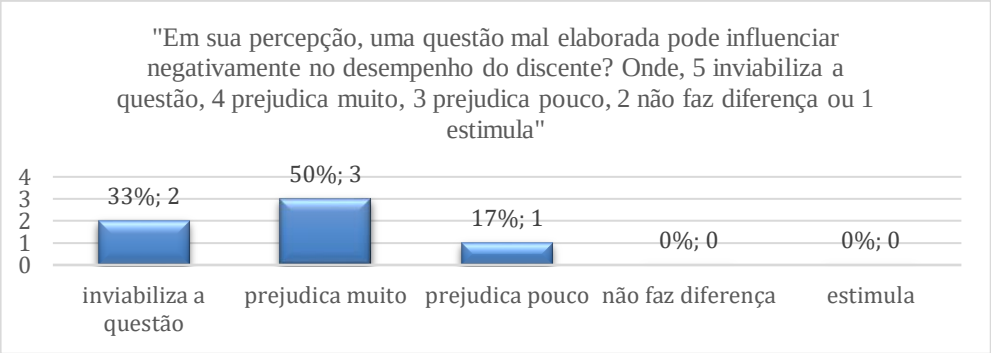
Figura 5.13: "O que você achou do programa FREELMS detectando a emoção na aplicação de atividades remotas (simulado neste experimento)?"



Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme apresenta a Figura 5.14, a pergunta 14 foi "Em sua percepção, uma questão mal elaborada pode influenciar negativamente no desempenho do discente? Onde, 5 inviabiliza a questão, 4 prejudica muito, 3 prejudica pouco, 2 não faz diferença ou 1 estimula" e obteve o seguinte resultado: 2 (33%) especialistas marcaram “inviabiliza a questão”, 3 (50%) marcaram “prejudica muito” e 1 (17%) marcou “prejudica pouco”.

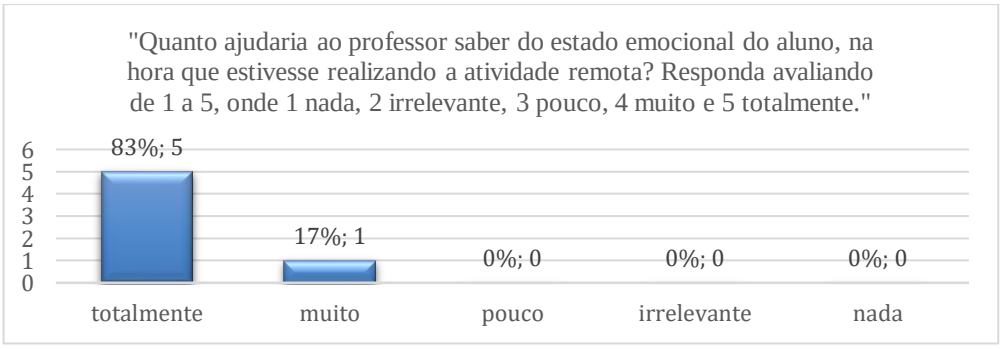
Figura 5.14: "Em sua percepção, uma questão mal elaborada pode influenciar negativamente no desempenho do discente? Onde, 5 inviabiliza a questão, 4 prejudica muito, 3 prejudica pouco, 2 não faz diferença ou 1 estimula"



Fonte: Próprio Autor (2021)

A pergunta 15, "Quanto ajudaria ao professor, saber do estado emocional do aluno, na hora que estivesse realizando a atividade remota? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente.", obteve o seguinte resultado: 5 (83%) respostas foram “totalmente” e 1 (17%) foi “muito”. Conforme pode ser observado na Figura 5.15, todos os participantes apontaram que ajudaria o professor saber o estado emocional do aluno na realização de atividades remotas.

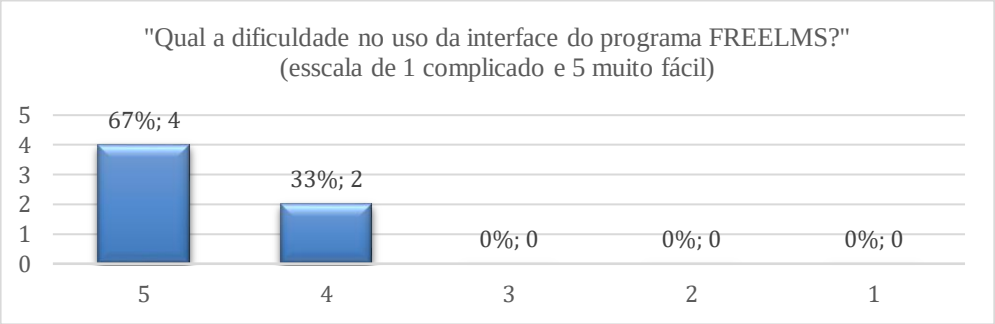
Figura 5.15: "Quanto ajudaria ao professor saber do estado emocional do aluno, na hora que estivesse realizando a atividade remota? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente."



Fonte: Próprio Autor (2021)

Na pergunta 16, "Qual a dificuldade no uso da interface do programa FREELMS?", foi proposta uma escala de 1 a 5, na qual 1 (um) era “Complicado” e 5 (cinco) era “Muito Fácil”. Conforme a Figura 5.16, 4 (67%) especialistas classificaram o uso como nível 5 e 2 (33%) como nível 4. Como pode ser observado na Figura 5.16, a interface foi considerada de uso fácil e muito fácil por todos, com uma média geral de *4,7*.

Figura 5.16: "Qual a dificuldade no uso da interface do programa FREELMS?"



Fonte: Próprio Autor (2021)

Foram realizadas 5 perguntas com respostas abertas e opinativas, cujos resultados (sic) são apresentados a seguir:

1. Qual sua opinião a respeito da questão? Você mudaria algum item? Acrescentando, movimentando, alterando ou apagando?
    i. *Ótimo teste, acredito que seja viável analisar a influência do meio, durante o teste.*
    ii. *As questões parecem adequadas, em uma ordem coerente. Não mudaria nada no teste.*
    iii. *Salvaria o estado do "game" no objeto SCORM.*
2. Se sua resposta foi diferente de "nada" ou "1" para a pergunta "Você acha que o design da questão influenciou na resposta final ou na própria emoção?", descreva o que o questionário provocou em você, para influenciar na resposta.
    i. *As questões técnicas eram fora de minha área de conhecimento. Assim, embora quisesse acertar a resposta, o errar não produzia uma "depressão" ...*
3. O que você achou do programa FREELMS?
    i. *Muito bom e satisfatório!*
    ii. *Sensacional.*
    iii. *Muito interessante, promissor...*
4. Tem sugestões de melhoria ao/no programa FREELMS?
    i. *Não tenho.*

5.1.2. Discussão sobre resultados com especialistas

De modo geral, os resultados da avaliação apontam positivamente a utilização e a percepção de design do FREELMS. Todos especialistas têm experiência na utilização do LMS-Moodle, sendo que a maioria se considera muito experiente e somente um alega ter conhecimentos regulares. A maioria destes especialistas também é docente e todos são conteudistas na plataforma LMS-Moodle, criando e aplicando atividades remotas.

Na aplicação das atividades, não foi relatada pelos participantes nenhuma dificuldade que pudesse impedi-los de compreender o que foi proposto, nem mesmo o funcionamento de componentes computacionais propostos pelo design do FREELMS. Contudo, na hora de visualizar as imagens, um dos participantes considerou "regular" o modo como era feita a apresentação na tela que contém as imagens e o resultado do reconhecimento das expressões emocionais.

No que diz respeito às "questões exemplos" de avaliação apresentadas, que são baseadas em avaliações do ENADE, os resultados se mostraram diversos. Uma hipótese é que, devido à subárea de atuação em computação e à especificidade destas questões, alguns especialistas não tinham conhecimento para respondê-las. Assim, foi necessário reforçar que o objetivo era avaliar o sistema, as expressões emocionais, e não o desempenho dos participantes nas respostas às "questões exemplos".

A maioria dos especialistas classificou como "bom" o funcionamento do FREELMS na captação de suas expressões emocionais. Cada um pôde ver, em tempo real, na tela do computador, a imagem que foi captada e analisada, bem como a emoção captada. Foi percebido por metade destes especialistas que seu estado emocional mudou durante a aplicação dos questionários, e somente um deles relatou que, após o término da atividade, sua emoção era diferente de quando tinha começado. Neste caso específico, o estado de surpresa continuou mesmo após o término do questionário. Embora não seja consenso, quase todos os participantes apontaram que o design da questão pode influenciar na emoção de quem está respondendo a estes questionários. Todos os participantes concordaram que uma avaliação mal-elaborada, com erros e com conteúdo contraditórios, pode prejudicar e até inviabilizar o desempenho do discente na hora que este estiver respondendo a um questionário.

Praticamente todos os participantes gostaram muito do funcionamento do software proposto e de sua facilidade de utilização e apontaram que ajudaria muito o professor saber a expressão emocional do aluno na hora da resolução de um questionário.

Ao final das atividades com especialistas, a maioria dos participantes afirmou que desejaria usar um programa como o que foi proposto por este trabalho. Também concordou que a possibilidade de o professor saber se uma atividade ou questão causa situações desconfortáveis é muito útil, a fim de refazer essa atividade ou questão de modo que o sentimento inesperado não volte a acontecer em outros questionários, corroborando com estudos de Silva, Shitsuka e Paschoal (2015) onde aprendizado das pessoas está associado às emoções.

Foi percebido que algumas questões geraram expressões inesperadas, como surpresa e, em um caso específico, um "ataque de risos". O participante em questão relatou que, em situações de estresse, tem ataque de risos, o que foi interpretado de maneira errada pelo sistema como "felicidade". Ou seja, não dá para garantir uma relação direta entre a expressão da face e o sentimento real do usuário.

Em relação às respostas em aberto, foram feitas observações que apontaram a viabilidade da utilização do software proposto e a possibilidade da aplicação em um jogo (sem especificação) que interagisse com alunos. Foi apontado também o medo de errar, por não serem questões da área de atuação do participante, o que foi detectado pelo sistema. Contudo, em sua maioria, as respostas foram incentivadoras e apontaram o quanto um software com essas características poderia ser promissor.

5.2. Avaliação com alunos e professores

O objetivo do estudo apresentado nesta seção é avaliar os resultados do funcionamento do software FREELMS na geração de relatórios síncronos e assíncronos da captação das expressões faciais de alunos em situação real de aprendizado. No contexto desta avaliação, espera-se que o professor possa ter ferramentas para tomada de decisão em sua trajetória de interação nas aplicações de avaliações em AVAs. Pretende-se, com os relatórios síncrono e assíncrono, apresentar um parâmetro geral das expressões emocionais captadas durante o tempo em que o aluno estiver realizando as atividades do tipo questionários dentro de LMS, que tenham suporte para as atividades SCORM.

Para a realização desta avaliação, foi utilizado um único PC do tipo desktop para padronizar e minimizar a influência de dispositivos de diferentes qualidades na experiência dos alunos e professores. A avaliação foi realizada em um laboratório do IFSP campus São Paulo Pirituba. Não foi necessária a instalação de nenhum software específico e nenhuma configuração além das descritas neste trabalho.

A fim de ajustar o funcionamento do FREELMS no PC da escola, foi feito um teste preliminar. Participaram alunos adultos do curso de PROEJA (Jovens e Adultos) do campus IFSP - Pirituba, sendo todos maiores de idade e voluntários. Os resultados obtidos neste teste preliminar foram descartados, uma vez que o objetivo era apenas verificar e ajustar questões técnicas de execução do FREELMS.

O estudo foi dividido em 2 fases, com datas diferentes, sendo que a primeira fase envolveu alunos e o funcionamento do FREELMS dentro do laboratório, já a segunda contou com os professores, sendo eles de várias áreas de conhecimento, avaliando relatórios gerados pelo FREELMS. As fases estão descritas a seguir:

- *1ª Fase:* o estudo foi realizado em 22 de junho de 2022 e teve participação de 17 alunos de graduação em Ciência da Computação durante uma avaliação na disciplina de Arquitetura de Computadores. Todos eram alunos do primeiro ano de graduação, com idade entre 18 e 25 anos, e tinham experiência com o LMS-Moodle, utilizado em aulas a distância.
- *2ª Fase:* o estudo foi realizado entre 14 de julho de 2022 e 22 de julho de 2022, tendo participação de 8 professores, 7 com alguma experiência na utilização LMS-Moodle como conteudista. Um (1) professor relatou ter entre 1 a 3 anos de experiência como docente, enquanto o restante (7) relatou ter mais de 10 anos de experiência. Dos 8 professores, 4 são da área de humanas, 3 da área de exatas e 1 da área de biológicas. Pela proximidade do pesquisador, foram selecionados professores da engenharia, exatas e letras do IFSP dos campi Pirituba e Guarulhos, da faculdade de medicina da Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) e da Universidade Anhembi Morumbi, todos do estado de São Paulo, Brasil.

Foi feita a leitura e a aceitação do TCLE (disponível no Apêndice B) por todos os participantes desta etapa do estudo, incluindo alunos do PROEJA, alunos de graduação em Ciência da Computação e professores.

Na fase de avaliação, os alunos responderam a 3 questões de conhecimentos gerais, retiradas do ENADE, que tem por objetivo avaliar o desempenho dos alunos nos cursos de graduação em nível nacional. Os alunos levaram em média 5 minutos para responder cada questão, variando entre 2 minutos para a resposta mais rápida e 7 minutos para a mais longa, e puderam verificar (aceitar) quais dados foram coletados e quais dados eram gerados nos relatórios de forma síncrona e assíncrona, os mesmos aos quais os professores posteriormente teriam acesso.

Para a fase de análise pelos professores, foi enviado via e-mail e WhatsApp um material resumido no formato de apresentação MS PowerPoint descrevendo resumidamente o funcionamento do FREELMS e o objetivo deste estudo. Também foi disponibilizada em site[29] uma descrição mais detalhada para quem quisessem se aprofundar na proposta do FREELMS e deste estudo. Assim que foi aceito e assinado o TCLE pelos professores, foi disponibilizado o relatório assíncrono com análise das expressões emocionais captadas por: questão/aluno e uma análise contendo o impacto das questões por turma. Um exemplo de relatório por questão/aluno é apresentado no Apêndice H, enquanto o Apêndice I apresenta um exemplo de relatório de "questão por turma". Vale ressaltar, ainda, que os relatórios gerados pelo FREELMS contêm a análise das expressões emocionais captadas pela face, servindo como base para tomada de decisão do professor, ou seja, não analisa as emoções dos alunos e os aspectos educacionais, que não são o foco deste estudo.

Após a realização da atividade, os alunos e professores responderam a formulários baseados nas técnicas SAM (*Self-Assessment Manikin*) (BRADLEY; LANG, 1999) e TAM (*Technology Acceptance Mode*) (SILVA; PIMENTEL; SOARES, 2012). A SAM foi escolhida por ser um método qualitativo e ter um objetivo que permite avaliar os sentimentos subjetivos de um episódio emocional por meio de pictogramas. Nesta avaliação, os envolvidos responderam a perguntas sobre satisfação, motivação e sensação de controle sobre o sistema usando pictogramas SAM. Foi utilizado também o método TAM, que visa avaliar a aceitação de tecnologias. Estes métodos serão descritos com mais detalhes nas seções 5.2.1 e 5.2.2.

Por meio de um formulário de avaliação do Google, conforme Apêndice J, aplicado aos alunos, e Apêndice K, aplicados aos professores, os participantes analisaram a solução

[29] Projeto para professores Funcionamento FREELMS. https://bit.ly/3DaIG5J

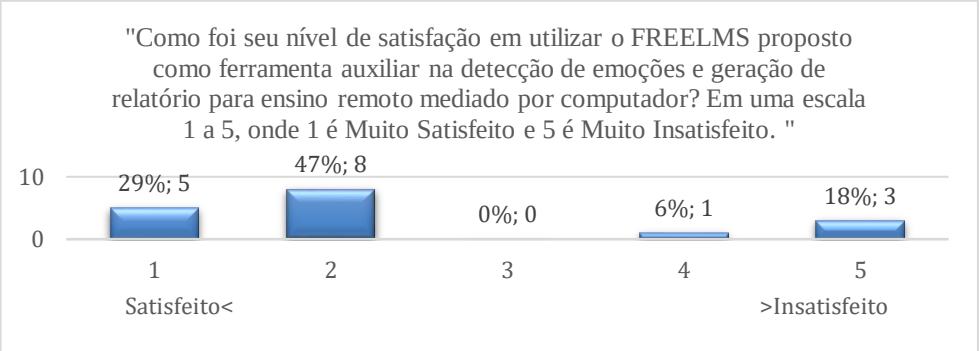
individualmente. As próximas seções apresentam os resultados obtidos para cada questão selecionada.

5.2.1. Resultado da avaliação com alunos

Os alunos responderam a um formulário Google com 22 perguntas baseadas no método SAM e TAM. As 3 primeiras questões eram baseadas na metodologia SAM e as 19 seguintes, no método TAM. Estas últimas foram divididas em 3 estados de percepção das tecnologias: utilidade, facilidade e variáveis externas.

A primeira pergunta foi: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Muito Satisfeito e 5 é Muito Insatisfeito". Cinco alunos (29%) classificaram como "1", 8 alunos (47%) como "2", 1 aluno (6%) como "4" e 3 alunos (18%) como "5". Conforme pode ser observado na Figura 5.17, mais da metade dos alunos participantes se sentiu satisfeita.

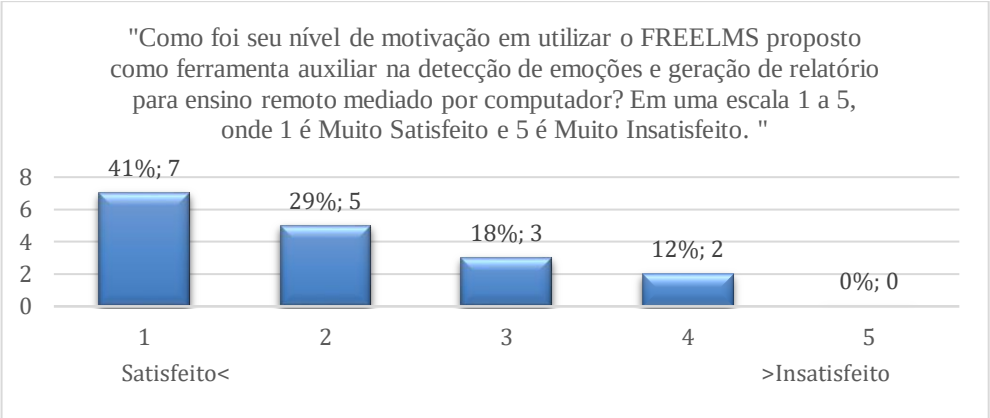
Figura 5.17: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?"



Fonte: Próprio Autor (2022)

A pergunta número 2 foi: "Como foi seu nível de motivação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Muito Satisfeito e 5 é Muito Insatisfeito.". Esta pergunta (Figura 5.18) obteve 7 (41%) respostas como "1", 5 (29%) como "2", 3 (18%) como "3" e 2 (12%) como "4".

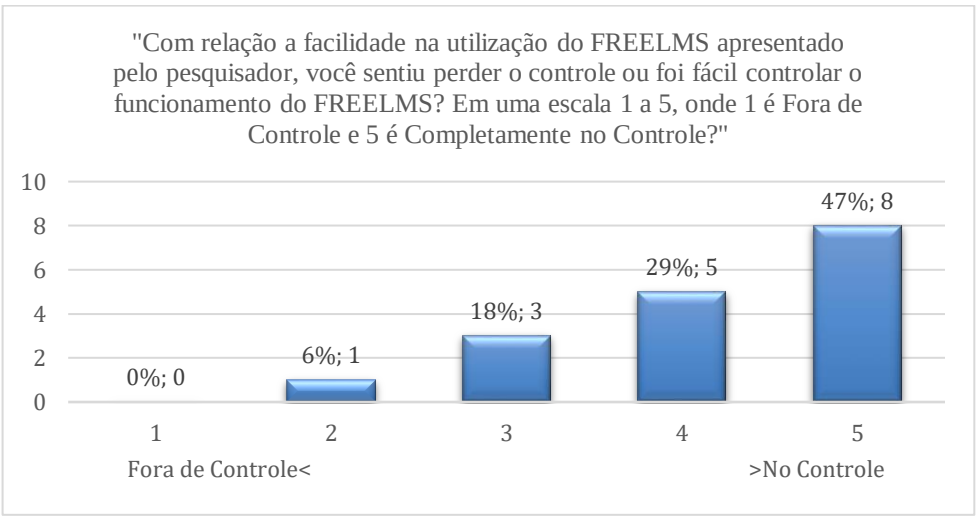
Figura 5.18: "Como foi seu nível de motivação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?"



Fonte: Próprio Autor (2022)

A pergunta 3 foi: "Com relação a facilidade na utilização do FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o funcionamento do FREELMS? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Fora de Controle e 5 é Completamente no Controle?". Conforme pode ser observado na Figura 5.19, baseada na metodologia SAM, essa questão obteve 1 (6%) resposta como "2", 3 (18%) respostas como "3", 5 (19%) respostas como "4" e 8 (47%) respostas como "5". Nenhum participante relatou perder o controle completo do funcionamento da aplicação.

Figura 5.19: "Com relação a facilidade na utilização do FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o funcionamento do FREELMS?"



Fonte: Próprio Autor (2022)

As perguntas de número 4 até 22 foram baseadas no método TAM. No Quadro 5.1 elas foram nomeadas na mesma ordem crescente de T1 até T19. As perguntas foram divididas em 3 grupos: (1) "de percepção", perguntas de T1 até T5; (2) "de utilidade", perguntas T6 até T10; e (3) "de variáveis externas", perguntas de T11 até T19. Neste quadro também é possível

observar a quantidade de respostas recebidas por pergunta. Nestas perguntas foi utilizada a seguinte escala: “Concordo plenamente, Concordo parcialmente, Nem concordo nem discordo, Discordo parcialmente e Discordo plenamente”.

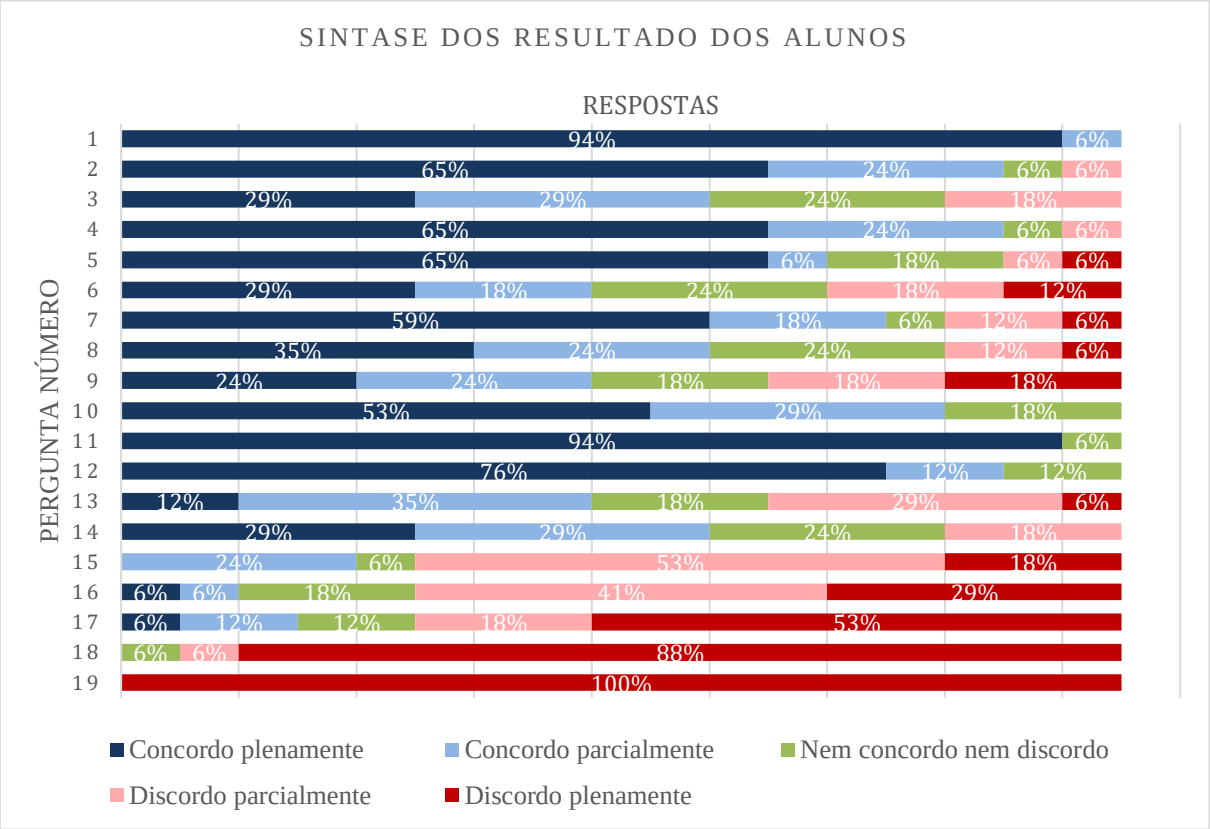
Quadro 5.1: Perguntas e quantitativo de respostas dos alunos, usando método TAM

Pergunta Número	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Nem concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo plenamente
1 - Utilizar o computador é importante e adiciona valor aos meus estudos.	16	1	0	0	0
2 - Utilizar ferramentas de ensino remoto me auxilia nos estudos.	11	4	1	1	0
3 - O ensino remoto mediado por computador melhorou meu desempenho nos estudos	5	5	4	3	0
4 - Utilizar ferramentas de ensino remoto mediadas por computador, me deixa com mais tempo livre	11	4	1	1	0
5 - Utilizar ferramentas de ensino remoto mediadas por computador, me proporcionam maior segurança física	11	1	3	1	1
6 - Utilizaria mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador se fosse mais fácil utiliza-lo.	5	3	4	3	2
7 - Utilizaria mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador se não me causasse algum tipo de desconforto	10	3	1	2	1
8 - Utilizaria mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador, se não me sentisse sozinho sem interação humana	6	4	4	2	1
9 - Usar ensino remoto mediado por computador, sem interação humana, não me causa incomodo	4	4	3	3	3
10 - Sentiria mais confortável sabendo que há possibilidade do professor saber o que estou sentindo (estado emocional) na hora de executar uma atividade no ensino remoto mediado por computador	9	5	3	0	0
11 - Uma questão mal elaborada no ensino remoto mediada por computador, tem capacidade de influenciar negativamente meu humor e prejudicar meu desempenho	16	0	1	0	0
12 - Me sentiria empolgado em responder questionários de ensino remoto mediado por computador, onde o professor por meio do meu estado emocional, pudesse mudar conteúdo para melhor adaptar questões	13	2	2	0	0
13 - Houve treinamento na utilização do ensino remoto mediado por computador	2	6	3	5	1
14 - Professores tem um bom nível de conhecimento a respeito de ensino remoto mediado por computadores	5	5	4	3	0
15 - Utilizar ensino remoto mediado por computador foi difícil para mim	0	4	1	9	3
16 -Frequentemente me confundo ao utilizar ensino remoto mediado por computadores	1	1	3	7	5
17 - Não tenho um ambiente físico propício que me ajude a estudar remotamente	1	2	2	3	9
18 - Não tenho computador, ou meu dispositivo não me proporciona estudar além dos computadores disponibilizados no ambiente escolar	0	0	1	1	15
19 - Tenho limitações físicas/motoras que me impedem na utilização de computadores ou equipamentos	0	0	0	0	17

Fonte: Próprio Autor (2022)

A Figura 5.20 sintetiza graficamente as respostas para cada questão apresentada no Quadro 5.1.

Figura 5.20: Síntese resposta método TAM aplicados a alunos



Fonte: Próprio Autor (2022)

Foi feita uma (1) pergunta com resposta aberta e optativa:

1. Faça um comentário (opcional) geral que você acha importante o pesquisador saber.
    i. *O consentimento do usuário tem que ser considerado para que esse projeto faça sentido.*
    ii. *Projeto muito interessante e que tem um enorme potencial.*

Nenhum participante relatou desconforto ao responder o questionário, todos entenderam a proposta e gostaram de participar. Alguns alunos disseram que projeto do pesquisador "deu uma ideia" para fazerem seus projetos, ou seja, seus Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC). O método e o resultado desta seção serão aprofundados na seção 5.2.3 deste capítulo.

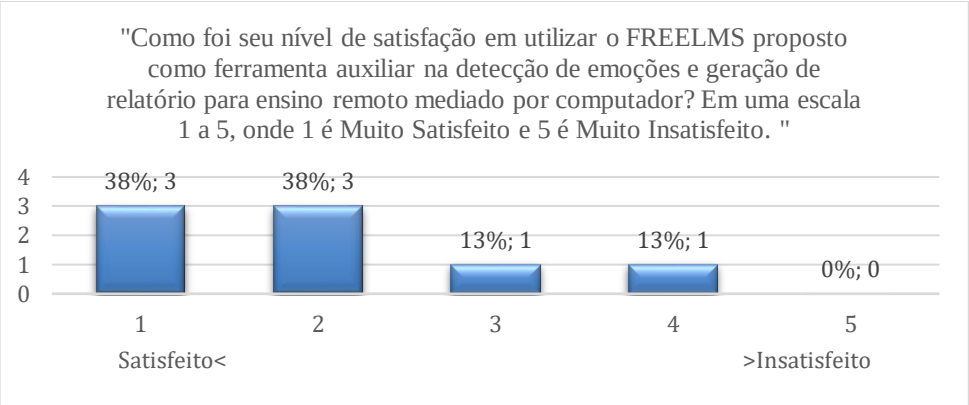
5.2.2. Resultado da avaliação com professores

Também se baseando nos métodos SAM e TAM, os professores responderam, por meio de formulário Google, após envio dos relatórios gerados pelo FREELMS e sua análise, a um conjunto de 23 perguntas. As 3 primeiras questões foram baseadas na metodologia SAM e as 20 seguintes, no método TAM, que é dividido em 3 estados de percepção das tecnologias:

utilidade, facilidade e variáveis externas, enfatizando as perguntas formuladas com base nos relatórios gerados e no funcionamento do FREELMS com perspectiva de sua utilidade ao professor.

A primeira pergunta foi: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Muito Satisfeito e 5 é Muito Insatisfeito.". Três (38%) professores classificaram como "1", 3 (38%) professores como "2" ou 38%, 1 (13%) professor como "3" e 1 (13%) professor como "4". Conforme pode ser observado na Figura 5.21, mais da metade dos professores participantes se sentiu satisfeita.

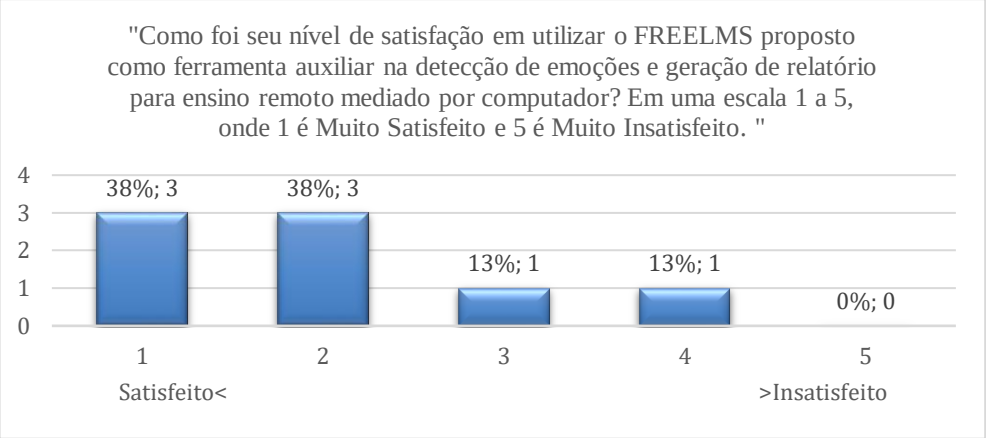
Figura 5.21: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?"



Fonte: Próprio Autor (2022)

A segunda pergunta foi: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Muito Satisfeito e 5 é Muito Insatisfeito.". Três (38%) das respostas foram "1", 3 (38%) foram "2", 1 (13%) foi "3" e 1 (13%) foi "4", demonstrando que mais da metade dos professores entendeu que a proposta do estudo é motivadora, conforme pode ser observado na Figura 5.22 a seguir.

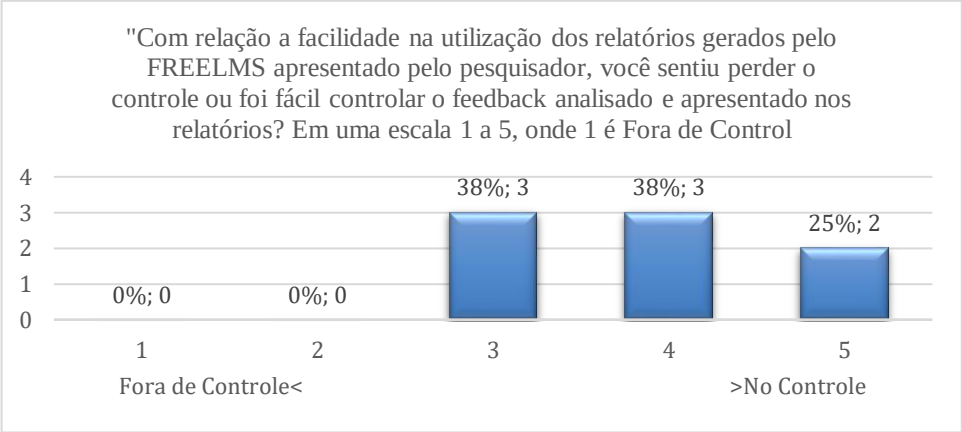
Figura 5.22: "Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?"



Fonte: Próprio Autor (2022)

A terceira pergunta foi: "Com relação a facilidade na utilização dos relatórios gerados pelo FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o feedback analisado e apresentado nos relatórios? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Fora de Controle e 5 é Totalmente no Controle". Conforme pode ser observado na Figura 5.23, essa questão foi formatada na metodologia SAM e obteve 3 (38%) respostas como “3”, 3 (38%) respostas como “4” e 2 (25%) respostas como “5”. A questão foi caracterizada dentro da escala SAM para “percepção de controle” como majoritariamente em pleno controle dos relatórios e feedback do FREELMS. Nenhum participante relatou ter perdido o controle; em conversas entre professores e pesquisador, um (1) dos participantes relatou que o estado emocional do aluno pode mudar enquanto está sendo captado, podendo, na opinião dele, haver perda do controle do que está sendo gerado pelo programa. Um (1) outro professor relatou que alunos “mais espertos” podem desejar simular estado emocional diferentes do que estão sentindo para serem beneficiados e o programa não detectar essa “trapaça”, gerando relatórios errados.

Figura 5.23: “"Com relação a facilidade na utilização dos relatórios gerados pelo FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o feedback analisado e apresentado nos relatórios?”



Fonte: Próprio Autor (2022)

As perguntas de 4 a 23, por fazerem parte do método TAM, foram reclassificadas em ordem crescente de 1 até 20, podendo ser observadas no Quadro 5.2 a seguir. As perguntas foram divididas em 3 grupos de percepção, conforme método TAM: perguntas de 1 até 8 fazem parte do grupo “utilidade”; de 9 até 16 fazem parte do grupo “facilidade”; e de 17 até 20 fazem parte do grupo “variáveis externas”. Também é possível observar a quantidade de respostas recebidas por cada pergunta. Nestas perguntas do método TAM, as respostas possíveis são “Concordo plenamente, Concordo parcialmente, Nem concordo nem discordo, Discordo parcialmente e Discordo plenamente”.

Quadro 5.2: Perguntas e quantitativo de respostas dos professores, usando método TAM

Pergunta Número	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Nem concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo plenamente
1 - Ter um feedback individual do estado emocional captadas pelas expressões faciais de um aluno no momento da realização de um questionário, realizadas em ensino remoto mediadas por computador, pode me ajudar a entender se uma questão esta influenciando negativamente o desempenho daquele aluno.	3	4	1	0	0
2 - Ter uma pré-análise das expressões faciais de uma questão em uma atividade realizadas por uma turma, em ensino remoto mediadas por computador, pode me ajudar a entender se uma questão esta influenciando negativamente o desempenho dos alunos.	5	2	1	0	0
3 - Ter uma ferramenta que, por meio de relatórios e gráficos detectando emoções por expressões faciais, pode me auxiliar a detectar questões que inesperadamente prejudiquem alunos, permitindo que mude questões que produzam reações não esperadas por mim.	5	2	1	0	0
4 - Ter uma ferramenta que, por meio de relatórios e gráficos detectando emoções por expressões faciais, pode me auxiliar a criar questões com temas adaptáveis a realidade de uma turma ou curso.	4	4	0	0	0
5 -Utilizar ferramentas para auxiliar reconhecer a expressão emocional dos alunos é útil ao ensino.	2	2	4	0	0

6 - Utilizar o computador é importante e adiciona valor aos estudos dos meus alunos.	3	4	1	0	0
7 - Utilizar ferramentas de ensino remoto me auxilia no ensino.	3	5	0	0	0
8 - O ensino remoto mediado por computador melhorou desempenho dos meus alunos nos estudos em relação aos alunos que não utilizam ensino remoto	3	3	2	0	0
9 - Utilizaria com mais frequência o ensino remoto mediado por computador se houvesse ferramentas que me permitisse saber como aluno se sente ao realizar uma atividade por mim proposta	4	3	1	0	0
10 - FREELMS em pleno funcionamento, pode facilitar a prática docência gerando relatórios do estado emocional captadas por expressão faciais de um aluno ou turma que faça uma atividade proposta	0	1	2	3	2
11 -Relatório e a análise gerada pelo FREELMS, me ajudou a perceber emoções dos alunos quando estavam fazendo atividades remotas mediadas por computador, o que não seria possível sem a utilização do FREELMS	1	2	2	3	0
12 -Alunos utilizariam mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador, se não se sentisse sozinho sem interação humana	5	2	1	0	0
13 -Utilização do ensino remoto mediado por computador, sem interação humana, não causa incomodo aos meus alunos	1	5	2	0	0
14 -Aluno se sentiria mais confortável sabendo que eu posso saber como ele esta se sentindo na hora de executar uma atividade no ensino remoto mediado por computador	6	2	0	0	0
15 -Uma questão mal elaborada no ensino remoto mediada por computador, tem capacidade de influenciar negativamente humor do aluno e prejudicar desempenho do mesmo	2	2	3	1	0
16 - Aluno se sentiria empolgado em responder questionários de ensino remoto mediado por computador, sabendo eu como professor, tenho ferramenta que proporciona mudar conteúdo para melhor adaptar questões	3	2	2	1	0
17 - Utilizaria FREELMS se houvesse disponibilidade pela instituição de ensino em que leciono.	3	3	1	1	0
18 - Meus alunos utilizariam FREELMS sem resistência se houver disponibilidade pela instituição de ensino em que leciono.	0	6	1	1	0
19 - Além do FREELMS, acredito que não há ferramentas que possam captar e analisar expressões faciais, gerando relatórios de estado emocionais	2	6	0	0	0
20 - Mesmo que o professor não tenha um bom nível de conhecimento a respeito de ensino remoto mediado por computadores, pode ser muito útil a utilização do FREELMS em sua prática docência.	2	5	0	1	0

Fonte: Próprio Autor (2022)

A Figura 5.24 ilustra graficamente os resultados apresentados no Quadro 5.2.

Também foi feita uma (1) pergunta com resposta aberta e opinativa: “Faça um comentário (opcional) geral que você acha importante o pesquisador saber”. As seguintes respostas (sic) foram obtidas :

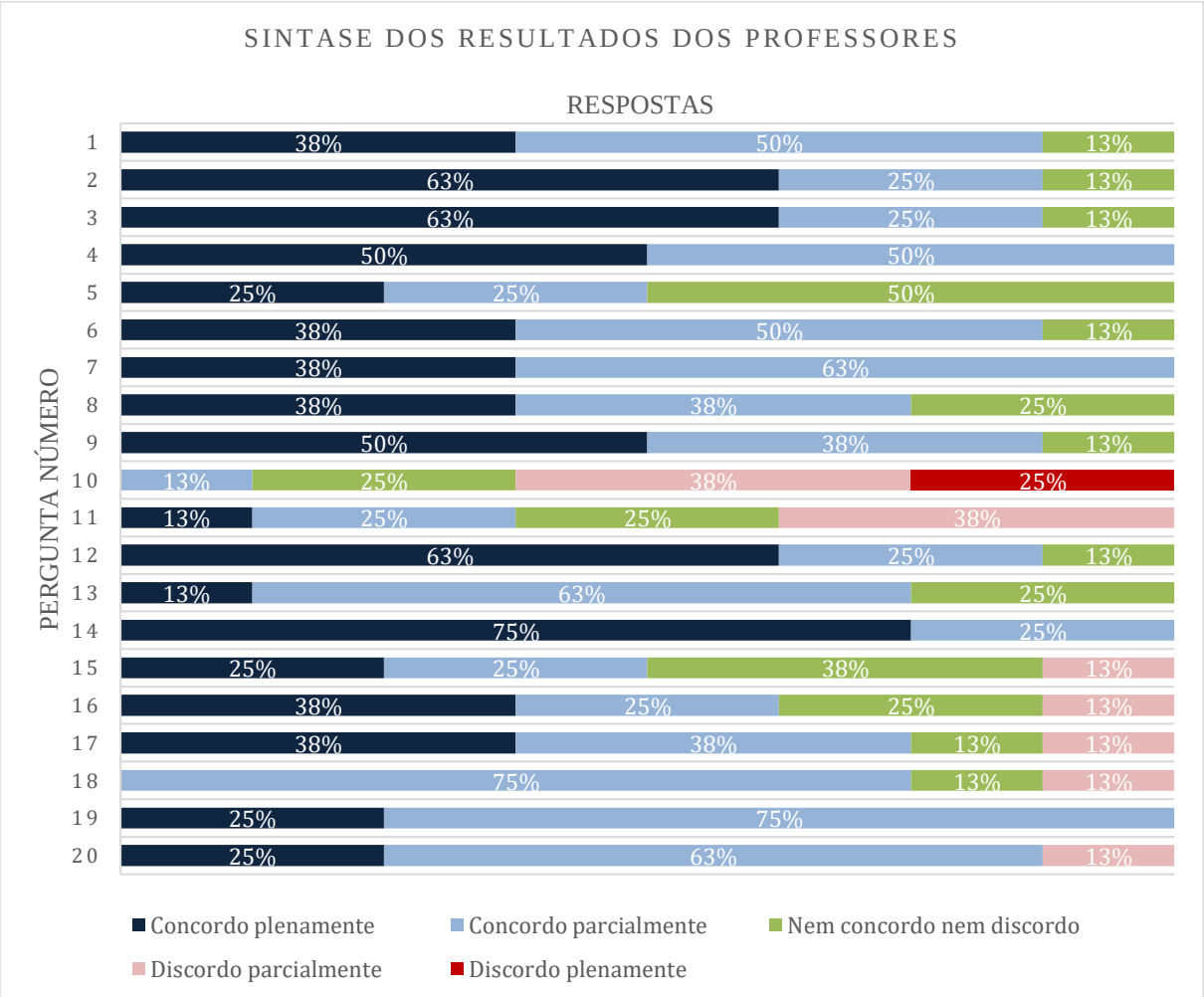
i. Como o processo de captação e aprendizagem é individual e dificilmente alcança todos. Uma ferramenta como essa pudesse ajudar no diagnóstico por uma equipe de acompanhamento pedagógico e também o professor sobre os problemas externos e quanto isso influencia na concentração e ao aprendizado. FREELMS foca no apoio a avaliação e usa as emoções para ajudar propor questões baseadas no

emocional. Acredito que se pudesse identificar antes o emocional para realizar a prova os questionamentos sobre a avaliação diminuiria. Acredito que FREELMS é um avanço, mas que pode explorar outras questões pedagógicas que interferem na sala de aula.

ii. *Sugestão: como a ferramenta abrange a análise de emoções, há a necessidade de colocar à disposição do mesmo um apoio psicopedagógico, pois ao detectar emoções que podem ser sugestivas de algum sofrimento psíquico esse aluno deve ser encaminhado ao serviço de apoio ao estudante orientando no processo se educação bem como caso seja necessário encaminha-lo ao serviço de saúde para acompanhamento e suporte médico.*

iii. *Acredito que será uma ferramenta muito útil para o ensino remoto.*

Figura 5.24: Síntese resposta método TAM aplicados a professores



Fonte: Próprio Autor (2022)

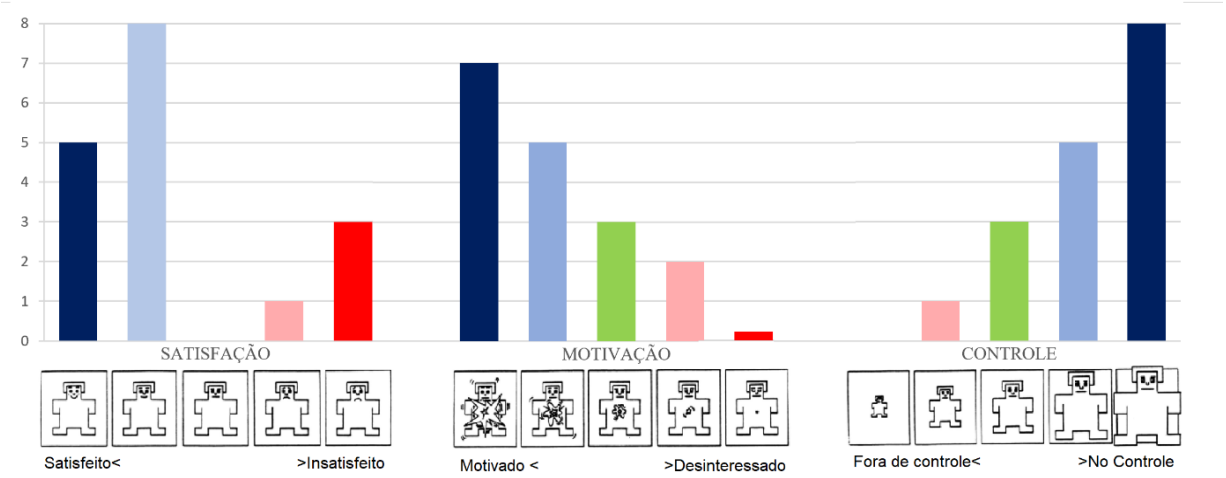
Nenhum participante relatou desconforto ao responder o questionário, todos demostraram que entenderam a proposta e gostaram de participar. Alguns professores demostraram empolgação e, de maneira informal, sugeriram um projeto para implantação na instituição.

5.2.3. Análise e Discussão sobre resultados com alunos e professores

Nesta seção são discutidos os resultados obtidos pelos formulários de acordo com a visão dos métodos SAM, a fim de apontarem a satisfação no uso do sistema proposto, e TAM, para apontar a aceitação da tecnologia.

Conforme mostrado na Figura 5.25, os dois níveis mais altos de satisfação, motivação e controle obtiveram com folga a maioria das escolhas, representando 76% de satisfação, 70% de motivação e 76% totalmente no controle, respectivamente. Isso mostra que a maioria dos alunos tiveram reações positivas ao sistema, mesmo considerando que ele avaliou constantemente suas expressões emocionais.

Figura 5.25: Respostas dos alunos para método SAM

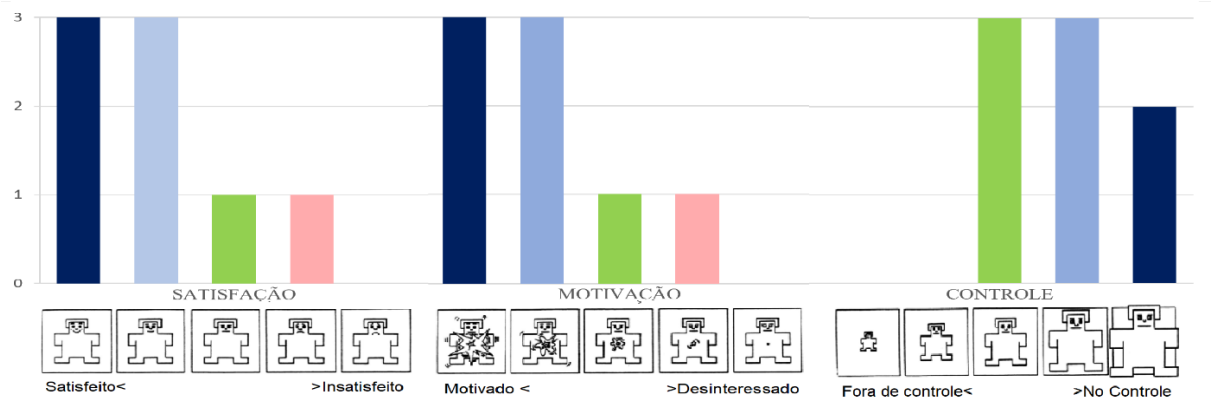


Fonte: Próprio Autor (2022)

Conforme mostrado na Figura 5.26, todos os professores pontuaram os dois níveis mais altos de satisfação, motivação e controle com o FREELMS, representando 75% de satisfação, 75% de motivação e 62% no controle. Quando vemos o aspecto de controle, pode-se notar que a sensação de controle é neutra para 38%; isso mostra que, embora os professores estejam satisfeitos e motivados, o sistema pode ser melhorado em termos de controle sobre o uso. Uma hipótese a ser estudada é que a análise automática de expressões faciais e os relatórios produzidos automaticamente podem produzir uma percepção de baixo controle sobre o sistema,

mudando resultados involuntariamente e passando dados errados para a tomada de decisão por parte dos professores.

Figura 5.26: Respostas dos professores para método SAM

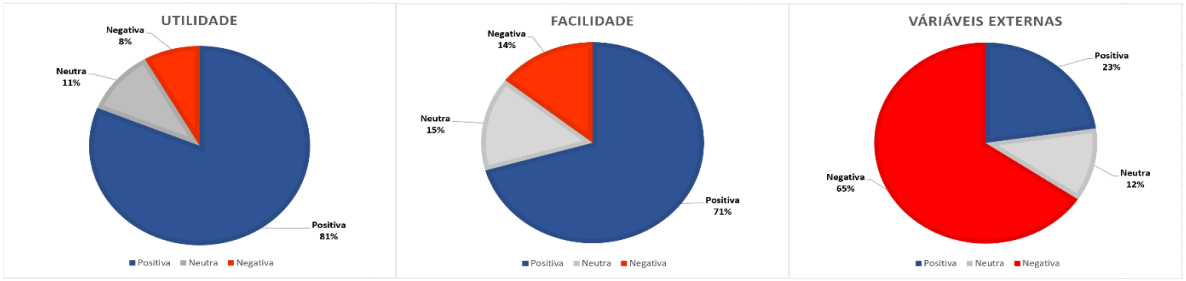


Fonte: Próprio Autor (2022)

Comparando os resultados SAM de alunos e professores, pode-se observar que itens como satisfação e motivação são altos e praticamente iguais nas duas amostras, o que indica que tanto aluno quanto professor se sentiram satisfeitos e motivados com a proposta e o funcionamento do FREELMS. Houve uma pequena discrepância na amostra dos alunos quanto à satisfação, de forma que pode ser necessário um estudo mais aprofundado para entender se esta diferença se dá por motivos factíveis, por respostas inseridas tendenciosamente ou por erro de preenchimento. É possível observar que a percepção de controle é maior para o aluno do que para o professor. Por meio de conversas informais entre pesquisador e participantes e de respostas abertas deste mesmo formulário de pesquisa, foi possível perceber que, nesse item específico, um professor acabou ficando receoso se o próprio funcionamento do FREELMS poderia mudar o resultado final do relatório, ou mesmo se o aluno propositalmente forçaria uma expressão emocional para benefício próprio, mudando o resultado do relatório e, consequentemente, o controle do professor.

A Figura 5.27 apresenta uma análise das respostas dos alunos às questões do TAM agrupadas por cada fator analisado. Como apresentado na Figura 5.27, os alunos perceberam a utilidade de ter o feedback proposto pelo FREELMS (81% atribuíram pontuações positivas). Na maioria dos casos, eles também tiveram a percepção de que o FREELMS é fácil de usar (70,6% atribuíram pontuações positivas). Quanto à percepção de fatores externos atrapalharem seus estudos, a maior parte dos alunos concluiu que não atrapalham (65% atribuíram pontuações negativas). Isso significa uma boa aceitação da tecnologia de reconhecimento de expressão emocional integrada ao LMS-Moodle.

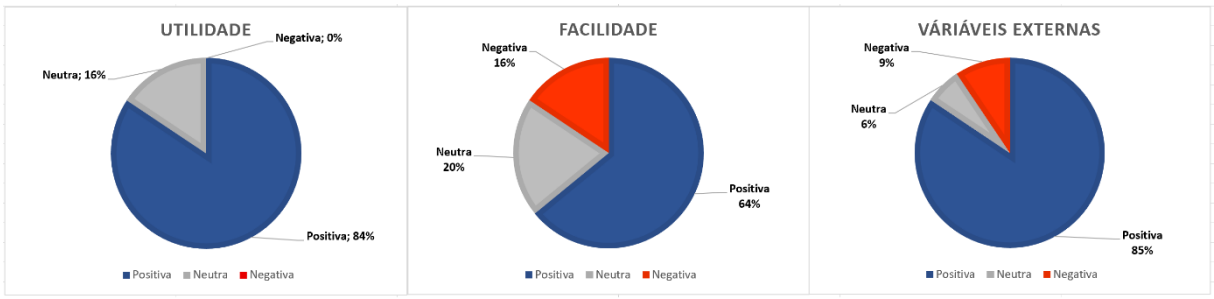
Figura 5.27: Análise das respostas dos alunos pelo método TAM agrupadas pelos fatores



Fonte: Próprio Autor (2022)

A Figura 5.28 apresenta uma análise das respostas dos professores às questões do TAM agrupadas por cada fator analisado. Os professores perceberam a utilidade de ter o feedback de um SAE dentro do FREELMS (84% atribuíram notas positivas), bem como tiveram a percepção de que o FREELMS é fácil de usar (64% atribuíram notas positivas). Quanto à percepção de fatores externos atrapalharem o desempenho nos estudos dos alunos, a maior parte dos professores (85% atribuíram notas positivas) acredita que os alunos poderiam ter um aproveitamento melhor se houvesse melhor infraestrutura para executar o FREELMS ou ferramentas parecidas. Além de o sentimento de utilidade e facilidade ser parecido por parte dos alunos, os professores também demonstraram o desejo de que o ensino remoto possa ter infraestrutura para funcionamento de SAE integrado, como no FREELMS.

Figura 5.28: Análise das respostas dos professores pelo método TAM agrupadas pelos fatores



Fonte: Próprio Autor (2022)

Comparando os resultados das questões do TAM de alunos e professores, pode-se observar que itens como utilidade e facilidade são altos e praticamente iguais nas duas amostras, o que indica que, além de ser útil, seria de fácil utilização por ambos os grupos de participantes. Assim como nas questões do SAM, houve uma pequena discrepância na amostra dos alunos quanto à utilidade, de forma que pode ser necessário um estudo mais aprofundado para entender os motivos, se isso ocorreu devido a respostas inseridas tendenciosamente ou por erro de preenchimento. Já na questão sobre facilidade, houve uma média entre os participantes: 17% para reposta neutra e 15% para resposta negativa. Quando comparadas as amostras sobre fatores externos, é possível perceber que, na percepção do próprio aluno, eles influenciam pouco no

seu desempenho, enquanto os professores acreditam que fatores externos influenciam muito no desempenho do aluno e na sua prática da docência. É necessário um estudo mais aprofundado, mas acredita-se que alguns fatores, como os relacionados à falta de infraestrutura, ao treinamento de professores, entre outras dificuldades que o professor identifica no dia a dia, podem ter influenciado nas respostas.

Com os resultados obtidos neste trabalho, é possível dizer que existe viabilidade no funcionamento do FREELMS, bem como mostrar a importância da contribuição imediata para outros estudos que tenham como objetivo a captação e a geração de relatórios que sirvam como base para tomadas de decisão de professores e conteudistas do LMS-Moodle e de outras LMS que utilizam padronização SCORM. É importante salientar que este é um estudo pioneiro e promissor a respeito de ferramentas que permitem que os professores avaliem as expressões faciais de seus alunos, integrando o SAE proposto (Microsoft Face API) e o LMS-Moodle, de forma a gerar um relatório de estados emocionais captados pelas expressões faciais.

6. Conclusão

As emoções têm grande influência em avalições que envolvem professores e alunos. O ensino remoto cria distância física, pessoal e sentimental entre professores e alunos, não permitindo que o professor possa realizar avaliações somativas, principalmente aquelas em que o docente, por contato direto, consegue identificar se uma pergunta ou assunto gera algum sentimento de desconforto que prejudique a realização desta avaliação. Este trabalho propõe uma ferramenta para que sistemas computacionais, por meio de câmeras e webcams, reconheçam as expressões faciais do aluno e gerem relatórios sobre expressões emocionais, permitindo, assim, que o professor tenha relatórios que apresentem as expressões emocionais captadas e classificadas por aluno e por questões para uma turma. Dessa forma, o docente pode identificar questões ou atividades que geraram algum tipo de desconforto ao aluno, o que seria um processo natural se estivesse presencialmente em frente aos seus alunos. Além disso, o professor pode mudar o conteúdo de uma série de questões que geraram reações inesperadas, como assuntos que possam ser delicados para alguns alunos ou mesmo no próprio desenrolar do planejamento didático da disciplina lecionada.

Este capítulo de conclusão está organizado em seções da seguinte maneira: a seção 6.1 apresenta as contribuições da pesquisa; a seção 6.2 expõe as limitações e os trabalhos futuros; e a seção 6.3 faz as considerações finais.

6.1. Contribuições da Dissertação

Este trabalho avança no conhecimento sobre novas maneiras de interagir com tecnologia computacional avançada no contexto educacional, potencializando a interação entre atores educacionais. Para tanto, esta dissertação apresentou a concepção, o desenvolvimento, a prototipação e a avaliação do software FREELMS, que é um sistema capaz de informar aos professores, por meio de relatórios integrados, o estado emocional captado pela ferramenta Microsoft Face API dos alunos ao interagir com o LMS-Moodle. Isso diminui o espaço criado na interação remota dos atores educacionais, apoiando os professores na elaboração e na aplicação de conteúdos mais adaptados aos alunos.

Apesar de ter sido utilizado o LMS-Moodle, é esperado que o FREELMS sirva como base para qualquer LMS e AVA que use o padrão SCORM. Além disso, este trabalho teve como foco o reconhecimento das expressões faciais por meio de ferramentas fornecidas gratuitamente na internet, especificamente a Microsoft Face API, que analisa as expressões

emocionais com base em algoritmo computacional, não tendo a pretensão de analisar a emoção propriamente dita. Entretanto, tal ferramenta serve como base para estudos aprofundados de áreas específicas do conhecimento ligados a emoções humanas.

Com o objetivo de responder à questão de pesquisa apresentada no início desta dissertação – "Como transformar o AVA em ambiente capaz de agregar aspectos de comunicação não formal ligados à expressão emocional no processo avaliativo?" –, relata-se a experiência do design e o desenvolvimento e avaliação do FREELMS. Com base nesta questão, a seguir são destacadas as principais contribuições obtidas:

- **Revisão de técnicas e estado da arte**: esta dissertação apresenta (capítulos 2 e 3) uma revisão sobre conceitos, tecnologias e trabalhos relacionados à aplicação de atividades remotas de avaliação e à interação entre atores educacionais por meio de expressão de emoções;
- **Concepção e design do sistema**: esta dissertação descreve o processo de concepção e design do sistema que pode ser reutilizado em outros projetos. O software pode também servir de base para o desenvolvimento de soluções futuras em plataformas diferentes;
- **O protótipo FREELMS**: foi desenvolvido um protótipo funcional que pode ser reutilizado e expandido para pesquisas futuras, tanto na área da computação quanto na da educação. O protótipo está disponível e pode ser aprimorado em continuidade a esta pesquisa;
- **Aplicação e avaliação do FREELMS**: as avaliações com especialistas, professores e alunos podem servir para um melhor entendimento e aprimoramento de soluções que envolvam expressões emocionais em AVA. Os resultados obtidos também podem direcionar pesquisas futuras na área em que esta dissertação está inserida.

Como resultado deste estudo, foram elaborados 2 artigos, destacados a seguir:

- Workshop de Computação da UNIFACCAMP (WCF) 2021, evento promovido pelo Centro Universitário Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP).
  Título: Uma Revisão da Literatura sobre Soluções Ligadas às Expressões Emocionais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (FAVARETO; BONACIN, 2021);
- Artigo submetido e aceito para a *19th ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA 2022)*

Título: *An Integrated Solution for Evaluating Emotional Expressions in Learning Management Systems, ID Number: 6733;*

6.2. Limitações e Trabalhos Futuros

A principal limitação deste estudo se refere ao fato de que não foi possível a realização de uma análise com amostra maior, com maior variedade de atores educacionais e com separação em grupos diversos. Isso se deve aos impactos da pandemia da Covid-19, alunos perdem o vínculo com a escola (SOUSA; MENEZES, 2021). Embora o presente trabalho foque o ensino a distância, que foi amplamente difundido durante a pandemia, estudos controlados foram limitados e houve um grande abandono nas disciplinas selecionadas para amostra. Com isso, as turmas foram bem menores do que o normal. Avaliações com turmas maiores possibilitariam também explorar aspectos quantitativos relacionados à acuracidade e à diversidade entre alunos ao capturar expressões emocionais.

Outra limitação é da própria ferramenta, que pode captar uma expressão emocional falsa ou imprecisa. Isso pode ser decorrente do próprio aluno ao tentar trapacear na captação da imagem, objetivando algum tipo de benefício próprio, ou mesmo pode ter sido involuntário. Pode ocorrer, por exemplo, de alunos expressarem riso quando na verdade estão nervosos ou estressados.

Ainda com relação à limitação da ferramenta, foi utilizada uma versão gratuita, que permitiu somente a captação de 10 imagens estáticas por minuto, não possibilitando que a ferramenta fosse executada em imagens de 27 quadros por segundo e com mais de um computador executando a ferramenta ao mesmo tempo.

Como próximos passos desta pesquisa, espera-se avaliar e evoluir o FREELMS e a pesquisa como um todo, conforme detalhado a seguir:

- **Avaliação completa com amostra maior:** ampliar a avaliação ao envolver mais turmas, cursos e disciplinas, bem como turmas maiores com menores índices de evasão escolar.
- **Avaliação em prazo maior e mais diversificados:** mais tempo para aplicar avaliações em turmas, cursos e disciplinas diferentes, aumentando, com isso, a diversidade das amostras e a avaliação do efeito em longo prazo.

- **Investigar como mitigar problemas nas captações erradas de expressões emocionais:** estudar e propor processos para que o software não identifique expressões erradas, que não reflitam emoções reais; a análise de expressões complementares com o uso de outros sensores (ex: voz, frequência cardíaca, etc.) deve ser investigada.
- **Fatores externos:** estudar e detectar fatores externos e distrações que possam distrair alunos, tirando sua concentração ou mudando repentinamente seu humor.
- **Avaliação de outros softwares de reconhecimento de expressões emocionais e LMS:** estudar e avaliar outros softwares equivalentes e/ou concorrentes ao software de reconhecimento de expressões emocionais Microsoft Face API e o LMS-Moodle; com isso, será possível testar, avaliar e propor com assertivamente a possiblidade de o FREELMS trabalhar com diversas plataformas e serviços de terceiros.
- **Melhorar design do FREELMS:** melhorar a facilidade de utilização e a interação com o FREELMS.
- **Integração e automatização:** integrar e disponibilizar o FREELMS como *plugin* do próprio Moodle, o que traria facilidade de uso e disponibilidade para toda a comunidade de usuários do Moodle.

6.3. Considerações Finais

Esta dissertação apresentou design, implementação, prototipação e avaliação do FREELMS, um sistema para reconhecimento de expressões emocionais por meio das expressões faciais em AVA. Também respondeu às suas perguntas de pesquisa ao criar um protótipo e um estudo prático em ambiente real de uma solução que integra o LMS-Moodle com a Microsoft Face API. O protótipo apresentado permite que os professores avaliem as expressões faciais dos alunos ao responderem questões de avaliação por meio de relatórios síncronos e assíncronos. A avaliação com especialistas, professores e alunos obteve resultados positivos quanto à viabilidade, à aceitação e ao desejo pessoal para que tal protótipo vire realidade do dia a dia na educação a distância.

7. Referências

ADL. **Especificações técnicas SCORM 2004 4a Edição**. Disponível em: <https://adlnet.gov/assets/uploads/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip>. Acesso em: 13 jan. 2022.

ADL. **Sharable Content Object Reference Model (SCORM®)**. Disponível em: <https://adlnet.gov/projects/scorm/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

AGUIRRE, B. V.; URESTI, J. A. R.; BOULAY, B. DU. **An Analysis of Student Model Portability. International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 26, n. 3, p. 932–974, 1 set. 2016.

ALMAZOVA, N. et al. **Human behavior as the source of data in the education system. Proceedings of the 2019 International SPBPU Scientific Conference on Innovations in Digital Economy**. Anais...: SPBPU IDE '19.New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 24 out. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3372177.3373340>. Acesso em: 13 jan. 2022

AMANTE, L. **Facebook e Novas Sociabilidades: Contributos da Investigação**. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259760740_Facebook_e_novas_sociabilidades_Contributos_da_investigacao?enrichId=rgreq-83fe61eca4215d0ef1814eba8999da56-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1OTc2MDc0MDtBUzoxMDIzMzcwMzcyMDk2MDdAMTQwMTQxMDQ1OTc4NA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf>. Acesso em: 13 jan. 2022

ARAÚJO, M. M. DE. **O aparecimento da escola**. Revista Educação em Questão, v. 28, n. 14, p. 220–226, 2007.

BEN AMMAR, M. et al. **The Affective Tutoring System. Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 4, p. 3013–3023, 1 abr. 2010.

BERALDO, R. M. F. et al. **Competências do professor no uso das TDIC e de ambientes virtuais.** Psicologia Escolar e Educacional, v. 20, n. 2, p. 209–218, ago. 2016.

BOLLELA, V. R.; BORGES, M. DE C.; TRONCON, L. E. DE A. **Avaliação Somativa de Habilidades Cognitivas: Experiência Envolvendo Boas Práticas para a Elaboração de**

Testes de Múltipla Escolha e a Composição de Exames. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 42, p. 74–85, dez. 2018.

BORUCHOVITCH, E. et al. **Motivação do aluno para aprender: fatores inibidores segundo gestores e coordenadores pedagógicos**. ETD: Educaçao Temática Digital, v. 15, n. 3, p. 425–442, 2013.

BOUHLAL, M. et al. **Emotions recognition as innovative tool for improving students' performance and learning approaches. Procedia Computer Science**, The 17th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing (MobiSPC),The 15th International Conference on Future Networks and Communications (FNC),The 10th International Conference on Sustainable Energy Information Technology. v. 175, p. 597–602, 1 jan. 2020.

BRADLEY, M. M.; LANG, P. J. **Affective norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings**. [s.l.] Technical report C-1, the center for research in psychophysiology …, 1999.

BRASILEIRO, A. M. M.; DE ANDRADE SOUTO, S. R. **Avaliação no Ensino Superior: um Estudo Exploratório Sobre as Percepções e Emoções dos Alun**os. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 18, n. 4, p. 472–479, 2017.

CABADA, R. Z. et al. **An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language**. Telematics and Informatics, SI: EduWebofData. v. 35, n. 3, p. 611–628, 1 jun. 2018.

CARNEIRO, I. A. **Reconhecimento facial da China já estava preparado para o Covid-19**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/software/151179-reconhecimento-facial-china-preparado-covid-19.htm>. Acesso em: 5 maio. 2020.

CHEN, J. X.; WECHSLER, **H. Human Computer Intelligent Interaction Using Augmented Cognition and Emotional Intelligence**. (R. Shumaker, Ed.)Virtual Reality. Anais...: Lecture Notes in Computer Science.Berlin, Heidelberg: Springer, 2007.

COPELAND, M. et al. **Microsoft Azure and Cloud Computing**. Em: COPELAND, M. et al. (Eds.). Microsoft Azure: Planning, Deploying, and Managing Your Data center in the Cloud. Berkeley, CA: Apress, 2015. p. 3–26.

COSENTINO, S. et al. **Group emotion recognition strategies for entertainment robots**. 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). Anais...

Em: 2018 IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS (IROS). out. 2018.

DESHMUKH, R. S.; JAGTAP, V. **A survey: Software API and database for emotion recognition**. 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). Anais... Em: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTING AND CONTROL SYSTEMS (ICICCS). jun. 2017.

DEWAN, M. A. A.; MURSHED, M.; LIN, F. **Engagement detection in online learning: a review**. Smart Learning Environments, v. 6, n. 1, p. 1, 3 jan. 2019.

DIAS, R. DE F. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem - Uma Metodologia para Avaliação de Software**. Dissertação Mestrado—Florianópolis, SC, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, 20 dez. 2012.

DOUGIAMAS, M. **Moodle statistic**s. Documentação. Disponível em: <https://stats.moodle.org/>. Acesso em: 13 jan. 2022a.

DOUGIAMAS, M. **Moodle architecture - MoodleDocs**. Documentação. Disponível em: <https://docs.moodle.org/dev/Moodle_architecture>. Acesso em: 13 jan. 2022b.

DOUGIAMAS, M. **Plugin types - MoodleDocs**. Documentação. Disponível em: <https://bit.ly/Tiposplugins>. Acesso em: 13 jan. 2022c.

DOUGIAMAS, M. **Plugin files - MoodleDocs**. Documentação. Disponível em: <https://bit.ly/estrplugin>. Acesso em: 13 jan. 2022d.

DOUGIAMAS, M.; TAYLOR, P. **Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System**. Em: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA AND TELECOMMUNICATIONS (EDMEDIA) 2003. Chesapeake, VA, USA: 2003. Disponível em: <https://research.moodle.net/33/>. Acesso em: 19 mar. 2018

FAVARETO, A. L. **Projeto aplicativo FREELMS**, 14 set. 2022. Disponível em: <https://github.com/AndreFavareto/faccamp>. Acesso em: 14 set. 2022

FAVARETO, A. L.; BONACIN, R. **Uma Revisão da Literatura sobre Soluções Ligadas às Expressões Emocionais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Anais do Workshop de Computação da UNIFACCAMP (WCF), v. 8, n. 17, p. 6, 14 out. 2021.

FERREIRA, V. H.; RAABE, A. L. **LORSys – Um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem SCORM**. RENOTE - Revista Novas tecnologias na Educação, v. 8, n. 2, 30 jul. 2010.

FINO, C. N. **Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas**. Revista Portuguesa de Educação, v. 14, n. 2, p. 273–291, 2001.

GANTAYAT, S. S.; LENKA, S. **Study of Algorithms and Methods on Emotion Detection from Facial Expressions: A Review from Past Research. (S. C. Satapathy et al., Eds.)Communication Software and Networks**. Anais...: Lecture Notes in Networks and Systems.Singapore: Springer, 2021.

GAUVAIN, M.; COLE, MICHAEL. **Development and learning - Piaget, J (1964)**. Readings on the development of children, p. 7–20, 1972.

GROENWALD, C. L. O.; HOMA, A. I. R. **Ambiente Virtual de Aprendizagem do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA**. ACTA SCIENTIAE, v. 16, n. 4, p. 10–14, 2 dez. 2014.

GROSSARD, C. et al. **Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (ASD)**. Computers & Education, v. 113, p. 195–211, 1 out. 2017.

HOOI, R.; CHO, H. **Virtual world continuance intention**. Telematics and Informatics, v. 34, n. 8, p. 1454–1464, 1 dez. 2017.

IMANI, M.; MONTAZER, G. A. **A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments**. Journal of Network and Computer Applications, v. 147, p. 102423, 1 dez. 2019.

JAYASINGHE, U.; ATUKORALE, A. **Tracking Emotions through Facial Expressions in Online Education Systems Based on Transient Emotion Peak**. Tracking Emotions through Facial Expressions in Online Education Systems Based on Transient Emotion Peak, 12 set. 2019.

KETELE, J.-M. D. **A propósito das noções de avaliação formativa, de avaliação sumativa, de individualização e de diferenciação**. A avaliação formativa num ensino diferenciado. Coimbra: Livraria Almedina, p. 211–218, 1986.

KHAKPOUR, A.; COLOMO-PALACIOS, R. **Convergence of Gamification and Machine Learning: A Systematic Literature Review**. Technology, Knowledge and Learning, 12 jul. 2020.

KHAZANKIN, G. R.; SHMAKOV, I. S.; MALININ, A. N. **Remote Facial Emotion Recognition System**. 2019 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON). Anais... Em: 2019 INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE ON ENGINEERING, COMPUTER AND INFORMATION SCIENCES (SIBIRCON). out. 2019.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University TR/SE-0401, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.

LATOUR, B. **Network Theory| Networks, Societies, Spheres: Reflections of an Actor-network Theorist**. International Journal of Communication, v. 5, n. 0, p. 15, 8 abr. 2011.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Rio de Janeiro, Brasil: Editora 34, 1999.

LU, E. J.-L.; HSIEH, C.-J. **A relation metadata extension for SCORM Content Aggregation Model. Computer Standards & Interfaces**, v. 31, n. 5, p. 1028–1035, set. 2009.

MANTZIOU, O.; VRELLIS, I.; MIKROPOULOS, T. A. **Do Children in the Spectrum of Autism Interact with Real-time Emotionally Expressive Human Controlled Avatars?** Procedia Computer Science, Proceedings of the 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion. v. 67, p. 241–251, 1 jan. 2015.

MARCZAL, D. **FARMA: uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos**. Tese- Doutorado—Curitiba, PR, Brasil: Universidade Federal do Paraná, 2014.

MEISTER, I. P. **A tecitura do conhecimento nas redes Sociais: habitat das inteligências coletivas**. Tese- Doutorado—São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2012.

MICROSOFT. **O que é o Azure – Serviços em Nuvem da Microsoft,** Microsoft Azure. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-azure/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

Moodle.org: **Moodle Statistics**. Disponível em: <https://stats.moodle.org/>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MORENO, L. R.; SONZOGNO, M. C. **Formação pedagógica na pós-graduação em saúde no ambiente Moodle: um compromisso social**. Pro-Posições, v. 22, n. 3, p. 149–164, dez. 2011.

NETO, C.; BARRETO, L. S. M.; AFECHE, S. C. **A formação social da mente Vygotski**, LS 153.65-V631 Psicologia e Pedagogia O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Psicologia, v. 153, p. V631, 1998.

NETO, J. D. DE O.; NASCIMENTO, E. V. **Intelligent tutoring system for distance education**. JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management, v. 9, n. 1, p. 109–122, abr. 2012.

NONATO, E. DO R. S.; SALES, M. V. S.; CAVALCANTE, T. R. **Cultura digital e recursos pedagógicos digitais: um panorama da docência na Covid-19**. Revista Práxis Educacional, v. 17, n. 45, p. 2, 2021.

OLIVEIRA, E. DA S. G. DE; REGO, M. C. L. C.; VILLARDI, R. M. **Aprendizagem mediada por ferramentas de interação: análise do discurso de professores em um curso de formação continuada a distância**. Educação & Sociedade, v. 28, n. 101, p. 1413–1434, dez. 2007.

O'REILLY, T. **Web 2.0: compact definition**. Disponível em <http://radar. oreilly. com/archives/2005/10/web_20_compact_definition. html, 2005>. Acesso em: 19 mar. 2018.

PATWARDHAN, A. S. **Multimodal mixed emotion detection**. 2017 2nd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES). Anais... Em: 2017 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION AND ELECTRONICS SYSTEMS (ICCES). out. 2017.

PERAMO, L. F.; MACEDO, P. C. DE; MORAES, M. R. DE. **Desenvolvimento de um protótipo de software de reconhecimento facial: estudo do Sistema Presente!!!,** UNIVERSITAS, n. 24, 2019.

PICCOLI, G. et al. **Designing scalability in required in-class introductory college courses**. Information & Management, p. 103263, 26 dez. 2019.

PINTO, C. S. **Ensino à distância utilizando TICs: uma perspectiva global**. Editora da Universidade Federal da Bahia, 14 jan. 2002.

PRENSKY, M. **Nativos digitais, imigrantes digitais**. On the horizon, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001.

PRENTZAS, J. **Artificial Intelligence Methods in Early Childhood Education**. Em: YANG, X.-S. (Ed.). Artificial Intelligence, Evolutionary Computing and Metaheuristics: In the Footsteps of Alan Turing. Studies in Computational Intelligence. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. p. 169–199.

PRIETO, J.; GAÑÁN, D. **A Methodology Approach to Evaluate Cloud-Based Infrastructures in Support for e-Assessment.** Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing. Anais...: Lecture Notes in Networks and Systems.Cham: Springer International Publishing, 2020.

PTASZYNSKI, M. et al. **Towards Computational Fronesis: Verifying Contextual Appropriateness of Emotions**. International Journal of Distance Education Technologies, v. 11, n. 2, p. 16–47, abr. 2013.

RAMOS, V. et al. **A Comparação da Realidade Mundial do Ensino de Programação para Iniciantes com a Realidade Nacional: Revisão sistemática da literatura em eventos brasileiros**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), v. 26, n. 1, p. 318, 26 out. 2015.

REKH, S.; CHANDY, A. **Implementation of academia 4.0 for engineering college education. Procedia Computer Science**, 9th World Engineering Education Forum (WEEF 2019) Proceedings : Disruptive Engineering Education for Sustainable Development. v. 172, p. 673–678, 1 jan. 2020.

RHO, S. et al. **Multimedia and semantic technologies for future computing environments**. Multimedia Tools and Applications, v. 61, n. 1, p. 1–6, 1 nov. 2012.

ROMERO, C. et al. **Predicting students' final performance from participation in on-line discussion forums**. Computers & Education, v. 68, p. 458–472, out. 2013.

RUFINO, S. **Arquitetura de comunicação entre AVAs e objetos de aprendizagem dinâmicos utilizando a especificação IMS LTI**. Dissertação Mestrado—Natal, RN, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 17 ago. 2017.

SANTOS, E. O. DOS; OKADA, A. L. P. **A construção de ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias plurais e gratuitas no ciberespaço**. Actas da 26a Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, Poços de Caldas. ANPEd, 2003.

SANTOS, L.; SANTOS, L. **A articulação entre a avaliação somativa e a formativa, na prática pedagógica: uma impossibilidade ou um desafio?** Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, v. 24, n. 92, p. 637–669, set. 2016.

SATHIK, M.; JONATHAN, S. G. **Effect of facial expressions on student's comprehension recognition in virtual educational environments**. SpringerPlus, v. 2, n. 1, p. 455, 12 set. 2013.

SHITSUKA, R. et al. **Boas práticas na Educação a Distância e o sucesso em uma turma de Pedagogia**. Research, Society and Development, v. 8, n. 8, p. e01881035–e01881035, 30 maio 2019.

SILVA, D. DE S. **Avaliação em ambiente online através do moodle: uma extensão do ensino presencial da língua inglesa em escola pública**. TCC - Graduação—Paraíba, Brasil: Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

SILVA, L. D. DA. **Educando a Geração Digital: uma análise sobre o uso das TIC no processo educativo a partir da relação tecnologia e metodologia**. Monografia Especialização—Campina Grande, PB, Brasil: Universidade Estadual da Paraíba, 28 maio 2018.

SILVA, P.; PIMENTEL, V.; SOARES, J. **A utilização do computador na educação: aplicando o Technology Acceptance Model (TAM)**. Biblionline, João Pessoa, v. 8, p. 263–272, 2012.

SILVA, P.; SHITSUKA, R.; GOMES PASCHOAL, P. A. **Afetividade nas interações em AVA: um estudo sobre a interação na educação a distância**. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, v. 14, 24 maio 2015.

SOUZA, A. A. N. **O Facebook como Ambiente de Aprendizagem: Uma Análise da Praxis Presencial Mediada pelo Conectivismo Pedagógico**. [s.l.] Universidade Federal de Sergipe, 2015.

SOUSA, G. S. DE; MENEZES, M. C. DE. **Educação de Jovens e Adultos (EJA) em Tempos de Pandemia da Covid-19: Reflexões Sobre o Cenário Exclusão e Abandono**. Seminário Nacional e Seminário Internacional Políticas Públicas, Gestão e Práxis Educacional, v. 8, n. 12, 2021.

TONELLI, E.; SOUZA, C. H. M. DE; ALMEIDA, F. M. DE. **A praxis docente nos ambientes virtuais de aprendizagem no contexto da dialogicidade**. Observatorio (OBS*), v. 9, n. 1, p. 149–158, jan. 2015.

UZELAC, A.; GLIGORIC, N.; KRCO, S. **A comprehensive study of parameters in physical environment that impact students' focus during lecture using Internet of Things. Computers in Human Behavior**, v. 53, p. 427–434, 1 dez. 2015.

VYGOTSKY, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**, v. 10, p. 103–117, 1988.

WANDERLEY, R. R. et al. **DESI: a virtual classroom system for distance education: a design exploration**. Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction. Anais...: APCHI '13.New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 24 set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2525194.2525308>. Acesso em: 26 out. 2020

WANG, B. et al. **Artificial Intelligence and Education. Em: JIN**, D. (Ed.). Reconstructing Our Orders: Artificial Intelligence and Human Society. Singapore: Springer, 2018. p. 129–161.

YOUNG, N. M.; RHEE, P. K. **A Novel Efficient Face Recognition Using Two Level Evolution Classifier. 2008 Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology**. Anais... Em: 2008 THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONVERGENCE AND HYBRID INFORMATION TECHNOLOGY. nov. 2008.

Apêndice A – Memória da pesquisa em bases de artigos científicos

ACM	**https://dl.acm.org**		
Título artigo	Ano	Autores	Incluído
Human behavior as the source of data in the education system	2019	Nadezhda Almazova, Daria Bylieva, Victoria Lobatyuk, Anna Rubtsova	SIM
The Handbook of Multimodal-Multisensor Interfaces: Signal Processing, Architectures, and Detection of Emotion and Cognition - Volume 2	2018	S. L. Oviatt, Björn W Schuller, Philip R Cohen, Daniel Sonntag	NÃO
DESI: a virtual classroom system for distance education: a design exploration	2013	Rafael R Wanderley, Rafael Amaral, Victor Ximenes, Devendra Tewari, Sriganesh Madhvanath, Ramadevi Vennelakanti	SIM
Multimodal learning analytics: assessing learners' mental state during the process of learning	2018	Sharon Oviatt, Joseph Grafsgaard, Lei Chen, Xavier Ochoa	NÃO
ICMI '16: Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimodal Interaction	2016	Yukiko I. Nakano, Elisabeth André, Toyoaki Nishida	NÃO
CSCW '17: Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing	2017	Charlotte P. Lee, Steve Poltrock, Louise Barkhuus, Marcos Borges, Wendy Kellogg	NÃO
IEEE	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp		
Título artigo	Ano	Autores	Incluído
A survey: Software API and database for emotion recognition	2017	Renuka S. Deshmukh,Vandana Jagtap	SIM
Multimodal mixed emotion detection	2017	Amol S Patwardhan	SIM
Group emotion recognition strategies for entertainment robots	2018	Sarah Cosentino;Estelle I. S. Randria, Jia-Yeu Lin, Thomas Pellegrini, Salvatore Sessa, Atsuo Takanishi	SIM
Remote Facial Emotion Recognition System	2019	Grigory R. Khazankin, Ivan S. Shmakov, Alexey N. Malinin	SIM
Cloud Infrastructure as a Service Architecture	2014	LLC Cloud Strategy Partners (Curso – Apresentação conteúdo)	NÃO
A Software Design Methodology for Real-Time Embedded Systems Part II: Design and Coding Guidelines	2010	Don Berndt	NÃO
What it Takes to Be an Innovator	2005	Gus Gaynor	NÃO
Scielo	https://scielo.org/en/		
Título artigo	Ano	Autores	Incluído
Competências do professor no uso das TDIC e de ambientes virtuais	2016	Rossana Mary Fujarra Beraldo, Diva Albuquerque Maciel	SIM
A praxis docente nos ambientes virtuais de aprendizagem no contexto da dialogicidade	2015	Elizangela Tonelli, Carlos Henrique Medeiros de Souza, Fabrício Moraes de Almeida,	SIM
Intelligent tutoring system for distance education	2012	Jose Dutra de Oliveira Neto, Elby Vaz Nascimento	SIM
Aprendizagem mediada por ferramentas de interação: análise do discurso de professores em um curso de formação continuada a distância	2007	Eloiza da Silva Gomes de Oliveira, Marta Cardoso Lima C. Rego, Raquel Marques Villardi	SIM
Elsevier	https://www.sciencedirect.com/		
Título artigo	Ano	Autores	Incluído
Emotions recognition as innovative tool for improving students' performance and learning approaches	2020	M. Bouhlal, K. Aarika, R. Ait Abdelouahid, E. Benlahmar	SIM
A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments	2019	Maryam Imani, Gholam Ali Montazer	SIM
Implementation of academia 4.0 for engineering college education	2020	Shobha RekhAbraham Chandy	SIM
Virtual world continuance intention	2017	Rosalie Hooi, Hichang Cho	SIM

Designing scalability in required in-class introductory college courses	2019	Gabriele Piccoli, Marcin Łukasz, Bartosiak, Biagio Palese, Joaquin Rodriguez	SIM
A comprehensive study of parameters in physical environment that impact students' focus during lecture using Internet of Things	2015	Ana Uzelac, Nenad Gligoric, Srdjan Krco	SIM
The Affective Tutoring System	2010	Mohamed Ben Ammar, Mahmoud Neji, Adel. M. Alimi, Guy Gouardères	SIM
Do Children in the Spectrum of Autism Interact with Real-time Emotionally Expressive Human Controlled Avatars?	2015	Olga Mantziou, Ioannis Vrellis, Tassos A. Mikropoulos	SIM
Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (ASD)	2017	Charline Grossard, Ouriel Grynspan, Sylvie Serret, David Cohen	SIM
An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language	2018	Ramón Zataraín Cabada, María Lucía Barrón Estrada, Carlos Alberto Reyes-García	SIM
Springer	https://link.springer.com/		
Título artigo	Ano	Autores	Incluído
Human Computer Intelligent Interaction Using Augmented Cognition and Emotional Intelligence	2007	Jim X. Chen, Harry Wechsler	SIM
Developing Active Personal Learning Environments on Smart Mobile Devices	2020	Brian Whalley, Derek France, Julian Park	NÃO
Artificial Intelligence Methods in Early Childhood Education	2013	Curso - Empresa	NÃO
Effect of facial expressions on student's comprehension recognition in virtual educational environments	2013	Mohamed Sathik, Sofia G Jonathan	SIM
Study of Algorithms and Methods on Emotion Detection from Facial Expressions: A Review from Past Research	2020	Sasanko Sekhar Gantayat, Swathi Lenka	SIM
A Methodology Approach to Evaluate Cloud-Based Infrastructures in Support for e-Assessment	2020	Josep Prieto, David Gañán	SIM
Artificial Intelligence and Education	2018	in Wang, Huanhuan Liu, Ping An, Qing Li, Kai Li, Ling Chen	SIM
Convergence of Gamification and Machine Learning: A Systematic Literature Review	2020	Alireza Khakpour, Ricardo Colomo-Palacios	SIM
Let the End User in Peace: UX and Usability Aspects Related to the Design of Tutoring Systems	2020	Juliano Sales, Katerina Tzafilkou, Adamantios Koumpis	NÃO
An Analysis of Student Model Portability	2016	Benjamín Valdés Aguirre	SIM
CARS 2015—Computer Assisted Radiology and Surgery Proceedings of the 29th International Congress and Exhibition Barcelona	2015	Luis Donoso Bach, Kiyonari Inamura	SIM
Automatic Extraction, Indexing, Retrieval and Visualization of Multimodal Meeting Recordings for Knowledge Management Activities	2008	Christian Gütl	NÃO
Multimedia and semantic technologies for future computing environments	2012	Seungmin Rho	SIM

Apêndice B – TCLE para Especialistas

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: "Desenvolvimento de Sistema para Avaliação de Emoções em Ambientes Virtuais de Aprendizagem"

Nome do(a) Pesquisador(a): André Luiz Favareto

Nome do(a) Orientador(a): Prof. Dr. Rodrigo Bonacin

Instituição vinculada: UNIFACCAMP

Endereço: Rua Guatemala, 167, 13231-230, Campo Limpo Paulista-SP

Natureza da pesquisa:

Você está sendo convidado/a a participar como voluntário/a de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

O objetivo desta pesquisa é responder a seguinte questão que irá direcionar o desenvolvimento da dissertação: "Como transformar o AVA em ambiente capaz de agregar aspectos de comunicação não formal ligados à expressão emocional no processo avaliativo?". E a partir desta questão inicial outros itens serão analisados:

•Se há integração do programa proposto com o LMS-Moodle.

•Se houve captação da emoção por expressão facial.

•Se expressões faciais podem ser agregas como instrumentos avaliativos para pratica docente.

Participantes da pesquisa:

Para realizar esta verificação serão realizadas experimentações com especialista da área de informática de programação e Web Designer, professores do ensino básico até superior da área de programação e redes e infraestrutura. Esta pesquisa será realizada "in loco".

Envolvimento na pesquisa:

Ao participar deste estudo, A (O) Sra. (Sr.) permitirá que o (a) pesquisador (a) realize palestra, demonstrações e entrevistas, essas atividades ocorrerão em um período máximo de três horas, na própria escola, que é seu local de trabalho, ressaltando que esta pesquisa já foi autorizada pela direção desta escola e pela secretaria municipal de educação. Nessas atividades os alunos terão oportunidade de explorar o uso de tecnologias digitais associadas ao contexto educacional. O material produzido nas atividades servirá como conteúdo de análise desta pesquisa.

A Sra. (Sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a Sra. (Sr). Sempre que quiser, poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do (a) pesquisador (a) do

projeto e, se necessário, através do telefone do Comitê de Ética e pesquisa

Sobre as entrevistas:

Etapas da pesquisa:

1-Explicação do funcionamento do programa e sua interface.

2-Realizar teste de acesso e calibração de equipamentos pelo entrevistado.

3-Iniciar questionário com entrevistado com perguntas gerais aleatórias, extraídas do Enade para Redes de Computadores e Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

4-Introduzir questionário excitatório de emoções diversas.

5- Ao final de cada questão aleatória do enade e excitatória, será aplicado um questionário a fim de identificar como a interação com a questão, influenciou no estado emocional do entrevistado.

6-Ao final da atividade, será aplicado um questionário a fim de identificar funcionamento do aplicativo e sua interação com o entrevistado.

Riscos e desconforto:

Segundo o Conselho Nacional de Saúde em sua Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, no item V que trata dos RISCOS E BENEFÍCIOS, toda pesquisa com seres humanos envolve risco, abaixo serão descritos estes ricos e os cuidados tomados para minimizá-los.

Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos a sua dignidade.

Físicos Não há riscos físicos esperados ou conhecidos.

Riscos de desconforto com algumas temáticas: Por ser tratar de pesquisa emocional, algumas situações serão provocadas, inclusive para criar desconforto, a fim que o sistema consiga captar essas por meio da análise de emoções faciais. Ao decorrer da entrevista, o entrevistado pode a qualquer momento interagir com o entrevistador, dando prosseguimento a questão ou mesmo não respondendo por qualquer motivo de embaraço. Tais perguntas tem o um único objetivo, provocar emoções, sendo assim, podem até representar emoções repudiadas pelo entrevistador. Mesmo com objetivo científico, a qualquer momento, questões provocativas podem sair do conjunto de perguntas a serem aplicados e avaliados a desejo do entrevistado.

*Desamino com algumas temáticas***.** Entrevistador estará sempre acompanhando e disposto a esclarecer os motivos da temática de questões provocativas

Divulgação de dados confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados. Assim garantindo de que a identidade da criança será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, os nomes não serão citados e a voz e imagem dele/dela não serão identificadas em eventuais publicações da pesquisa.

Confidencialidade:

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o(a) pesquisador(a) e o(a) orientador(a) terão conhecimento dos dados.

Você tem a garantia de que a sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, o seu nome não será citado e a sua voz e imagem não serão identificadas em eventuais publicações da pesquisa.

Benefícios:

O retorno social da participação nesta pesquisa envolve conhecer novas maneiras de interagir com tecnologia computacional avançada no contexto educacional.

Contribuição para o desenvolvimento da educacional por meio de AVAs (Ambientes Virtuais de Aprendizagem) utilizando reconhecimento de emoções que de modo presencial, o professor conseguiria identificar olhando para seus discentes.

Pagamento:

Você não receberá ressarcimento de despesas (transporte, alimentação, diárias, etc.)

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, preencha, por favor, os itens que se seguem:

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG _____
CPF_____ abaixo assinado, concordo em participar do estudo **"**Desenvolvimento de Sistema para Avaliação de Emoções em Ambientes Virtuais de Aprendizagem**"** como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador André Luiz Favareto sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como sobre os possíveis riscos e benefícios decorrentes da minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data: _____

Nome e Assinatura do sujeito ou responsável: _____

Assinatura do Pesquisador: _____

Assinatura do Orientador: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____ Assinatura: _____

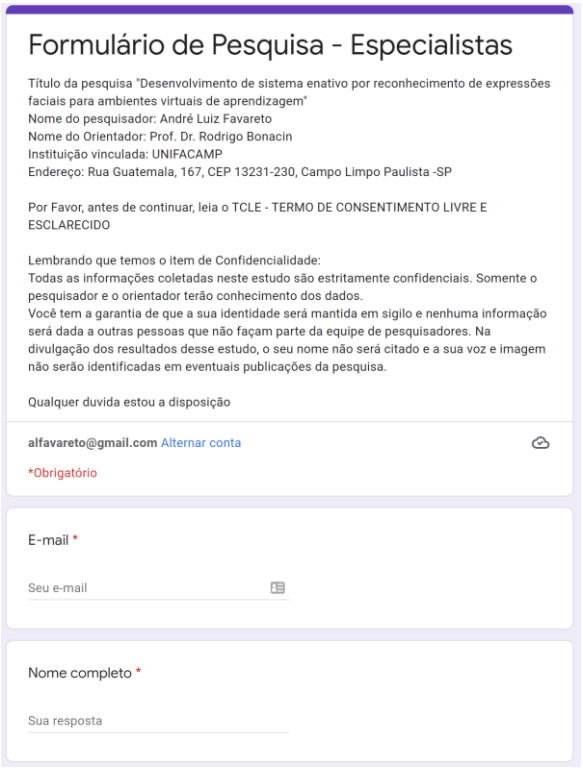
Nome: _____ Assinatura: _____

Observações complementares:

TELEFONES e CONTATOS

Pesquisador: André Luiz Favareto (11) 9 9555-1001 – alfavareto@yahoo.com.br
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bonacin - rodrigo.bonacin@gmail.com
Instituição: UNIFACCAMP - 11 4812-9409
Nome e telefone de um membro da Coordenação do Comitê de Ética em Pesquisa: **Coordenadora: Profa. Dra. Simone Manzolli** **Vice-Coordenadora: Profa. Dra. Silvia Maria Ribeiro Oyama** **Secretário: Elizeu Honorato Assunção** **Telefone: 55 11 4812-9409** **E-mail:cep@faccamp.br**

Apêndice C – Formulário de pesquisa com especialistas



Formulário de Pesquisa - Especialistas

Título da pesquisa "Desenvolvimento de sistema enativo por reconhecimento de expressões faciais para ambientes virtuais de aprendizagem"
Nome do pesquisador: André Luiz Favareto
Nome do Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bonacin
Instituição vinculada: UNIFACAMP
Endereço: Rua Guatemala, 167, CEP 13231-230, Campo Limpo Paulista -SP

Por Favor, antes de continuar, leia o TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Lembrando que temos o item de Confidencialidade:
Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados.
Você tem a garantia de que a sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, o seu nome não será citado e a sua voz e imagem não serão identificadas em eventuais publicações da pesquisa.

Qualquer duvida estou a disposição

alfavareto@gmail.com Alternar conta

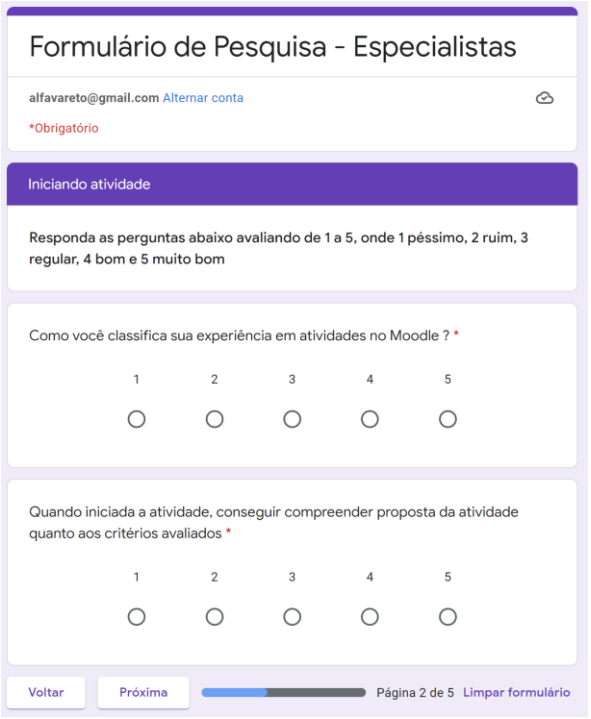
*Obrigatório

E-mail *

Seu e-mail

Nome completo *

Sua resposta



Formulário de Pesquisa - Especialistas

alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

Iniciando atividade

Responda as perguntas abaixo avaliando de 1 a 5, onde 1 péssimo, 2 ruim, 3 regular, 4 bom e 5 muito bom

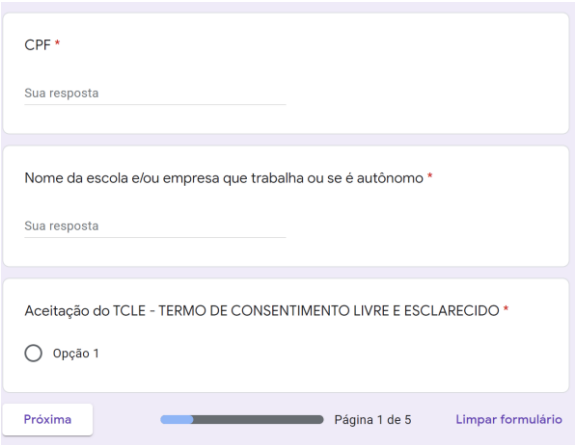
Como você classifica sua experiência em atividades no Moodle ? *

1 2 3 4 5

Quando iniciada a atividade, conseguir compreender proposta da atividade quanto aos critérios avaliados *

1 2 3 4 5

Voltar Próxima Página 2 de 5 Limpar formulário



CPF *

Sua resposta

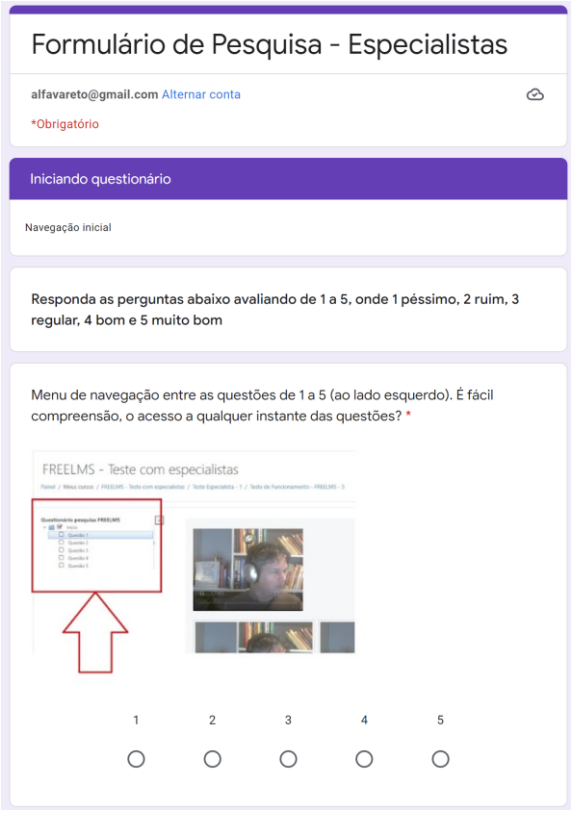
Nome da escola e/ou empresa que trabalha ou se é autônomo *

Sua resposta

Aceitação do TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO *

Opção 1

Próxima Página 1 de 5 Limpar formulário



Formulário de Pesquisa - Especialistas

alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

Iniciando questionário

Navegação inicial

Responda as perguntas abaixo avaliando de 1 a 5, onde 1 péssimo, 2 ruim, 3 regular, 4 bom e 5 muito bom

Menu de navegação entre as questões de 1 a 5 (ao lado esquerdo). É fácil compreensão, o acesso a qualquer instante das questões? *

1 2 3 4 5

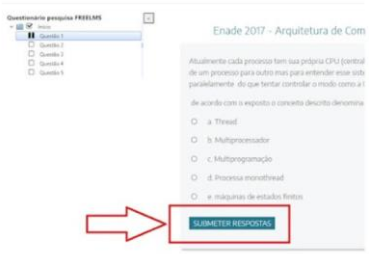
Aparece de modo claro a descrição do questionário? *

1 2 3 4 5

Visualização do botão "Sair da atividade" *

1 2 3 4 5

Visualização do botão "Submeter Respostas" *



1 2 3 4 5

Visualização/funcionamento da Webcam ou dispositivos de captura de imagens *

1 2 3 4 5

Voltar Próxima Página 3 de 5 Limpar formulário

Formulário de Pesquisa - Especialistas

alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

Iniciando Questão

Ao responder as questões dessa atividade classifique

Responda as perguntas abaixo avaliando de 1 a 5, onde 1 péssimo, 2 ruim, 3 regular, 4 bom e 5 muito bom

Visualização das imagens da sua face, depois de um tempo, contendo descrição do estado emocional *

1 2 3 4 5

Seu domínio da questão/assunto/matéria apresentada *

1 2 3 4 5

As imagens mostradas, representaram seu real estado emocional. *

1 2 3 4 5

Qual sua opinião a respeito da questão. Você mudaria algum item? Acrescentando, movimentando, alterando ou apagando?

Sua resposta

A partir daqui, as respostas para conhecer sentimentos emoções

Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, antes de começar a atividade? *

- neutro (neutral)
- desprezo (contempt)
- medo (fear)
- felicidade (happiness)
- tristeza (sadness)
- surpresa (surprise)

Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando estava respondendo as questões? *

- neutro (neutral)
- desprezo (contempt)
- medo (fear)
- felicidade (happiness)
- tristeza (sadness)
- surpresa (surprise)

Dentre as emoções abaixo, qual você acha que era mais predominante, quando terminou de ler as questões? *

- neutro (neutral)
- desprezo (contempt)
- medo (fear)
- felicidade (happiness)
- tristeza (sadness)
- surpresa (surprise)

Você acha que o design da questão influenciou na resposta final ou na própria emoção? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente. *

	1	2	3	4	5	
nada	○	○	○	○	○	totalmente

Se sua resposta foi diferente de "nada" ou "1", para pergunta "Você acha que o design da questão influenciou na resposta final ou na própria emoção?", descreva o que o questionário provocou em você, para influenciar na resposta.

Sua resposta

Voltar Próxima Página 4 de 5 Limpar formulário

Formulário de Pesquisa - Especialistas

alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

Encerrando a atividade

O que você achou do programa FREELMS detectando a emoção na aplicação de atividades remotas (simulado neste experimento)? *

	1	2	3	4	5	
Péssimo	○	○	○	○	○	Muito Bom

Em sua percepção, uma questão mal elaborada pode influenciar negativamente no desempenho do discente? Onde, 5 inviabiliza a questão, 4 prejudica muito, 3 prejudica pouco, 2 não faz diferença ou 1 estimula *

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

Quanto ajudaria ao professor, saber do estado emocional do aluno, na hora que estivesse realizando a atividade remota? Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente. *

	1	2	3	4	5	
nada	○	○	○	○	○	totalmente

Em sua percepção, o programa FREELMS em funcionamento, identificando e gerando relatórios de questões que podem resultar em emoções ruins. Responda avaliando de 1 a 5, onde 1 nada, 2 irrelevante, 3 pouco, 4 muito e 5 totalmente. *

	1	2	3	4	5	
nada	○	○	○	○	○	totalmente

Qual a dificuldade no uso da interface do programa FREELMS? *

	1	2	3	4	5	
Complicado	○	○	○	○	○	Muito Fácil

Qual o entendimento das mensagens que aparecem durante o uso? *

	1	2	3	4	5	
Complicado	○	○	○	○	○	Muito Fácil

O que você achou do programa FREELMS?

Sua resposta

Tem sugestões de melhoria ao/no programa FREELMS?

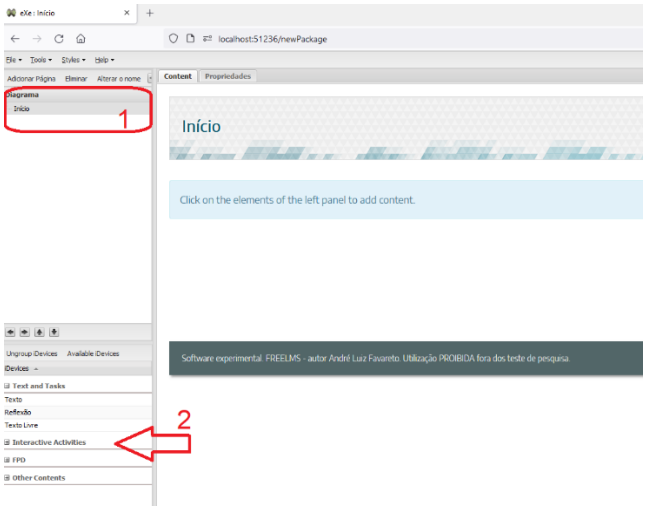
Sua resposta

Enviar uma cópia das respostas para o meu e-mail.

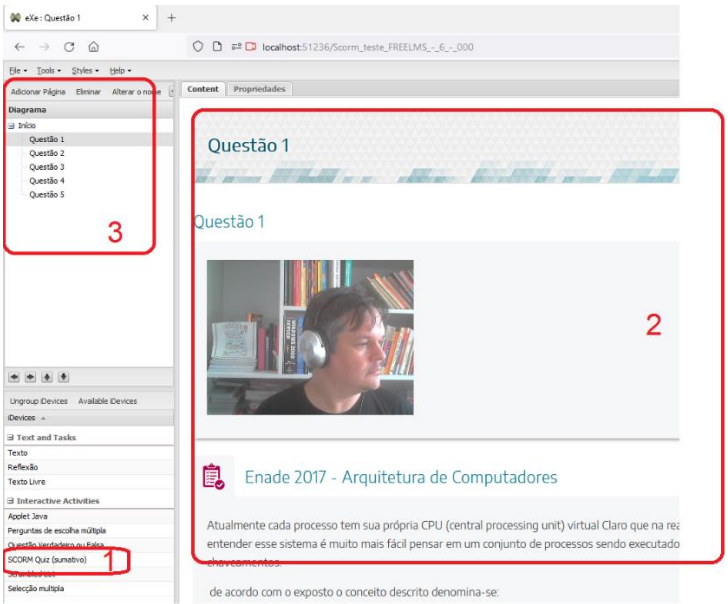
Voltar Enviar Página 5 de 5 Limpar formulário

Apêndice D – Criando questionário padrão SCORM no eXelearning

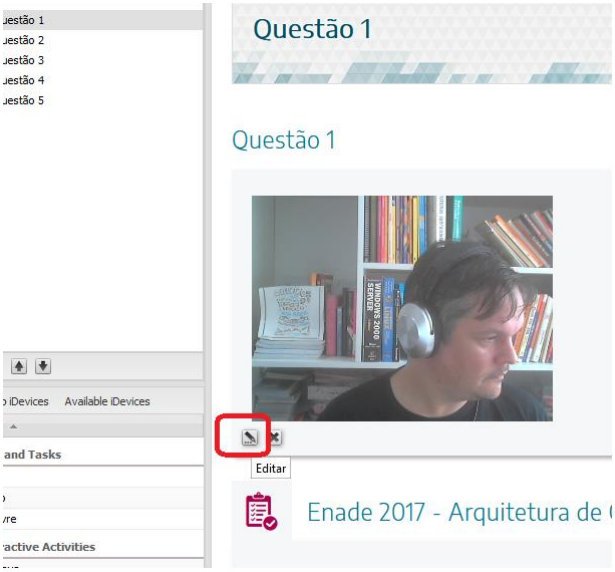
Ao iniciar o eXelearning, ele é organizado em estrutura de árvore e aparecerá sua ramificação no destaque 1. A fim de criar questões, deverá ser selecionada a opção "*Interactive Actividades*". Esses passos podem ser observados na figura abaixo.



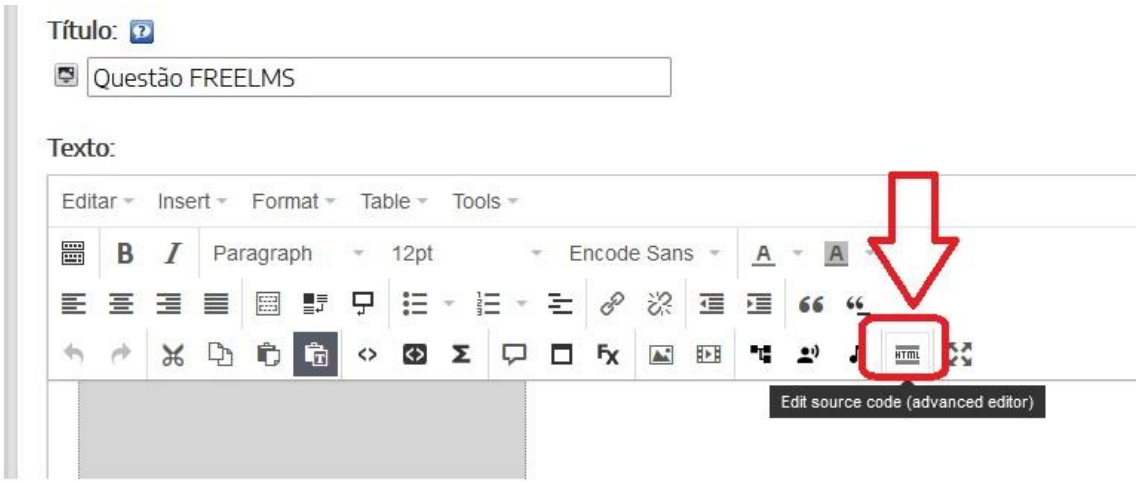
No próximo passo, o autor deverá selecionar a opção para criar questão com interação, o que pode ser observado no destaque 1 da figura abaixo. Servindo como exemplo, é apresentado o resultado parcial do FREELMS. No destaque 2, mostra-se o programa em funcionamento na ferramenta de autoria e, no destaque 3, a estrutura da atividade SCORM, com questões organizadas em árvore. Os destaques podem ser observados na figura abaixo.



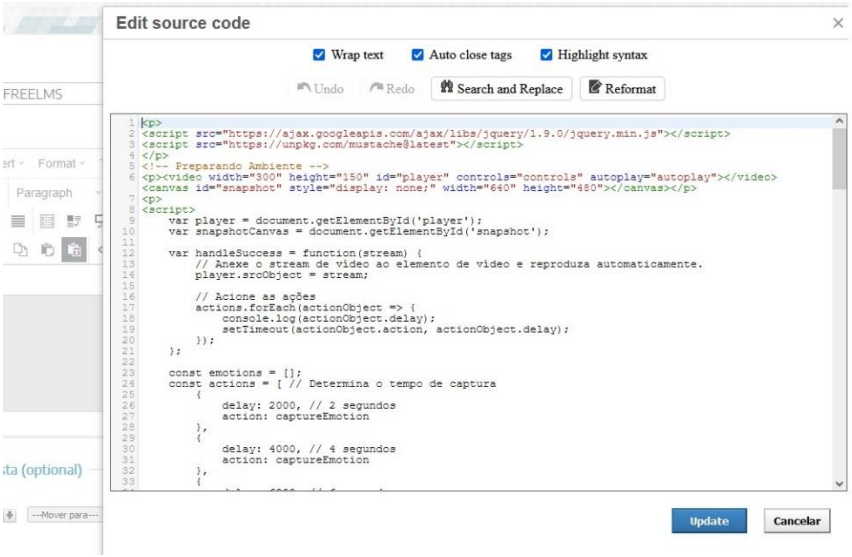
A cada nova questão criada na própria questão em funcionamento, aparecerá um ícone em forma de lápis (“Editar”), em destaque na figura abaixo, que permitirá a inserção do enunciado da questão e suas opções, bem como a opção de edição, com HTML e iFrame, necessários para a inserção do código fonte do FREELMS.



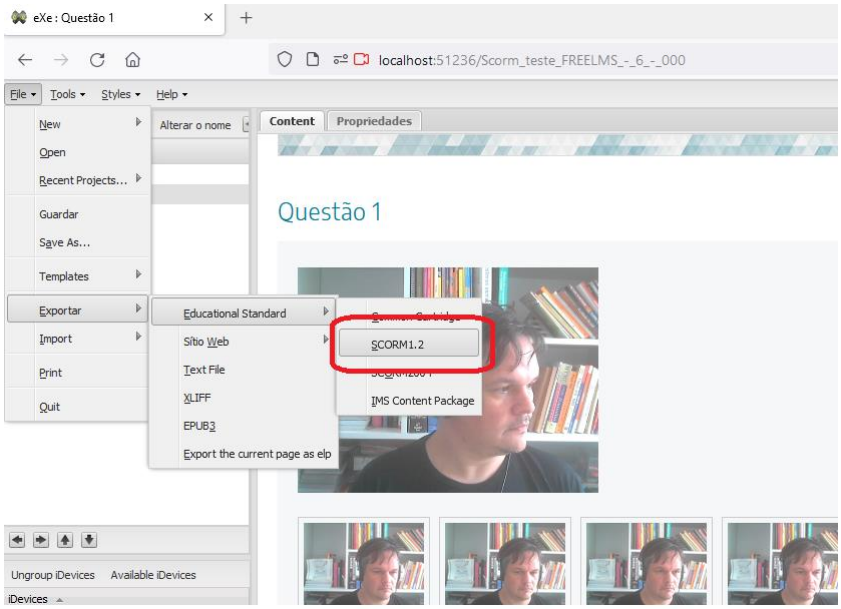
Ao clicar no ícone lápis, é permitido ao criador de conteúdo inserir o enunciado da questão e também editar HTML conforme o ícone em destaque.



A partir daqui, o criador de conteúdo deverá ter conhecimentos de programação para criar interações iFrame. Pode ser observado parte do código FREELMS na figura a seguir, assim como a opção abaixo, “Update”, para inserir novo código ou alterar o código existente, e a opção “Cancelar”, para não modificar.



Após a criação do questionário e a inserção do código-fonte do FREELMS, o autor deverá exportar para padrão “SCORM 1.2”, como pode ser observado na figura abaixo. Conforme descrito no trabalho, a versão de funcionamento do pacote SCORM no Moodle é a 1.2.

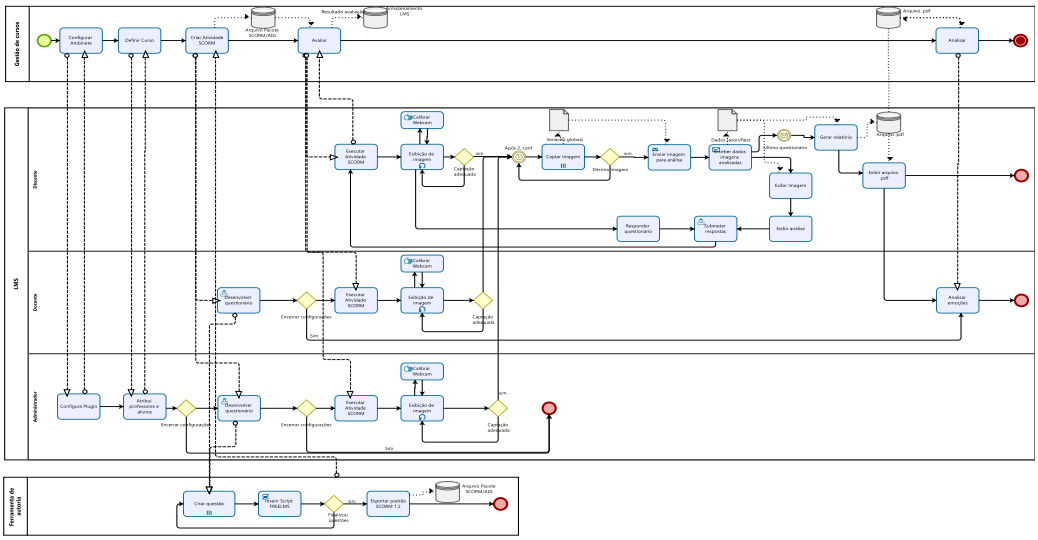


Após esses procedimentos, a ferramenta de autoria salvará em forma de pacote com a extensão .zip, que deverá ser importada na atividade criada no Moodle, conforme descrito neste trabalho.

Apêndice E – Descrição do ambiente do sistema FREELMS

A Figura E.1 apresenta a visão geral do processo de anotação e especificação do ambiente necessário ao funcionamento do sistema FREELMS, dividindo em 3 processos principais: Gestão de Cursos, LMS e Ferramenta de Autoria, que serão discutidos em seguida.

Figura E.1: Visão geral do processo de anotação

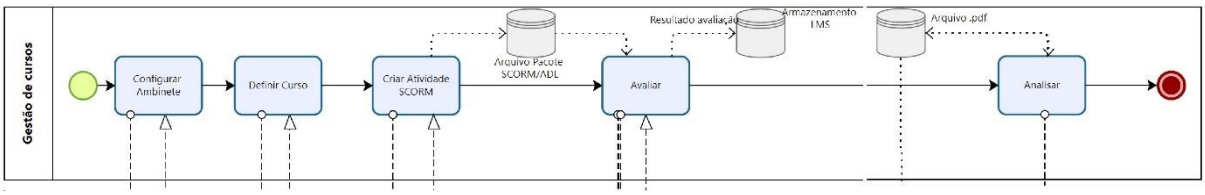


Fonte: Próprio Autor (2022)

Processo Gestão de Cursos

Este processo fica responsável por gerenciar e organizar, como implementar, gerenciar e executar todos os recursos necessários a fim de criar o curso e as atividades, bem como sua utilização, conforme pode ser visualizado na Figura E.2.

Figura E.2: Visão do processo Gestão de cursos



Fonte: Próprio Autor (2022)

As seguintes etapas são executadas neste processo proposto:

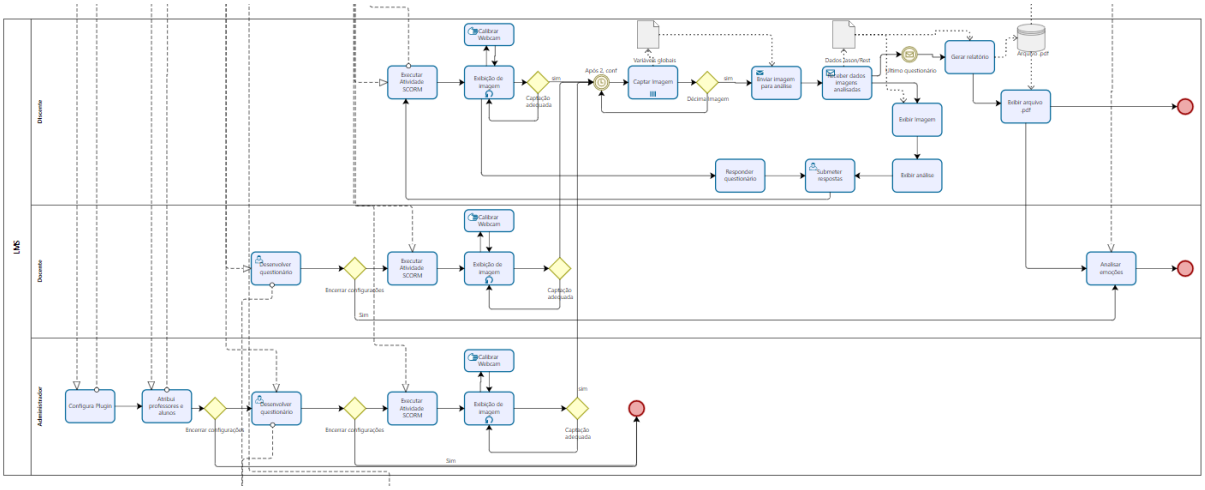
1. *Configurar Ambiente*: será atribuída ao responsável do LMS a tarefa de configurar o ambiente, para que a configuração do LMS esteja apta a trabalhar com pacotes SCORM;

2. *Definir Curso*: nessa etapa, há a definição de cursos que receberão atividades com supervisão do FREELMS, bem como quais serão os alunos e professores participantes do curso definido;
3. *Criar Atividades SCORM*: etapa responsável por criar atividades SCORM no curso escolhido, seus questionários e a inserção do programa FREELMS dentro dos questionários, além de armazenar em arquivo para execução de atividades avaliativas;
4. *Avaliar*: recuperando a atividade anteriormente criada, é responsável por executar a atividade SCORM por seus participantes, recuperando, ao final desta etapa, o resultado da avaliação das questões aplicadas na atividade SCORM e armazenando o resultado avaliativo das questões em banco de dados próprio do LMS, assim podendo fazer parte do processo avaliativo ao que se propõe o LMS;
5. *Analisar:* etapa responsável pela análise das emoções recuperadas pela aplicação FREELMS, sendo responsável ainda por armazenar ou recuperar em arquivo do tipo .pdf o relatório gerado na execução e finalização do programa FREELMS.

Processo LMS

Este processo é responsável pelo ambiente de criação e funcionamento dos cursos e das atividades SCORMs que receberão o FREELMS. Pode ser observada na Figura E.3 uma visão geral do processo LMS. Neste processo, podem ser observados 3 atores principais: Administrador, Docente e Discente, que serão discutidos a seguir.

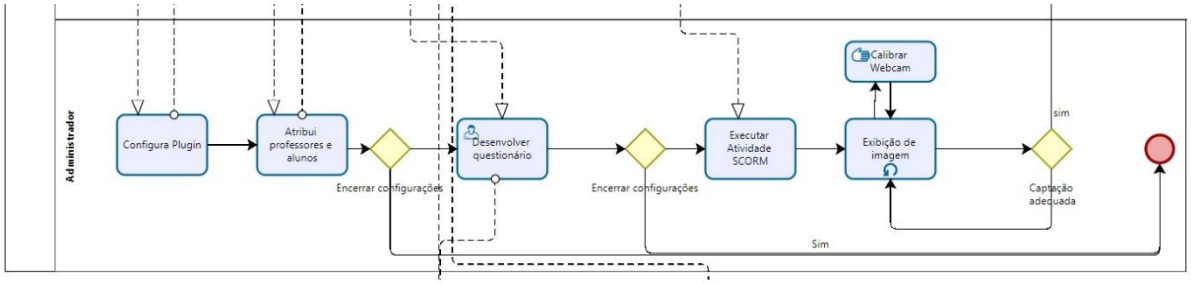
Figura E.3: Visão geral do processo LMS



Fonte: Próprio Autor (2022)

Administrador: responsável por criar e gerenciar o ambiente necessário ao funcionamento de todo sistema LMS e seus *plugins*, bem como cursos, professores e alunos. Este ator pode criar e executar atividades SCORM, mas não deverá analisar o resultado da análise das emoções capturadas pelo FREELMS. Estas etapas podem ser observadas com mais detalhadamente na Figura E.4: Visão do ator Administrador no processo LMS.

Figura E.4: Visão do ator Administrador no processo LMS



Fonte: Próprio Autor (2022)

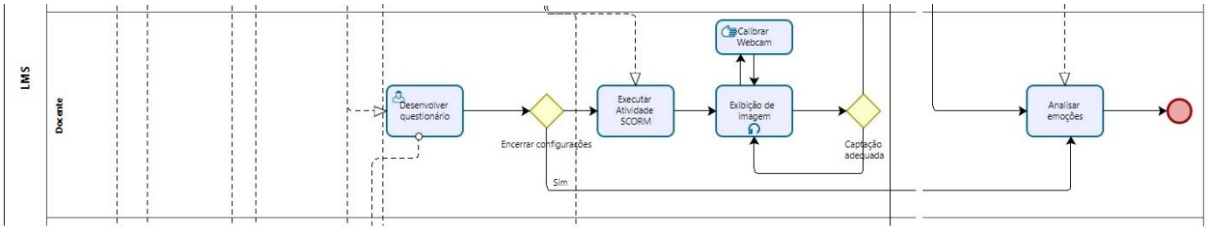
As seguintes etapas são executadas por este ator neste processo proposto:

1. *Configura o plugin*: é a etapa responsável por configurar o LMS para que o *plugin* responsável pelo funcionamento de atividades do tipo SCORM dentro do LMS estejam dentro do padrão necessário. Por vezes, é necessário ao administrador do LMS verificar e selecionar configurações que já estão instaladas, mas que podem não estar autorizadas ao funcionamento de todo sistema ou de um ou outro usuário.
2. *Atribui professores e alunos*: o administrador deverá definir papéis dentro de cursos, atribuindo a professores e alunos devidas funções. Pode ser necessário criar novos cursos, assim como novos alunos e professores, dependendo da necessidade recebida do gestor de cursos. O administrador pode participar do desenvolvimento do questionário ou encerrar sua participação nesta etapa;
3. *Desenvolver questionário*: etapa responsável pela criação e desenvolvimento do questionário. Para tal, o administrador deverá utilizar uma ferramenta externa de autoria, que será responsável por agregar as questões específicas da avaliação, bem como o script responsável pelo funcionamento do FREELMS. Este programa de autoria retornará um arquivo no padrão SCORM/ADL, que poderá ser utilizado em outras etapas e por outros atores. O administrador pode participar da execução da atividade ou encerrar sua participação nesta etapa;

4. *Executar atividade SCORM*: nesta etapa, o administrador executa a atividade SCORM disponibilizada no curso, iniciando o questionário e verificando o funcionamento do FREELMS;
5. *Exibição de imagem*: nesta etapa será exibida a imagem captada pelo dispositivo de captura do computador pessoal, em loop constante e na velocidade aproximada de 25 quadros por segundo. O administrador deverá garantir que o dispositivo esteja focado no rosto do discente e que ele esteja sentado em posição adequada. Paralelamente, se houver necessidade, o administrador deverá calibrar o equipamento de captura até que se encaixe dentro dos parâmetros necessários para captura e análise das imagens. O administrador encerra sua participação nesta etapa, passando a ser executada a etapa do ator discente, responsável por captar a imagem.

Docente: responsável por criar e gerenciar atividades SCORM, aplicar atividades avaliativas, analisar as imagens e os relatórios do tipo .pdf gerados pelo aplicativo FREELMS. É o ator principal no elo de funcionamento entre o aplicativo FREELMS e o discente, bem como é quem desenvolve o questionário com ferramentas de autoria. Estas etapas podem ser observadas mais detalhadamente na Figura E.5: Visão do ator Docente no processo LMS.

Figura E.5: Visão do ator Docente no processo LMS



Fonte: Próprio Autor (2022)

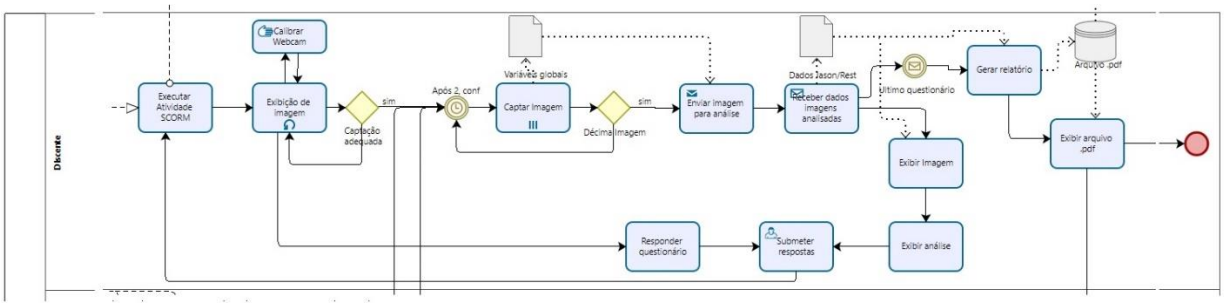
As seguintes etapas são executadas por este ator neste processo proposto:

1. *Desenvolver questionário*: etapa responsável pela criação e desenvolvimento do questionário. Para tal, o docente deverá utilizar uma ferramenta externa de autoria, que será responsável por agregar as questões específicas da avaliação, bem como o script responsável pelo funcionamento do FREELMS. Este programa de autoria retornará um arquivo no padrão SCORM/ADL, que poderá ser utilizado em outras etapas e por outros atores. O docente pode participar da execução da atividade ou encerrar sua participação nesta etapa;

2. *Executar atividade SCORM*: nesta etapa, o docente executa a atividade SCORM disponibilizada no curso, iniciando o questionário e verificando o funcionamento do FREELMS;
3. *Desenvolver questionário*: etapa responsável pela criação e desenvolvimento do questionário. Para tal, o docente deverá utilizar uma ferramenta externa de autoria, que será responsável por agregar as questões específicas da avaliação, bem como o script responsável pelo funcionamento do FREELMS. Este programa de autoria retornará um arquivo no padrão SCORM/ADL, que poderá ser utilizado em outras etapas e por outros atores. O docente pode participar da execução da atividade ou encerrar sua participação nesta etapa;
4. *Exibição de imagem*: nesta etapa será exibida a imagem captada pelo dispositivo de captura do computador pessoal, em loop constante e na velocidade aproximada de 25 quadros por segundo. O docente deverá garantir que o dispositivo esteja focado no rosto do discente e que ele esteja sentado em posição adequada. Paralelamente, se houver necessidade, o docente deverá calibrar o equipamento de captura até que se encaixe dentro dos parâmetros necessários para captura e análise das imagens. Ao final dessa etapa, o docente passa a execução para o ator discente, que será responsável por captar a imagem;
5. *Analisar emoções*: por meio de recuperação do relatório em arquivo no padrão .pdf, feita por programas próprios ou pela exibição na etapa *Exibir arquivo .pdf* do ator discente, o docente analisará o relatório emitido pelo aplicativo FREELMS, tendo, então, subsídios a fim de tomar alguma ação ou atitude para adaptar melhor seus questionários. Ao final dessa etapa, o docente finalizará sua participação do processo.

Discente: responsável por executar atividades SCORM, quando então será avaliado por questionários relativos às propostas educacionais, definidos pelos atores educacionais responsáveis pelos cursos. Também é responsável pelo correto funcionamento do aplicativo FREELMS, configurando equipamentos para que tenha acesso à internet, calibrando corretamente os dispositivos de captura de imagens e participando de todas as etapas necessárias na captura e análise de imagens. Estas etapas podem ser observadas mais detalhadamente na Figura E.6: Visão do ator Discente no processo LMS.

Figura E.6: Visão do ator Discente no processo LMS



Fonte: Próprio Autor (2022)

As seguintes etapas são executadas por este ator neste processo proposto:

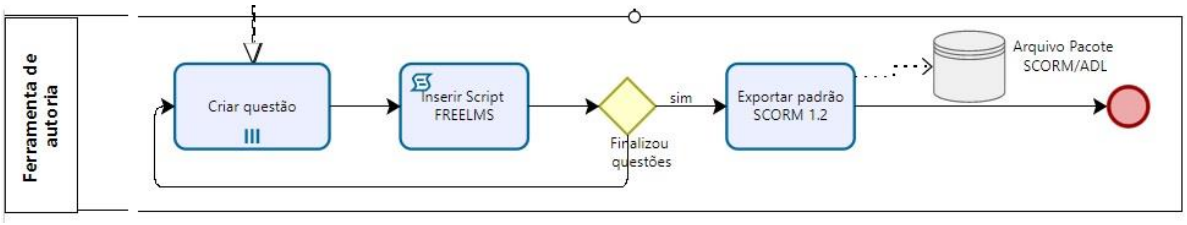
1. *Executar Atividade SCORM*: nesta etapa, o discente executa a atividade SCORM disponibilizada no curso, iniciando o questionário e verificando o funcionamento do FREELMS;
2. *Exibição de imagem*: nesta etapa será exibida imagem captada pelo dispositivo de captura do computador pessoal, em loop constante e na velocidade aproximada de 25 quadros por segundo. O discente deverá garantir que o dispositivo esteja focado no rosto do discente e que ele esteja sentado em posição adequada. Paralelamente, se houver necessidade, o discente deverá calibrar o equipamento de captura até que se encaixe dentro dos parâmetros necessários para captura e análise das imagens;
3. *Captar imagem*: depois de 2 segundos iniciais, o aplicativo FREELMS capta uma imagem estática e a armazena como base64 em uma variável global daquela questão sendo executada, verificando se é a décima imagem. Caso não seja a décima imagem, o FREELMS ajusta o tempo para 4 segundos e capta novamente outra imagem, armazenando-a em sequência na variável global. Ao final dessa etapa, a variável global consistirá de 10 imagens estáticas, mesmo que o equipamento não esteja calibrado;
4. *Responder questionário*: o discente responderá o questionário proposto pelos atores educacionais a fim de avaliar seu conhecimento em determinada área de conhecimento;
5. *Enviar imagem para análise*: nessa etapa, o aplicativo FREELMS recupera todas as imagens da variável global do questionário executado e, seguindo as regras e parâmetros necessários, se conecta aos serviços oferecidos pela Microsoft Azure chamado de Microsoft Face API, enviando essas imagens recuperadas;

6. *Receber imagens analisadas*: nessa etapa, o aplicativo FREELMS recebe em formato JSON/REST a análise das imagens feitas pelo serviço Microsoft Face API, recuperando dados referentes a emoções e descartando outros dados, armazenando-os em formato JSON/REST;
7. *Exibir imagens*: é exibida na tela do discente a sequência de todas imagens que foram utilizadas, descartando imagens que não foram analisadas por não estarem dentro do padrão necessário para tal;
8. *Exibir análise*: é exibida na tela do discente a sequência de todas as análises tratadas pelo FREELMS e que serão utilizadas na confecção do relatório daquele questionário sendo executado por ele;
9. *Submeter respostas*: o discente deve ter respondido ao questionário e deverá esperar a conclusão paralelamente das etapas responsáveis por analisar as imagens (Enviar imagem para análise, Receber os dados das imagens analisadas, Exibir imagens e Exibir análise) antes de finalizar essa etapa. O discente pode encerrar essa etapa antes que as etapas responsáveis por analisar as imagens sejam encerradas, podendo captar uma quantidade menor que as 10 imagens necessárias, porém comprometendo parte ou a análise proposta pelo aplicativo FREELMS. Ao encerrar essa etapa, o discente poderá começar outra questão até a última questão, executando novamente a etapa Executar atividade SCORM.
10. *Gerar relatório*: a partir da última questão, o aplicativo FREELMS recuperará os dados armazenados relativos ao questionário e gerará um relatório com as emoções captadas em todas as questões. Fará uma pré-análise apontando emoções primárias e secundárias captadas e classificando a acurácia na captura pelo serviço Microsoft Face API. Apontará quais as 3 emoções mais presentes na execução de cada questão, assim como a média, a mediana e sua moda. Esses dados serão armazenados em arquivo do tipo .pdf;
11. *Exibir arquivo .pdf*: nessa etapa, o FREELMS recuperará o arquivo .pdf relativo ao relatório gerado na etapa Gerar relatório e o exibirá no navegador, permitindo que os atores discente e docente possam visualizar ou analisar o conteúdo analisado pelo aplicativo FREELMS. A partir dessa etapa, o ator discente pode encerrar sua participação no processo do LMS.

Processo Ferramenta de Autoria

Este processo fica responsável por criar questionário com suas questões e a inserção do script responsável ao funcionamento do aplicativo FREELMS, bem como exportar esse questionário no padrão SCORM/ADL, para que possa ser executado em qualquer LMS que utilize o padrão ADL, conforme pode ser visualizado na Figura E.7.

Figura E.7: Visão do processo Ferramenta de autoria



Fonte: Próprio Autor (2022)

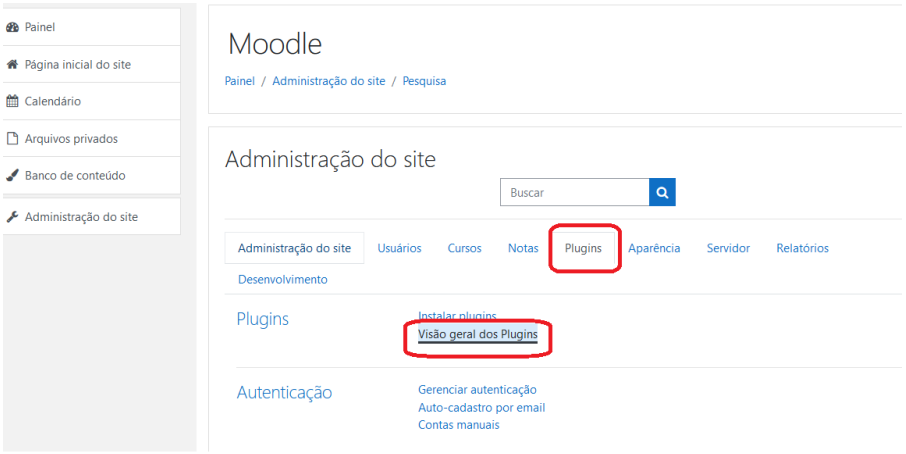
As seguintes etapas são executadas neste processo proposto:

1. *Criar questão*: nesta etapa, os atores responsáveis utilizarão recursos disponíveis na ferramenta de autoria a fim de criar uma questão conforme planejamento pedagógico;
2. *Inserir Script FREELMS*: nesta etapa, os atores responsáveis deverão reservar um espaço ou recurso necessário para a execução em JavaScript do script do aplicativo FREELMS. Este espaço ou recurso deverá ser executado junto do questionário criado na etapa Criar questão. Caso seja a última questão, deverá ser acrescentado o script do FREELMS que aponta que a questão é a última daquele questionário;
3. *Exportar padrão SCORM 1.2*: ao finalizar o questionário com as devidas questões e a inserção do script do aplicativo FREELMS, essa etapa será responsável por exportar este questionário em arquivo no padrão SCORM/ADL, que servirá como base para que LMS que trabalhem com o padrão ADL possam criar e executar atividades SCORM. A partir da finalização desta etapa, o processo de Ferramenta de Autoria é encerrado.

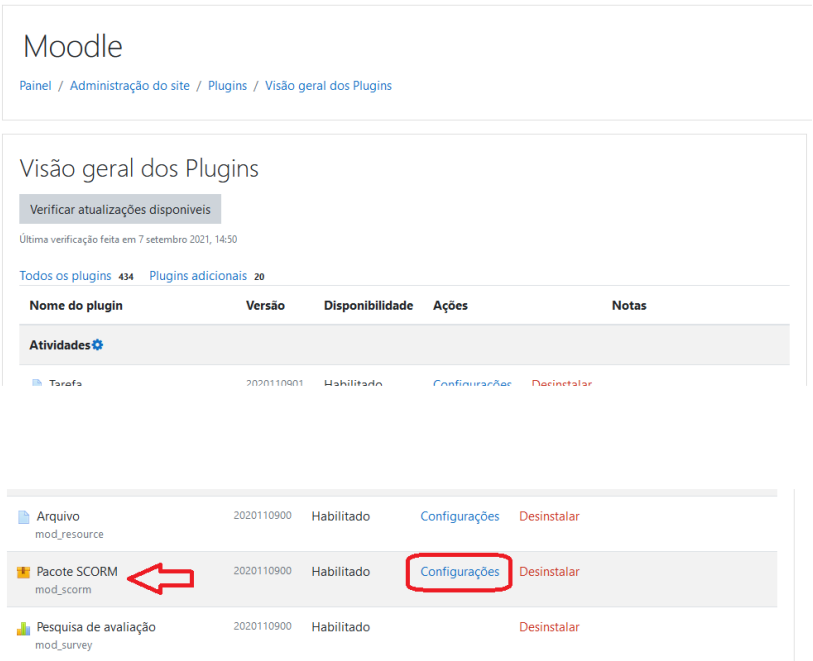
Apêndice F – Verificação de configuração Pacote SCORM

Verificação de configuração padrão Moodle para instalação SCORM

Dentro das funções administrativas, escolher a aba “Plugins” e em seguida selecionar a opção “Visão geral dos Plugins”.



Dentro da visão geral dos *plugins*, achar a opção “SCORM” e em seguida selecionar a opção “Configuração”.

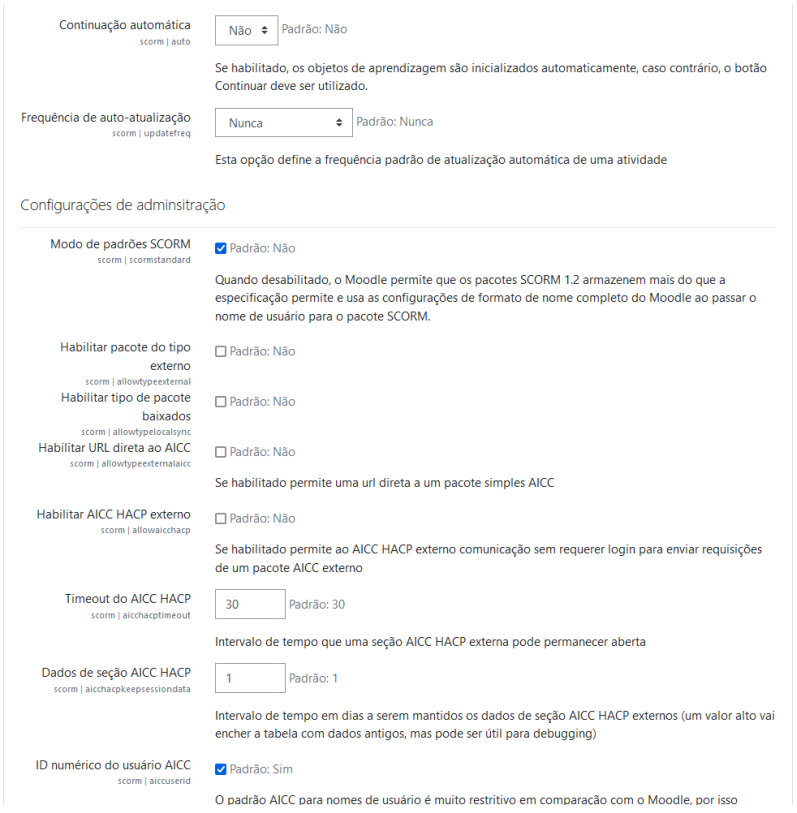


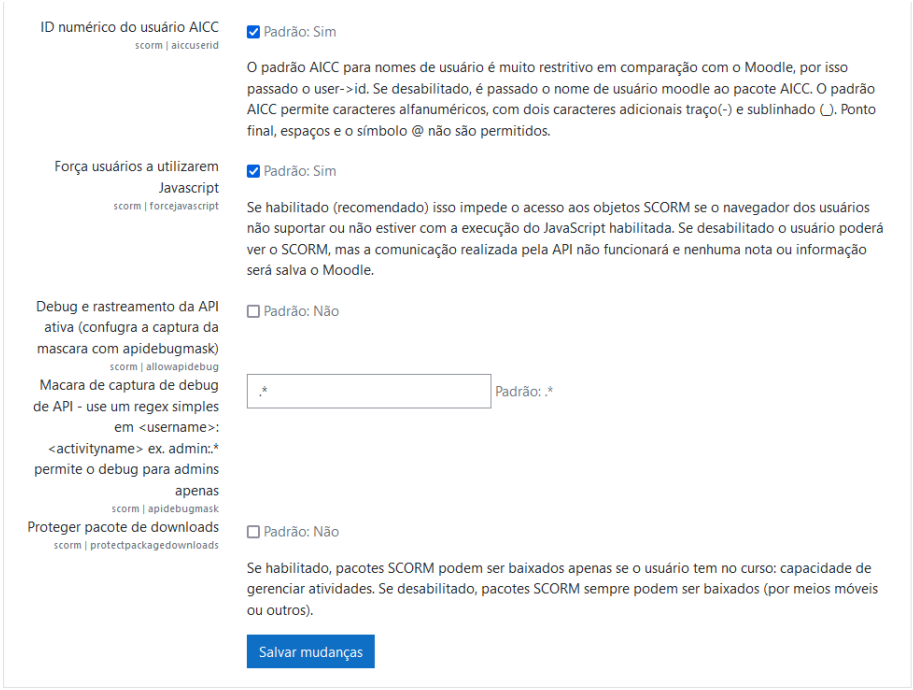
Dentro do Pacote SCORM, verificar e modificar as opções, para que fiquem iguais às observadas na figura a seguir.

Pacote SCORM
Exibição padrão de configurações
Mostrar índice na página de entrada
scorm | displaycoursestructure
Não
Padrão: Não
Avançado
Se habilitado, o índice será exibido na página de entrada do SCORM.
Mostrar
scorm | popup
Janela atual
Padrão: Janela atual
Avançado
Se deseja mostrar o pacote SCORM em uma nova janela.
Mostrar nome da atividade
scorm | displayactivityname
Padrão: Sim
Se deve ou não exibir o nome da atividade acima do SCORM player.
Largura
scorm | framewidth
100
Padrão: 100, Avançado
Avançado
Configura a altura do frame ou janela
Altura
scorm | frameheight
500
Padrão: 500, Avançado
Avançado
Configura a altura do frame ou janela
Opções (Avançado)
scorm | winoptgrp_adv
Padrão: Sim
Se marcado, a largura e a altura serão listadas como configurações avançadas.
Permitir o rolamento da janela
scorm | scrollbars
Padrão: Não
Mostrar os links do diretório
scorm | directories
Padrão: Não
Mostrar a barra de endereço
scorm | location
Padrão: Não
Mostrar a barra de menu
scorm | menubar
Padrão: Não
Mostrar a barra de instrumentos
scorm | toolbar
Padrão: Não
Estado
scorm | status
Padrão: Não
O estudante salta a página de menu
Nunca
Padrão: Nunca, Avançado
Avançado

O estudante salta a página de menu
scorm | skipview
Nunca
Padrão: Nunca, Avançado
Avançado
Esta opção define o padrão relativo a quando saltar a estrutura de conteúdos de uma página
Esconder botão Prévia
scorm | hidebrowse
Não
Padrão: Não, Avançado
Avançado
O modo de visualização permite que um estudante navegue pela atividade antes de realizar uma tentativa.
Mostrar o índice no player
scorm | hidetoc
Ao lado
Padrão: Ao lado, Avançado
Avançado
Esta configuração especifica como o índice deve ser exibido no player SCORM.
Mostrar Navegação
scorm | nav
Abaixo do conteúdo
Padrão: Abaixo do conteúdo, Avançado
Avançado
Esta configuração especifica se deseja mostrar ou ocultar botões de navegação e sua posição.
A partir da esquerda
scorm | navpositionleft
-100
Padrão: -100, Avançado
Avançado
Posição dos botões de navegação da esquerda em pixels.
Do topo
scorm | navpositiontop
-100
Padrão: -100, Avançado
Avançado
Posição dos botões de navegação de topo em pixels.
Fechar TOC quando o tamanho da janela abaixo
scorm | collapsetocwinsize
767
Padrão: 767, Avançado
Avançado
Essa configuração permite especificar o tamanho da janela abaixo que o TOC deve ser automaticamente reduzido.
Exibir status da tentativa
scorm | displayattemptstatus
Painel e página de entrada
Padrão: Painel e página de entrada
Avançado
Se um resumo das tentativas do usuários devem ser exibidas no bloco visão geral do curso no Painel e/ou na página de entrada do SCORM.
Configurações padrões de notas
Método de avaliação
scorm | grademethod
Média das notas
Padrão: Nota mais alta
O método de avaliação define como a nota de uma única tentativa da atividade será determinada.
Nota máxima
scorm | maxgrade
100
Padrão: 100

Nota máxima
scorm | maxgrade
100
Padrão: 100
Esta opção define o padrão para o cálculo da pontuação máxima
Outras configurações padrões
Número de tentativas
scorm | maxattempt
Tentativas ilimitadas
Padrão: Tentativas ilimitadas
Tentativas avaliadas
scorm | whatgrade
Média de tentativas
Padrão: Tentativa mais alta
Se a mais alta, a média (mediana), primeira ou a última tentativa é gravada no livro de notas se múltiplas tentativas são permitidas.
Forçar completar
scorm | forcecompleted
Não
Padrão: Não
Esta preferência define o valor padrão para a força de configuração concluída
Forçar nova tentativa
scorm | forcenewattempt
Não
Padrão: Não
There are 3 options:
No - If a previous attempt is completed, passed or failed, the student will be provided with the option to enter in review mode or start a new attempt.
When previous attempt completed, passed or failed - This relies on the SCORM package setting the status of 'completed', 'passed' or 'failed'.
Always - Each re-entry to the SCORM activity will generate a new attempt and the student will not be returned to the same point they reached in their previous attempt.
Auto-commit
scorm | autocommit
Não
Padrão: Não
Salvar automaticamente os dados SCORM se o pacote SCORM não salvá-los.
Mastery score overrides status
scorm | masteryoverride
Sim
Padrão: Sim
Esta preferência define o valor padrão da sobreposição da nota para passar sobre o estado do SCORM
Bloqueio após tentativa final
scorm | lastattemptlock
Não
Padrão: Não
Se habilitado, impedi um estudante de iniciar o player SCORM depois de utilizar todas as tentativas permitidas.
Continuação automática
Não
Padrão: Não


Continuação automática
scorm | auto
Não
Padrão: Não
Se habilitado, os objetos de aprendizagem são inicializados automaticamente, caso contrário, o botão Continuar deve ser utilizado.
Frequência de auto-atualização
scorm | updatefreq
Nunca
Padrão: Nunca
Esta opção define a frequência padrão de atualização automática de uma atividade
Configurações de adminsitração
Modo de padrões SCORM
scorm | scormstandard
Padrão: Não
Quando desabilitado, o Moodle permite que os pacotes SCORM 1.2 armazenem mais do que a especificação permite e usa as configurações de formato de nome completo do Moodle ao passar o nome de usuário para o pacote SCORM.
Habilitar pacote do tipo externo
scorm | allowtypeexternal
Padrão: Não
Habilitar tipo de pacote baixados
scorm | allowtypelocalsync
Padrão: Não
Habilitar URL direta ao AICC
scorm | allowtypeexternalaicc
Padrão: Não
Se habilitado permite uma url direta a um pacote simples AICC
Habilitar AICC HACP externo
scorm | allowaicchacp
Padrão: Não
Se habilitado permite ao AICC HACP externo comunicação sem requerer login para enviar requisições de um pacote AICC externo
Timeout do AICC HACP
scorm | aicchacptimeout
30
Padrão: 30
Intervalo de tempo que uma seção AICC HACP externa pode permanecer aberta
Dados de seção AICC HACP
scorm | aicchacpkeepsessiondata
1
Padrão: 1
Intervalo de tempo em dias a serem mantidos os dados de seção AICC HACP externos (um valor alto vai encher a tabela com dados antigos, mas pode ser útil para debugging)
ID numérico do usuário AICC
scorm | aiccuserid
Padrão: Sim
O padrão AICC para nomes de usuário é muito restritivo em comparação com o Moodle, por isso



Observação: se modificar alguma opção, deverá clicar no botão “Salvar mudanças ao final da configuração do Pacote SCORM”.

Apêndice G – Guia de Instalação e Configuração do FREELMS

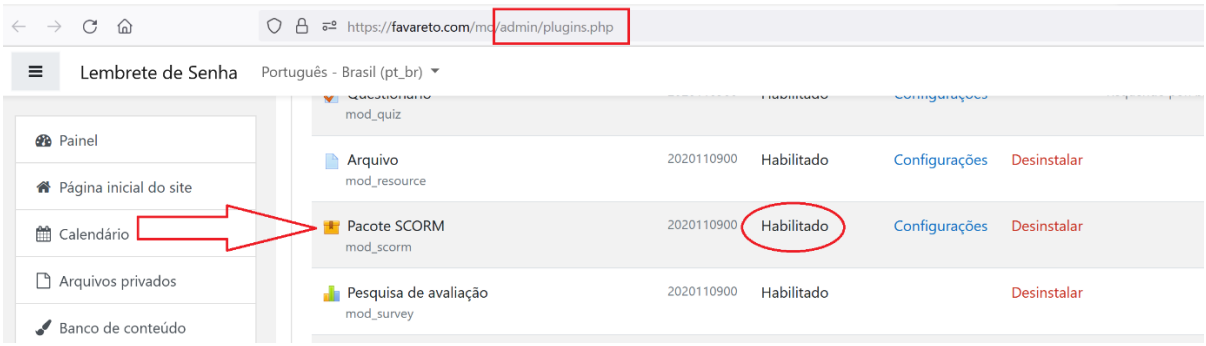
Este apêndice apresenta um guia que detalha o sistema implementado, incluindo detalhes acerca da configuração do Moodle e do *plugin* SCORM, da criação de atividades com o software implementado e das atividades em execução.

Integração de componentes LMS-SCORM

A partir da versão 2.5 do Moodle, o *plugin* SCORM passou a vir ativo no sistema, não necessitando mais que os administradores do sistema façam isso manualmente. A versão 3.10.4 do Moodle foi utilizada neste trabalho, entretanto salienta-se que versões diferentes podem ter configurações e atalhos diferentes, o que não será abordado neste trabalho.

A Figura G.1 apresenta a tela de configuração do Moodle, especificamente onde o administrador do sistema pode verificar o funcionamento do *plugin* SCORM. Em destaque estão a descrição do *plugin* "Pacote SCORM", o status de funcionamento "Habilitado" e o endereço de configuração dentro do Moodle url+"/admin/plugins.php". Essas configurações, que deverão permanecer padrão, estão detalhadas no Apêndice F.

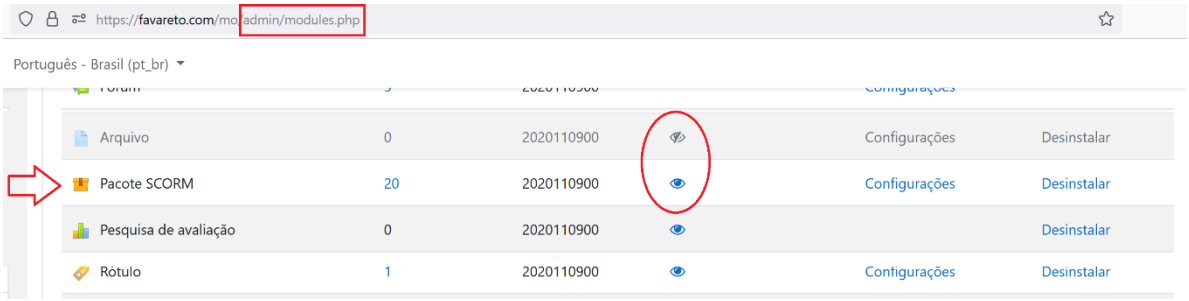
Figura G.1: Detalhe da configuração do Plug-in do SCORM dentro do Moodle



Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme pode ser observado na Figura G.2, o módulo para gerenciar atividades tem alguns itens destacados; é possível observar o endereço de configuração dentro do Moodle url+"/admin/modules.php" e a configuração do "Pacote SCORM" com o desenho de olho na cor azul, que representa que o *plugin* está habilitado.

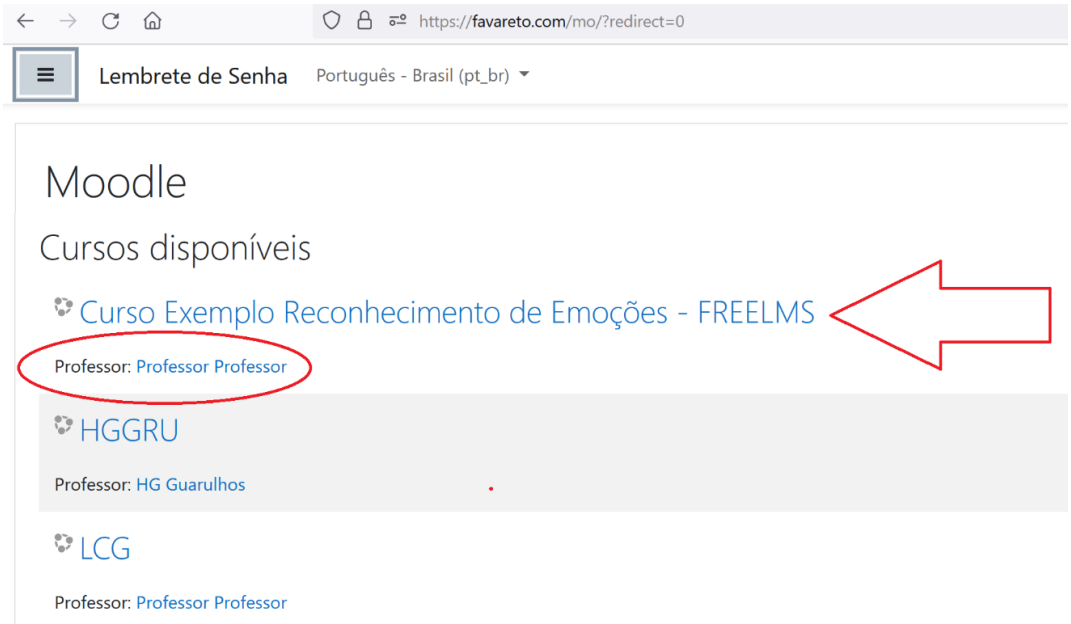
Figura G.2: Módulo de habilitação do serviço Moodle



Fonte: Próprio Autor (2021)

Para o funcionamento correto, o administrador do Moodle deverá configurar o curso como comumente o faz para outros cursos, dando as devidas permissões para docentes e discentes. Na Figura G.3 é possível observar, no destaque, os responsáveis pelo curso. Para fins deste trabalho, utiliza-se o usuário com o nome “Professor” como usuário responsável pelo curso e que será capaz de criar, remover, ativar ou desativar atividades do tipo SCORM.

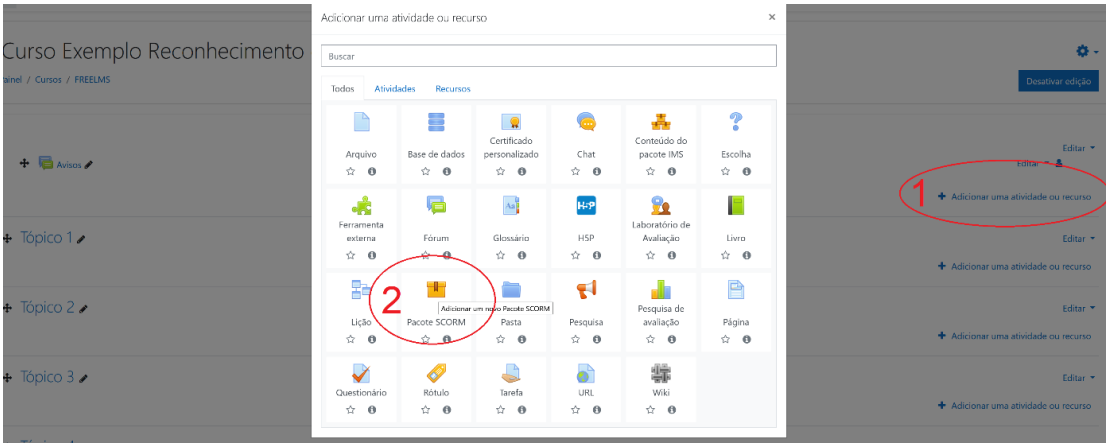
Figura G.3: Atribuição de usuário nos cursos



Fonte: Próprio Autor (2021)

Na Figura G.4 é possível ver os passos iniciais que o administrador do Moodle e o usuário responsável, neste trabalho denominado “Professor”, deverão executar.

Figura G.4: Gerenciamento de atividades



Fonte: Próprio Autor (2021)

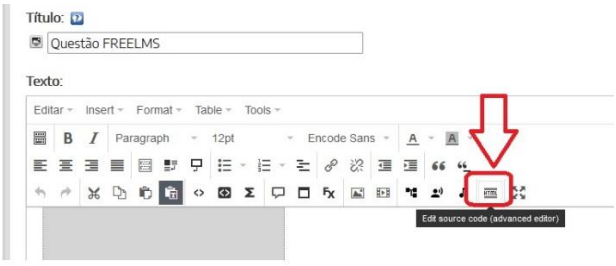
Implementação de atividades SCORM

Após asseguradas as devidas ações ao funcionamento do *plugin* SCORM no Moodle, bem como os devidos direitos de acesso aos cursos pelos atores educacionais, o docente poderá criar atividades de sua preferência para aplicá-las a seus discentes.

Para facilitar a programação de pacotes SCORM, foi utilizado o programa de autoria eXeLearning na versão 2.6. O Apêndice D descreve como criar questionários neste programa.

Na implementação/criação do questionário, o administrador do LMS-Moodle, o docente ou o responsável pelo questionário deverá reservar um espaço antes do questionário para ativar o iFrame e assim executar o programa FREELMS. Como exemplo, na Figura G.5 é possível ver a opção no programa eXeLearning, que permite executar códigos HTML, sendo possível executar o iFrame dentro do questionário.

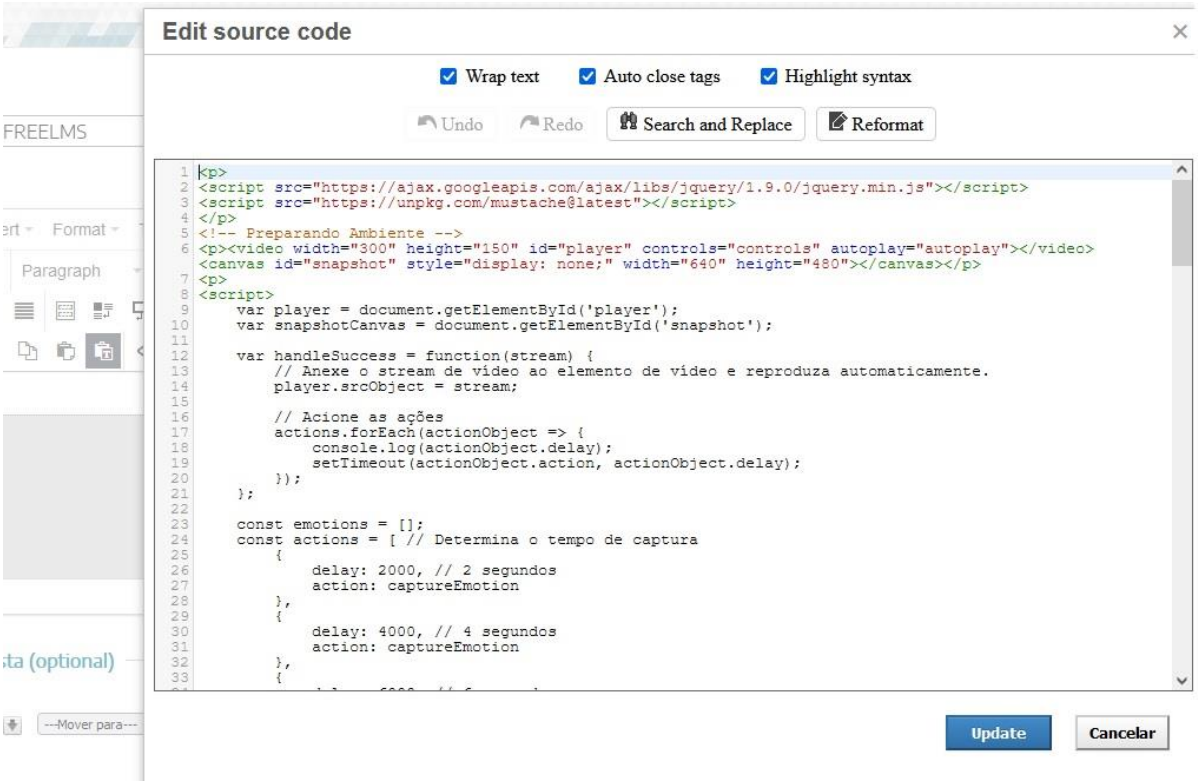
Figura G.5: Ativação do iFrame



Fonte: Próprio Autor (2021))

Pode ser observado na Figura G.6 parte das funções necessárias para a ativação do programa FREELMS. O programa FREELMS pode ser encontrado em sua totalidade no Apêndice E.

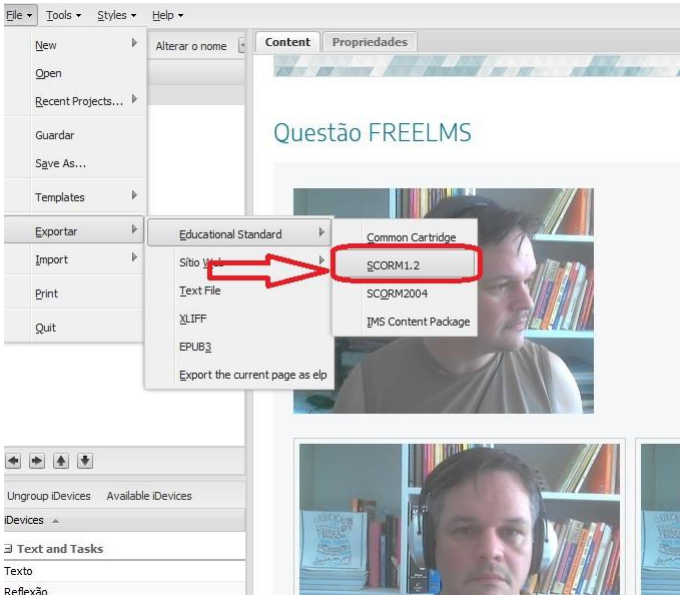
Figura G.6: Código desenvolvido dentro do iFrame



Fonte: Próprio Autor (2021)

Após o término do questionário, é necessário exportá-lo ao padrão de pacotes SCORM na versão 1.2, conforme ilustra a Figura G.7.

Figura G.7: Exportando questionário para pacotes SCORM 1.2

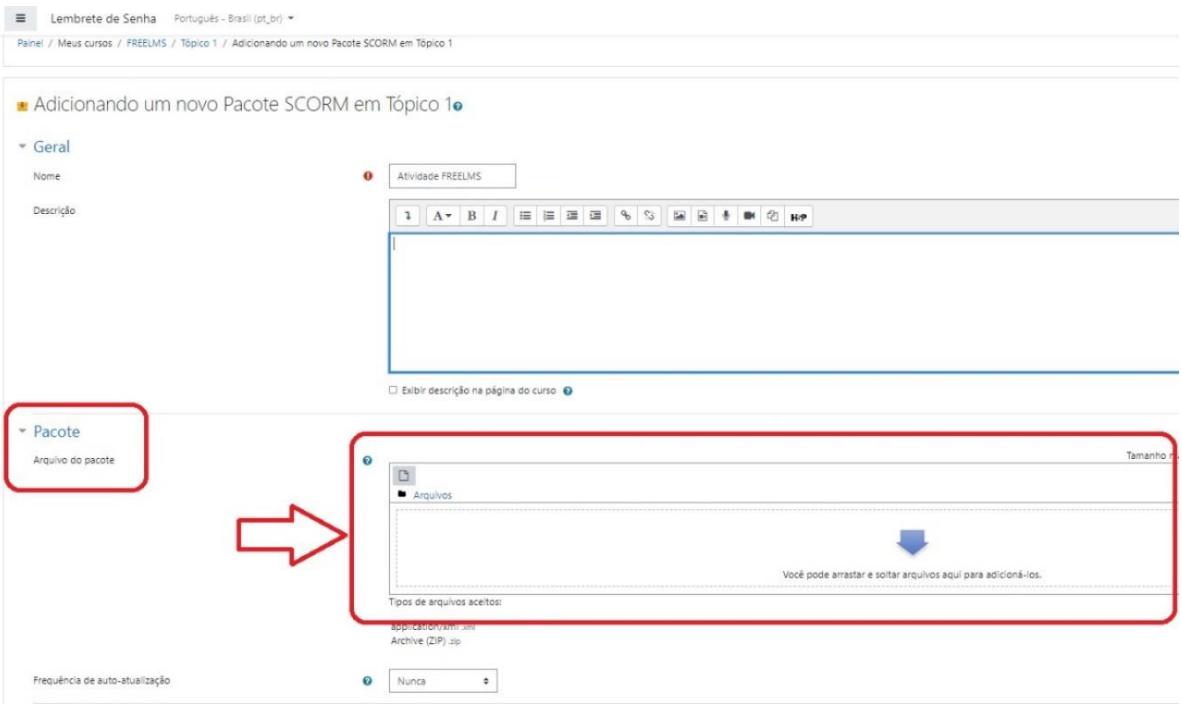


Fonte: Próprio Autor (2021)

O responsável salvará um pacote com a extensão ".zip" com todos os arquivos necessários para a execução dentro da atividade do LMS-Moodle. Com a questão criada com a devida programação para chamada do programa FREELMS, esta pode ser importada para o Moodle, o que pode ser feito pelo administrador do LMS-Moodle, docente ou responsável por criar a atividade SCORM dentro do Moodle. Estes deverão criar a atividade conforme destacado na Figura 4.10.

Conforme pode ser observado na Figura G.8, os responsáveis pela criação das atividades deverão utilizar o campo "Pacote", arrastando ou selecionando a opção de enviar arquivos do Moodle, do pacote SCORM salvo para um arquivo do tipo ".zip".

Figura G.8: Adicionando pacote SCORM na atividade do curso



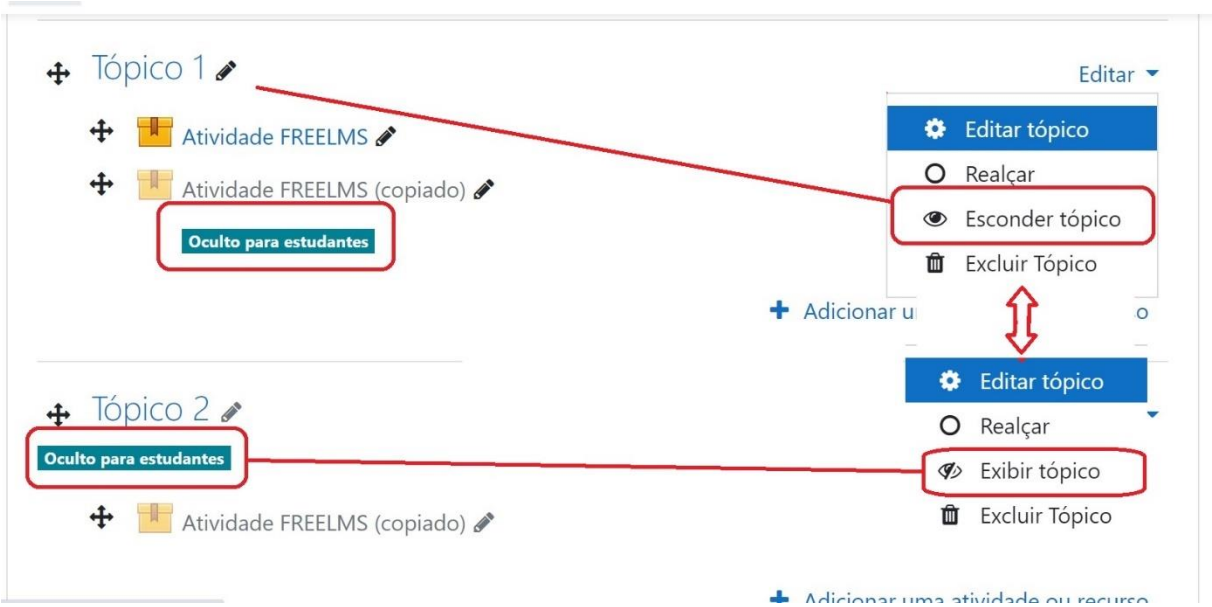
Fonte: Próprio Autor (2021)

Após o envio do pacote SCORM, o responsável pela atividade deverá configurá-lo conforme suas necessidades e propostas educacionais, que podem ser: tempo, escala de nota, restrição, duração, etc. Dessa forma, ele finalizará edição desta atividade.

Em seguida, a atividade aparecerá como um dos itens de atividade do curso. O responsável deverá garantir que os discentes terão acesso à atividade, para tanto, ele deverá observar se a atividade não está "oculta para estudantes". Na Figura G.9 estão em destaque atividades ocultas aos discentes. O responsável deverá escolher a opção "Editar Atividade" ou,

como destacado, “Editar tópico” e escolher a opção no menu *drop down*, onde aparece um ícone de olho.

Figura G.9: Opção para exibir/ocultar atividade



Fonte: Próprio Autor (2021)

Funcionamento da atividade

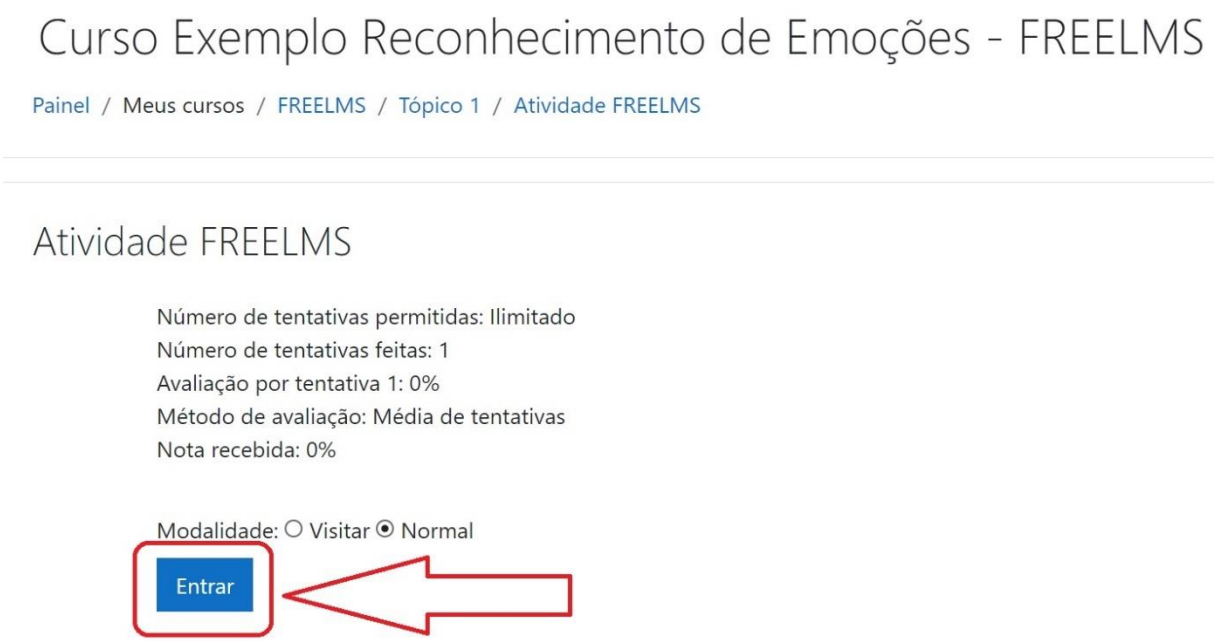
Após asseguradas as devidas ações ao funcionamento da atividade pelos responsáveis pelo Moodle, o discente poderá iniciar suas atividades, conforme pode ser observado na Figura G.10. Esta é a etapa 1 do diagrama de estado da Figura 4.6.

Figura G.10: Atividade disponível para discente no curso

Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme é possível observar na Figura G.11, a atividade permite que o discente verifique como serão os critérios de avaliação, que neste exemplo está configurada de modo padrão. Esta avaliação correspondente à etapa 2 do diagrama de estado (Figura 4.6). Ao clicar em “Entrar”, o discente responderá ao questionário.

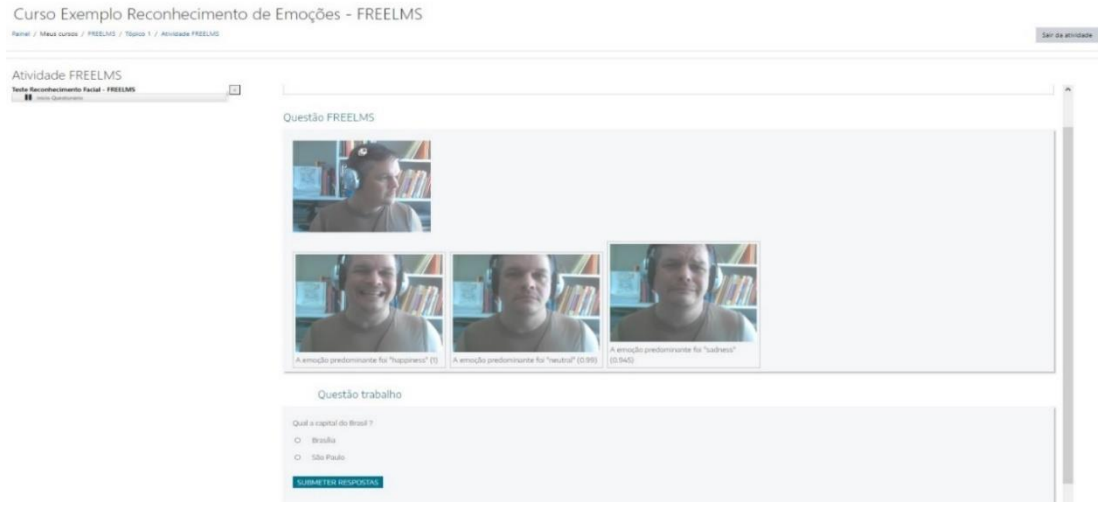
Figura G.11: Confirmação para iniciar atividade



Fonte: Próprio Autor (2021)

Após a execução do iFrame, é possível observar na Figura G.12 o funcionamento do questionário, sendo que o discente deverá se posicionar em frente ao equipamento com sua webcam ligada. Isso corresponde às etapas 4 e 5 do diagrama de estado (Figura 4.6).

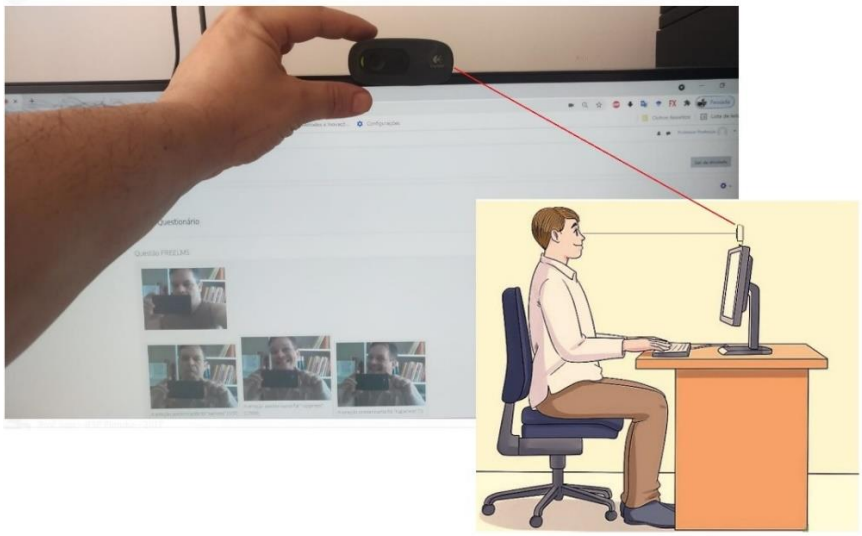
Figura G.12: Questionário com a webcam captando imagem



Fonte: Próprio Autor (2021)

De acordo com o ilustrado na Figura G.13, deve-se calibrar e ajustar a câmera para que ela foque todo o rosto sem interferência entre a webcam, conforme o ajuste necessário para a leitura do rosto descrita na seção 2.8.

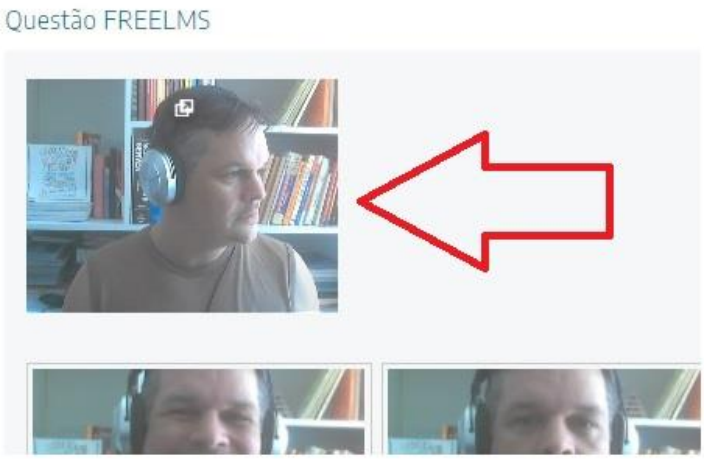
Figura G.13: Calibrando webcam



Fonte: Próprio Autor (2021)

Conforme a Figura G.14, após a correta configuração das atividades e a inicialização do questionário pelo discente, é executada a função responsável por captar initerruptamente a imagem, o que se encerrará somente quando o discente finalizar o questionário.

Figura G.14: Captura interrupta da webcam



Fonte: Próprio Autor (2021)

Após a execução da função responsável por capturar imagens da webcam, o programa aguardará 2s, e a cada 4s será captada uma imagem, até o máximo de 10 imagens. Esse é o tempo[30] necessário para carregamento da página de questionário, da leitura e da compreensão do questionário pelo discente, bem como o limite máximo de 10 imagens da ferramenta Microsoft Face API no modo gratuito. Estas imagens são transformadas em imagem base64 para que possam ser interpretadas pelo aplicativo Microsoft Face API. A Figura G.15 apresenta exemplos de imagens enviadas, o que corresponde à etapa 6 do diagrama de estado (Figura 4.6).

Figura G.15: Imagens capturadas após 2 segundos

Fonte: Próprio Autor (2021)

Após enviar essas imagens para análise, o programa receberá o resultado dessas análises, contendo uma série de informações relativas às características dos rostos analisados, ficando encarregado de selecionar as expressões faciais que demonstrem emoções.

[30] Tempo definido pela revisão sistemática de outros trabalhos semelhantes.

O sistema apresentará, no próprio questionário, as imagens que foram analisadas, bem como o resultado das emoções relativas à imagem analisada, o que pode ser observado em destaque na Figura G.16.

Figura G.16: Apresentação das emoções das imagens analisadas

Fonte: Próprio Autor (2021)

Com as imagens devidamente analisadas, os dados resultantes são apresentados em uma escala de 0 a 1, em que 0 corresponde a 0% e 1 correspondente a 100%. Nesta imagem de preparação do ambiente, o FREELMS detectou: na primeira imagem, 100% de Felicidade; na segunda imagem, 99% de Neutralidade; e, na terceira imagem, 94,5% de Tristeza. Isso era exatamente o que o autor desejava expressar quando executou o FREELMS.

O programa armazenará o conteúdo analisado em variáveis globais até o momento em que o discente alternar entre os questionários da atividade. Ao executar o último questionário da atividade, o programa gerará um relatório no padrão REST/JSON em arquivo do tipo .pdf, conforme destacado na Figura G.17, correspondente à etapa 7 do diagrama de estado (Figura 4.6).

Figura G.17: Relatório PDF emoções capturadas

Random Capture

Question	Mode Predominant Emotions	Mode Secondary Emotions
1	neutral (10)	sadness (10)
2	neutral (10)	sadness (5), happiness (2), contempt (3)
3	neutral (10)	sadness (10)

Question	Average Predominant Emotions	Average Secondary Emotions
1	neutral (0.995)	sadness (0.004)
2	neutral (0.984)	sadness (0.008), happiness (0.002), contempt (0.026)
3	neutral (0.994)	sadness (0.005)

Question	Median Predominant Emotions	Median Secondary Emotions
1	neutral (0.996)	sadness (0.003)
2	neutral (0.990)	sadness (0.002), happiness (0.002), contempt (0.025)
3	neutral (0.994)	sadness (0.005)

Fonte: Próprio Autor (2022)

Após responder ao questionário, o discente deverá submeter a resposta apertando/acionando “SUBMETER RESPOSTAS”, conforme destacado na Figura G.18.

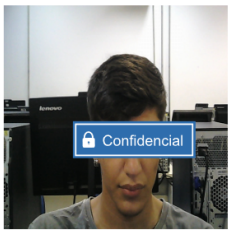
Figura G.18: Submeter resposta para finalizar tarefa

Fonte: Próprio Autor (2021)

Ao submeter a resposta, a atividade armazenará a resposta de questionários na atividade SCORM, compartilhando essa resposta com o LMS-Moodle a fim de ser avaliada.

Apêndice H – Relatório FREELMS questão/aluno

Random Capture



Question	Mode Predominant Emotions	Mode Secondary Emotions
1	neutral (9)	surprise (1), sadness (8)
2	neutral (8), surprise (1), sadness (1)	sadness (7), anger (1), surprise (1)
3	neutral (10)	sadness (10)

Question	Average Predominant Emotions	Average Secondary Emotions
1	neutral (0.993)	surprise (0.006), sadness (0.005)
2	neutral (0.696), surprise (0.979), sadness (0.502)	sadness (0.302), anger (0.014), surprise (0.286)
3	neutral (0.931)	sadness (0.066)

Question	Median Predominant Emotions	Median Secondary Emotions
1	neutral (0.994)	surprise (0.006), sadness (0.005)
2	neutral (0.719), surprise (0.979), sadness (0.502)	sadness (0.273), anger (0.014), surprise (0.286)
3	neutral (0.943)	sadness (0.053)

Question 1

Round 1 - 3 seconds
- First: neutral (0.994)
- Second: surprise (0.006)

Round 2 - 7 seconds
- First: neutral (0.987)
- Second: sadness (0.013)

Round 3 - 11 seconds
- First: neutral (0.997)
- Second: sadness (0.001)

Round 4 - 15 seconds
- First: neutral (0.997)
- Second: sadness (0.002)

Round 5 - 19 seconds
- First: neutral (0.996)
- Second: sadness (0.003)

Round 6 - 23 seconds
- First: neutral (0.992)
- Second: sadness (0.007)

Round 7 - 27 seconds
- First: neutral (0.989)
- Second: sadness (0.008)

Round 8 - 31 seconds
- First: neutral (0.991)
- Second: sadness (0.005)

Round 9 - 35 seconds
- First: neutral (0.995)
- Second: sadness (0.005)

Question 2

Round 1 - 3 seconds
- First: neutral (0.902)
- Second: sadness (0.097)

Round 2 - 7 seconds
- First: surprise (0.979)
- Second: anger (0.014)

Round 3 - 11 seconds
- First: neutral (0.714)
- Second: surprise (0.286)

Round 4 - 15 seconds
- First: neutral (0.537)
- Second: sadness (0.46)

Round 5 - 19 seconds
- First: neutral (0.505)
- Second: sadness (0.489)

Round 6 - 23 seconds
- First: neutral (0.751)
- Second: sadness (0.239)

Round 7 - 27 seconds
- First: neutral (0.698)
- Second: sadness (0.294)

Round 8 - 31 seconds
- First: neutral (0.724)
- Second: sadness (0.273)

Round 9 - 35 seconds
- First: sadness (0.502)
- Second: neutral (0.497)

Round 10 - 39 seconds
- First: neutral (0.734)
- Second: sadness (0.261)

Question 3

Round 1 - 3 seconds
- First: neutral (0.932)
- Second: sadness (0.062)

Round 2 - 7 seconds
- First: neutral (0.977)
- Second: sadness (0.02)

Round 3 - 11 seconds
- First: neutral (0.977)
- Second: sadness (0.013)

Round 4 - 15 seconds
- First: neutral (0.913)
- Second: sadness (0.084)

Round 5 - 19 seconds
- First: neutral (0.969)
- Second: sadness (0.029)

Round 6 - 23 seconds
- First: neutral (0.954)
- Second: sadness (0.044)

Round 7 - 27 seconds
- First: neutral (0.961)
- Second: sadness (0.038)

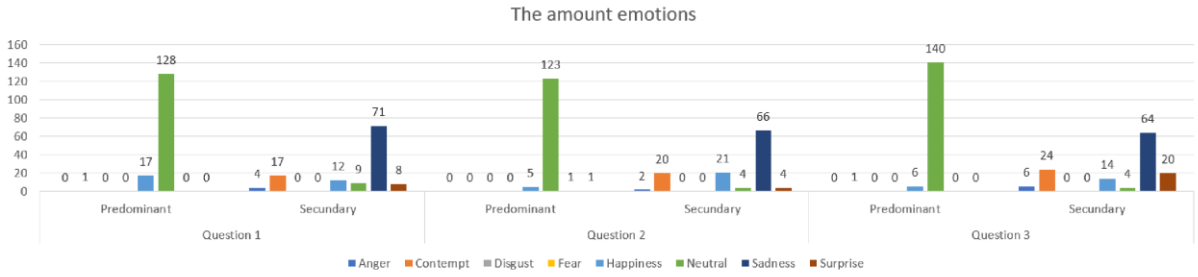
Round 8 - 31 seconds
- First: neutral (0.842)
- Second: sadness (0.158)

Round 9 - 35 seconds
- First: neutral (0.854)
- Second: sadness (0.145)

Round 10 - 39 seconds
- First: neutral (0.927)
- Second: sadness (0.072)

Apêndice I – Relatório impacto de questão por turma

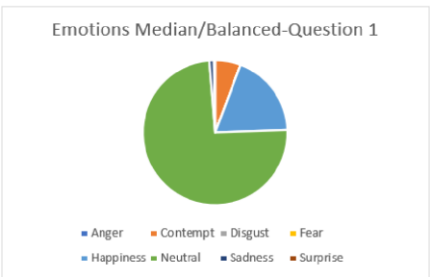
Total samples	15		Group A - Student20 until 36			
			The amount emotions			
	Question 1		Question 2		Question 3	
	Predominant	Secundary	Predominant	Secundary	Predominant	Secundary
Anger	0	4	0	2	0	6
Contempt	1	17	0	20	1	24
Disgust	0	0	0	0	0	0
Fear	0	0	0	0	0	0
Happiness	17	12	5	21	6	14
Neutral	128	9	123	4	140	4
Sadness	0	71	1	66	0	64
Surprise	0	8	1	4	0	20
Influence of question	94,95%	4,59%	91,57%	7,39%	92,71%	5,66%
Not accounted for	0,46%		1,04%		1,63%	

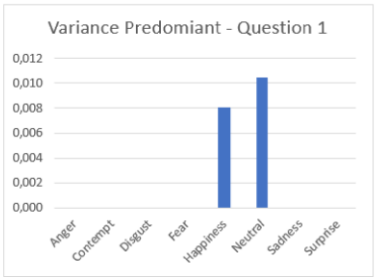


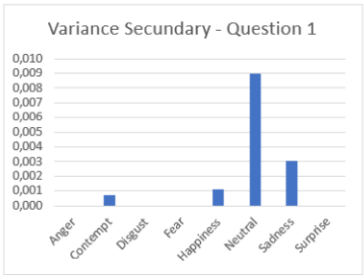
Accuracy responses analyzed by the app - MS- Face App

Question 1

	Predominant			Secundary			Emotions Detect
	Averange	Median	Variance	Averange	Median	Variance	Median/Balanced
Anger	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Contempt	0,065	0,065	0,000	0,020	0,020	0,001	0,057
Disgust	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fear	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Happiness	0,224	0,233	0,008	0,025	0,024	0,001	0,186
Neutral	0,950	0,960	0,010	0,042	0,033	0,009	0,739
Sadness	0,000	0,000	0,000	0,027	0,024	0,003	0,010
Surprise	0,000	0,000	0,000	0,006	0,006	0,000	0,003
Out of scope			0,005				

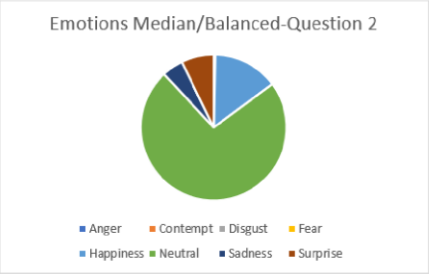


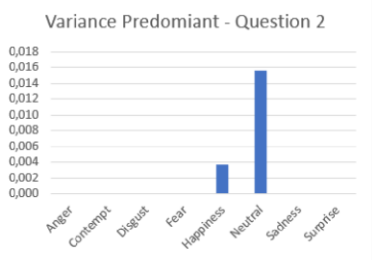


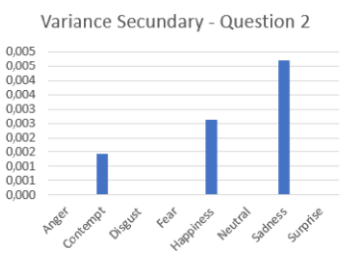


Question 2

	Predominant			Secundary			Emotions Detect
	Averange	Median	Variance	Averange	Median	Variance	Median/Balanced
Anger	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000
Contempt	0,000	0,000	0,000	0,009	0,008	0,001	0,003
Disgust	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fear	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Happiness	0,164	0,168	0,004	0,023	0,020	0,003	0,144
Neutral	0,850	0,866	0,016	0,061	0,061	0,000	0,725
Sadness	0,033	0,033	0,000	0,053	0,048	0,005	0,046
Surprise	0,065	0,065	0,000	0,046	0,046	0,000	0,071
Out of scope			0,010				

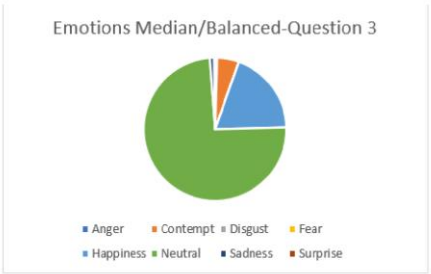


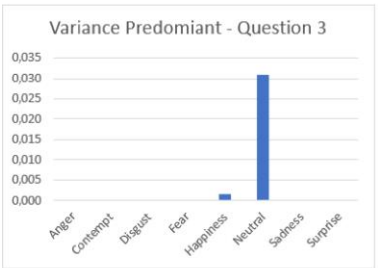


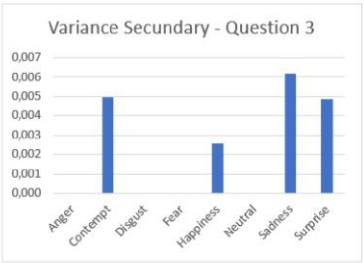


Question 3

	Predominant			Secundary			Emotions Detect
	Averange	Median	Variance	Averange	Median	Variance	Median/Balanced
Anger	0,000	0,000	0,000	0,011	0,011	0,000	0,004
Contempt	0,062	0,062	0,000	0,013	0,008	0,005	0,049
Disgust	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fear	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Happiness	0,226	0,228	0,002	0,054	0,052	0,003	0,188
Neutral	0,935	0,966	0,031	0,044	0,044	0,000	0,730
Sadness	0,000	0,000	0,000	0,030	0,024	0,006	0,009
Surprise	0,000	0,000	0,000	0,010	0,005	0,005	0,002
Out of scope			0,016				







Apêndice J – Formulário de pesquisa com alunos

Formulário de Pesquisa - Grupo A - Alunos - com FREELMS

Título da pesquisa "Desenvolvimento de Sistema para Avaliação de Emoções em Ambientes Virtuais de Aprendizagem"
Nome do pesquisador: André Luiz Favareto
Nome do Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bonacin
Instituição vinculada: UNIFACAMP
Endereço: Rua Guatemala, 167, CEP 13231-230, Campo Limpo Paulista -SP

Por Favor, antes de continuar, leia o TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Lembrando que temos o item de Confidencialidade:
Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados.
Você tem a garantia de que a sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores.
Na divulgação dos resultados desse estudo, o seu nome não será citado e a sua voz e imagem não serão identificadas em eventuais publicações da pesquisa.

Qualquer duvida estou a disposição

alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

E-mail *

alfavareto@yahoo.com.br

Nome completo *

André Luiz Favareto

CPF ou RG *

assaddsadassda

Semestre que esta matriculado (TADS) *

- 1º Semestre
- 2º Semestre
- 3º Semestre
- 4º Semestre
- 5º Semestre
- Outro: asd

Aceitação do TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO *

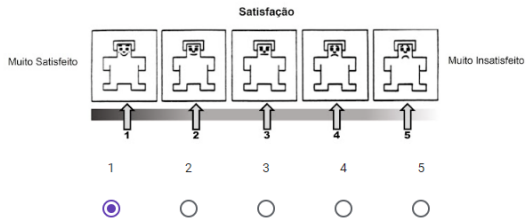
- Opção 1

Próxima Página 1 de 5 Limpar formulário

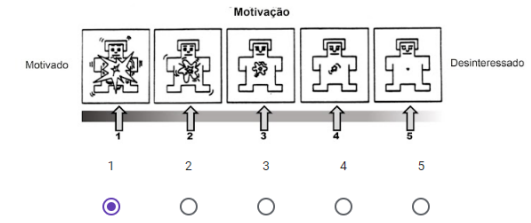
Aplicabilidade FREELMS

Responda questionário a respeito da aplicabilidade do programa FREELMS

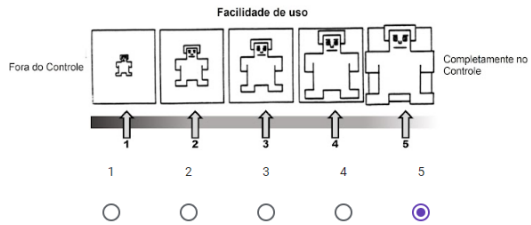
Como foi seu nível de satisfação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Muito Satisfeito e 5 é Muito Insatisfeito. *



Como foi seu nível de motivação em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de emoções e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Motivado e 5 é Desinteressado. *



Com relação a facilidade na utilização do FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o funcionamento do FREELMS? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Fora de Controle e 5 é Completamente no Controle. *



Voltar Próxima Página 2 de 5 Limpar formulário

Funcionamento FREELMS - Utilidade

Responda as questões com relação a utilidade percebida

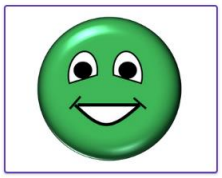
Utilizar o computador é importante e adiciona valor aos meus estudos. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente


Concordo plenamente

Utilizar ferramentas de ensino remoto me auxilia nos estudos. *

Discordo plenamente

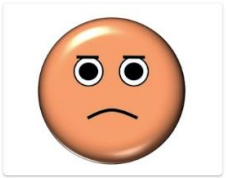
Discordo parcialmente

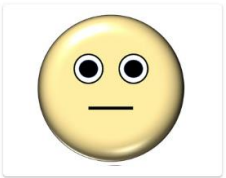
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Utilizar ferramentas de ensino remoto me auxilia nos estudos. *

Discordo plenamente


Discordo parcialmente

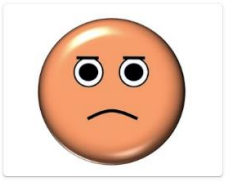

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

O ensino remoto mediado por computador melhorou meu desempenho nos estudos *

Discordo plenamente


Discordo parcialmente

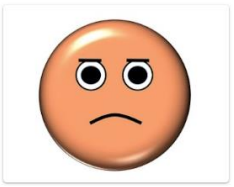
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Utilizar ferramentas de ensino remoto mediadas por computador, me deixa com mais tempo livre *

Discordo plenamente



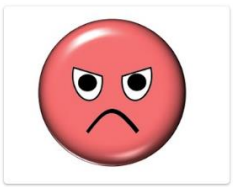
Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Utilizar ferramentas de ensino remoto mediadas por computador, me proporcionam maior segurança física *



Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Voltar Próxima Página 3 de 5 Limpar formulário

Funcionamento FREELMS - Facilidade

Responda as questões com relação a facilidade de uso percebida

Utilizaria mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador se fosse mais fácil utiliza-lo. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Utilizaria mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador se não me causasse algum tipo de desconforto *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Utilizaria mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador, se não me sentisse sozinho sem interação humana *

- Discordo plenamente

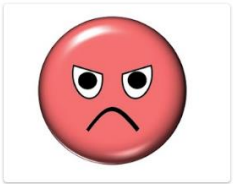
- Discordo parcialmente

- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

Usar ensino remoto mediado por computador, sem interação humana, não me causa incomodo *



- Discordo plenamente

- Discordo parcialmente

- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

Sentiria mais confortável sabendo que há possibilidade do professor saber o que estou sentindo (estado emocional) na hora de executar uma atividade no ensino remoto mediado por computador *

- Discordo plenamente

- Discordo parcialmente

- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

Uma questão mal elaborada no ensino remoto mediada por computador, tem capacidade de influenciar negativamente meu humor e prejudicar meu desempenho *

- Discordo plenamente

- Discordo parcialmente

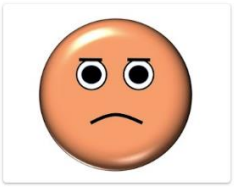
- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

Me sentiria empolgado em responder questionários de ensino remoto mediado por computador, onde o professor por meio do meu estado emocional, pudesse mudar conteúdo para melhor adaptar questões *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

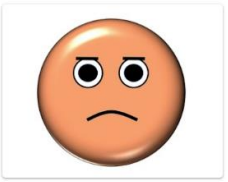
Voltar Próxima Página 4 de 5 Limpar formulário

Funcionamento FREELMS - Variáveis

Responda as questões com relação a variáveis externas

Houve treinamento na utilização do ensino remoto mediado por computador *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Professores tem um bom nível de conhecimento a respeito de ensino remoto mediado por computadores *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

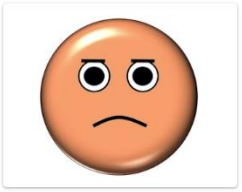
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

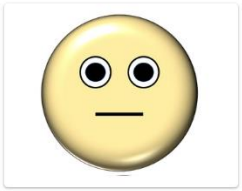
Concordo plenamente

Utilizar ensino remoto mediado por computador foi difícil para mim *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente



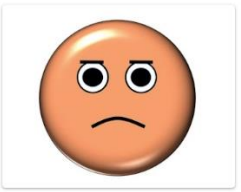
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

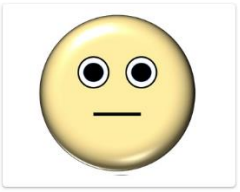
Concordo plenamente

Não tenho um ambiente físico propício que me ajude a estudar remotamente *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente



Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Frequentemente me confundo ao utilizar ensino remoto mediado por computadores *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

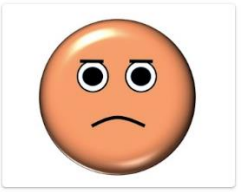
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

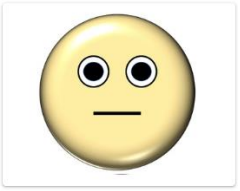
Concordo plenamente

Não tenho computador, ou meu dispositivo não me proporciona estudar além dos computadores disponibilizados no ambiente escolar *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente



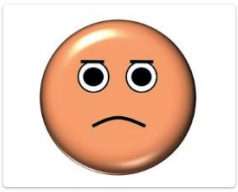
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

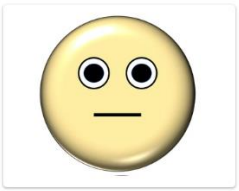
Concordo plenamente

Tenho limitações físicas/motoras que me impedem na utilização de computadores ou equipamentos *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente



Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Faça um comentário (opcional) geral que você acha importante o pesquisador saber.

Sua resposta

Enviar uma cópia das respostas para o meu e-mail.

Voltar Enviar Página 5 de 5 Limpar formulário

Apêndice K – Formulário de pesquisa com professores

Formulário de Pesquisa - Professores - Relatórios FREELMS

Título da pesquisa "Desenvolvimento de Sistema para Avaliação de Emoções em Ambientes Virtuais de Aprendizagem"
Nome do pesquisador: André Luiz Favareto
Nome do Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bonacin
Instituição vinculada: UNIFACAMP
Endereço: Rua Guatemala, 167, CEP 13231-230, Campo Limpo Paulista -SP

Lembrando que temos o item de Confidencialidade:
Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados.
Você tem a garantia de que a **sua identidade será mantida em sigilo** e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores.
Na divulgação dos resultados desse estudo, o seu nome não será citado e a sua voz e imagem não serão identificadas em eventuais publicações da pesquisa.

Qualquer duvida estou a disposição

alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

E-mail *

alfavareto@yahoo.com.br

Nome completo *

André Luiz Favareto

CPF ou RG *

asdasasd

Eixo na área de atuação da docência *

- (●) Ciências Exatas (Informática, Matemática, Química, Física,Engenharias, Arquitetura e Aeronáutica)
- ( ) Ciências Biológicas (Medicina, Enfermagem, Fisioterapia, Nutrição, Farmácia, Odontologia e Educação Física)
- ( ) Ciências Humanas (Letras, História, Sociologia, Filosofia, Geografia, Política, Direito, Psicologia e estudo do comportamento humano)
- ( ) Outro:

Curso ao qual ministra aulas *

- (●) Análise e Desenvolvimento de Sistemas
- ( ) Ciências da computação e cursos a fim
- ( ) Letras
- ( ) Proeja - Educação de Jovens e Adultos Profissionalizante
- ( ) Engenharia de Produção e cursos a fim
- ( ) Gestão pública e cursos a fim
- ( ) Outro:

Tempo de magistério *

- ( ) Até 1 ano
- ( ) 1 até 3 anos
- ( ) 3 até 6 anos
- ( ) 6 até 9 anos
- (●) 10 anos ou mais

Sexo *

- ( ) Feminino
- (●) Masculino
- ( ) Não binária ou prefere não se identificar

Idade *

46

Próxima — Página 1 de 5 — Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Formulário de Pesquisa - Professores - Relatórios FREELMS

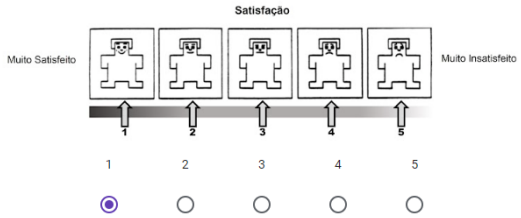
alfavareto@gmail.com Alternar conta

*Obrigatório

Aplicabilidade FREELMS

Responda questionário a respeito da aplicabilidade do programa FREELMS

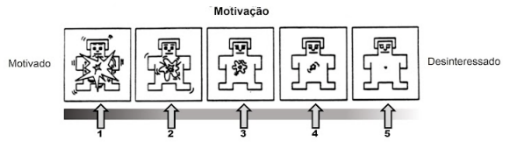
Como é seu nível de satisfação na geração de relatórios, de expressões faciais captadas e analisadas pelo FREELMS, nas atividades em ensino remoto mediado por computador? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Muito Satisfeito e 5 é Muito Insatisfeito. *



1 2 3 4 5

(●) ( ) ( ) ( ) ( )

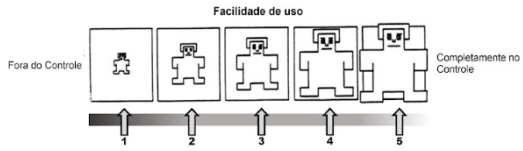
Como é seu nível motivacional em utilizar o FREELMS proposto como ferramenta auxiliar na detecção de expressões faciais e geração de relatório para ensino remoto mediado por computador?Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Motivado e 5 é Desinteressado. *



1 2 3 4 5

( ) ( ) ( ) ( ) ( )

Com relação a facilidade na utilização dos relatórios gerados pelo FREELMS apresentado pelo pesquisador, você sentiu perder o controle ou foi fácil controlar o feedback analisado e apresentado nos relatórios? Em uma escala 1 a 5, onde 1 é Fora de Controle e 5 é Completamente no Controle. *



1 2 3 4 5

( ) ( ) ( ) ( ) ( )

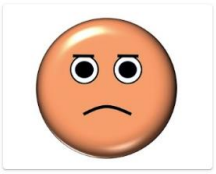
Voltar — Próxima — Página 2 de 5 — Limpar formulário

Funcionamento FREELMS - Utilidade

Responda as questões com relação a utilidade percebida

Ter um feedback individual do estado emocional captadas pelas expressões faciais de um aluno no momento da realização de um questionário, realizadas em ensino remoto mediadas por computador, pode me ajudar a entender se uma questão esta influenciando negativamente o desempenho daquele aluno. *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Ter uma pré-análise das expressões faciais de uma questão em uma atividade realizadas por uma turma, em ensino remoto mediadas por computador, pode me ajudar a entender se uma questão esta influenciando negativamente o desempenho dos alunos. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Ter uma ferramenta que, por meio de relatórios e gráficos detectando emoções por expressões faciais, pode me auxiliar a detectar questões que inesperadamente prejudiquem alunos, permitindo que mude questões que produzam reações não esperadas por mim. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Ter uma ferramenta que, por meio de relatórios e gráficos detectando emoções por expressões faciais, pode me auxiliar a criar questões com temas adaptáveis a realidade de uma turma ou curso. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

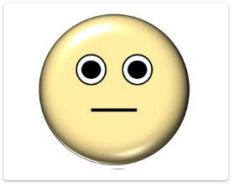
Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Utilizar ferramentas para auxiliar reconhecer a expressão emocional dos alunos é útil ao ensino. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente



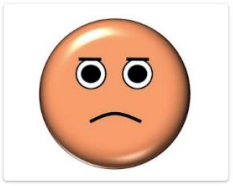
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

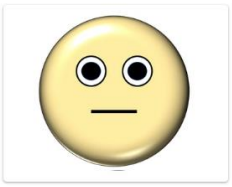
Concordo plenamente

Utilizar o computador é importante e adiciona valor aos estudos dos meus alunos. *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente



Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Utilizar ferramentas de ensino remoto me auxilia no ensino. *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

O ensino remoto mediado por computador melhorou desempenho dos meus alunos nos estudos em relação aos alunos que não utilizam ensino remoto *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

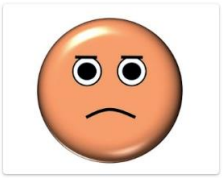
Voltar Próxima Página 3 de 5 Limpar formulário

Funcionamento FREELMS - Facilidade

Responda as questões com relação a facilidade de uso percebida

Utilizaria com mais frequência o ensino remoto mediado por computador se houvesse ferramentas que me permitisse saber como aluno se sente ao realizar uma atividade por mim proposta *

- Discordo plenamente



- Discordo parcialmente

- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

FREELMS em pleno funcionamento, pode facilitar a prática docência gerando relatórios do estado emocional captadas por expressão faciais de um aluno ou turma que faça uma atividade proposta *

- Discordo plenamente

- Discordo parcialmente

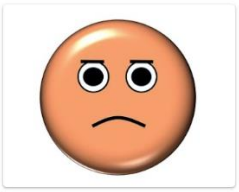
- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

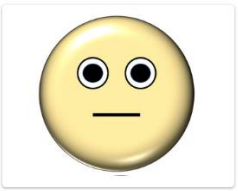
- Concordo plenamente

Relatório e a análise gerada pelo FREELMS, me ajudou a perceber emoções dos alunos quando estavam fazendo atividades remotas mediadas por computador, o que não seria possível sem a utilização do FREELMS *

- Discordo plenamente



- Discordo parcialmente



- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

Alunos utilizariam mais frequentemente o ensino remoto mediado por computador, se não se sentisse sozinho sem interação humana *

- Discordo plenamente

- Discordo parcialmente

- Nem concordo nem discordo

- Concordo parcialmente

- Concordo plenamente

Utilização do ensino remoto mediado por computador, sem interação humana, não causa incomodo aos meus alunos *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Aluno se sentiria mais confortável sabendo que eu posso saber como ele esta se sentindo na hora de executar uma atividade no ensino remoto mediado por computador *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

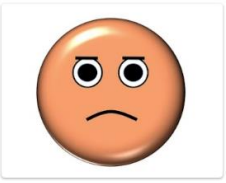
Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Uma questão mal elaborada no ensino remoto mediada por computador, tem capacidade de influenciar negativamente humor do aluno e prejudicar desempenho do mesmo *

Discordo plenamente



Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Aluno se sentiria empolgado em responder questionários de ensino remoto mediado por computador, sabendo eu como professor, tenho ferramenta que porporciona mudar conteúdo para melhor adaptar questões *

Discordo plenamente

Discordo parcialmente

Nem concordo nem discordo

Concordo parcialmente

Concordo plenamente

Voltar Próxima Página 4 de 5 Limpar formulário

Funcionamento FREELMS - Variáveis

Responda as questões com relação a variáveis externas

Utilizaria FREELMS se houvesse disponibilidade pela instituição de ensino em que leciono. *

- ◯ Discordo plenamente

- ◯ Discordo parcialmente

- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Meus alunos utilizariam FREELMS sem resistência se houver disponibilidade pela instituição de ensino em que leciono. *

- ◯ Discordo plenamente

- ◯ Discordo parcialmente

- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Além do FREELMS, acredito que não há ferramentas que possam captar e analisar expressões faciais, gerando relatórios de estado emocionais *

- ◯ Discordo plenamente

- ◯ Discordo parcialmente

- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Mesmo que o professor não tenha um bom nível de conhecimento a respeito de ensino remoto mediado por computadores, pode ser muito útil a utilização do FREELMS em sua prática docência. *

- ◯ Discordo plenamente

- ◯ Discordo parcialmente

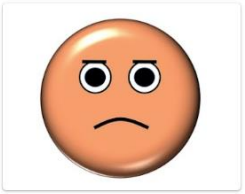
- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Meus alunos frequentemente confundem-se ao utilizar ensino remoto mediado por computadores. *

- ◯ Discordo plenamente



- ◯ Discordo parcialmente

- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Meus alunos constantemente apresentam frustrações por considerarem ensino remoto muito impessoal e não considerarem suas emoções como parte do processo avaliativo, preferindo ensino presencial onde há esta interação. *

- ◯ Discordo plenamente

- ◯ Discordo parcialmente

- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Meus alunos constantemente reclamam que não tem computador ou dispositivos que proporcionem estudar além dos computadores disponibilizados no ambiente escolar *

- ◯ Discordo plenamente

- ◯ Discordo parcialmente

- ◯ Nem concordo nem discordo

- ◯ Concordo parcialmente

- ◯ Concordo plenamente

Faça um comentário (opcional) geral que você acha importante o pesquisador saber.

Sua resposta

Enviar uma cópia das respostas para o meu e-mail.

Voltar | Enviar | Página 5 de 5 | Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.