

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

CESAR ALVES DA SILVA

**UMA CARACTERIZAÇÃO EMOCIONAL DE LICENCIANDOS EM FÍSICA NA
SUA PRIMEIRA AULA DE PREPARAÇÃO PARA A DOCÊNCIA**

ALFENAS/MG

2024

CESAR ALVES DA SILVA

**UMA CARACTERIZAÇÃO EMOCIONAL DE LICENCIANDOS EM FÍSICA NA
SUA PRIMEIRA AULA DE PREPARAÇÃO PARA A DOCÊNCIA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação, pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Fundamentos da Educação e Práticas Educacionais. Linha de pesquisa: Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.
Orientador: Prof. Dr. Frederico Augusto Toti

ALFENAS/MG

2024

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Silva, Cesar Alves da.

Uma caracterização emocional de licenciandos em física na sua primeira aula de preparação para a docência / Cesar Alves da Silva. - Alfenas, MG, 2024.

97 f. : il. -

Orientador(a): Frederico Augusto Toti.

Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2024.

Bibliografia.

1. Emoção. 2. Biometria. 3. Formação inicial de docentes de Física. I. Toti, Frederico Augusto, orient. II. Título.

UMA CARACTERIZAÇÃO EMOCIONAL DE LICENCIANDOS EM FÍSICA NA SUA PRIMEIRA AULA DE PREPARAÇÃO
PARA A DOCÊNCIA

A Banca examinadora
abaixo-assinada
aprova a
Dissertação apresentada
como parte dos
requisitos para a
obtenção do título de
Mestre em
Educação pela
Universidade Federal
de Alfenas. Área de
concentração:
Fundamentos da
Educação e Práticas
Educativas.

Aprovado em: 20 de junho de 2024.

Prof. Dr. Frederico Augusto Toti
Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)

Prof. Dr. Pedro Donizete Colombo Júnior
Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro- (UFTM-MG)

Prof. Dr. Gabriel Hornink
Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)



Documento assinado eletronicamente por **Frederico Augusto Toti, Presidente**, em 20/06/2024, às 16:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1252961** e o código CRC **9F332CBD**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder forças nos momentos difíceis e a capacidade para superar todos os obstáculos, assim como pela Sua voz que sempre me incentivou e me fez perseverar.

De forma especial, expresso minha gratidão à minha família, parentes e amigos pelo apoio e compreensão durante os momentos em que estive ausente.

Quero destacar o meu profundo agradecimento ao meu orientador, Dr. Frederico Augusto Toti, por sempre acreditar em minha capacidade, pela paciência, dedicação e pelos ensinamentos que muito contribuíram para o meu crescimento profissional.

Também gostaria de agradecer ao corpo docente e à secretaria do Programa de Pós-Graduação em Educação, bem como à diretoria do CEAD e à diretoria do NTI, por me apoiarem e colaborarem de maneira tão significativa.

Não posso deixar de mencionar a Coordenação do programa PROQUILATAE da Unifal.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001¹.

¹ This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

RESUMO

O objetivo deste estudo foi de avaliar as características emocionais de seis licenciandos do 5º período do curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) durante uma aula de preparação para a docência, sob a forma expositiva dialogada, conduzida pelos próprios alunos, com supervisão do professor responsável pela disciplina. Para isso, a pesquisa foi conduzida com a gravação de todos os eventos da aula e a captura de dados biométricos utilizando um oxímetro, a fim de identificar possíveis alterações na frequência cardíaca dos estudantes. O estudo envolveu a análise de seis casos, dos quais dois apresentaram resultados distintos, caracterizando diferentes conjuntos de reações emocionais. Foi adotada uma análise quali-quantitativa de natureza exploratória e de estudo de caso. O estudo permitiu uma interpretação mais detalhada das experiências didáticas e contribuiu para a compreensão das reações emocionais em sala de aula. A pesquisa revelou informações valiosas sobre o contexto emocional de licenciandos em Física durante sua primeira aula de preparação para a docência. Compreender as emoções é um processo abrangente, exigindo uma análise cuidadosa e consideração de diversos aspectos. A pesquisa destaca a importância de reconhecer as dimensões emocionais na formação de professores e oferece subsídios para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas e programas de apoio emocional. Investir na compreensão e no suporte emocional de licenciandos é fundamental para construir uma base sólida para o sucesso e bem-estar dos professores e alunos.

Palavras-chaves: Emoção; Biometria; Formação inicial de docentes de Física.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the emotional characteristics of six undergraduate students from the 5th period of the Physics Degree course at the Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG) during a preparation class for teaching, in a dialogued expository format, conducted by the students themselves, under the supervision of the teacher responsible for the subject. To this end, the research was conducted by recording all class events and capturing biometric data using an oximeter, in order to identify possible changes in the students' heart rate. The study involved the analysis of six cases, two of which presented different results, characterizing different sets of emotional reactions. A qualitative-quantitative analysis of an exploratory and case study nature was adopted. The study allowed a more detailed interpretation of teaching experiences and contributed to the understanding of emotional reactions in the classroom. The research revealed valuable information about the emotional context of Physics graduates during their first preparation class for teaching. Understanding emotions is a comprehensive process, requiring careful analysis and consideration of many aspects. The research highlights the importance of recognizing emotional dimensions in teacher training and offers support for the development of pedagogical approaches and emotional support programs. Investing in the understanding and emotional support of undergraduate students is fundamental to building a solid foundation for the success and well-being of teachers and students.

Keywords: Emotion; Biometrics; initial training of Physics teachers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo integrativo do processamento emocional	21
Figura 2 - Expressões faciais típicas de seis emoções básicas	23
Figura 3 - Expressões faciais típicas de seis emoções básicas	24
Figura 4 - Modelo de Combinação das oito emoções básicas de Plutchik	26
Figura 5 - Esquema do Histórico Emocional	30
Figura 6 - Exemplo de evento: alteração dos batimentos cardíacos	33
Figura 7 - Exemplo de evento: detecção de emoção por análise facial	34
Figura 8 - Esquema de formação dos blocos feito professor.	41
Figura 9 - Esquema da disposição dos participantes, das câmeras e dos oxímetros no início da aula.	42
Figura 10 - Esquema da captura dos batimentos cardíacos.....	44
Figura 11 - Esquema da captura dos eventos emocionais nos vídeos.....	45
Figura 12 - Ciclo de captura dos dados.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferença entre emoção e sentimento.....	16
Quadro 2 - variáveis de intensidade derivadas das emoções básicas.....	26
Quadro 3 - Análises dos dados capturados devidamente cronometrados.	36
Quadro 4 - Configurações e características essenciais dos seis blocos de captura de dados.	42
Quadro 5 - Tabela gerada pelo oxímetro.....	44
Quadro 6 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1.	47
Quadro 7 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4.	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	TEORIAS PARA COMPREENSÃO DAS EXPRESSÕES FACIAIS	16
3.1.1	Definindo as emoções e sentimentos.....	16
3.1.2	Diferenciando posicionamentos	20
3.1.3	A linguagem das emoções.....	22
3.1.4	Rituais de interação	27
3.1.5	As emoções nos processos de ensino e aprendizagem.....	28
3.1.6	Contextualização com a pesquisa.....	29
3.2	TEORIAS PARA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE BATIMENTOS CARDÍACOS	31
3.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE COMO INTERPRETAR OS BIODADOS PARA COMPREENSÃO DAS EMOÇÕES MANIFESTADAS	33
3.4	DETECÇÃO E ANÁLISE DA EMOÇÃO EXPRESSA NOS VÍDEOS E ANÁLISE VIA <i>SOFTWARE</i>	35
4	METODOLOGIA.....	37
4.1	SITUANDO O TIPO DA PESQUISA	37
4.2	ESTUDO EXPLORATÓRIO.....	38
4.3	ESTUDO DE CASO	38
4.4	EQUIPAMENTOS E <i>SOFTWARES</i>	39
4.5	MÉTODOS.....	40
4.5.1	Ambiente da pesquisa.....	40
4.5.2	Batimentos cardíacos.....	44
4.5.3	Imagens	45
5	DADOS E ANÁLISES.....	46
5.1	BLOCO DE DADOS 1.....	47
5.1.1	Biodados para S1.....	47
5.5.2	Biodados para S4.....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A - TABELA DE CAPTURA DAS EMOÇÕES DA PARTICIPANTE S1.	78
APÊNDICE B - TABELA DE CAPTURA DAS EMOÇÕES DA PARTICIPANTE S4.	80
APÊNDICE C - MANUAL DO <i>SOFTWARE</i>.	82

1 INTRODUÇÃO

Segundo Damásio (2012), as emoções são adaptações distintas que fazem parte da estrutura responsável pelo controle da subsistência fisiológica e social dos organismos, desempenhando um papel significativo no processo de aprendizagem. Elas desempenham uma função de sensores entre o indivíduo e o ambiente, conectando a natureza humana às condições presentes ao seu redor. Dessa forma, a emoção pode ser descrita como uma resposta afetiva intensa e temporária que surge como reação a estímulos internos conscientes ou inconscientes.

Utilizando a ideia central de Damásio (2000) em relação ao contexto escolar, podemos observar que a sala de aula é um ambiente caracterizado por uma grande interatividade, discussões, experiências emocionais e fisiológicas. Durante esse processo de interação, diversas expressões faciais podem ser observadas, as quais podem ou não refletir a emoção do momento.

Segundo Damásio (2012) e Kandel *et al.* (2014), as emoções desempenham um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem, podendo ter um impacto significativo na eficácia desses processos. Essas emoções podem ser classificadas como positivas ou negativas e têm a capacidade de influenciar o resultado dos objetivos educacionais esperados, tanto para melhor quanto para pior. Em resumo, a emoção pode afetar significativamente os resultados dos processos de ensino e aprendizagem.

Aproximando-se especificamente deste estudo, pretendemos obter uma caracterização emocional de licenciandos em Física durante uma aula de preparação para a docência, sob a forma expositiva dialogada, conduzida pelos próprios alunos, com a supervisão do professor responsável pela disciplina.

Com esta caracterização emocional, queremos inferir, com base em biodados, eventos em que o(a) licenciando(a) demonstre suas capacidades de adaptação e questionamento da aula enquanto um espaço de realização de práticas de ensino e de aprendizagem (ainda que este estudo se reporte a uma etapa inicial da formação de professores). Devido à dificuldade intrínseca da temática da compreensão de como as emoções participam da atuação docente em licenciandos, o que se reflete na dificuldade de delimitação clara dos objetivos e hipóteses do estudo, trata-se de um estudo exploratório. Em particular, englobando seis casos, dos quais dois apresentaram resultados distintos, caracterizando diferentes conjuntos de reações emocionais.

De acordo com Silva (2018), as aulas de física não se limitam a uma simples troca de

conhecimentos, uma vez que também envolvem emoções e interações sociais. Durante essas aulas, as pessoas compartilham sentimentos e realizam rituais de interação que não servem apenas para a aprendizagem, mas também para lidar com questões sociais envolvidas no ensino de física. Em suma, o ensino de física não se restringe apenas ao conteúdo, mas também inclui aspectos emocionais e sociais.

Saucedo (2019) destaca que é possível encontrar citações que relatam as emoções básicas, como alegria, medo, surpresa, tristeza, nojo e raiva, enfatizando os aspectos faciais e cognitivos. Essas emoções podem ser positivas ou negativas, em resposta a algum evento, e podem ser estudadas por meio da captura de dados fisiológicos, como os batimentos cardíacos registrados pelo oxímetro², e das expressões faciais, captadas por câmeras de vídeo no momento do evento e obtidas por meio de entrevistas individuais.

O aprendizado dos alunos em ambientes escolares pode ser influenciado por diversas circunstâncias que podem gerar uma variedade de emoções positivas e negativas. Durante o ensino de um conteúdo, é possível observar momentos de motivação (positivos) ou desmotivação (negativos) por parte dos estudantes. No entanto, não é uma tarefa fácil identificar esses momentos. Com o avanço dos equipamentos médico-hospitalares para o controle e investigação de reações fisiológicas e da homeostasia³, foi desenvolvido o oxímetro, que possui a capacidade de medir a regularidade cardíaca, a concentração de oxigênio no sangue (saturação) e movimento involuntário do coração (batimentos cardíacos) em um determinado tempo, sendo esses parâmetros alterados durante emoções e reações de fundo emocional.

Com base no entendimento de que diversas reações podem ocorrer no ambiente escolar, o objetivo deste estudo é compreender como as emoções são expressas pelos participantes da pesquisa. A compreensão das emoções manifestadas pelos alunos durante o processo de aprendizagem é importante para identificar as barreiras emocionais que podem afetar o desempenho acadêmico e para desenvolver estratégias que promovam uma educação mais emocionalmente saudável e efetiva.

Pesquisas que busquem ampliar a compreensão das relações entre emoção e aprendizagem são fundamentais para dimensionar o conhecimento e as dificuldades que os discentes podem enfrentar durante as aulas, contribuindo para poderem manifestar suas preferências de estilos de aprendizagem e eficácia na construção do conhecimento (Damásio,

² Oxímetro: equipamento para captura da frequência cardíaca e da oxigenação sanguínea.

³ Propriedade do organismo de permanecer em equilíbrio mesmo quando ocorrem mudanças radicais.

2018). Também podem ser utilizadas como ferramenta de validação de uma determinada metodologia, onde o docente altera a proposta metodológica conforme os dados emocionais dos discentes.

Conforme os estudos de João (2022), as emoções têm relação direta com o engajamento dos docentes nas discussões em sala de aula. O autor destaca que emoções que geram contentamento promovem maior engajamento, enquanto emoções de descontentamento podem provocar queda no empenho e dedicação do docente, gerando desinteresse no engajamento. João (2022) defende que discussões agradáveis, bem-humoradas, focadas na bilateralidade e com símbolos de pertencimento, além de ricas em compartilhamento de experiências do cotidiano escolar, podem gerar maior interesse e comprometimento com o processo de ensino. Para o autor, é importante entender o que causa o desinteresse e compreender os elementos de engajamento, sendo um diagnóstico do momento formativo capaz de indicar caminhos para colaborar na redução, ou até mesmo na reversão, dos ciclos que ampliam o descontentamento.

De acordo com Brockington (2011), o conhecimento científico estabelece vínculos emocionais que podem ser estudados pela Neurociência e Educação. É crucial haver uma experiência, um envolvimento emocional positivo e uma sensação de prazer em relação ao conhecimento científico. O sentimento de compreensão, que surge quando se resolve um problema difícil, já foi experimentado por todos os que trabalham com ciência. Aquilo que se aprende e se sabe passa a ter significado e importância. A validação do conhecimento científico requer a integração de uma dimensão emocional ao modo como os estudantes pensam, levando-os a compreender as representações científicas do mundo de forma coerente e significativa.

Os estudos realizados por Leite (2012) demonstram uma forte conexão entre aprendizagem e emoção. Segundo o autor, a afetividade é responsável pela geração de sentimentos e emoções nos seres humanos, portanto, torna-se um fator importante no desenvolvimento de práticas pedagógicas. Estas práticas pedagógicas adotaram uma visão monista em substituição à anterior visão dualista. A visão dualista dividia o ser humano entre razão e emoção, tratando esses dois elementos de forma separada. Essa visão foi moldada por fatores políticos, históricos e sociais. Já a visão monista, que se concentra fortemente na afetividade, superou a dualista, mostrando a capacidade humana de pensar e sentir simultaneamente. Assim, a visão monista destaca a relação do ser humano com a cultura, em que razão e emoção são indissolúveis.

De acordo com Leite (2012), a emoção forma o primeiro e mais forte vínculo entre o

homem e o meio ambiente. Ela pode ser exteriorizada por meio de estados subjetivos e manifestações orgânicas que, podem ou não, contagiar e refletir sinais sobre o corpo. A emoção e a cognição formam uma unidade de contrários, ou seja, a inteligência não se desenvolve sem a afetividade e vice-versa. Ela se encontra presente nos relacionamentos entre a pessoa, o objeto de conhecimento e o mediador, formando ações subjetivas que podem gerar novas ações (de aproximação ou distanciamento) entre a pessoa e o objeto de conhecimento. Os docentes podem favorecer o sucesso da aprendizagem por meio de decisões pedagógicas com visão monista, favorecendo, ou não, a aproximação afetiva positiva entre o discente e os conteúdos escolares. Estas ideias podem, ou não, construir uma escola democrática, que possibilite aos discentes a oportunidade do pleno exercício da cidadania, envolvendo a consciência dos acontecimentos que os cercam e favorecendo as tomadas de decisões.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral consistiu em avaliar as características emocionais de seis licenciandos do 5º período do curso de Física Licenciatura da UNIFAL-MG, durante aulas simuladas no primeiro período de 2022, sob a orientação docente e empregando a leitura de biodados.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

- a) Preparar e sincronizar os oxímetros e as câmeras;
- b) Capturar dos dados dos batimentos cardíacos e vídeos;
- c) Analisar os dados dos batimentos cardíacos e das emoções;
- d) Transcrever os vídeos;
- e) Construir o histórico emocional e;
- f) Identificar e analisar os eventos capturados no histórico emocional.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TEORIAS PARA COMPREENSÃO DAS EXPRESSÕES FACIAIS

3.1.1 Definindo as emoções e sentimentos

Quadro 1 - Diferença entre emoção e sentimento.

EMOÇÃO	SENTIMENTO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tem duração curta e breve; ➤ Reações com alta intensidade; ➤ A reação é externa e difícil de ser controlada; ➤ São inconscientes e facilmente percebidas através de expressões faciais. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tem duração longa e duradoura; ➤ Reações mais suaves; ➤ A reação é interna e mais fácil de ser controlada; ➤ São conscientes e não são tão fáceis de serem percebidas.

Fonte: Reis (2024)

a) Segundo James e Lange

Que tipo de emoção de medo restaria se nem a sensação de batimentos cardíacos acelerados, nem de alteração na respiração, se nem o tremor nos lábios, nem a fraqueza nas pernas, se nem a pele arrepiada, nem as alterações viscerais estivessem presentes, é-me impossível imaginar... Eu digo que, para nós, a emoção, dissociada de todas as alterações no organismo, é inconcebível. (James, 1983, p. 379)

A distinção entre emoção e sentimento é uma questão que tem sido debatida há muito tempo pelos pesquisadores. Segundo James e Lange (1922), a emoção é uma resposta fisiológica automática do corpo a um estímulo, enquanto o sentimento é a experiência subjetiva dessas respostas corporais.

James e Lange argumentam que a emoção é uma reação automática do corpo a um estímulo externo ou interno, como um susto ou uma sensação de perigo. Essa resposta fisiológica automática é gerada por mudanças no corpo, como a liberação de hormônios e a ativação do sistema nervoso simpático, que levam a uma série de alterações corporais, como um aumento da frequência cardíaca e sudorese. Essas alterações corporais são interpretadas pelo cérebro como uma emoção, como medo ou raiva (James; Lange, 1922).

Por outro lado, o sentimento é a experiência subjetiva dessas respostas corporais. Ou seja, é a interpretação cognitiva que o indivíduo faz da emoção que está sentindo. Por

exemplo, uma pessoa pode sentir medo como uma resposta automática do corpo a um estímulo externo, por exemplo, quando uma pessoa encontra uma cobra. Mas a emoção medo pode ser diferente para cada pessoa, dependendo de suas experiências passadas, crenças e percepções (James; Lange, 1922).

Em resumo, James e Lange (1922) argumentam que a emoção e o sentimento são processos distintos, embora estejam inter-relacionados. A emoção é uma resposta corporal automática a um estímulo, enquanto o sentimento é a interpretação cognitiva dessa resposta corporal, que pode variar de pessoa para pessoa.

b) Segundo LeDoux

Segundo o neurocientista LeDoux (1995), a emoção pode ser definida como uma resposta automática do organismo a estímulos ameaçadores ou oportunidades. Essa resposta envolve diversas áreas do cérebro, como o tálamo, a amígdala e o córtex pré-frontal, que atuam em conjunto para identificar o estímulo, avaliar sua relevância para a sobrevivência do organismo e gerar uma resposta adaptativa.

Por sua vez, o sentimento pode ser visto como a interpretação consciente da emoção, ou seja, a percepção subjetiva que temos da experiência emocional. Enquanto a emoção é uma resposta automática e involuntária, o sentimento é uma experiência subjetiva que pode ser influenciada por fatores culturais, cognitivos e contextuais (Ledoux, 1995).

Uma das principais evidências para essa distinção entre emoção e sentimento vem dos estudos de indivíduos com lesões cerebrais que afetam a amígdala, uma região fundamental no processamento emocional. Esses indivíduos são capazes de reconhecer estímulos emocionais e apresentar reações fisiológicas típicas, mas têm dificuldades em expressar ou compreender emoções ao nível consciente (Ledoux, 1995).

Além disso, Ledoux (1995) destaca que as emoções são universais e compartilhadas por todas as culturas, enquanto os sentimentos são influenciados por fatores sociais e culturais, e podem variar conforme o contexto e a história de vida de cada indivíduo.

Em síntese, a distinção proposta por LeDoux (1995) entre emoção e sentimento destaca a importância das bases neurais e biológicas das emoções, que são processos automáticos e adaptativos, e a influência dos fatores cognitivos, sociais e culturais na interpretação consciente e subjetiva dessas experiências. Essa perspectiva pode ajudar a compreender melhor a complexidade das emoções humanas e sua relação com o comportamento e o bem-estar psicológico.

c) Segundo Kandel

Infelizmente, o termo emoção é utilizado, comumente e de forma confusa, de duas formas. Algumas vezes, refere-se a respostas fisiológicas a certos tipos de estímulos; quando em perigo, os músculos ficam tensos e o coração bate rapidamente, e o indivíduo também pode sentir-se amedrontado. Mas esse termo também se refere a experiências conscientes, denominadas sentimentos, que frequentemente (mas não sempre) acompanham essas respostas do organismo. É preciso distinguir consistentemente esses dois estados. (Kandel *et al.*, 2014, p.938)

Segundo Kandel *et al.* (2014), as emoções são respostas automáticas e involuntárias do sistema nervoso a estímulos externos ou internos percebidos como ameaçadores ou desafiadores. Essas respostas emocionais envolvem vários circuitos neurais no cérebro, incluindo o sistema límbico e o tronco cerebral.

Já os sentimentos são a experiência subjetiva que acompanha as emoções. Ou seja, enquanto as emoções são respostas fisiológicas automáticas, os sentimentos são a interpretação cognitiva dessas respostas. Essa interpretação cognitiva é realizada pelo córtex pré-frontal, responsável pelo processamento de informações e pela tomada de decisões (Kandel *et al.*, 2014).

Essa distinção entre emoção e sentimento é importante porque as emoções são mais primitivas e automáticas, enquanto os sentimentos são mais elaborados e dependentes de interpretação cognitiva. Por exemplo, quando uma pessoa se depara com um animal perigoso, a emoção imediata é o medo, que é uma resposta automática do sistema nervoso. No entanto, a pessoa pode interpretar esse medo como um sinal para fugir ou como um sinal para lutar, gerando diferentes sentimentos (Kandel *et al.*, 2014).

Em síntese, as emoções são respostas automáticas e involuntárias do sistema nervoso, enquanto os sentimentos são a experiência subjetiva que acompanha essas respostas e dependem da interpretação cognitiva. Essa distinção entre emoção e sentimento é importante para entender como o cérebro processa e regula as emoções e para o desenvolvimento de intervenções terapêuticas para transtornos emocionais e psiquiátricos (Kandel *et al.*, 2014).

d) Segundo Antônio Damásio

Para Damásio, a emoção é um conjunto de respostas automáticas do organismo a estímulos ambientais, enquanto o sentimento é uma experiência subjetiva e consciente dessas respostas emocionais (Damásio, 2001). Em outras palavras, as emoções seriam reações instintivas do corpo, enquanto os sentimentos seriam a percepção e interpretação dessas

reações.

Damásio afirma que a emoção é processada no sistema nervoso central, que inclui estruturas cerebrais como o tronco cerebral e o sistema límbico, responsáveis por respostas automáticas, como a resposta de luta ou fuga em situações de estresse. Já o sentimento é uma percepção consciente dessas respostas, que ocorre em regiões mais complexas do cérebro, como o córtex pré-frontal (Damásio, 2001).

O autor argumenta que a capacidade de experimentar emoções e sentimentos é fundamental para a sobrevivência, pois essas respostas ajudam a tomar decisões rápidas e adaptativas em situações de perigo ou desafio. Além disso, o sentimento permite que os indivíduos façam uma avaliação mais consciente de suas emoções e sentimentos, o que pode ser útil em situações de tomada de decisão (Damásio, 2001).

Damásio também destaca que as emoções e os sentimentos são interdependentes e interconectados, ou seja, a emoção pode influenciar a percepção do sentimento e vice-versa. Ele argumenta que, embora as emoções sejam mais básicas e universais, os sentimentos são mais complexos e podem variar conforme a cultura e a experiência pessoal (Damásio, 2001).

Em síntese, Antônio Damásio diferencia emoção e sentimento, explicando que a emoção é uma resposta automática do corpo a estímulos, enquanto o sentimento é uma experiência consciente e subjetiva dessas respostas. Ambos são processados em diferentes regiões do cérebro e são fundamentais para a sobrevivência e a tomada de decisões (Damásio, 2001; Damásio e Carvalho, 2013).

e) Segundo Paul Ekman

Com base na teoria de Paul Ekman (1999), é crucial distinguir as diferenças entre os conceitos de sentimento e emoção, que são frequentemente confundidos. As emoções são respostas automáticas e inconscientes a estímulos, enquanto os sentimentos são estados mentais conscientes que surgem a partir da interpretação das emoções.

Conforme a teoria das emoções básicas de Ekman (1999), sete emoções universais - felicidade, tristeza, medo, raiva, surpresa, desprezo e aversão (nojo) - são expressas de forma semelhante em todas as culturas e possuem uma base biológica. Ele afirma que essas emoções são uma parte fundamental da experiência humana.

Por outro lado, os sentimentos são influenciados pelas emoções, mas são mais complexos e variados, envolvendo uma interpretação cognitiva das emoções, bem como fatores sociais e culturais. Por exemplo, sentir-se orgulhoso após uma conquista é um

sentimento que surge a partir da interpretação da emoção de alegria e da consideração das normas culturais.

A distinção entre emoções e sentimentos é importante, pois os sentimentos são mais conscientes e duradouros do que as emoções, que são respostas momentâneas (Ekman, 1999). Além disso, os sentimentos podem ser modificados pela interpretação consciente, enquanto as emoções são respostas automáticas e não controláveis.

Consequentemente, a compreensão das diferenças entre sentimentos e emoções é fundamental para uma melhor compreensão da experiência humana. A teoria de Ekman (1999) destaca a importância de distinguir entre esses conceitos e sua relação mútua.

3.1.2 Diferenciando posicionamentos

Segundo Buck (1980), o surgimento do conceito de feedback facial - desenvolvido com o amadurecimento da ideia de James-Lange e do behaviorismo - propôs que a movimentação muscular da face teria efeito causal na experiência subjetiva da emoção, na forma de recompensa ou punição. Foram realizados diversos estudos buscando certificar essas suposições. No entanto, surgiram inúmeras críticas. Por exemplo, argumentou-se que os momentos emocionais podem ser originados através do pensamento, na ausência de uma influência física, e que a reação muscular é mais lenta que a percepção. Nesse contexto, as propostas fundamentadas em James não são mais aceitas, e surgiram novas contribuições teóricas conhecidas como abordagens psico-evolucionistas, sociais e cognitivas ou de avaliação.

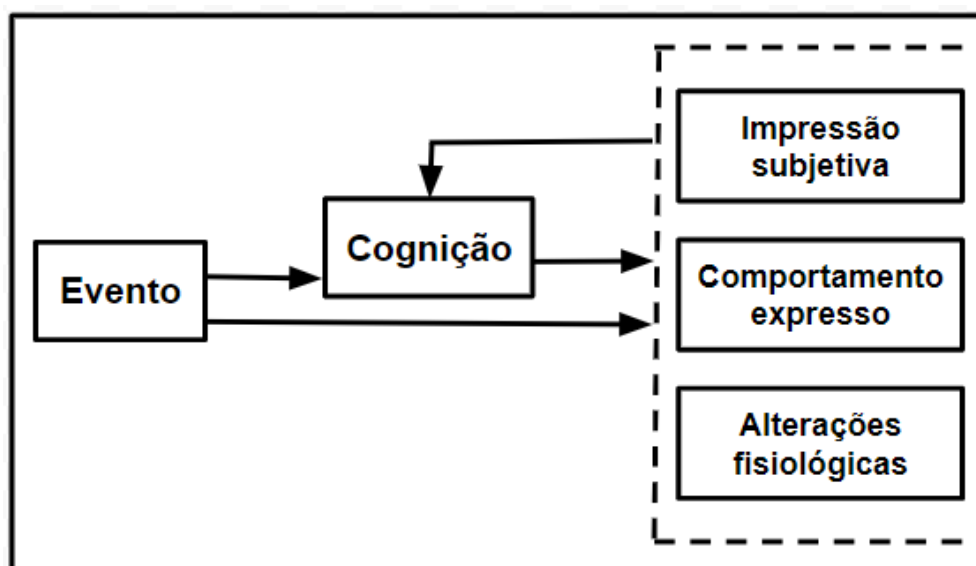
Os estados emocionais na atualidade, segundo as abordagens psico-evolucionistas, são considerados como resultado da evolução das espécies, ou seja, como uma reação de adaptação decorrente das circunstâncias do meio. A partir dos estudos de Darwin (1872), entende-se a existência de expressões específicas que são inatas, especialmente as faciais, presentes tanto no ser humano quanto nos animais. Um exemplo clássico é a expressão de alegria, reconhecida por meio de um sorriso, e a raiva, expressa pelo franzimento das sobrancelhas. Essas emoções similares estão presentes em diferentes culturas e são reconhecidas, na espécie humana, como expressões de emoções primárias ou básicas (Miguel, 2015).

A abordagem cognitivista concorda com a origem evolutiva e com as interferências fisiológicas, mas adiciona um novo conceito de avaliar a situação com a primeira característica da emoção. Esta concepção pode ser entendida como uma atividade cognitiva

que acontece muito rápido e de forma lúcida ou não.

A abordagem social não descarta os enfoques biológicos e também considera os aspectos cognitivos. O destaque se encontra no valor social que a expressão da emoção possui, entendida como um papel social formado pela cultura e, ao mesmo tempo, modifica a cultura. A expressão corporal tem considerável importância nessa abordagem, mas não necessariamente precisa ser coerente com a interpretação da situação ou com a experiência subjetiva.

Figura 1 - Modelo integrativo do processamento emocional



Fonte: Miguel (2015, p. 155).

Na Figura 1, observa-se a integração dos aspectos das teorias emocionais em um único modelo simplificado. Após perceber um evento, o participante desenvolve cognições, conscientes ou inconscientes, que valorizam o acontecimento. Esse processo de reconhecimento mostra como ele compreende o mundo com base em seu histórico de vida, conhecimentos individuais e sociais. Se o evento for de cunho afetivo, isso pode desencadear possíveis reações, como um conjunto de percepções subjetivas, alterações corporais próprias do sistema nervoso autônomo (alterações fisiológicas) manifestadas por sudorese, pupilas dilatadas, alterações nas batidas do coração e respiração, além de um conjunto de reações de comportamento expresso, que incluem alterações posturais, movimentação, expressões faciais e vocais.

Considerando que estas três situações podem ocorrer: a) Simultaneamente (um sorriso espontâneo com aceleração do coração e uma sensação de bem-estar); b) Separadamente (ouvir comentários agressivos com alteração da respiração e sentir-se incomodado sem alterar

a expressão facial); ou c) Apenas uma delas (por exemplo, manifestada ao dar um bom dia sorrindo).

É importante observar que as emoções e as reações comportamentais podem não estar coerentes entre si. Para exemplificar, diante de comentários agressivos de um indivíduo, pode haver sentimentos de raiva, mas o indivíduo pode expressar um sorriso, gestos suaves e falar calmamente, visando dominar a situação em que se envolveu. O modelo ainda apresenta duas outras setas: uma seta saindo das reações e voltando para a cognição, mostrando que as reações do indivíduo podem ser analisadas e adicionadas às interpretações anteriores, resultando em mais reações, diferentes ou semelhantes. Esse processo é conhecido como retroalimentação emocional.

Agora, a seta pontilhada origina-se no evento e move-se diretamente para o grupo de reações, indicando casos em que a informação não passa imediatamente pela cognição. Isso acontece quando, em um dado momento, o indivíduo contrai rapidamente seu corpo ao notar a movimentação de um objeto próximo, entrando em estado de alerta, só para depois perceber que era apenas uma folha que se movia e que não representava uma ameaça real. Quando isso ocorre, os dados passam diretamente por uma via até o tálamo, provocando uma reação muscular e demorando mais para alcançar o neocórtex, que é o local responsável pelo julgamento. Por não ser um acontecimento comum, a seta é representada como pontilhada (MIGUEL, 2015).

3.1.3 A linguagem das emoções

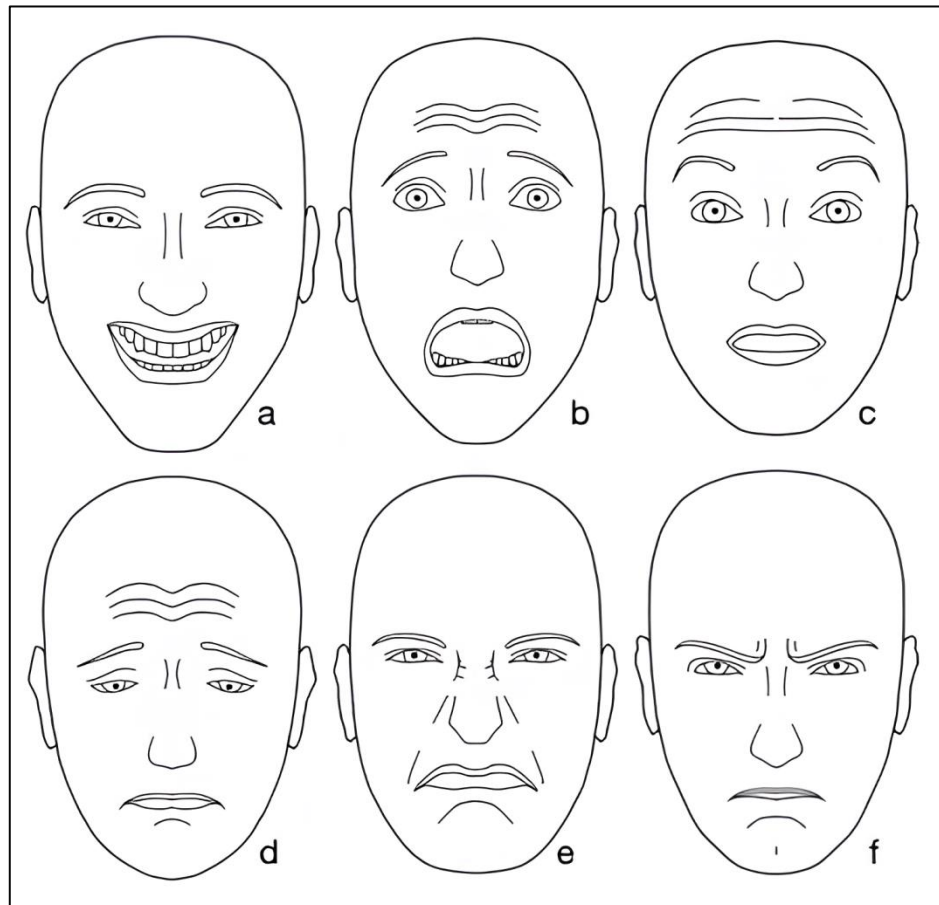
De acordo com Darwin (1872) em "A Expressão das Emoções nos Homens e Animais", suas observações revolucionaram a compreensão das emoções ao revelar que diversas espécies animais compartilham uma coleção básica de emoções semelhante à dos seres humanos. Essa descoberta demonstra a universalidade das expressões faciais e comportamentos emocionais entre as espécies, influenciando significativamente a pesquisa subsequente e tendo um impacto profundo nos campos da psicologia e biologia evolutiva.

A terminologia "**emoções básicas**" é amplamente empregada por diversos pesquisadores no campo acadêmico para descrever um conjunto essencial de emoções humanas. No entanto, é relevante salientar que não existe um consenso absoluto em relação à definição precisa e à quantidade exata dessas emoções básicas.

A definição e classificação das emoções básicas representam um desafio devido à sua natureza subjetiva e complexa. Diversas perspectivas teóricas, tais como a abordagem de

Ekman (2003) e Damásio (2012), a teoria das emoções de base evolutiva e os estudos neurocientíficos, influenciam a diversidade de definições e categorias propostas. Essas abordagens contribuem para a compreensão ampla e multifacetada das emoções básicas, embora o consenso ainda não tenha sido alcançado na literatura.

Figura 2 - Expressões faciais típicas de seis emoções básicas



Fonte: Miguel (2015, p. 157).

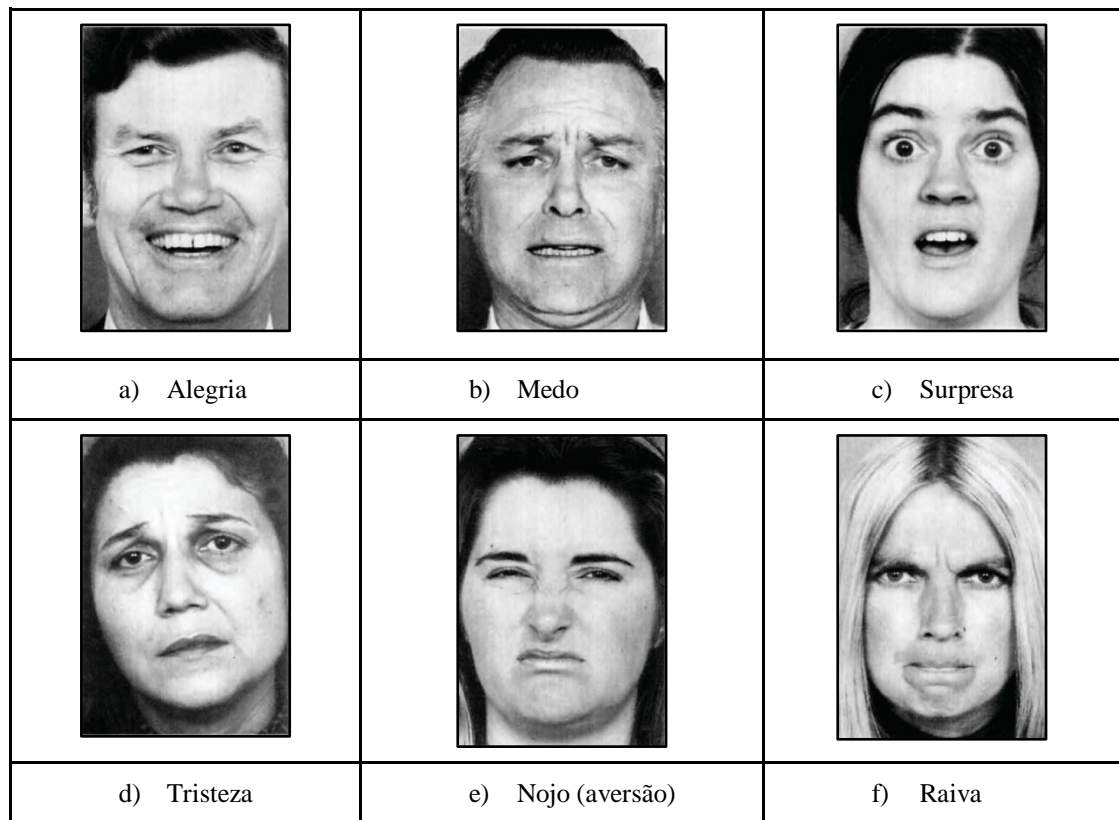
Legenda: a. alegria, b. medo, c. surpresa, d. tristeza, e. nojo, f. raiva.

Na Figura 2, referenciada por Miguel (2015), é ilustrada uma representação visual das emoções frequentemente citadas na literatura acadêmica. Essas contribuições visam delinear um conjunto central de emoções que são consideradas fundamentais para a compreensão e análise das experiências emocionais humanas. No entanto, é importante destacar que a delimitação precisa e abrangente das emoções básicas permanece uma área de investigação em desenvolvimento, sujeita a contínuos debates e refinamentos teóricos.

Segundo Ekman (2003) e Damásio (2012), as emoções podem ser classificadas em primárias ou básicas e secundárias ou sociais. As emoções básicas são universais, inatas e evolutivas, e não são exclusivas da espécie humana, podendo ser encontradas em muitas

espécies de animais. Estão presentes na constituição humana e são vinculadas ao instinto e à sobrevivência. As expressões de alegria, tristeza, medo, surpresa, nojo, desprezo e raiva são praticamente universais. As emoções sociais possuem maior complexidade e são influenciadas por fatores socioculturais e pelo pensamento. São aprendidas e integradas a memórias, sendo avaliadas como boas ou ruins. Simpatia, ciúmes, orgulho, vergonha, admiração e culpa são alguns exemplos. Embora as emoções básicas sejam mais facilmente identificadas, como, por exemplo, saber se uma pessoa está com raiva, não é fácil identificar emoções sociais como orgulho ferido ou ciúmes, já que essas emoções podem ser ocultadas por fatores socioculturais.

Figura 3 - Expressões faciais típicas de seis emoções básicas



Fonte: Souza (2018)

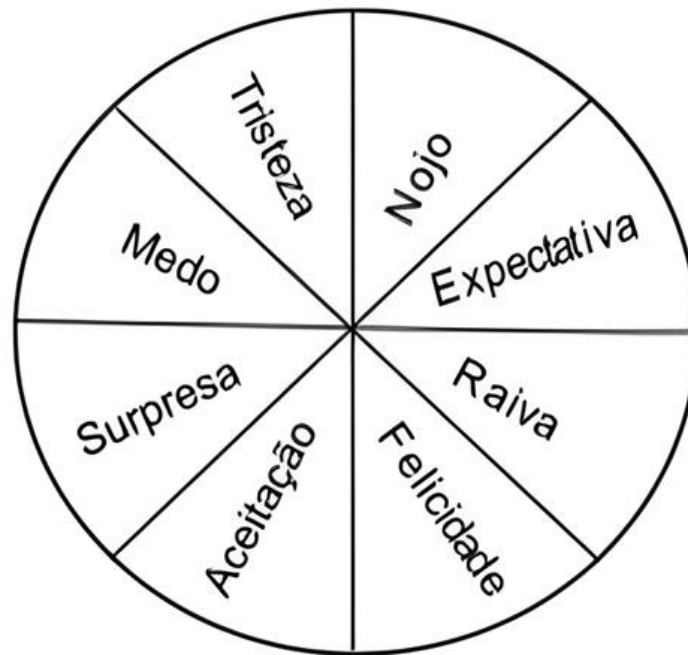
As emoções básicas são universalmente reconhecidas e são expressas de forma semelhante em diferentes culturas (Ekman, 1971). Possuem as seguintes características:

- a) Alegria (Figura 3a): A alegria é caracterizada por expressões faciais como sorriso, olhos brilhantes e elevação das sobrancelhas. É uma emoção positiva e contagiosa, que tem um efeito positivo sobre a saúde física e mental (Ekman, 1971, 1992);
- b) Medo (Figura 3b): O medo é caracterizado por expressões faciais como sobrancelhas

- levantadas, boca aberta e olhos arregalados. É uma emoção negativa que pode levar à ansiedade e outros problemas de saúde mental (Ekman *et al.*, 1972);
- c) Surpresa (Figura 3c): A surpresa é caracterizada por expressões faciais como sobrancelhas levantadas, boca aberta e olhos arregalados. É uma emoção neutra que pode ser desencadeada por eventos inesperados ou surpreendentes (Ekman *et al.*, 1972);
 - d) Tristeza (Figura 3d): A tristeza é caracterizada por expressões faciais como lágrimas, sobrancelhas abaixadas e canto da boca para baixo. É uma emoção negativa e pode levar à depressão e outros problemas de saúde mental (Ekman, 1971, 1992);
 - e) Nojo (Figura 3e): O nojo é caracterizado por expressões faciais como nariz franzido, boca fechada e sobrancelhas abaixadas. É uma emoção negativa que geralmente é desencadeada por estímulos desagradáveis, como o cheiro ou o sabor de algo repugnante (Ekman *et al.*, 1972);
 - f) Raiva (Figura 3f): A raiva é caracterizada por expressões faciais como testa franzida, sobrancelhas abaixadas e lábios apertados. É uma emoção negativa e pode levar à agressão e outros comportamentos problemáticos (Ekman, 1971, 1992).

Segundo Plutchik (1980), Figura 4 abaixo, com base na Teoria Psico Evolucionária Integrativa das emoções, há oito emoções básicas dispostas em uma roda de emoções, conforme a Figura 4, que são semelhantes às de Ekman (1984). Essas emoções oferecem o alicerce para a maioria dos estudos e facilitam reflexões sobre as emoções. Assim como as cores primárias se misturam para formar as secundárias e terciárias, o mesmo acontece com as emoções, resultando em díades: a) primárias (por exemplo, Alegria + Confiança = Amor; Alegria + Antecipação = Otimismo); b) secundárias (por exemplo, Alegria + Medo = Culpa; Alegria + Raiva = Orgulho) e c) terciárias (por exemplo, Alegria + Surpresa = Satisfação; Alegria + Nojo = Apatia).

Figura 4 - Modelo de Combinação das oito emoções básicas de Plutchik



Fonte: Saucedo (2019, p. 58).

No Quadro 2, a seguir, Turner (2007) definiu a intensidade das emoções básicas por meio das seguintes combinações: satisfação com a felicidade; aversão com o medo; asserção com a cólera e desapontamento com a tristeza. Com essas combinações, novos tipos de emoções podem ser formados. Dessa forma, os seres humanos podem vivenciar emoções básicas em diferentes níveis de intensidade por meio de expressões faciais. A face é o canal de comunicação mais relevante para as emoções entre os seres humanos. Existe um número significativo de emoções na comunicação social, essenciais para a composição da experiência social humana. Um exemplo é a importância das emoções no campo educacional.

Quadro 2 - Variáveis de intensidade derivadas das emoções básicas

(continua)

Emoções Básicas	Baixa Intensidade	Média Intensidade	Alta Intensidade
Satisfação - felicidade	Contente Ardente Serenidade Gratidade	Bem-disposto Vivaz Amigável Amável Satisfação	Regozijo Bem-Aventuraça Arrebatamento Jubiloso Contentamento Exaltação Deleite Encantado Animado

Quadro 3 - Variáveis de intensidade derivadas das emoções básicas

(continuação)

Emoções Básicas	Baixa Intensidade	Média Intensidade	Alta Intensidade
Aversão - medo	Preocupação Hesitante Relutância Timidez	Desconfiança Trepidação Ansiedade Assustado Alarmado Enervado Pânico	Terror Horror Alta Ansiedade
Asserção - cólera	Chateado Agitado Irritado Vexado Pertubado Ofendido Enervável Ressentido/melindroso	Desagradado Frustrado Beligerante Contencioso Hostil Irado Animosidade Ofendido Consternado	Antipatizar Desprezo absoluto Descontentamento Ódio Desprezo Detestar Aversão Muito agitado Cólera/indignação Furioso Inflamável Encolerizado Ultrajado
Desapontamento - tristeza	Desencorajado Deprimido Desalentado	Consternação Desesperança Melancolia Resignação Aflição	Mágoa Desolação Abatido Angústia Desânimo Sofrimento Rejeição

Fonte: Turner (1999; 2000a).

3.1.4 Rituais de interação

A comunicação como um todo é um processo interacional, do qual compartilhamos mensagens, sentimentos, pensamentos e emoções, que influenciam as pessoas a darem respostas segundo suas crenças, valores, experiência de vida e cultura. [...] Considerando que, nas interações a linguagem das emoções, ao que tudo indica, tem muito a nos informar sobre o envolvimento coletivo e individual das pessoas em contextos educacionais (Saucedo, 2019, p. 70).

Segundo Collins (2004), a motivação das pessoas para realizar certas atividades e não outras está relacionada à energia emocional gerada pelas interações sociais. As pessoas se relacionam visando obter essa energia emocional, e toda relação entre indivíduos pode ser vista como um ritual de interação. Durante esses rituais, ocorre a geração de energia emocional resultante de certas condições, como, por exemplo, quando os participantes

concentram sua atenção no mesmo objeto ou compartilham o mesmo estado emocional. Essa energia emocional recebida nas interações motiva as pessoas a repetir o ritual na busca por mais energia.

De acordo com Collins (2004), os rituais de interação focam a atenção em uma emoção específica, gerando temporariamente uma realidade compartilhada repleta de símbolos e significados. O ritual pode ser simples, como um cumprimento de bom dia, olá ou como vai, mas ainda assim é capaz de gerar uma nova realidade entre os indivíduos. A energia emocional resultante leva os indivíduos a repetir a experiência. No entanto, se essa energia não ocorre, o relacionamento deixa de existir. Os rituais estão interligados e só se repetem se alcançarem os objetivos esperados.

De acordo com Goleman (1995), no contexto educacional, a qualidade das interações entre professor e alunos é fundamental para a aprendizagem. Quando a energia emocional flui com fluência em sala de aula, favorece-se a criação de um ambiente propício para o aprendizado. A energia emocional positiva gerada durante as interações pode motivar os alunos a participarem ativamente das discussões, se envolverem mais nas atividades e se interessarem pelo conteúdo. Por isso, é crucial que os professores estejam cientes da importância da energia emocional nas interações sociais e educacionais, a fim de promover um ambiente de aprendizagem envolvente e motivador. Assim, a fluência da energia emocional entre professor e alunos pode contribuir significativamente para o sucesso educacional e o desenvolvimento dos alunos.

3.1.5 As emoções nos processos de ensino e aprendizagem

Segundo Almeida (2016), são evidentes as contribuições das emoções no processo de ensino-aprendizagem. As emoções são importantes na aquisição da aprendizagem e devem ser tratadas de modo especial pela comunidade educativa, evidenciando as relações existentes entre o docente e o discente no decorrer da prática de ensino. Contudo, é importante que o docente procure aperfeiçoar seu autoconhecimento, identificando suas emoções positivas e negativas, a fim de lidar de forma madura com as emoções dos discentes, formando-os, na verdade, das emoções e ações.

De acordo com Santos (2000), o estudo das emoções no processo de ensino-aprendizagem é pouco empregado no ambiente escolar, já que não é considerado satisfatório devido aos objetivos exclusivamente cognitivos da educação. Apesar dos avanços tecnológicos, como televisão, computadores e recursos multimídia utilizados no processo

educacional, a crescente falta de competência emocional e social continua a aumentar nas novas gerações.

Segundo Almeida (2016), em muitos casos, o modelo educacional provê recursos materiais fundamentais para a evolução cognitiva do estudante, mas a sociedade contemporânea negligencia outras habilidades importantes, como a solidariedade, a afetividade, a iniciativa e o controle emocional. Por esse motivo, a escola deve se responsabilizar pela formação humana completa, permitindo que o indivíduo desenvolva habilidades que lhe permitam conviver de maneira saudável consigo mesmo, com os outros e com toda a humanidade.

O destaque principal sobre a influência das emoções nos processos educacionais é a magnitude da interatividade que ocorre entre os processos cognitivos e emocionais. Quando o cérebro recebe estímulos, ele envia uma resposta, e dependendo do tipo de estímulo (positivo ou negativo), áreas específicas do cérebro são ativadas, o que pode facilitar ou dificultar a aprendizagem.

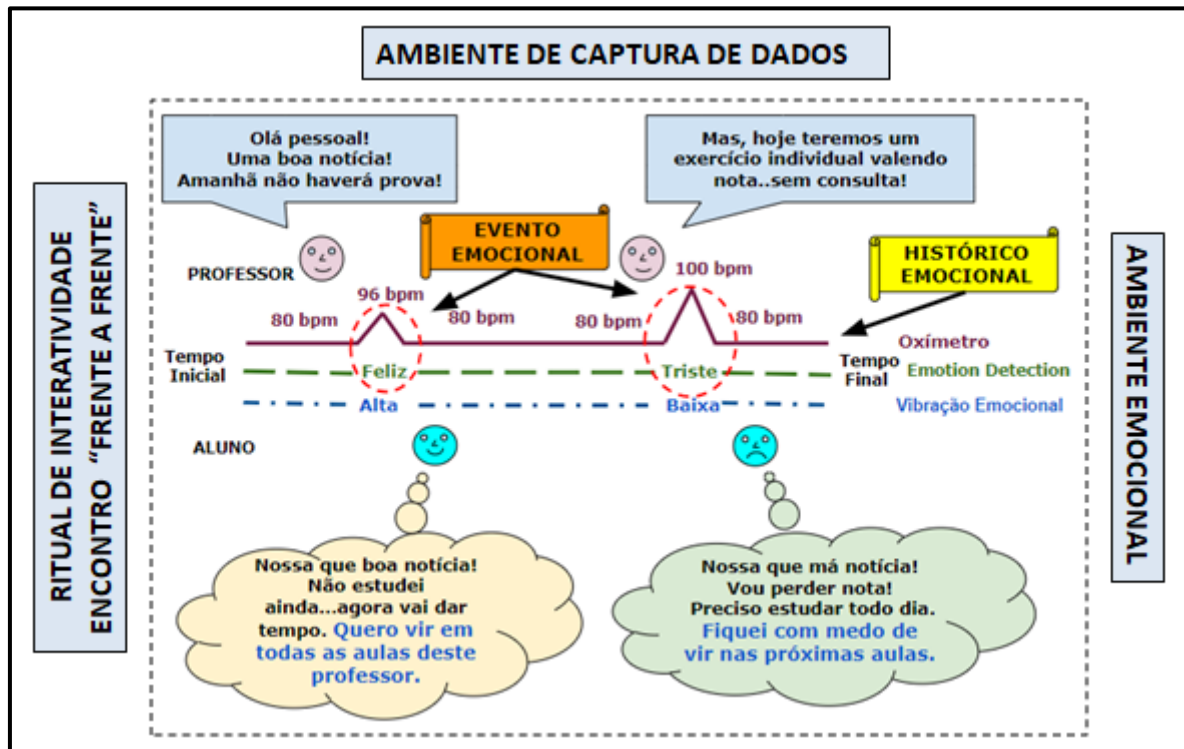
Nesse contexto, é essencial que o professor preste atenção não apenas às suas próprias emoções, mas também às emoções dos alunos. Além da comunicação verbal, a expressão facial, emocional e corporal podem transmitir mensagens que vão além do que se pretende ensinar.

Portanto, os educadores precisam desenvolver a habilidade de reconhecer e lidar com as emoções, tanto suas quanto dos alunos, para a criar um ambiente de aprendizagem positivo e acolhedor. Isso significa estar aberto a escutar, compreender e respeitar as emoções dos alunos, e usar essa compreensão para adaptar a abordagem pedagógica e ajudar na construção de um ambiente de aprendizagem mais efetivo.

3.1.6 Contextualização com a pesquisa

Na Figura 5, apresenta-se um esquema da pesquisa que descreve como ocorre a captura de dados em um ambiente educacional. Nesse processo, ocorrem rituais de interatividade e encontros presenciais frente a frente.

Figura 5 - Esquema do Histórico Emocional



Fonte: Autor (2023).

Durante as aulas, tanto o professor quanto o aluno podem iniciar a interatividade, o que pode desencadear eventos emocionais que são capazes de produzir alterações nos batimentos cardíacos e expressões faciais. Esses eventos podem ser significativos e, portanto, são capturados dados a partir deles. Quando os eventos são positivos, o participante pode sentir-se motivado a repeti-los. Por outro lado, se houver um evento negativo após um evento positivo, o participante pode perder o interesse em repeti-lo, conforme as teorias das emoções apresentadas anteriormente. Essas situações podem influenciar a energia emocional presente na sala de aula, interferindo no processo de ensino e aprendizagem.

A Figura 5 representa um cenário com um professor e um aluno. Após o professor compartilhar uma boa notícia, o aluno altera a frequência cardíaca de 80 bpm para 96 bpm e expressa um rosto sorridente. O software de Detecção de Emoções identifica a emoção como felicidade, e a vibração emocional fica alta. No entanto, logo depois, o professor compartilha uma má notícia. O aluno altera a frequência cardíaca de 80 bpm para 100 bpm e expressa um rosto triste. O software de Detecção de Emoções identifica a emoção como tristeza, e a vibração emocional fica baixa. A figura visualmente representa como diferentes tipos de notícias afetam os estados emocionais, conforme indicado pelas mudanças na frequência cardíaca e nas expressões faciais.

3.2 TEORIAS PARA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE BATIMENTOS CARDÍACOS

A oximetria de pulso é um teste diagnóstico que mede a saturação arterial de oxigênio e os batimentos cardíacos. Para realizá-lo, é necessário um equipamento especial chamado oxímetro, que possui um procedimento não invasivo⁴, semelhante ao termômetro, esfigmomanômetro ou cronômetro (MCGEE, 2018).

Esse teste combina os princípios da espectrofotometria e da pletismografia óptica⁵, aproveitando a absorção diferencial da luz nos comprimentos de onda vermelho e ultravioleta da desoxi e da oxiemoglobina, e diferenciando o fluxo arterial como fluxo pulsátil. A amostragem através do fluxo pulsátil e não pulsátil distingue entre o sangue arterial e a absorção de fundo por todos os outros tecidos, incluindo o sangue venoso. A leitura resultante é alimentada em um algoritmo que a relaciona aos valores de saturação de hemoglobina obtidos empiricamente por co-oximetria entre voluntários normais em ambientes com falta de O₂; isso é relatado como a porcentagem de SpO₂ (Stone, 2007).

O oxímetro de pulso é um dispositivo que mede a concentração de oxigênio (ou saturação de oxigênio – SpO₂) e a frequência cardíaca de uma pessoa em um determinado momento. Esse instrumento é comumente usado para monitorar os resultados fisiológicos de um paciente. No entanto, os usos da oximetria de pulso podem se expandir para outros campos onde há interação humana e onde as saídas fisiológicas refletem as flutuações mediadas pelo surgimento de emoções. Uma sala de aula, por exemplo, está repleta de uma infinidade de emoções. Nesse caso, o oxímetro pode ser empregado para detectar os eventos emocionais ou não, por meio da captura da frequência cardíaca durante a aula (Calderon, 2016).

A frequência cardíaca de uma pessoa é um indicador dinâmico e complexo, suscetível a uma ampla gama de influências e fatores, além da simples observação da expressão facial. Entre esses fatores, destacam-se o estresse, a atividade física, a ingestão de cafeína e muitos outros (Task Force of ESC/NASPE, 1996).

O estresse, por exemplo, exerce um impacto considerável na frequência cardíaca. Quando uma pessoa enfrenta uma situação estressante, como um evento traumático, uma discussão ou uma pressão intensa, o sistema nervoso desencadeia uma resposta de "luta ou fuga". Isso resulta na liberação de hormônios do estresse, como a adrenalina, que aumentam a atividade cardiorrespiratória e, conseqüentemente, aceleram a frequência cardíaca.

⁴ Procedimento que invade o corpo, como acontece com agulhas.

⁵ Método utilizado para medir as alterações do fluxo sanguíneo por meio óptico.

A atividade física também desempenha um papel fundamental na modulação da frequência cardiorrespiratória. Durante o exercício, os músculos são ativados e requerem um suprimento adicional de oxigênio para funcionar adequadamente. O coração responde a essa demanda aumentando o fluxo sanguíneo a partir do aumento dos batimentos cardíacos por minuto. A intensidade e a duração do exercício exercem influência direta na frequência cardíaca, sendo que exercícios mais intensos tendem a elevar a frequência cardíaca a níveis mais elevados.

Além disso, a ingestão de cafeína pode ter efeitos significativos na frequência cardíaca. A cafeína é uma substância estimulante encontrada em diversas fontes, como café, chá, bebidas energéticas e alguns alimentos. Ela atua no sistema nervoso central, bloqueando os receptores de adenosina e estimulando a liberação de adrenalina. Esses mecanismos podem aumentar a frequência cardíaca e a contratilidade cardíaca, resultando em um ritmo mais acelerado.

As emoções também podem influenciar na alteração da frequência cardíaca. A tristeza, uma emoção profundamente complexa, é capaz de desencadear uma variedade de reações fisiológicas em nosso organismo, entre elas um aumento da frequência cardíaca. Quando nos sentimos tristes, nosso corpo pode desencadear uma série de processos internos que afetam diretamente o funcionamento do coração, com a liberação de hormônios do estresse, como o cortisol, desempenhando um papel crucial nesse processo (Frijda, 1986).

Quando experimentamos tristeza, o cérebro percebe a situação como um desafio emocional e aciona o sistema nervoso simpático, responsável pela resposta de "luta ou fuga". Essa ativação desencadeia a liberação de hormônios do estresse, como o cortisol, que têm a capacidade de estimular o coração e acelerar a frequência cardíaca. Essa resposta fisiológica visa preparar o organismo para lidar com a emoção negativa, mobilizando energia e recursos para enfrentar ou superar a tristeza.

Além disso, estudos têm demonstrado que a tristeza também pode estar associada a um aumento na atividade do sistema nervoso autônomo, que regula funções corporais automáticas, incluindo a frequência cardíaca. Especificamente, a ativação do sistema nervoso simpático, uma das divisões do sistema nervoso autônomo, leva a um aumento na liberação de noradrenalina, um neurotransmissor que estimula a atividade cardíaca e, conseqüentemente, acelera a frequência cardíaca (Frijda, 1986).

Dessa forma, a tristeza não é apenas uma experiência emocional, mas também desencadeia uma resposta fisiológica complexa em nosso corpo, incluindo o aumento da frequência cardíaca, assim como também acontece com a alegria. O papel do cortisol e da

ativação do sistema nervoso simpático nesse processo é fundamental para compreender como a tristeza afeta nosso sistema cardiovascular. Os estudos nessa área têm contribuído para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos nas emoções e suas implicações na saúde e bem-estar humanos (Frijda, 1986).

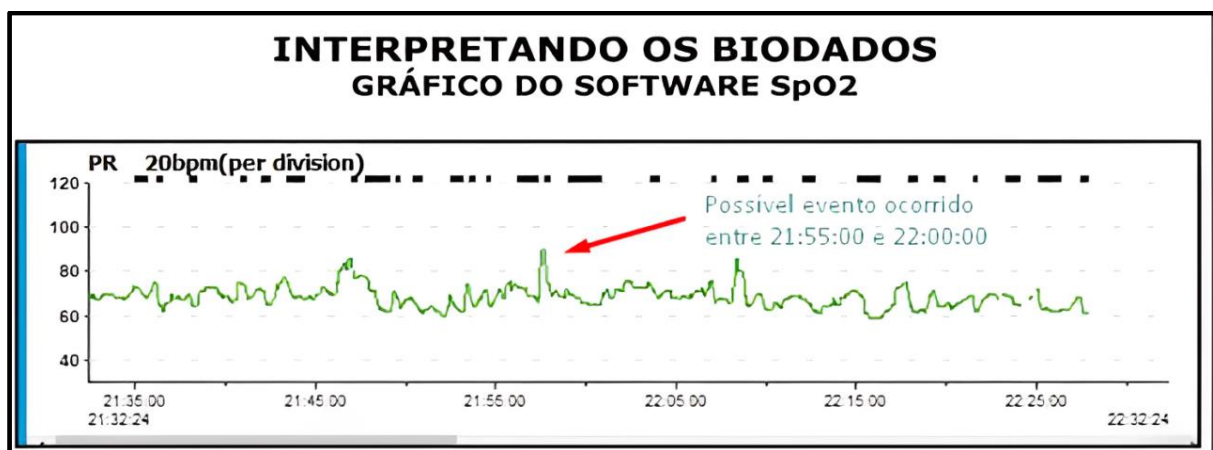
Portanto, ao avaliar a frequência cardíaca de uma pessoa, é crucial considerar não apenas a expressão facial, mas também uma série de outros fatores que podem influenciá-la. O estresse emocional, a prática de exercícios físicos, a ingestão de substâncias estimulantes como a cafeína e muitos outros elementos podem desempenhar um papel fundamental na variação da frequência cardíaca de um indivíduo. Compreender e levar em consideração esses fatores, é essenciais para uma avaliação precisa e abrangente da saúde cardiovascular (Task Force of ESC/NASPE, 1996).

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE COMO INTERPRETAR OS BIODADOS PARA COMPREENSÃO DAS EMOÇÕES MANIFESTADAS

Os biodados são informações biológicas emitidas por um indivíduo, resultantes de eventos que podem ou não ter origem emocional. Esses eventos podem ser captados e analisados por meio de recursos tecnológicos, como oxímetros e *softwares* de reconhecimento facial, dependendo da complexidade e das necessidades específicas de cada estudo.

Os eventos emocionais são identificados por meio de alterações que ocorrem em um determinado espaço de tempo, conhecido como Histórico Emocional. Cada alteração é considerada como um possível evento para estudo, sendo que os eventos menos relevantes e os que estão fora da normalidade são descartados.

Figura 6 - Exemplo de evento: alteração dos batimentos cardíacos



Fonte: Autor (2023).

Figura 7 - Exemplo de evento: detecção de emoção por análise facial

INTERPRETANDO OS BIODADOS
TABELA DO SOFTWARE EMOTION DETECTION

Time	Msec	Stamp	Happy	Sad	Surprise	Fear	Disgust	Anger	Neutral
0:19:09	500	1149,500	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	533	1149,533	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	567	1149,567	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	600	1149,600	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	633	1149,633	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	667	1149,667	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	700	1149,700	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	733	1149,733	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	767	1149,767	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	800	1149,800	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	833	1149,833	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	867	1149,867	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	900	1149,900	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	933	1149,933	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	967	1149,967	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	000	1150,000	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	033	1150,033	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	067	1150,067	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	100	1150,100	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	133	1150,133	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	167	1150,167	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	200	1150,200	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	233	1150,233	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	267	1150,267	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autor (2023)

O Histórico Emocional (Figura 5) tem seus limites definidos dentro de um intervalo de tempo cronometrado, durante o qual os dados são capturados simultaneamente pelo oxímetro e pela câmera. Os eventos são identificados e separados de acordo com o instante ocorrido, considerando os dados do oxímetro (Figura 6) e do vídeo. Os eventos nos vídeos são recortados e, posteriormente, as emoções são identificadas pelo *software* de detecção de emoções (Figura 7). Além da identificação pelo *software*, é necessária uma análise de um observador para a definição da emoção.

A Figura 7 apresenta o relatório de identificação das emoções que ocorreram às 19:10h. No período capturado entre 1149 segundos e 500 microssegundos a 1150 segundos e 267 microssegundos, foi detectada a emoção *happy* (feliz). Traços de emoções foram detectados nas intensidades 0,69 – 0,78 – 0,98 – 1,07 para *happy* e 0,41 – 0,48 – 0,60 para *surprise*. Para interpretar, desconsideram-se valores abaixo de 0,40, sendo que os valores

variam a cada movimento e a emoção detectada é a que apresenta maior valor. Um evento ocorre em microssegundos.

3.4 DETECÇÃO E ANÁLISE DA EMOÇÃO EXPRESSA NOS VÍDEOS E ANÁLISE VIA *SOFTWARE*

O *software* Emotion Detection[®] (Bahreini, Van Der Vegt, 2019) foi desenvolvido com base em um algoritmo que utiliza os estudos de Ekman e Friesen (1978) como referencial teórico, o que o torna mais confiável na captura dos melhores resultados. Ele é utilizado para identificar as emoções básicas presentes nas expressões faciais e, em conjunto com os dados de oximetria, é capaz de identificar características emocionais, estratégias metodológicas e momentos de aula mais favoráveis ao estilo de aprendizagem dos alunos.

Os seres humanos expressam e agem de acordo com emoções, as quais são atividades mentais superiores, e essas emoções desempenham um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Portanto, é possível incluir a captura e o estudo das emoções nas expressões faciais e na oximetria como elementos essenciais para esses processos. Isso ajuda a validar os resultados, permitindo que sejam mais próximos da realidade.

É importante ressaltar que as emoções capturadas por um *software* nem sempre são equivalentes às variações no oxímetro ou à observação visual. A análise dos dados do observador, da biometria e da frequência cardíaca contribui para reduzir as chances de resultados falsos, permitindo que as informações capturadas se aproximem o máximo possível da realidade. Isso é necessário porque as pessoas podem sorrir e esconder sua tristeza interior, ou parecer calmas e esconder seu medo.

Quadro 4 - Análises dos dados capturados devidamente cronometrados.

ORIGEM	CAPTURA DE DADOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Observador (pesquisador)	Observação visual (vídeo)	Medo	Dados não compatíveis
Biometria	Captura da expressão facial (webcam e vídeo)	Alegria	
Batimentos cardíacos	Variação dos picos - oxímetro	Alterado	
			Expressão de defesa (*)
			Emoção real/oculta (**)

Fonte: Autor (2023).

Obs.: (*) Falseamento.

(**) Provocado pela falta de experiência em docência.

No Quadro 3, é possível observar que a ORIGEM dos dados consiste em três elementos: o observador, a biometria e os batimentos cardíacos. A CAPTURA DE DADOS é realizada por meio de técnicas de observação visual, captura da expressão facial e análise da variação dos picos. Os RESULTADOS obtidos a partir desses dados são compostos pelas emoções identificadas. Após a análise minuciosa dos RESULTADOS, a conclusão é tirada para determinar se os dados são compatíveis com a emoção detectada ou se a emoção ficou oculta, investigando as possíveis causas desse fenômeno.

Para garantir uma análise precisa, é importante que a gravação da imagem e a captura dos batimentos cardíacos ocorram simultaneamente. O pesquisador identifica os picos nos relatórios do oxímetro, marca o ponto correspondente no tempo e detecta visualmente a emoção presente no momento. Assim, é possível verificar se o pico registrado corresponde à emoção detectada. É importante destacar que uma pessoa pode sorrir sem estar exaltada, o que pode resultar em um evento não identificado pelo oxímetro, mas que ainda assim pode ser detectado pelo *software* de análise de imagem.

No exemplo dado no Quadro 3, é necessário capturar a variação máxima na oximetria simultaneamente à análise das expressões faciais. A análise encontrou inconsistências entre os resultados da biometria e do observador no momento do pico na oximetria. A emoção da alegria é incompatível com o medo. Quando o estudante parece estar exibindo alegria, na verdade, está expressando medo, que o observador identificou visualmente. A alegria, na verdade, é uma expressão de defesa, e o medo é a emoção real que o estudante estava tentando esconder.

4 METODOLOGIA

4.1 SITUANDO O TIPO DA PESQUISA

Com base nas orientações de Yin (2015) e Creswell, J. Ward e Creswell, J. David (2014), este estudo teve como objetivo avaliar as características emocionais dos estudantes de licenciatura em Física durante sua primeira aula de preparação para a docência, durante o 2º semestre de 2022.

A pesquisa adotou uma abordagem quali-quantitativa de natureza básica, com objetivo exploratório e de estudo de caso. Os dados foram capturados por meio da leitura de biodados, permitindo a construção de dados de batimentos cardíacos e imagens faciais para análise de manifestações emocionais. Além disso, foram identificados e analisados os eventos capturados no Histórico Emocional dos participantes.

Os procedimentos de captura de dados foram pré-concebidos pela equipe de pesquisa e os equipamentos e *softwares* específicos foram utilizados para essa finalidade. A análise dos resultados foi baseada no método hipotético-dedutivo, com estatística descritiva e avaliação qualitativa dos dados capturados.

O estudo foi conduzido em um grupo constituído por seis estudantes do curso de Física Licenciatura da UNIFAL-MG e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A análise dos resultados permitiu uma descrição detalhada das características emocionais dos participantes durante a aula de preparação para a docência, bem como uma avaliação qualitativa do impacto dessas emoções na experiência de aprendizagem.

Em síntese, este estudo teve como objetivo avaliar as características emocionais de estudantes de licenciatura em Física durante sua primeira aula de preparação para a docência, utilizando uma abordagem quali-quantitativa de natureza básica, com objetivo exploratório e de estudo de caso. Os procedimentos e técnicas de captura de dados seguiram as orientações de Yin (2015) e Creswell (2014). A análise dos resultados foi baseada no método hipotético-dedutivo, com estatística descritiva e avaliação qualitativa dos dados capturados.

O estudo adotou uma abordagem tradicional da pesquisa qualitativa, fundamentada na epistemologia proposta por Lüdke e André (1986). Nossa análise teve como foco identificar as condições necessárias para a realização de um estudo exploratório que envolveu seis casos, nos quais os licenciandos desempenharam o papel de professores (as).

A metodologia de estudo exploratório em ciências humanas busca compreender e

descrever um fenômeno, problema ou questão de pesquisa sem um objetivo, ou hipótese bem definidos. É uma etapa inicial de pesquisa que serve como base para a identificação de hipóteses e a definição de objetivos mais claros (Flick, 2011).

4.2 ESTUDO EXPLORATÓRIO

Utilizamos fontes primárias para a realização do estudo exploratório, sendo estas os biodados e as gravações de vídeo das aulas de licenciandos. Essa abordagem está em consonância com a metodologia de pesquisa exploratória em ciências humanas, que visa compreender um tema de forma geral e identificar questões importantes a serem investigadas em uma fase posterior (Bryman, 2016; Creswell, 2014; Glaser; Strauss, 2017).

Nesse sentido, a captura de fontes primárias não é tão rigorosa quanto em outros tipos de estudo, como estudos experimentais ou de caso, sendo prioritário compreender o assunto de forma ampla (Bryman, 2016; Creswell, 2014). No entanto, é importante ressaltar que a fase exploratória pode incluir a captura de dados qualitativos, como observações de aulas, entrevistas com professores e alunos, análise de materiais didáticos, e dados quantitativos, como resultados de testes e avaliações (Miles *et al.*, 2014; Yin, 2014).

Na área de investigações em ensino, a metodologia de estudo exploratório é amplamente utilizada para compreender as necessidades de aprendizagem dos alunos, os processos de ensino, a efetividade de diferentes estratégias de ensino e outros aspectos relacionados à educação (Freire, 1996). Nessa fase, busca-se identificar pontos fortes e fracos no processo de ensino, bem como tendências e padrões na aprendizagem dos alunos, permitindo melhorias na efetividade do ensino e na aprendizagem (Creswell, 2014).

Assim como em outras áreas de pesquisa, a fase exploratória em investigações em ensino é ampla e não se preocupa com a precisão dos resultados, mas sim com a captura de informações para se ter uma noção geral do assunto. Em seguida, podem-se aplicar outras metodologias de pesquisa, como o estudo experimental ou o estudo de caso, para aprofundar e testar as hipóteses identificadas na fase exploratória (Bryman, 2016; Creswell, 2014; Yin, 2014).

4.3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é uma abordagem de pesquisa amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, tais como psicologia, sociologia, educação, negócios e engenharia,

entre outras. Esta metodologia visa investigar um fenômeno particular em profundidade e em seu contexto real, visando compreender suas complexidades e particularidades (Yin, 2015).

Segundo Stake (1995), o estudo de caso envolve a seleção cuidadosa de casos a serem estudados, a captura de dados de diversas fontes, incluindo entrevistas, observações e documentos, a análise dos dados e a apresentação dos resultados de forma clara e objetiva.

Uma das principais vantagens do estudo de caso é que ele permite uma análise detalhada e aprofundada de um fenômeno, permitindo ao pesquisador compreender as nuances e particularidades do caso em questão (Eisenhardt, 1989). No entanto, também existem desafios associados a essa abordagem, como a possibilidade de viés do pesquisador e a dificuldade em generalizar os resultados para outras situações (Yin, 2015).

Apesar dos desafios, o estudo de caso é uma metodologia valiosa para a compreensão de fenômenos complexos e multifacetados, fornecendo insights únicos e contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento em diferentes áreas do saber.

4.4 EQUIPAMENTOS E *SOFTWARES*

O computador utilizado para todas as atividades da pesquisa foi um notebook da marca Acer, modelo Aspire 3 (A315-53-52ZZ), com sistema operacional Windows 10 de 64 bits. Possui processador Intel Core i5-7200U dual-core, 8 GB de memória DDR4, HD de 1 TB e placa gráfica integrada Intel HD Graphics 620. A tela é de 5,6 polegadas com resolução LED HD (1366x768) e a placa de rede é Ethernet de 1 GB.

As câmeras utilizadas para a captura de vídeos foram: a) câmera webcam Logitech, modelo C920s, que oferece vídeo Full HD (1080p a 30 qps) com lente de vidro Full HD, campo de visão de 78°, correção automática de luz HD e microfones para som estéreo; b) câmera Sony Handycam HDR-CX220, com sensor CMOS, zoom óptico de 27x, captura de vídeo Full HD 1080/60p e imagens estáticas de 8,9 MP, além de estabilização de imagem SteadyShot.

Os oxímetros utilizados para a captura da frequência cardíaca e da oxigenação sanguínea são da marca Innovo® e modelo 50F PLUS. Trata-se de um oxímetro de pulso de ponta de dedo com precisão em relação à faixa de SpO₂ de 70% a 100%, com erro permitido de $\pm 2\%$. Quanto à frequência de pulso, a precisão é de ± 2 bpm ou $\pm 2\%$. Ele pode realizar monitoramento contínuo em tempo real durante o sono e a aviação, além de oferecer a possibilidade de armazenar 24 horas de dados que podem ser carregados em um computador para análise.

O *software* utilizado para a captura dos vídeos da webcam foi o Open Broadcaster Software (OBS), que é de uso livre e de código aberto mantido pela OBS Project. Possui funcionalidades como captura de tela e dispositivos, constituição de cenas, gravação e transmissão ao vivo pela internet. As versões disponíveis abrangem os sistemas operacionais Linux, MacOS e Windows.

Os vídeos foram editados com o aplicativo Windows Movie Maker, uma ferramenta de edição de vídeo gratuita para Windows. Ele permite aos usuários criar e editar seus vídeos com facilidade, oferecendo uma variedade de recursos para personalizar os vídeos, incluindo a adição de música, efeitos e transições.

Os dados dos oxímetros foram processados com o auxílio do *software* SpO₂ Assistant V3.0.3, que acompanha o equipamento. Ele possui a funcionalidade de carregar e analisar até 24 horas de dados de cada vez, gerando relatórios e gráficos.

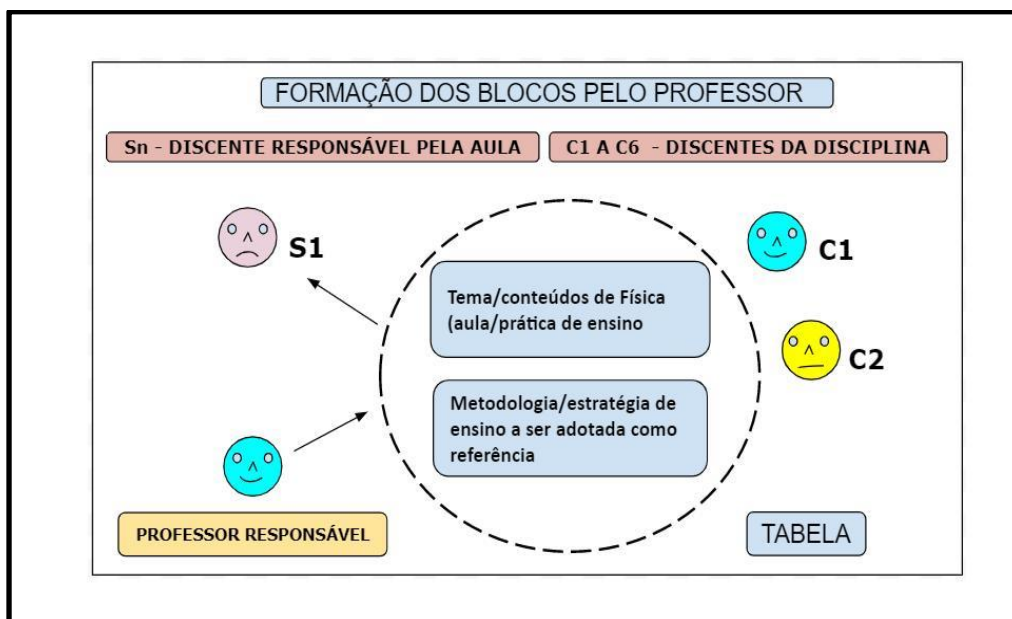
A ferramenta utilizada para reconhecer emoções foi o *software* Emotion Detection Asset V1.0, desenvolvido por Bahreini, Van Der Vegt e Westera (2019). Ele permite o reconhecimento de emoções tanto em arquivos gravados (imagens e vídeos) quanto em tempo real, utilizando as imagens geradas por uma webcam. Seu objetivo é reconhecer emoções a partir de expressões faciais, seguindo a visão classificatória de emoções proposta por Ekman e Friesen (1978). Essa classificação abrange as seis emoções básicas: alegria, tristeza, surpresa, medo, nojo e raiva.

4.5 MÉTODOS

4.5.1 Ambiente da pesquisa

Os seis alunos estavam matriculados no 5º período do curso de Física Licenciatura da UNIFAL-MG, equivalente a 50% do curso, sendo que o estudo foi realizado durante as aulas simuladas no 2º semestre de 2022, onde cada aluno realizou a apresentação de uma aula. O objetivo da disciplina era favorecer condições para que os futuros professores criem articulações entre saberes docentes adquiridos até sua atual etapa de formação com a prática docente em sala de aula. Permitir aos alunos construir criticamente referências para sua prática docente, envolvendo planejamento, desenvolvimento, avaliação e especialmente a reflexão sobre a ação docente. Os dados foram capturados durante as aulas presenciais, com a supervisão do docente responsável.

Figura 8 - Esquema de formação dos blocos feito professor.



Fonte: Autor (2023).

Cada aluno desenvolveu, sob sua responsabilidade, uma aula expositiva dialogada sobre um tema designado pelo docente (Figura 8), simulando ser um professor do ensino médio e seus colegas, alunos do ensino médio.

Precisamos considerar que as condições de captura de dados seguiram um esquema de pesquisa por meio de filmagens utilizando câmeras com enquadramento em primeiro plano (*close-up*) com ângulo frontal e monitoramento por oxímetros. Não foi solicitado aos participantes que mudassem de posição para favorecer a captura de imagens ou dados de oxímetros. Assim, a análise foi baseada nos intervalos de dados capturados com qualidade suficiente para alimentar as leituras do *software* de expressões faciais e oxímetros. Intervalos ilegíveis para os *softwares* foram excluídos.

É importante mencionar que os participantes tiveram de 60 a 90 minutos para concluir a atividade e que 1/3 dos dados foram excluídos porque não foram capturados de forma apropriada para leitura pelos *softwares* de detecção de emoções e oxímetros (Emotion Detection® e SpO₂ Assistant). Isto ocorreu pela mudança de posição do participante e dos movimentos maiores do braço e mão onde estava o oxímetro.

Ao todo, conforme a Figura 8, capturamos 6 blocos de dados ao longo de um total de 12 horas em 6 semanas seguidas, após um tempo de exposição às câmeras e ao ambiente da pesquisa em que nada foi capturado em duas semanas.

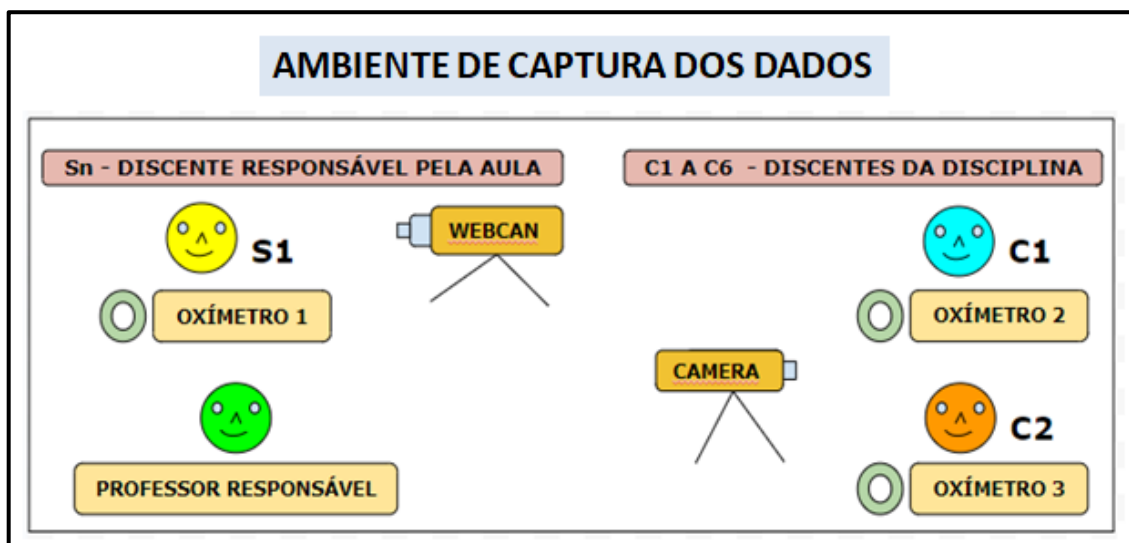
Quadro 5 - Configurações e características essenciais dos seis blocos de captura de dados.

Bloco de dados	Participante responsável pela aula (Sn)	Outros discentes monitorados	Tema/conteúdos de Física (aula/prática de ensino)	Metodologia/estratégia de ensino a ser adotada como referência
Bloco 1	S1	c1 e c2	Segunda lei da termodinâmica (destaque para ciclos termodinâmicos)	Três momentos Pedagógicos (ANGOTTI; DELIZOICOV, 2000).
Bloco 2	S2	c4 e c5	Gravitação e tecnologias atuais associadas	Aula expositiva-dialogada com slides e vídeos curtos.
Bloco 3	S3	c4 e c6	Energia e Potencial elétrico	Vídeos, animações e analogias.
Bloco 4	S4	c3 e c6	Eletrostática	Abordagem experimental de demonstração
Bloco 5	S5	c5 e c1	Unificação Newtoniana (O problema da Lua e da Maçã)	Três momentos Pedagógicos (ANGOTTI; DELIZOICOV, 2000).
Bloco 6	S6	c1 e c2	Propriedades da Luz (Difração, reflexão, polarização)	História da Física e evolução de modelos.

Fonte: Autor (2023).

A fim de assegurar o sigilo e a proteção da identidade dos participantes da pesquisa, adotamos um método de codificação baseado no Quadro 4. Essa abordagem consiste em atribuir identificadores únicos e anônimos aos indivíduos, substituindo suas informações pessoais por códigos específicos. Dessa forma, todas as referências a esses participantes são feitas por meio desses códigos, garantindo a confidencialidade dos dados capturados.

Figura 9 - Esquema da disposição dos participantes, das câmeras e dos oxímetros no início da aula.



Fonte: Autor (2023).

De acordo com a Figura 9, a captura de dados foi realizada em seis blocos e cada bloco consistiu na tomada de dados da seguinte forma: foram utilizadas duas câmeras, uma webcam Logitech C920s voltada para Sn, discente responsável pela aula, e uma Sony handycam hdr-cx220 voltada para os dois discentes, C1 e C2. Cada um dos três participantes (Sn, C1 e C2) utilizou um oxímetro de pulso do modelo Innovo CMS 50F Plus, e os dados foram extraídos com a ferramenta (*software* SpO₂_Assistant_V3.0.3). Antes do início da captura de cada bloco de dados, as câmeras e os oxímetros foram sincronizados por um mesmo horário inicial.

Assim, cada um dos seis blocos de dados é composto por dois vídeos e três monitoramentos por oxímetros. Os participantes são pré-escalados, com uma câmera voltada para o responsável pela aula e outra voltada para os dois colegas que também estão sendo monitorados via oxímetro. Como os discentes mudavam sua função entre "Sn" ou "Cn" em cada bloco de dados, é necessário utilizar a codificação "S1, S2, S3, S4, S5 e S6" e "C1, C2, C3, C4, C5 e C6" para destacar as análises para os três participantes filmados e monitorados via oxímetro em cada bloco de dados. A fim de garantir uniformidade na análise dos blocos, não foram incluídas interferências dos discentes que não foram monitorados por oxímetro de pulso e filmados simultaneamente.

Cada bloco de dados correspondeu a uma intervenção pedagógica com duas características:

- a) A metodologia a ser adotada pelo participante Sn e os temas de Física foram sugeridos pelo docente da disciplina;
- b) Cada participante (Sn) pôde escolher e negociar com os colegas eventuais trocas entre eles para se comprometer com o tema e metodologia com as quais considerasse que tivesse maior expertise. O Quadro 3 exhibe as configurações e características essenciais e ponto de partida para as análises para os seis blocos de dados. Cabe ressaltar que o nível de ensino de referência para os participantes da pesquisa foi o Ensino Médio (conteúdos de Física para o Ensino Médio).

4.5.2 Batimentos cardíacos

Figura 10 - Esquema da captura dos batimentos cardíacos



Fonte: Autor (2023).

Quadro 6 - Tabela gerada pelo oxímetro.

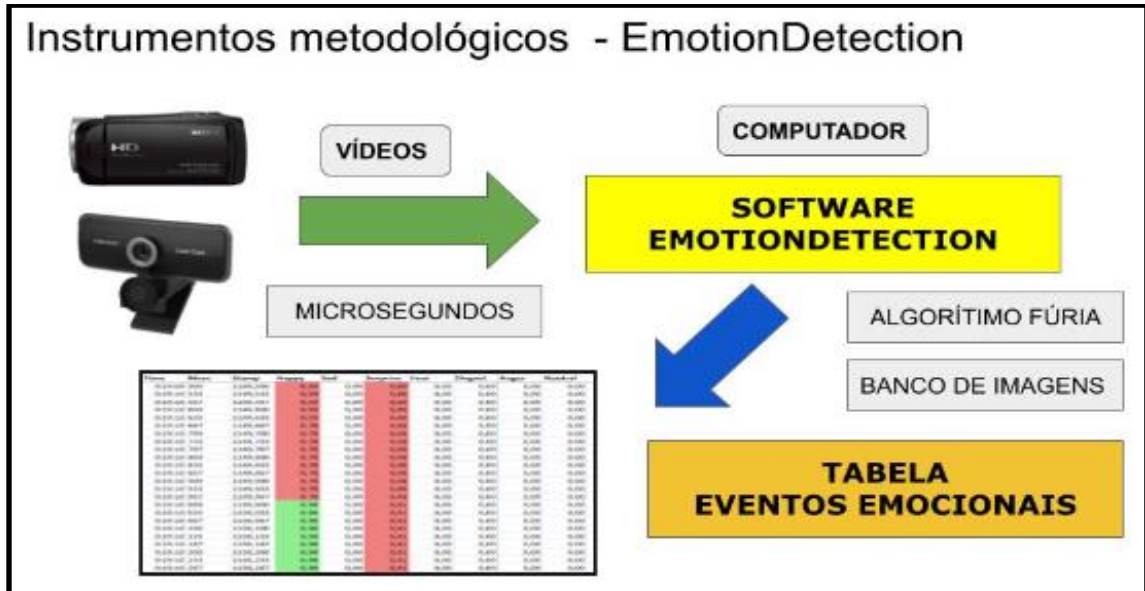
DATE	TIME	SPO2	PULSE
2022-07-29	19:24:05	127	255
2022-07-29	19:24:06	127	255
2022-07-29	19:24:07	95	68
2022-07-29	19:24:08	95	68

Fonte: Autor (2023).

O oxímetro, similar ao apresentado na Figura 10, é fixado no pulso e o receptor de dados no dedo médio. A data e a hora são acertadas antes do início da captura dos dados. A captura dos batimentos cardíacos começa e termina simultaneamente com a atividade. Ao término da atividade, os dados são transferidos para o computador que contém o *software* SpO₂ Assistant instalado através de uma conexão USB. O *software* SpO₂ Assistant importa os dados capturados e realiza a identificação das variações dos batimentos cardíacos durante o período da atividade. Os resultados obtidos podem ser acessados de duas maneiras distintas: por meio de uma representação gráfica, conforme exemplificado na Figura 6, ou por meio de uma tabela, como ilustrado no Quadro 5.

4.5.3 Imagens

Figura 11 - Esquema da captura dos eventos emocionais nos vídeos



Fonte: Autor (2023).

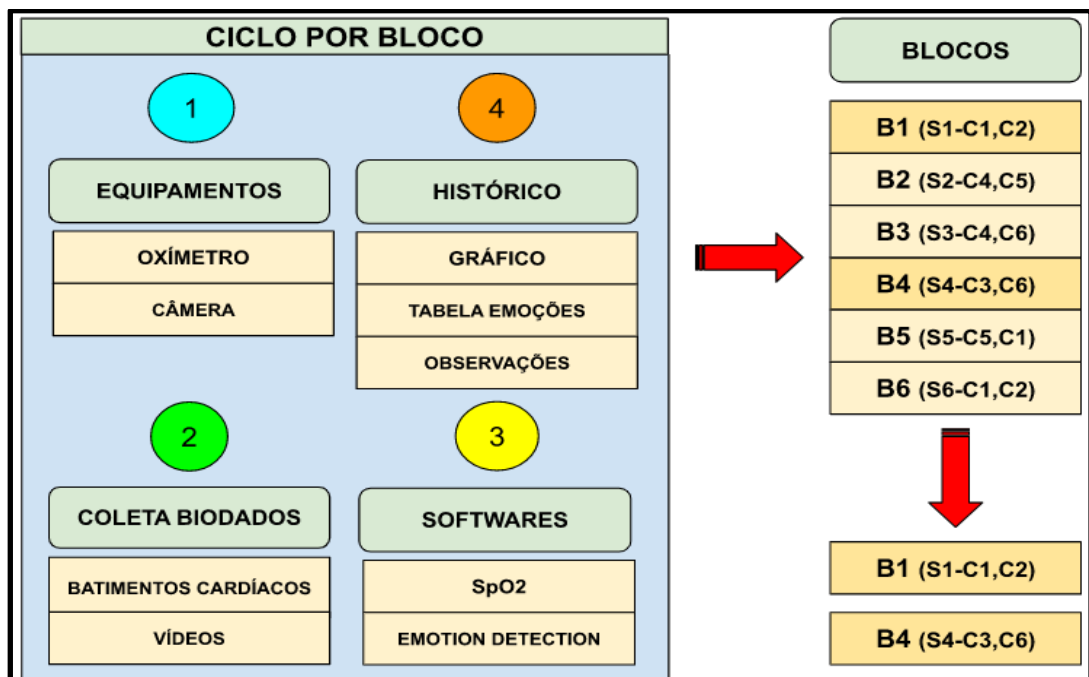
As câmeras mostradas na Figura 11 foram fixadas em um tripé (gravadora Sony: discentes participantes C1 e C2) e em um computador (Webcam: discente participante Sn) e tiveram suas datas e horas configuradas. A captura dos eventos começa e termina simultaneamente à atividade em questão. A gravação resultante é armazenada no computador para posterior análise.

A gravação é interpretada pelo *software* de detecção de emoções durante o período da atividade, identificando as emoções presentes. O resultado pode ser acessado de forma gráfica em uma tabela, conforme mostrado na Figura 9, contendo os eventos emocionais identificados.

5 DADOS E ANÁLISES

O processo de captura dos dados até a análise foi realizado seguindo a ordem dos blocos informados no Quadro 4, ou seja, sequencialmente a partir do bloco B1 até o bloco B6. Sendo que cada bloco passou pelo mesmo “**ciclo de captura de dados**” conforme a Figura 12 a seguir:

Figura 12 - Ciclo de captura dos dados.



Fonte: Autor (2023).

Legenda: Ciclo 1: é a preparação e posicionamento dos equipamentos para capturar os dados. Ciclo 2: é a captura dos batimentos cardíacos e vídeo da atividade. Ciclo 3: é a interpretação dos batimentos cardíacos e captura das expressões faciais. Ciclo 4: é o histórico gráfico dos batimentos e a tabela com registro das emoções.

Com os dados devidamente capturados, foi realizado um processo de seleção dos blocos que apresentaram conteúdos de maior qualidade e que poderiam gerar informações mais confiáveis. Isto foi necessário devido a uma enorme quantidade de dados capturados e que tinham problemas gerados pela movimentação dos participantes. No momento, foi identificado que os blocos B1 e B4 atenderam aos critérios necessários para dar continuidade ao estudo.

No entanto, mesmo com a utilização dos blocos B1 e B4, a quantidade de dados

capturados ainda era muito grande. Com o intuito de aprofundar a análise, foi decidido prosseguir somente com os discentes que atuaram como docentes responsáveis pela disciplina, identificados como S1 e S4.

Todos os dados relativos a S1 e S4 foram organizados em um quadro cronológico que contém a transcrição do vídeo, as alterações nos batimentos cardíacos e as emoções identificadas, juntamente com suas intensidades. A partir desses dados, foram separados os eventos emocionais críticos que serão analisados, considerando a intensidade dos batimentos cardíacos (valores), das variações das emoções (valores) e das interações (quantidade). Para que um evento seja aceito para análise, é necessário haver pelo menos dois itens de intensidade.

Consideramos importante ressaltar que selecionamos três eventos por participante analisados em razão de serem eventos críticos. Entretanto, muitos outros eventos podem ser detectados com os instrumentos metodológicos que empregamos (oxímetro combinado com resultados do Emotion Detection®) no mesmo conjunto de dados. De fato, o volume de dados gerados é grande para uma análise qualitativa como a que se segue.

5.1 BLOCO DE DADOS 1

5.1.1 Biodados para S1

Quadro 7 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1

(continua)

Hora/min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	bpm (**)	Evento observado
0-5	1.18m	Alegria	0,42 a 1,86	101 a 101	O professor fala sobre a pesquisa, anuncia a Participante S1 no papel de professora e solicita para ela ficar tranquila. A Participante S1 mostra sinais de ansiedade ao roer a unha e ficar balançando o corpo sobre a cadeira. Ouve o professor e mostra uma expressão séria.
	56s	Alegria	0,42 a 1,77	100 a 101	A Participante S1 sorri, respira fundo, fica de pé e inicia a aula falando sobre o tema e a metodologia escolhida. Mantém uma expressão séria.

Quadro 8 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	bpm (**)	Evento observado
	36s	Raiva	0,47 a 0,47	89 a 98	A Participante S1 lança uma questão para os alunos irem pensando até o final da aula. Solicita para alguém dar uma ideia e logo um aluno responde. Sorri ao interagir e mostra uma expressão alegre. Na maior parte do tempo fica virada para a tela do projetor.
	2.5m	Alegria	0,40 a 1,37	89 a 111	A Participante S1 senta para continuar a aula. Desenvolve uma parte do assunto fazendo leitura de cabeça baixa e mantém uma expressão séria.
5-10	3.21m	Nojo	0,40 a 1,54	98 a 112	A Participante S1 continua desenvolvendo o assunto fazendo leitura de cabeça baixa e mantém uma expressão séria.
	15s	Nojo	0,53 a 0,96	94 a 95	A Participante S1 apresenta um meme baseado no tema da aula e olha para os alunos mostrando uma expressão menos séria.
	1.64m	Nojo	0,40 a 1,92	91 a 106	A Participante S1 continua desenvolvendo o assunto fazendo leitura de cabeça baixa. Faz a correção de um erro cometido na apresentação, olha para os alunos e mantém uma expressão séria.
10-15	45s	Alegria	0,58 a 1,87	106 a 107	A Participante S1 continua desenvolvendo o assunto fazendo leitura de cabeça baixa e mantém uma expressão séria.
	25s	Surpresa	0,40 a 0,99	96 a 105	A Participante S1 retoma a pergunta feita no início da aula e pergunta o que os alunos acham que é a resposta correta. Olhando para os alunos aguarda uma resposta. Os alunos respondem e ela sorri com a resposta mostra uma expressão alegre.
	1.13	Nojo	0,40 a 1,92	85 a 103	A Participante S1 continua desenvolvendo a pergunta inicial com os alunos e fala sobre a resposta. Inicia uma brincadeira com os alunos e abre um sorriso. Neste momento de descontração, ela mantém uma expressão alegre
	1.36	Alegria	0,43 a 1,80	98 a 101	A Participante S1 continua desenvolvendo o assunto e, sorrindo, informa que a aula terminou. Fala que apresentação foi curta e se justifica que foi por causa do nervosismo.

Quadro 9 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	bpm (**)	Evento observado
	1.01	Tristeza	0,46 a 1,27	100 a 101	Olha, sorrindo, para a mão direita se comparando com um meme na tela do projetor. Sorrindo, mantém uma expressão alegre. O professor interage com todos. Ela volta a atenção ao professor A Participante S1 continua prestando atenção ao professor. Ele brinca um pouco com a breve apresentação da Participante S1 e inicia uma orientação pedagógica. A Participante S1 ouve e mostra uma expressão séria.
15-20	2.53m	Tristeza	0,40 a 0,94	85 a 106	professor continua fazendo a orientação pedagógica e a Participante S1 ouve mostrando uma expressão séria
	1.50m	Tristeza	0,41 a 1,19	84 a 100	O professor faz uma pergunta para a Participante S1. Ela responde que não sabe e brinca que não pode confiar na cabeça dela. O professor contradiz que se deve confiar sim na cabeça e que ele confia na cabeça dela e dos alunos.
	17s	---		88 a 108	O professor continua a orientação pedagógica escrevendo no quadro. A Participante S1, olhando para as orientações do professor, ficou de costas para a câmera.
20-25	5m	---		81 a 98	O professor continua a orientação pedagógica escrevendo no quadro. A Participante S1, olhando para as orientações do professor, ficou de costas para a câmera.
25-30	5m	---		79 a 102	O professor continua a orientação pedagógica escrevendo no quadro. A Participante S1, olhando para as orientações do professor, ficou de costas para a câmera.
30-35	5m	---		83 a 100	O professor continua a orientação pedagógica escrevendo no quadro. A Participante S1, olhando para as orientações do professor, ficou de costas para a câmera.
35-40	5m	---		79 a 93	O professor continua a orientação pedagógica escrevendo no quadro. A Participante S1, olhando para as orientações do professor, ficou de costas para a câmera.

Quadro 10 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	bpm (**)	Evento observado
40-45	50s	---		77 a 86	O professor continua a orientação pedagógica escrevendo no quadro A Participante S1, olhando para as orientações do professor, ficou de costas para a câmera.
	1.06m	Alegria	0,43 a 0,97	75 a 99	O professor pede para a Participante S1 explicar novamente um assunto. Ela responde que têm dúvida sobre o assunto,
	1.21m	Neutra	0,41 a 1,08	81 a 99	professor fala que não está de acordo com a explicação da Participante S1 sobre um assunto. Ela ouve e mostra uma expressão séria
	1.43	Neutra	0,41 a 1,72	81 a 116	O professor faz outra pergunta para a Participante S1 e ela responde. O professor abre a pergunta para os alunos e eles respondem. O professor explica a matéria se baseando na pergunta que foi feita. A Participante S1 ouve e mostra uma expressão séria.
45-50	1.15m	Neutra	0,42 a 1,27	111 a 116	O professor continua fazendo a orientação pedagógica. A Participante S1 ouve e mostra uma expressão séria.
	49s	Alegria	0,42 a 1,10	111 a 111	O professor pergunta aos alunos se têm alguma pergunta a fazer para a Participante S1 e faz uma brincadeira com os alunos A Participante S1 sorri e mostra uma expressão alegre na maior parte do tempo.
	55s	Nojo	0,58 a 1,34	79 a 111	Uma aluna faz uma pergunta para a Participante S1 e ela responde com uma expressão séria. O professor entra comentando sobre a pergunta. A aluna brinca com a Participante S1 e ela sorri. A conversa continua bem animada. O professor brinca na intenção de que todos possam perguntar sobre o assunto. Então, a Participante S1 fala que podem fazer perguntas. O professor faz uma brincadeira e anima a todos. A Participante S1 mostra uma expressão alegre.
	42s	Nojo	0,77 a 1,63	82 a 90	Um aluno pergunta e a Participante S1 diz que não sabe (quebrou as pernas). A Participante S1 mostra uma expressão alegre e diz que não foi a fundo no assunto, foi bem superficial.

Quadro 11 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	bpm (**)	Evento observado
	1.17m	Tristeza	0,42 a 1,00	99 a 100	Uma aluna diz que sabe a resposta e o professor diz para ela responder. Ela brinca e não responde. O professor faz uma orientação pedagógica. A Participante S1, com expressão alegre, brinca que pode fazer várias críticas que está preparada. O professor continua a orientação pedagógica. A Participante S1 toma água.
50-55	48s	Neutra	0,56 a 1,31	82 a 92	O professor continua a orientação pedagógica. A Participante S1 brinca e sorri dizendo que até ela bugou...Depois ouve e mostra uma expressão mais séria (atenção)
	33s	Neutra	0,56 a 0,94	88 a 93	O professor faz uma pergunta para a Participante S1 e ela sorriu. Ele faz uma brincadeira sobre o posicionamento dela frente á câmara (esconde), olhar furtivo, não olha para câmara e nem para ele. Ela continua sorrindo..expressão alegre.
	1.01m	Alegria	0,59 a 0,98	93 a 96	O professor continua a orientação pedagógica. A Participante S1 mostra uma expressão séria. O professor faz uma pergunta e a Participante S1, sorrindo, pede para repetir (não entendeu) O professor começa a explicar a pergunta e ela fica com uma expressão mais séria.
	1.01m	Tristeza	0,49 a 0,81	90 a 96	O professor continua a explicar a pergunta e passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula. A Participante S1 fica com uma expressão mais séria.
	20s	Alegria	0,53 a 1,77	96 a 99	O professor faz uma pergunta e a Participante S1 responde com uma expressão menos séria e tranquila. Lembra de outros experimentos que já fez e fica com uma expressão mais séria.
	1.15	Neutra	0,50 a 0,94	84 a 104	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula. A Participante S1 fica com uma expressão menos séria.
55-60	5m	Neutra	0,40 a 1,90	81 a 104	O professor continua a explicar e passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula. Ela fica com uma expressão mais séria.

Quadro 12 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S1

(conclusão)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	bpm (**)	Evento observado
60-65	11s	Neutra	0,55 a 0,74	83 a 84	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula. Ele pergunta para a Participante S1 se concorda com o que ele está explicando. Ela, sorrindo, diz que concorda e mostra expressão alegre.
	2.11m	Neutra	0,40 a 1,43	82 a 88	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula. Ele faz uma pergunta para a Participante S1 e ela responde com uma expressão séria. Ela, com expressão pouco alegre, responde. O professor continua passando o conteúdo e a Participante S1 mostra expressão séria.
	0.02s	---	0,00 a 0,00	88 a 88	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula. A Participante S1, com uma expressão alegre leve, dá um pequeno sorriso, e volta a prestar atenção. O professor elogia a Participante S1 sobre a metodologia de pergunta para os alunos (vale ouro).
	2.26m	Neutra	0,40 a 1,75	83 a 88	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula e a Participante S1 mostra expressão séria.
65-70	5m	Neutra	0,40 a 0,94	78 a 102	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula e a Participante S1 mostra expressão séria.
70-75	1m	Raiva	0,55 a 0,92	77 a 84	O professor continua a passar novos conhecimentos sobre o conteúdo da aula e a Participante S1 mostra expressão séria.
	1m	Neutra	0,42 a 0,78	84 a 86	O professor brincou com os alunos e citou uma experiência particular. Eles interagiram, mas a Participante S1 não reagiu. Manteve a expressão séria
	55s	não	0,00 a 0,00	79 a 95	O professor fez uma pergunta para a Participante S1, ela respondeu, mas não alterou a expressão facial. Ele fez outra pergunta e ela respondeu que não sabia. Ela manteve a expressão séria.
	2m	não	0,00 a 0,00	84 a 97	O professor foi para o quadro para explicar a matéria e a aluna virou para ele.
	4s	Neutra	0,62 a 0,90	90 a 93	O professor termina a aula

Fonte: Autor (2023).

*Emoção predominante, conforme algoritmo do *software*

**Batimentos cardíacos detectados pelo oxímetro

a) Evento 1

- a1) Hora / Min:..... 05:00 a 10:00 min
 a2) Duração:..... 03,21 min
 a3) Expressão Facial / Intensidade:..... nojo / 0,40 a 0,85
 a4) Emoção:..... nojo
 a5) Batimentos Cardíacos:..... 98 a 112 bpm
 a6) Evento Observado entre Professor e Participante S1:

A Participante continua desenvolvendo o assunto, fazendo leitura de cabeça baixa e mantendo uma expressão séria. O conteúdo foi exibido na tela do projetor para permitir que os alunos o acompanhassem, enquanto a Participante realizava a leitura diretamente no monitor do computador. Durante este tempo, não ocorreu a participação do professor e dos alunos. O assunto apresentado foi: O comportamento dos gases. Transformação isobárica, isotérmica, isométrica e adiabática. Ciclo de Carnot. 1ª Lei da Termodinâmica. 2ª Lei da Termodinâmica. Colocou um exemplo.

a7) Análise:

- 1) Logo após a análise do comportamento da Participante S1 no evento 1, é possível notar a ocorrência de alterações no seu batimento cardíaco e resposta emocional, sugerindo que a emoção predominante foi o nojo. Conforme os estudos de Paul Ekman, o nojo é uma das seis emoções básicas, que se manifesta como uma sensação de repulsa e desconforto em relação a um estímulo específico. Essa emoção é associada às situações de que a pessoa não gosta e que lhe causam uma sensação de aversão (Ekman, 1971).
- 2) Ekman destaca que as emoções são universais, mas a maneira como cada pessoa as expressam pode variar conforme a cultura, a personalidade e as experiências individuais (Ekman, 1992). Além disso, é possível que uma pessoa apresente uma expressão neutra, que não significa falta de emoção. Dessa forma, é importante destacar que as emoções são subjetivas e podem ser interpretadas de maneiras diferentes por cada indivíduo.
- 3) Analisando o comportamento da Participante S1 no vídeo, pode-se observar que ela não demonstrou satisfação ao desenvolver o assunto, o que pode

indicar uma aversão ou desconforto em relação ao tema. Essa reação é consistente com a emoção de nojo, associada a momentos desconfortáveis e aversivos para a pessoa (Ekman, 1971). Esse tipo de expressão emocional pode ser típica para um estudante de graduação da Licenciatura em Física, demonstrando desconforto emocional com o tema e a presença do professor no espaço da aula.

b) Evento 2

- b1) Hora / Min:..... 15:00 a 20:00 min
 b2) Duração:..... 01,50 min
 b3) Expressão Facial / Intensidade:..... tristeza / 0,41 a 1,19
 b4) Emoção:..... tristeza
 b5) Batimentos Cardíacos:..... 84 a 100 bpm
 b6) Evento Observado entre o Professor e Participante S1:

- Professor: “Qual a relação entre o Teorema Trabalho Energia com a 1ª Lei da Termodinâmica?”
- Participante: “Boa pergunta!”.
- Professor: “Você lembra do Teorema Trabalho Energia?”.
- Participante: “Minha cabeça é...”
- Professor: “Uma bagunça”.
- Participante: “não se pode confiar na minha cabeça!”.
- Professor: “Claro que pode confiar... aliás, o nosso cérebro é muito confiável, é uma máquina confiável, eu confio na minha, na do Luiz, do Anderson, do Tomaz, senão está perdido, pode confiar!”.

O professor começa a explicar Trabalho e Energia e vai para o quadro. A Participante vira para o quadro visando acompanhar a explicação.

b7) Análise:

- 1) Logo após a análise do comportamento da Participante S1 no evento 2, é possível notar a ocorrência de alterações no seu batimento cardíaco e resposta emocional, sugerindo que a emoção predominante foi a tristeza. A tristeza é uma emoção que pode causar uma série de respostas fisiológicas em nosso corpo, incluindo um aumento da frequência cardíaca. Isso ocorre

porque, quando estamos tristes, nosso corpo pode liberar hormônios do estresse, como o cortisol, que pode aumentar a atividade do sistema nervoso simpático, responsável pelo aumento da frequência cardíaca (Frijda, 1986).

- 2) Segundo Ekman (2003), a tristeza é uma emoção universal que pode surgir em situações em que nos sentimos frustrados, desapontados ou incapazes de alcançar nossas metas e objetivos. Acredita-se que essa emoção possa ter sido desencadeada pela percepção da Participante S1 em relação à sua própria incapacidade em não saber a resposta da pergunta e pela falta de confiança em si mesma. No entanto, é importante ressaltar que as emoções são subjetivas e podem ser interpretadas de maneiras distintas por cada indivíduo.
- 3) Conforme Ekman (2003), as emoções são compostas por diferentes componentes, incluindo expressões faciais, respostas fisiológicas, comportamentos e sentimentos subjetivos. Portanto, é necessário considerar o contexto em que a emoção surgiu e o histórico emocional da pessoa para compreender o seu significado e intensidade.
- 4) Assistindo o vídeo, podemos perceber que a Participante S1 demonstrou sinais de tristeza ao tentar justificar sua falta de conhecimento, indicando um possível sentimento de inadequação, diante da tarefa de ensinar tópicos de termodinâmica. Ekman (2003) destaca que a tristeza pode ser expressa por meio de uma série de movimentos faciais, incluindo o abaixamento das sobrancelhas, o estreitamento dos olhos e o ligeiro sorriso triste. Estas séries de movimentos foram identificadas e quantificadas relativamente pelo *Software*.

c) Evento 3

- c1) Hora / Min..... 40:00 a 45:00 min
- c2) Duração..... 01:43 min
- c3) Expressão Facial / Intensidade neutra / 0,41 a 1,72
- c4) Emoção..... ansiedade
- c5) Batimentos Cardíacos 81 a 116 bpm
- c6) Evento Observado entre Professor e Participante S1:

A apresentação continua com o assunto “Lei Zero da Termodinâmica”

projetado na tela. Neste tempo a Participante respondeu uma pergunta e na maior parte ficou ouvindo o professor e os outros alunos. A expressão facial séria permaneceu na maioria do tempo.

- Professor: “Por que é Lei Zero?”.
- Participante: vira o rosto e olha para a tela.
- Professor: “Por que é Lei Zero?”
- Participante: “Foi necessário com a 1ª e a 2ª Lei”.
- Professor para aluno: “Por que é Lei Zero?”.
- Aluno: “Boa pergunta!”
- Professor: “Espera um minuto que vou explicar”.
- Professor para todos alunos: “Alguém sabe por que é Lei Zero?”
- Um outro aluno: “O motivo é que a Lei Zero veio depois da segunda lei”.
- Professor: “Isso!”.
- Aluno: “Não quiseram mudar”.
- Professor: “O motivo não foi porque não quiseram. É termodinâmica e poderiam ter mudado”.

O Professor continua explicando que no ponto de vista cronológico, abriu-se um buraco teórico depois do enunciado da 1ª e 2ª Lei. Cronologicamente, já tinha a 1ª e a 2ª Lei da Termodinâmica e foi preciso antes da 1ª e 2ª lei garantir as condições da lei. E continuou explicando até o fim do intervalo sem interrupções.

c7) Análise:

- 1) Após análise do comportamento da Participante S1 durante o evento 3, observou-se uma variação significativa nos batimentos cardíacos, juntamente com uma expressão facial neutra predominante. Esses indicadores sugerem que a emoção predominante foi a ansiedade.
- 2) De acordo com Ekman (2003), a expressão facial neutra é um estado em que o rosto não apresenta sinais de emoções específicas, nem positivas, nem negativas. É uma expressão facial em que os músculos do rosto estão relaxados e em um estado de repouso, sem movimentos ou tensões que sugiram uma emoção específica. No entanto, Ekman enfatiza que a expressão facial neutra não significa falta necessariamente de emoção, pois as pessoas podem estar experimentando emoções internamente sem as exibir externamente.

- 3) Segundo a teoria de James-Lange, as emoções são uma resposta fisiológica a um estímulo emocional, como um aumento na frequência cardíaca, sudorese, etc. (James; Lange, 1922). Portanto, um aumento na frequência cardíaca pode ser um sinal de uma emoção interna, como ansiedade ou medo, mesmo que a pessoa esteja apresentando uma expressão facial neutra. Em outras palavras, a expressão facial neutra não é necessariamente indicativa da ausência de emoção interna.
- 4) E, além disso, a frequência cardíaca pode ser influenciada por fatores como estresse, atividade física, ingestão de cafeína, entre outros (Task Force of ESC/NASPE, 1996). Portanto, é importante levar em consideração outros fatores além da expressão facial ao avaliar a frequência cardíaca de uma pessoa.
- 5) No momento, onde ocorreu a pergunta do professor para a Participante S1 e depois aos alunos, a Participante S1 ficou apenas ouvindo e mantendo uma expressão facial neutra. Mas, como variou os batimentos cardíacos, é um indicativo de que estava sentindo algum evento emocional interno que não se manifestou externamente. Neste contexto, ao ouvir a participação dos alunos e a expectativa de novas perguntas do professor, fica evidente a possibilidade de um momento de ansiedade.
- 6) Tanto Ekman (1984) quanto Damásio (1999; 2000b) consideram a ansiedade uma emoção.
- 7) Paul Ekman considera a ansiedade como uma subcategoria do medo, que é uma das seis emoções básicas universais, juntamente com a felicidade, tristeza, raiva, surpresa e aversão (Ekman, 1992).
- 8) Ekman (1992) define a ansiedade como uma emoção básica, que envolve uma preparação para lidar com uma ameaça iminente ou potencial. Essa emoção é caracterizada por uma série de respostas fisiológicas, como aumento da frequência cardíaca, respiração acelerada e tensão muscular, além de uma expressão facial típica de apreensão ou preocupação.
- 9) Damásio (1994) argumenta que a ansiedade é uma emoção complexa, que envolve uma avaliação cognitiva de uma situação ou evento como sendo ameaçador. Ele afirma que a ansiedade surge quando o cérebro avalia a situação como uma ameaça, o que desencadeia uma resposta emocional que prepara o organismo para enfrentar a situação.

10) E, portanto, de acordo com Ekman (1992) e Damásio (1994), a ansiedade é uma emoção, embora possam diferir em relação à sua definição precisa e aos processos cognitivos e fisiológicos envolvidos na sua experiência. É de se esperar que uma jovem professora em formação inicial, fique ansiosa diante da tarefa de promover atividades (ainda que expositivas) sobre a Termodinâmica.

5.5.2 Biodados para S4

Quadro 13 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continua)

Hora/min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
0-5	11s	Alegria	0,40 a 0,96	74 a 77	O professor faz alguns ajustes na posição da câmera para que possa capturar melhor o Participante S4 durante a aula. Depois de finalizar os ajustes, o professor libera o início da aula.
	55s	Neutra	0,46 a 1,50	74 a 74	O Participante S4 tenta iniciar a apresentação, mas não consegue projetar as imagens. Então, ele pede ajuda ao professor. O Participante S4 mantém uma expressão calma e serena.
	1,1m	Tristeza	0,53 a 0,85	74 a 77	Ótimo! O professor consegue resolver o problema técnico e configura o Sistema Operacional do computador para permitir a projeção das imagens. Ele passa algumas orientações ao Participante S4 sobre como continuar a apresentação, garantindo que tudo esteja funcionando corretamente. O Participante S4 agradece e continua a apresentação.
	2,18m	Neutra	0,46 a 1,08	77 a 94	O Participante S4 inicia a aula de forma interativa, cumprimentando os alunos e introduzindo o tema a ser abordado. Ele demonstra desenvoltura ao caminhar de um lado para outro enquanto explica o assunto, sempre mantendo uma postura tranquila e confiante. Sua expressão facial é serena e acolhedora, transmitindo segurança e disposição para compartilhar conhecimento.

Quadro 14 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
	31s	----	---	58 a 84	O Participante S4 vira para o quadro e começa a desenvolver um desenho sobre o assunto que está sendo abordado na apresentação. No entanto, mais uma vez, a atividade está fora do alcance da câmera.
5-10	20s	---	---	84 a 87	O Participante S4 continua desenvolvendo o desenho no quadro, porém, infelizmente, a atividade está fora do alcance da câmera, tornando difícil para os alunos acompanharem a apresentação.
	39s	Neutra	0,77 a 0,77	87 a 91	O Participante S4 continua a desenvolver o assunto se baseando no desenho do quadro. Em determinado momento, ele se dirige ao quadro para explicar alguns detalhes do desenho, caminhando de um lado para o outro durante a apresentação. No entanto, novamente ficou algumas vezes fora do alcance da câmera.
	19s	---	---	90 a 90	Durante a apresentação, o Participante S4 interage com os alunos fazendo uma pergunta relacionada ao assunto em questão. Os alunos respondem e a troca de informações continua.
	48s	Neutra	0,77 a 0,77	90 a 90	O Participante S4 segue desenvolvendo o assunto, caminhando de um lado para o outro e, em determinado momento, se dirige ao quadro para explicar um desenho relacionado ao tema. Durante a apresentação, ele ficou algumas vezes fora do alcance da câmera.
	40s	Neutra	0,40 a 0,94	77 a 77	O Participante S4 continua a desenvolver o assunto da aula e tenta projetar uma imagem na tela. Infelizmente, a imagem não aparece. O professor passa algumas orientações para tentar resolver o problema, mas mesmo assim, não consegue projetá-la.
	2.9m	Alegria	0,58 a 0,97	76 a 95	O professor tenta reconfigurar o computador para que o Participante S4 possa continuar a apresentação utilizando os mesmos recursos.
10-15	2,29m	Alegria	0,58 a 0,77	84 a 85	O professor continua tentando até conseguir projetar o conteúdo na tela. Em seguida, passa algumas orientações técnicas ao Participante S4 para que ele possa continuar apresentando o conteúdo de forma adequada.

Quadro 15 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
	2,29m	Neutra	0,56 a 0,75	83 a 95	O Participante S4 retoma o desenvolvimento do assunto utilizando algumas imagens projetadas na tela. Em seguida, volta a escrever no quadro, ficando fora do alcance da câmera por um período.
15-20	1,20m	Surpresa	0,49 a 0,40	82 a 90	O Participante S4 continua a desenvolver o assunto, caminhando de um lado para o outro. A fala e a expressão facial são tranquilas.
	3,40m	Neutra	0,49 a 0,96	88 a 101	O Participante S4 continua a desenvolver o assunto, caminhando de um lado para o outro e se dirige ao quadro para uma explicação. Muda a apresentação na tela para avançar no assunto. A expressão facial continua tranquila.(continuação)
20-25	5m	Neutra	0,48 a 0,94	75 a 94	O Participante S4 continua a explicar o assunto do quadro e interage com os alunos, permitindo que eles participem da apresentação.
25-30	2,27m	Neutra	0,40 a 1,31	80 a 100	O Participante S4 não consegue projetar um novo assunto e pede ajuda ao professor, que faz uma orientação técnica para ajudar a resolver o problema. O professor se aproxima do computador, consegue solucionar a questão e interage com os alunos. Com o problema resolvido, o Participante S4 consegue projetar na tela, se dirige ao quadro para explicar um assunto e continua sua apresentação.
	2,33m	Alegria	0,44 a 1,51	79 a 90	O Participante S4 continua sua apresentação enquanto os alunos conversam e fazem uma brincadeira. Ele interage com a brincadeira e sorri. Em seguida, ele continua sua apresentação.
30-35	36s	Alegria	0,48 a 0,97	79 a 79	O Participante S4 continua sua apresentação quando uma aluna faz uma pergunta. Ele responde prontamente.

Quadro 16 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
	3,22m	Alegria	0,40 a 1,21	79 a 90	O Participante S4 continua desenvolvendo o assunto no quadro, mas a atividade está fora do alcance da câmera. Ele interage com os alunos, fazendo uma pergunta. Em seguida, ele apaga o quadro e desenha algo novo. Ele pergunta aos alunos se eles possuem alguma dúvida e eles respondem que não.
	59s	Alegria	0,52 a 1,33	83 a 92	O Participante S4 continua desenvolvendo o assunto no quadro e começa a desenhar. Nesse momento, o professor interage, sugerindo que seria mais pedagógico já ter o desenho pronto para projeção em vez de desenhá-lo na hora. O Participante S4 confirma que entendeu a orientação.
35-40	5m	Alegria	0,42 a 1,74	75 a 91	O professor menciona que, se for necessário, pode improvisar um desenho para fornecer uma explicação complementar. O Participante S4 concorda com a orientação e continua sua apresentação, finalizando o desenho no quadro. Ele explica que fez o desenho para ajudar a ilustrar e tornar mais clara a sua explicação.
40-45	1,15m	Alegria	0,44 a 1,56	88 a 90	O Participante S4 continua desenvolvendo o assunto, andando de um lado para o outro e passando a maior parte do tempo na frente do quadro, o que o mantém fora do alcance da câmera.
	3,43m	Alegria	0,52 a 1,12	83 a 93	O Participante S4 apresenta um exercício para os alunos e interage de forma descontraída com eles, sugere que peguem uma folha de papel para resolverem o exercício. No entanto, o professor pede para que deixem a resolução do exercício para depois do intervalo. Apesar disso, o Participante S4 continua explicando o exercício de forma clara e didática.
45-50	3,10m	Surpresa	0,40 a 0,40	---	O Participante S4 continua a explicar o exercício enquanto o professor pergunta se um determinado valor é a resposta correta. Os alunos brincam, reclamando para o professor “não humilhar” ao responder tão rápido.

Quadro 17 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
	1,48m	---	---	---	O Participante S4 discorda do professor e continua a explicar o exercício. O professor interage, brincando que resolve o exercício de cabeça, e os alunos conversam sobre a resolução.
	1,48m	---	---	---	O Participante S4 dirige-se ao quadro para resolver o exercício.
50-55	2,57	Neutra	0,56 a 0,56	---	O Participante S4 continua a resolver o exercício escrevendo no quadro, que fica fora do alcance da câmera.
	2,01	Neutra	0,56 a 0,95	---	O professor faz uma pergunta sobre o assunto e o Participante S4 responde, perguntando em seguida ao professor se está correto. O professor confirma que sim, e o Participante S4 faz um apanhado do que foi ensinado e completa o conteúdo.
55-60	1,59m	Neutra	0,57 a 0,95	---	O Participante S4 continua a desenvolver o assunto até que informa que a aula terminou. Os alunos interagem com aplausos, e o professor pergunta se realmente terminou, ao que o Participante S4 confirma que sim. No entanto, o professor faz mais uma pergunta, e o Participante S4 deixa para responder depois do intervalo.
60-65	5m	---	---	---	Intervalo
65-70	5m	---	---	---	Intervalo
70-75	5m	---	---	---	Intervalo
75-80	5m	---	---	---	Intervalo
80-85	5m	Surpresa	0,40 a 0,99	---	O professor tenta configurar novamente a apresentação no computador antes de liberar o Participante S4 para continuar. Em seguida, o professor pede para que o Participante S4 feche a porta devido ao frio. Durante a aula, uma aluna brinca pedindo para ligar o ar condicionado, enquanto outra faz uma pergunta. O Participante S4 elogia a pergunta e responde prontamente. O professor então completa a resposta. Finalmente, outra aluna diz que não tem novas perguntas, mas brinca fazendo uma crítica e fala que o Participante S4 está de parabéns.

Quadro 18 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
85-90	5m	Surpresa	0,40 a 0,56	---	<p>O professor faz mais uma pergunta, e o Participante S4 responde prontamente. Todos comentam brincando que o aluno que o professor está simulando é muito exigente.</p> <p>Em seguida, o Participante S4 tira dúvidas com o professor e acerta os dados da pergunta. O professor pede para que ele faça um desenho melhor e vai explicando os detalhes necessários para a resposta. Além disso, o professor acrescenta mais detalhes, e o Participante S4 vai desenhando e escrevendo no quadro.</p> <p>Durante essa atividade, todos interagem na montagem da resposta. O Participante S4 continua a responder escrevendo no quadro, ficando a maior parte do tempo virado para ele e, portanto, fora do alcance da câmera.</p>
90-95	5m	---	---	---	<p>O Participante S4 continua escrevendo e explicando o exercício no quadro. Então, o professor interfere e diz que faltam dados para resolver o exercício. O Participante S4 interage concordando, e o professor continua dando mais informações e dicas. Enquanto isso, o Participante S4 vai interagindo com o professor e completando o exercício no quadro. Em seguida, o professor faz uma brincadeira com os alunos. O Participante S4 pergunta ao professor o que falta no exercício, e o professor interage com o Participante S4, ajudando-o a encontrar novas informações para resolver o exercício.</p>
95 - 100	5m	Surpresa	0,48 a 0,68	---	<p>O professor continua interagindo com o Participante S4, procurando responder à pergunta. Ele faz uma brincadeira com o Participante S4 e brinca novamente sobre utilizar o livro do assunto. Os outros alunos também interagem alegremente. Em seguida, o professor retorna para explicar como montar uma resposta para a pergunta. Enquanto isso, o Participante S4 fica andando de um lado para outro e, na maior parte do tempo, fica escrevendo no quadro fora do alcance da câmera.</p>

Quadro 19 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
100 - 105	5 m	Neutra	0,56 a 0,56	92 a 96	<p>O professor continua orientando no desenvolvimento da resposta ao exercício. O Participante S4 faz uma pergunta ao professor e diz que pode ver se têm alguma coisa no livro do assunto. O professor vai buscar o livro e o Participante S4 continua a desenvolver no quadro ficando fora do alcance da câmera.</p> <p>Chega uma pessoa na porta e oferece um bolo com café na faixa. O professor disse que vai lanchar o bolo.</p> <p>Os alunos brincam que pode deixar que comemos.</p> <p>Uma aluna pede ao professor para ir ao banheiro e brinca com a situação.</p>
105 - 110	5m	Tristeza	0,40 a 0,99	83 a 96	<p>O Participante S4 continua desenvolvendo a resposta no quadro fora do alcance da câmera. Acontece um momento descontraído entre o professor e os alunos sobre o bolo.</p> <p>O professor brinca com o Participante S4 e fala que no livro que buscou deve ter algo que possa ajudar. O Participante S4 continua tentando desenvolver a resposta. O professor interage com o Participante S4 sugerindo novas possibilidades. O Participante S4 consulta no livro uma página que o professor sugere. O professor passa mais orientações e o Participante S4 vai para o quadro e continua o desenvolvimento da resposta.</p>
110 - 115	5m	Surpresa	0,45 a 0,85	87 a 100	<p>O Participante S4 continua a desenvolver a resposta. O professor fala que precisa somente indicar o caminho para a solução.</p> <p>Uma aluna interage - faça isso e chega lá.</p> <p>Outra aluna diz “confia”. O Participante S4 pega o livro e começa a ler. Continua a situação engraçada do bolo e envolve toda a sala quando a aluna que foi devolver o bolo chega e diz que não conseguiu. Outra aluna brinca que se a moto da pessoa não estiver lá é por que ele já foi... O Participante S4 sorri com a situação...</p> <p>O professor pediu para guardar na cozinha e outra aluna comentou que até segunda-feira vai estragar. O Participante S4, com expressão alegre, diz que não vai encontrar a pessoa para devolver, pois já foi embora.</p>

Quadro 20 - Emoções predominantes e eventos observados durante a aula de S4

(continuação)

Hora/ min	Duração	Emoção (*)	Intensidades	Bpm (**)	Evento observado
115 - 120	5m	Neutro	0,43 a 1,34	75 a 99	O Participante S4 continua a consulta no livro. O professor faz uma brincadeira com os alunos sobre bolo e envia uma mensagem por celular agradecendo. O Participante S4 sorri, demonstrando que gostou da brincadeira do professor e dos alunos. O professor pede aos alunos que aguardem até que o Participante S4 termine para retomar a conversa. O professor pede ao Participante S4 para apresentar apenas uma ideia/insight.
120 - 125	3,05m	-----	-----	79 a 98	O Participante S4 pede ao professor para repetir a pergunta. O professor repete prontamente. O Participante S4 interage com o professor sobre como resolver a pergunta e responde que entendeu. O professor solicita que o Participante S4 verifique no livro. O Participante S4 lê o que diz o livro e troca informações com o professor na busca da solução. O professor fez orientações importantes que facilitam o desenvolvimento do assunto. O Participante S4 se mostrou muito concentrado na resolução do problema apresentado. O Participante S4 fica no quadro fora do alcance da câmera.
	1,55m	-----	-----	82 a 97	O professor continua a orientação. O Participante S4 vai perguntando suas dúvidas e o professor vai completando os conhecimentos para resolver. O Participante S4 vai desenhando no quadro. O Participante S4 fica no quadro fora do alcance da câmera. O Participante S4 encontra a solução e diz que estava pensando errado. O Participante S4 fica no quadro fora do alcance da câmera
125 - 130	3,09	Tristeza	0,40 a 0,99	79 a 98	O professor faz mais uma pergunta. O Participante S4 responde interagindo. O Participante S4 chega à conclusão de que estava errado e corrige a resposta. Uma aluna faz uma sugestão. O professor concorda. O Participante S4 encerra a aula e expressa uma expressão alegre.

Fonte: Autor (2023).

*Emoção predominante, conforme algoritmo do *software*

**Batimentos cardíacos detectados pelo oxímetro

a) Evento 1

- a1) Hora / Min..... 15:00 a 20:00 min
- a2) Duração..... 3,40 min
- a3) Expressão Facial / Intensidade neutra / 0,49 a 0,96
- a4) Emoção ansiedade
- a5) Batimentos Cardíacos 88 a 101 bpm
- a6) Evento Observado entre Professor e Participante S4:

O Participante continua a desenvolver o assunto com projeção em tela e com escrita ou desenho no quadro. O Participante cita a obra “The Magnet” de Willian Gilbert e faz um desenho no quadro explicando a agulha magnetizada. Comentou que existiam várias ideias vagas de como era o funcionamento da bússola. Continuou desenvolvendo o assunto fazendo a projeção da imagem do pesquisador “Otto Von Guericke”. Falou da criação da primeira máquina eletrostática e do seu funcionamento. Projetou na tela a “Máquina de Wimshurst” e explicou o funcionamento. Citou e explicou que o choque que tomamos em maçanetas, normal no dia-a-dia, é um exemplo de energia eletrostática. Continuou explicando a indução magnética no quadro.

a7) Análise:

- 1) Após análise do comportamento da Participante S4 durante o evento 1, observou-se uma variação significativa nos batimentos cardíacos, juntamente com uma expressão facial neutra predominante. Esses indicadores sugerem que a emoção predominante foi a ansiedade.
- 2) Segundo os estudos de Paul Ekman (1972), é importante destacar que a expressão facial neutra não é necessariamente indicativa da ausência de emoção. Pelo contrário, as pessoas podem experimentar uma variedade de emoções internamente sem as exibir externamente. Portanto, mesmo que a emoção predominante seja neutra, é plausível existir um evento emocional interno que justifique a variação dos batimentos cardíacos observada durante o evento. Essa compreensão ressalta a complexidade das emoções humanas e a necessidade de considerar não apenas as expressões faciais, mas também as respostas fisiológicas ao avaliar o estado emocional de um indivíduo.

- 3) Na análise do vídeo, não há evidências claras de eventos externos que justifiquem a alteração nos batimentos cardíacos do Participante S4. No entanto, observa-se sua inquietação ao se movimentar e bater na mão com a régua usada para localizar o assunto na tela do projetor. Esses gestos podem ser interpretados como manifestações de ansiedade (Ekman e Friesen, 2003). Durante o evento, o Participante S4 repetidamente questionava "Certo?", indicando uma possível insegurança sobre o entendimento do assunto pelos alunos (Ekman, 1992). Assim, apesar de manter uma expressão facial neutra, esses sinais de inquietude sugerem a presença de emoções internas influenciando a resposta fisiológica, destacando a complexidade das reações emocionais.
- 4) É fundamental salientar que o Participante S4 demonstrou facilidade no desenvolvimento e na explicação do assunto, o que indica um sólido domínio do tema. Nesse contexto, é possível inferir que a variação nos batimentos cardíacos do Participante S4 pode estar relacionada à ansiedade e à insegurança, apesar de sua expressão facial neutra durante o evento. Essa análise se alinha com as observações de Ekman (1992) sobre as complexidades das emoções humanas e sua manifestação em diferentes contextos.

b) Evento 2

- b1) Hora / Min..... 40:00 a 45:00 min
 b2) Duração..... 3,43 min
 b3) Expressão Facial / Intensidade alegria / 0,52 a 1,12
 b4) Emoção..... alegria
 b5) Batimentos Cardíacos 83 a 93 bpm
 b6) Evento Observado entre Professor e Participante S4:

- Participante: (fala para os alunos) “Eu trouxe um exerciciozinho para vocês fazerem, né?, porque a gente tem que ter alegria... sobre isso aqui pessoal. (projetou o exercício na tela) Trouxe um exerciciozinho para vocês fazerem aqui. (tropeçou nos fios dos equipamentos) Tá tranquilo, tá tranquilo... sob controle, sob controle... então eu trouxe um exerciciozinho para vocês fazerem sobre carga, sobre a Lei de Coulomb, né?, testar um

pouco a matemática, arranca uma folha de caderno, por favor (sorriso), vamos ter experiência realista aqui né?”

- Aluna: “Sala de aula, uai! Não é porque você está dando aula... É ensino médio, fia! Ensino médio! É ensino médio!”
- Professor: “Está na hora do recreio!” (intervalo).
- Participante: “Falta um pouco ainda”.
- Professor: “Dá para você deixar a questão no ar e aí vai pro intervalo e volta”.
- Participante : “Olha, eu vou ler e explicar como funciona aqui, minimamente, usando esta Lei de Coulomb pra gente calcular a força elétrica”. (O Participante lê a atividade na tela e vai explicando). “Duas cargas elétricas puntiformes - puntiformes são cargas que dão pra gente colocar no ponto, são cargas pequenas, objetos pequenos - estão separadas por 3 cm de distância, certo?, sendo $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$ e $q_2 = 6 \cdot 10^{-6}$, certo? Calcule a intensidade de força que a carga q_1 aplica sobre a carga q_2 . Dado $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$. A constante eletrostática do vácuo. O que a gente vai fazer neste exercício pessoal, pediu para calcular a intensidade da força, claro, força é vetor, intensidade, sentido e direção. Direção e sentido ele não pediu, então pra gente neste exercício não interessa. A gente vai calcular a intensidade, ó, na Lei de Coulomb pessoal, ele pede a constante, a constante eletrostática ela é dada pra gente também, $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$, já está na medida que a gente usa, quando vamos trabalhar com carga é importante trabalharmos com Coulomb, por que a gente tem também o múltiplo disto aqui, que é, microcoulomb, nanocoulomb, picocoulomb, mas já está na unidade de medida, esta joia, deu o q_2 pra gente aqui que é $q_2 = 6 \cdot 10^{-6}$. E aí pessoal, está pedindo para calcular, a intensidade, a mais deu também a distância, mais um detalhe, esse 3 aqui, para dar certo neste nosso cálculo aqui, colocar esta força elétrica, a gente vai calcular no Sistema Internacional, certo? Então, este 3 aqui está em centímetro, então a gente vai transformar em metro, certinho? Para

transformar, né? Supondo que esta sala é uma sala de segundo médio novamente, para calcular, vou fazer até de cá (no quadro), quando a têm 1 mm pessoal. Se eu der 1 mm para vocês, como vocês transformam isto para metro é uma forma muito tranquila... a gente vai trabalhar com potência de 10, né? As duas cargas já estão em potência de 10. Então, está mais fácil da gente trabalhar. 1mm é igual a 10^{-3} m”.

b7) Análise:

- 1) Após análise do comportamento da Participante S4 no evento 2, é possível notar a ocorrência de alterações no seu batimento cardíaco e resposta emocional, sugerindo que a emoção predominante foi a alegria. De acordo com Paul Ekman, a emoção de alegria é caracterizada por expressões faciais como o sorriso, além de sinais fisiológicos como a elevação do tônus muscular e o aumento da atividade cardíaca (Ekman, 1992). Essa emoção é associada a situações prazerosas, como conquistas pessoais, experiências agradáveis e momentos de felicidade (Ekman, 1999).
- 2) Pela análise dos dados capturados, a presença da emoção de alegria é sugerida pela análise das expressões faciais e dos sinais fisiológicos do Participante S4 durante sua interação com os alunos. Ekman destaca que comportamentos associados à alegria social, como sorrisos e risos, podem contribuir para promover o engajamento dos alunos (Ekman, 2007). Além disso, a habilidade do Participante S4 em apresentar e explicar o exercício pode ter sido uma fonte de satisfação pessoal, o que também está associado à emoção de alegria (Ekman, 2003).
- 3) De acordo com Collins (2004), em sua obra "Interaction Ritual Chains", a interação social pode gerar sentimentos de emoção, mediante uma sucessão de micro interações rituais que se desenvolvem ao longo do tempo. Esses rituais incluem comportamentos como cumprimentos, apresentações, perguntas e respostas, e outros elementos da comunicação verbal e não verbal. Esses rituais podem criar uma atmosfera emocional positiva ou negativa, dependendo de como são executados.
- 4) No caso do Participante S4, sua habilidade em apresentar e explicar o exercício pode ter sido uma fonte de satisfação pessoal, como mencionado anteriormente, e essa satisfação pode ter sido percebida pelos alunos através

de sua expressão facial e comportamento não verbal. Isso pode ter gerado uma emoção coletiva de alegria na sala de aula, contribuindo para um ambiente mais positivo e propício ao aprendizado. Portanto, a interação ritual entre o professor e os alunos pode ter sido um elemento importante na geração da emoção de alegria observada na situação.

c) Evento 3

- c1) Hora / Min..... 120:00 a 125:00 min
- c2) Duração..... 3,05 min
- c3) Expressão Facial / Intensidade..... não detectada
- c4) Emoção..... ansiedade
- c5) Batimentos Cardíacos 75 a 93 bpm
- c6) Evento Observado entre Professor e Participante S4:

O Participante vai para o quadror:

- Participante: “Refaz a pergunta para mim, professor, por favor?”
- Professor: “O que está acontecendo com a carga Q3?”.
- Participante: “O que está acontecendo com ela, né? Em relação a essas forças aqui?”
- Professor: “Em relação a estas forças das duas cargas Q1 e Q2. Elas têm o mesmo módulo, só têm sinais diferentes. Duas positivas, 1 e 2 positivas e 3 negativas”.
- Participante: “Certo...”.
- Professor continua: “Você desenhou as forças, o diagrama de forças”.
- Participante: “Então, eu penso que ela não vai ser atraída para os lados pelo vetor resultante. Posso estar falando besteira mais eu pegar a tração desta carga, desta e desta carga e posicionando no vetor não vai estar sofrendo tração não”.
- Professor: “Olhe no livro o final da solução e veja a conclusão que o autor tira”.
- Participante: (lê o livro em voz alta) “A partir destes dados pode mostrar que o módulo de F1 é 3,73 Newtons e que se vetor faz um movimento de - 3° no eixo y”.
- Professor: “É muito parecido com o exercício que está fazendo ou é o mesmo?”

- Participante: “Não!”.
- Professor: “O que está diferente?”.
- Participante: “O local onde estas cargas estão...têm uma carga aqui” (no desenho do quadro).
- Professor fala: “Na parte negativa do eixo y”.
- Participante: "Esta questão que falei sobre o vetor faz algum sentido? Não?”.
- Professor responde: “Faz!”.
- Participante: “A verticalização destas duas forças!”.
- Professor: “Você tem, é, primeiro você precisa desenhar em cima da carga os vetores, em cima da carga que você está considerando como tendo efeito das outras”. - - Participante: “Certo”, (e vai para o quadro).
- Professor: “Então se você pegar o eixo Y ai, o que a carga Q2 está fazendo com a Q1? O que a carga Q1 está fazendo com a Q3?”
- Participante “Uma força pra cá!”.
- Professor: “Para baixo, né?”.
- Participante: “Só preciso pegar a carga Q3 então como se fosse um ponto aqui e essas duas fazem força aqui...” (ele desenhou no quadro a força Q3 e um seta para baixo).
- Professor: “Então é à força devido a carga Q1. E agora o que está acontecendo com a força devido a Q2?”
- Participante: "Entendi! Esta força, a Q2 está fazendo uma força para cá” (mostra com a mão).
- Professor: “Isso!”.

c7) Análise:

- 1) Após análise do comportamento da Participante S4 durante o evento 3, observou-se uma variação significativa nos batimentos cardíacos. Esse indicador sugere que a emoção predominante foi a ansiedade.
- 2) Com base nos estudos de Ekman (1984), Damásio (1994), James e Lange (1884) e Collins (2004) em "Interaction Ritual Chains", é possível aprimorar a análise sobre a variação dos batimentos cardíacos do Participante S4 durante um período observado;
- 3) Ekman (1984) enfatiza que as emoções são fenômenos complexos e

multifacetados que envolvem não apenas manifestações físicas externas, mas também processos internos cognitivos e neurais. No caso do Participante S4, houve uma variação significativa dos batimentos cardíacos, sugerindo a ocorrência de um evento emocional interno que pode não ter sido facilmente perceptível por meio de expressões faciais ou outras manifestações corporais;

- 4) Damásio (1994) destaca a importância de compreender que as emoções podem ser ocultadas ou suprimidas, mas ainda assim deixam vestígios em termos de processos neurais e fisiológicos. Por meio de análises visuais e transcrições, é possível identificar alguns indícios de emoção, mesmo que não sejam facilmente perceptíveis a olho nu;
- 5) James e Lange (1884) propõem que as emoções são desencadeadas pela percepção de uma mudança fisiológica em resposta a um evento externo. No caso do Participante S4, a variação dos batimentos cardíacos pode ter sido desencadeada por um evento emocional interno, possivelmente relacionado à ansiedade decorrente da interação com o ambiente da aula;
- 6) Collins (2004), por sua vez, argumenta que as emoções são resultados de interações sociais em cadeias rituais que envolvem sentimentos, emoções e ações. No caso do Participante S4, a interação com o ambiente da aula pode ter contribuído para a ocorrência de um evento emocional interno, como a ansiedade, desencadeando uma resposta fisiológica de estresse que pode ter influenciado a variação dos batimentos cardíacos; e
- 7) Em suma, a análise dos estudos de Ekman (1984), Damásio (1994), James e Lange (1884) e Collins (2004) permite compreender que as emoções são fenômenos complexos que envolvem processos fisiológicos, cognitivos e sociais. A variação dos batimentos cardíacos do Participante S4 pode ter sido desencadeada por um evento emocional interno relacionado à interação com o ambiente da aula, como a ansiedade, que pode ter influenciado a resposta fisiológica de estresse. A análise de expressões faciais e outros sinais fisiológicos podem ajudar a identificar pistas adicionais sobre a natureza e a intensidade das emoções envolvidas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre a caracterização emocional de licenciandos em Física durante sua primeira aula de preparação para a docência proporcionou insights valiosos sobre o contexto emocional desses futuros professores em uma fase crucial de transição para a prática docente. Os dados analisados revelaram a presença das emoções básicas no estado emocional de licenciandos no início da prática docente, evidenciando a complexidade das emoções e a influência de diversos fatores, como o contexto social, cultural, história pessoal e sinais fisiológicos e comportamentais.

Nesse estudo, o uso de tecnologias de medição emocional, como o oxímetro para monitorar os batimentos cardíacos e software para análise de expressões faciais, desempenhou um papel fundamental na obtenção e interpretação dos dados. Essas ferramentas permitiram uma abordagem mais objetiva e precisa na avaliação das respostas emocionais de licenciandos, complementando as observações qualitativas.

Um aspecto particularmente identificado foi a relevante prevalência da ansiedade entre os licenciandos, uma emoção comum em ambientes de aprendizado e prática docente. A ansiedade pode surgir devido à pressão para obter bons resultados, ao medo de falhar ou à insegurança em relação às próprias habilidades. Esses sentimentos podem impactar significativamente o desempenho e o bem-estar dos futuros professores.

Portanto, é essencial que as instituições de ensino reconheçam e abordem a ansiedade de licenciandos desde o início de sua formação. Estratégias para lidar com a ansiedade, como técnicas de gerenciamento do estresse, práticas de mindfulness e apoio emocional, devem ser incorporadas aos programas de formação docente. Além disso, é fundamental criar um ambiente de aprendizagem que promova a confiança e a autoeficácia, ajudando os licenciandos a desenvolverem a resiliência emocional necessária para uma carreira na docência bem-sucedida.

Em suma, a pesquisa destaca a importância de entender e apoiar as dimensões emocionais de licenciandos, especialmente no contexto da preparação para a prática docente. Investir no reconhecimento e na gestão da ansiedade pode não apenas melhorar o desempenho e o bem-estar dos futuros professores, mas também contribuir para um ambiente educacional mais positivo e enriquecedor para todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Roselina N. As contribuições das emoções no processo ensino aprendizagem. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SABERES PARA UMA CIDADANIA PLANETÁRIA*, 1, 2016, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2016. p. 1-12. Disponível em: http://uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos_completos/247-38145-28032016-203404.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.
- SILVA, Edison Amaro da. **Emoções e os rituais de interação colocados em prática por docentes de física em formação durante abordagem conceitual**. 2018. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2018.
- BAHREINI, Kiavash.; VAN DER VEGT; Wim.; WESTERA, Wim. A fuzzy logic approach to reliable real-time recognition of facial emotions. **Multimedia Tools and Applications**, [s. l.], v. 78, n. 14, p. 18943–18966, 2019. (<https://doi.org/10.1007/s11042-019-7250-z>)
- BAHREINI, Kiavash; VAN DER VEGT; Wim. (2019). Emotion Detection. Disponível em: <https://github.com/rageappliedgame/EmotionDetectionAsset/archive/refs/heads/master.zip> Acesso em: 10 mar. 2020.
- BROCKINGTON, José Guilherme de Oliveira. **Neurociência e Educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. 2011. 197 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.
- BRYMAN, Alan. **Social Research Methods**. 5th ed. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- BUCK, Ross. Nonverbal behavior and the theory of emotion: The facial feedback hypothesis. **Journal of Personality and Social Psychology**, [Washington], v. 38, n. 5, p. 811-824, 1980.
- CALDERÓN, Olga. Oximetry: a reflective tool for the detection of physiological expression of emotions in a science education classroom. **Cultural Studies of Science Education**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 653-667, 2016.
- COLLINS, Randall. **Interaction Ritual Chains**. Princeton: Princeton University Press, 2004.
- CRESWELL, J. Ward; CRESWELL, J. David. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. 4th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.
- DAMÁSIO, António R. **The feeling of what happens: body and emotion in the making of consciousness**. New York: Harcourt Brace, 2000a.
- DAMÁSIO, António R. Emotion, feeling, and social behavior: Brain mechanisms and ontogeny. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [New York], v. 907, n. 1, p. 153-160, 2000b.
- DAMÁSIO, António R.. **O erro de Descartes**. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

DAMÁSIO, António R. **O mistério da consciência**: do corpo e das emoções ao conhecimento de si. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

DAMÁSIO, António R., CARVALHO, Gil B. The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. **Nature Reviews Neuroscience**, [London], v. 14, n. 2, p. 143-152, 2013.

DAMÁSIO, António R. **O erro de Descartes**: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DAMÁSIO, António R. **O Sentimento de Si**: O Corpo, a Emoção e a Neurobiologia da Consciência. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

DARWIN, Charles R. **The expression of the emotions in man and animals**. London: John Murray, 1872.

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, [New York], v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

EKMAN, Paul.; FRIESEN, Wallace V. **Facial action coding system: investigator's guide**. Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1978.

EKMAN, Paul. Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. *In* Cole, J. (Ed.). **Nebraska Symposium on Motivation**. Lincoln: University of Nebraska Pres, 1971. p. 207-283.

EKMAN, Paul. Expression and the nature of emotion. *In* SCHERER, K. R. EKMAN, P. **Approaches to emotion**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1984. p. 319-344

EKMAN, Paul. Emotions inside out: 130 years after Darwin's the expression of the emotions in man and animals. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 100, n. 1, p. 15-37, 2007.

EKMAN, Paul. An argument for basic emotions. **Cognition and Emotion**, v. 6, n. 3-4, p. 169-200, 1992.

EKMAN, Paul. Basic Emotions. *In*: LEWIS, M.; HAVILAND-JONES, J. M. **Handbook of Cognition and Emotion**. 1st ed. Chichester: Wiley, 1999. p. 45-60.

EKMAN, Paul. **Emotions revealed**: Recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life. New York: Holt Paperbacks, 2003.

EKMAN, Paul. Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. *In* Cole, J. K. (Ed.). **Nebraska Symposium on Motivation**. Lincoln: University of Nebraska Pres, 1971. p. 207-283.

EKMAN, Paul, FRIESEN, Wallace V. **Unmasking the Face. A Guide to Recognizing Emotions from Facial Clues**. Palos Altos, CA: Malor Books. 2003.

EKMAN, Paul, FRIESEN, Wallace V, ELLSWORTH, Phoebe. **Emotion in the human face: Guidelines for research and an integration of findings.** Oxford: Pergamon Press, 1972.

EKMAN, Paul. **A linguagem das emoções.** São Paulo: Lua de Papel, 2011.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Bookman, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIJDA, Nico H. **Studies in Emotion and Social Interaction.** Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

GLASER, Barney G.; STRAUSS, Anselm L. **The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research.** 2nd ed. New York: Aldine Transaction, 2017.

GOLEMAN, Daniel **Inteligência emocional.** Rio de Janeiro: Editora Objetiva. 1995.

JAMES, William **The principles of psychology.** Cambridge: Harvard University Press, 1983.

JAMES, William, LANGE, Carl Georg. The emotions. **Mind**, v. 9, n. 34, p. 188-205, 1884.

JAMES, William, LANGE, Carl Georg. **The emotions.** New York: H. Holt and company, 1922.

JOÃO, Herbert Alexandre. **O engajamento na formação continuada de professores: perspectiva dos rituais de interação e das emoções.** 2022. 244 f. Tese (Doutorado em Educação Científica, Matemática e Tecnológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2022.

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M.; SIEGELBAUM, Steven A.; HUDSPETH, A. James. **Princípios de Neurociências.** Porto Alegre: Artmed. 2014.

LEDOUX, Joseph E. Emotion: clues from the brain. **Annual Review of Psychology**, v. 46, p. 209-235, 1995.

LEITE, Sérgio Antônio da Silva. Afetividade nas práticas pedagógicas. **Temas em Psicologia**, v. 20, n. 2, p. 355-368, 2012.

LÜDKE, Menga, ANDRÉ, Marli. E. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MCGEE, Steven. Pulse Oximetry. *In*: MCGEE, Steven. **Evidence-Based Physical Diagnosis.** 4 ed. Amsterdã: Elsevier B.V., 2018. cap. 20, p. 157-160.

MIGUEL, Fabiano K. Psicologia da expressão emocional. **Psico-USF**, Bragança Paulista, v. 20, n. 1, p. 153-162, jan./abr. 2015

MILES, Matthew B.; HUBERMAN, A. Michael; SALDANA, Johnny. **Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook.** 3rd ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

PLUTCHIK, Robert. The nature of emotions. **American Scientist**, v. 89, n. 4, p. 344-350, 2001.

REIS, Andrelize. **Diferença entre emoção e sentimento**. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/342273640443906183/>. Acesso em 05 jun 2024.

SANTOS, Jair de Oliveira. **Educação Emocional na Escola**: a emoção na sala de aula. 2ª ed. Salvador: Faculdade Castro Alves, 2000.

SAUCEDO, Kellys R. R. **Estudo sociológico das emoções na formação de docentes**: interpretando interações face a face em um tema controverso da Educação Científica. 2019. 242 f. Tese (Doutorado em Educação Científica, Matemática e Tecnológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2019.

SOUZA, Bruno Marinho de. As **Expressões Faciais de Emoção**. Disponível em: <https://psicologiacatalao.com.br/2018/07/22/expressao-facial-emocao/>. Acesso em: 20 set. 2022.

STAKE, Robert E. **The art of case study research**. Thousand Oaks: SAGE Publications. 1995.

STONE, Bryan L. Hypoxemia. *In*: ZAOUTIS, L. B., CHIANG, V. W. **Comprehensive Pediatric Hospital Medicine**. Philadelphia: Mosby-Elsevier, 2007. cap. 38, p. 181-189.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING ELECTROPHYSIOLOGY. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **Circulation**, v. 93, n 5, p 1043-1065, 1996.

TURNE, Jonathan H. **Human Emotions**: A Sociological Theory. California: Taylor & Francis, 2007

TURNER, Jonathan H. **On the Origins of Human Emotions**: A Sociological Inquiry Into the Evolution of Human Affect. Stanford: Stanford University Press, 2000.

TURNER, Jonathan H. Toward a General Sociological Theory of Emotions. **Journal for the Theory of Social Behaviour**, v. 29, p. 133-162, 1999.

YIN, Robert K. **Case Study Research**: Design and Methods. 5th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A - Tabela de captura das emoções da participante S1.

(continua)

Time	Alegria	Tristeza	Surpresa	Medo	Nojo	Raiva	Neutra
0:01:18	0,42 a 1,86	0,44 a 0,79	0,40 a 0,79	*****	0,43 a 0,72	*****	0,44 a 0,58
0:02:15	0,42 a 1,77	*****	*****	*****	0,56 a 0,94	0,40 a 0,91	*****
0:02:51	*****	*****	*****	*****	*****	0,47 a 0,47	*****
0:05:00	0,40 a 1,37	0,41 a 0,84	0,40 a 0,80	*****	0,40 a 0,96	*****	0,40 a 0,80
0:08:22	0,47 a 0,97	0,49 a 0,74	0,40 a 0,99	*****	0,40 a 1,54	0,41 a 1,16	0,42 a 1,02
0:08:37	*****	*****	0,57 a 0,77	*****	0,53 a 0,96	*****	*****
0:10:00	0,40 a 0,42	0,46 a 0,46	0,40 a 0,68	*****	0,40 a 1,92	*****	*****
0:10:46	0,58 a 1,87	0,48 a 0,48	*****	*****	0,41 a 0,96	0,50 a 0,83	*****
0:11:11	0,57 a 0,76	*****	0,40 a 0,99	*****	0,46 a 0,77	*****	*****
0:12:24	0,42 a 1,03	0,42 a 0,84	0,40 a 0,90	*****	0,40 a 1,92	0,42 a 0,66	0,49 a 0,74
0:14:00	0,43 a 1,80	0,44 a 0,94	0,40 a 0,46	*****	0,43 a 1,92	0,44 a 1,10	0,43 a 0,94
0:15:00	*****	0,46 a 1,27	*****	*****	*****	0,49 a 0,71	0,47 a 1,22
0:17:53	*****	0,40 a 0,94	0,40 a 0,87	*****	*****	*****	0,41 a 0,94
0:18:43	*****	0,41 a 1,19	*****	*****	*****	*****	0,41 a 0,60
0:20:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0:25:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0:30:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0:35:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0:40:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0:40:50	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0:41:56	0,43 a 0,97	0,47 a 0,94	*****	*****	*****	*****	0,43 a 0,94
0:43:17	*****	0,47 a 0,94	*****	*****	*****	0,49 a 0,49	0,41 a 1,08
0:45:00	0,42 a 1,10	0,41 a 0,90	*****	*****	0,43 a 0,96	0,49 a 0,82	0,41 a 1,72
0:46:15	*****	0,42 a 0,94	*****	*****	*****	0,47 a 0,83	0,42 a 1,27
0:47:04	0,42 a 1,10	0,47 a 0,88	0,40 a 0,62	*****	0,58 a 0,58	0,49 a 0,74	0,53 a 0,90
0:47:59	0,43 a 1,06	0,42 a 0,63	0,40 a 0,40	*****	0,58 a 1,34	0,47 a 0,87	0,55 a 0,73
0:48:41	0,40 a 0,90	0,47 a 0,47	0,40 a 0,99	*****	0,77 a 1,63	0,48 a 0,82	0,43 a 0,47
0:50:00	0,54 a 0,72	0,42 a 1,00	0,40 a 0,99	*****		0,45 a 0,89	0,45 a 0,94

APÊNDICE A - Tabela de captura das emoções da participante S1.

(continuação)

Time	Alegria	Tristeza	Surpresa	Medo	Nojo	Raiva	Neutra
0:50:48	0,48 a 0,48	0,75 a 0,96	0,40 a 0,40	*****	0,49 a 0,49	*****	0,56 a 1,31
0:51:21	*****	0,43 a 0,81	*****	*****	*****	0,49 a 0,49	0,56 a 0,94
0:52:22	0,59 a 0,98	0,49 a 0,81	*****	*****	*****	0,49 a 0,82	0,40 a 0,42
0:53:23	*****	0,49 a 0,81	*****	*****	*****	0,49 a 0,49	*****
0:53:43	0,53 a 1,77	0,50 a 0,86	*****	*****	*****	*****	0,42 a 0,94
0:55:00	*****	0,40 a 0,90	*****	0,46 a 0,78	0,55 a 0,93	0,46 a 0,93	0,50 a 0,94
1:00:00	0,58 a 0,97	0,42 a 0,94	0,40 a 0,40	*****	*****	0,42 a 0,86	0,40 a 1,90
1:00:11	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,55 a 0,74
1:02:22	0,46 a 0,98	0,41 a 0,94	0,40 a 0,99	*****	0,43 a 0,77	0,52 a 0,93	0,40 a 1,43
1:02:24	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:05:00	0,47 a 0,47	0,40 a 0,94	*****	*****	0,55 a 0,56	0,56 a 0,93	0,40 a 1,75
1:10:00	0,45 a 0,64	0,42 a 0,94	0,40 a 0,99	*****	*****	0,50 a 0,83	0,40 a 0,94
1:11:00	*****	0,47 a 0,75	0,40 a 0,86	*****	*****	0,55 a 0,92	*****
1:12:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,42 a 0,78
1:12:55	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:14:55	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:14:59	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,62 a 0,90

Obs.: * A participante ficou com a face virada para o quadro nos horários entre 0:20:00 a 0:40:50.

Fonte: Autor (2023).

APÊNDICE B - Tabela de captura das emoções da participante S4.

(continuação)

Time	Alegria	Tristeza	Surpresa	Medo	Nojo	Raiva	Neutra
0:54:59	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,56 a 0,56
0:57:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,56 a 0,95
1:00:00	*****	0,66 a 0,66	*****	*****	*****	*****	0,57 a 0,95
1:10:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:15:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:20:00	0,44 a 1,12	*****	0,45 a 0,45	*****	*****	*****	0,42 a 1,95
1:20:22	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,57 a 1,43
1:21:35	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,44 a 1,24
1:24:02	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:24:59	*****	*****	0,40 a 0,99	*****	*****	*****	*****
1:30:00	*****	*****	0,40 a 0,56	*****	*****	*****	*****
1:35:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:39:59	*****	*****	0,48 a 0,68	*****	*****	*****	0,56 a 0,56
1:43:32	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,56 a 0,56
1:45:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:50:00	*****	0,50 a 0,67	0,40 a 0,99	*****	*****	*****	*****
1:51:06	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1:52:26	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0,47 a 0,66
1:55:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2:00:00	*****	*****	0,40 a 0,99	*****	*****	*****	0,43 a 1,34
2:01:35	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2:03:30	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2:04:32	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2:05:00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2:08:10	*****	*****	0,40 a 0,99	*****	*****	*****	*****

Fonte: Autor (2023).

APÊNDICE C - Manual do *software*.
CESAR ALVES DA SILVA

MANUAL DO *SOFTWARE*
EMOTION DETECTION[®]

SUMÁRIO

Trata-se de um *software* ainda não apto a um usuário final, sem experiência em compilação de códigos. Nesta seção, pretendemos auxiliar aqueles que desejam compilar, instalar e utilizar o *software* para análise de expressões faciais.

Os módulos de uso de leitura de vídeo são funcionais, mas as exceções devem ser desabilitadas em razão da não atualização pela comunidade produtora do *software*. Trata-se de uma necessidade de uma equipe de programação para tal e que também compreenda o referencial teórico para a produção e correção de algoritmos. A versão do Microsoft Visual Studio instalado no sistema exigirá a desabilitação de exceções. Com a plataforma aberta, desabilite as exceções que eventualmente estejam causando travamentos. Há manuais disponíveis na internet de suporte para desabilitação de exceções no Microsoft Visual Studio.

- 1 INTRODUÇÃO**
- 2 AUTORIA**
- 3 PREPARANDO O AMBIENTE**
- 4 COMPILANDO O *SOFTWARE***
- 5 CAPTURANDO OS DADOS**
- 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1 INTRODUÇÃO

O *software* ‘Emotion Detection Asset’ v1.0 é uma ferramenta auxiliar no reconhecimento das emoções presentes nas expressões faciais. O sistema de captura de imagem pode ser em tempo real (webcam), vídeos e fotos. O principal objetivo é colaborar na validação do uso de câmeras para a detecção de emoções faciais em ambiente de aula.

O *software* é acessível na internet no formato de código aberto. Pode ser alterado e utilizado em outros projetos desde que sejam informados os autores. A versão executável é gerada mediante a compilação do código fonte pela ferramenta Visual Studio da Microsoft.

Este manual é um passo a passo de todo o processo necessário para gerar o programa executável e trabalhar com os dados. Assim, será uma colaboração a todos os que necessitem utilizar o *software* em projetos ou desenvolver novos recursos.

2 AUTORIA

A implementação do *software* ‘Emotion Detection Asset’ v1.0 é de autoria do Dr. Kiavash Bahreini e Dr. Wim van der Vegt da Open University of the Netherlands (OUNL) e sendo custeado parcialmente pelo programa EC H2020 RAGE (Realising an Applied Gaming Eco-System); <http://www.rageproject.eu/>; Contrato de subvenção nº 644187. (Bahreini, K., Vegt, Westera, 2019 ; Bahreini, 2018a)

3 PREPARANDO O AMBIENTE

O *software* ‘Emotion Detection Asset’ v1.0 é projetado para ser utilizado em um ambiente de soluções Windows. Para o funcionamento e compilação do *software* é necessário:

1 - Computador com sistema operacional Windows 10. É indicado que o equipamento contenha recursos mais poderosos de processamento, memória e espaço em disco. Os *softwares* necessários para a manipulação dos vídeos e imagens exigem um equipamento mais robusto para evitar lentidão e travamentos. Imagens geralmente necessitam de bastantes espaços em discos para serem armazenados.

2 - Instalação da plataforma de compilação Visual Studio: para a versão x86, você pode escolher Visual Studio 2015 ou Visual Studio 2017. Para x64, escolha Visual Studio 2015 Win64 ou Visual Studio 2017 Win64. As versões podem ser encontradas para download em: <https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/vs/older-downloads>

3 - Na hora de instalar o Visual Studio escolha os pacotes básicos necessários para compilar o *software*:

- Microsoft Visual Basic
- Microsoft Visual C#
- Microsoft Visual C++
- Microsoft SQL Server Data Tools
- Visual Studio Tools for Unity
- .NET Framework

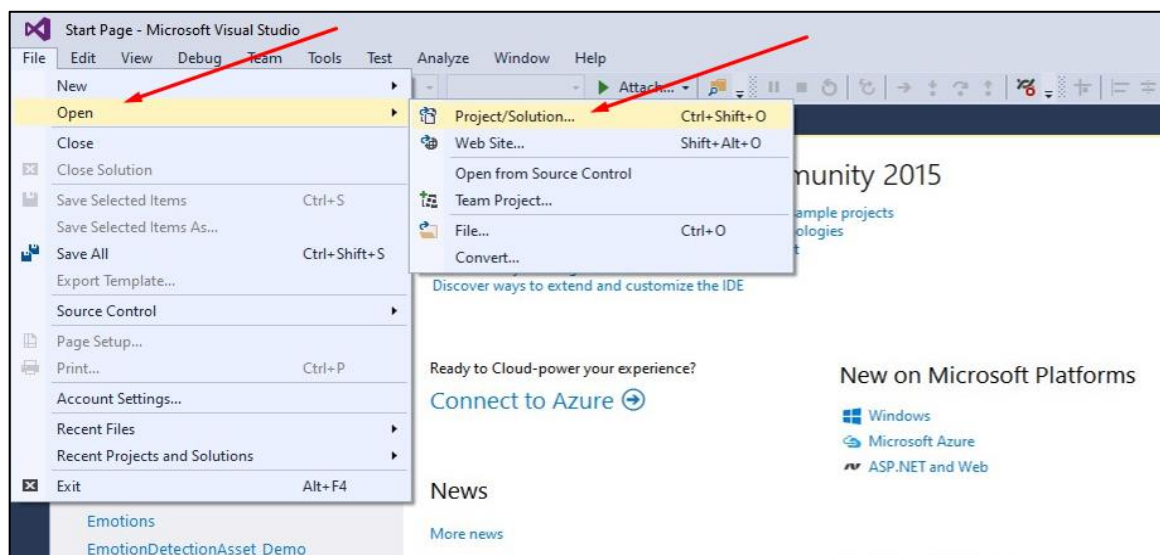
4 - Fazendo download do *Software* 'Emotion Detection Asset' v1.0: Faça download de todo o conteúdo do *software* compactado em um arquivo no formato .zip (EmotionDetectionAsset-master.zip) e depois mova o arquivo para seu desktop (Área de Trabalho) do Windows. Descompacte o arquivo que vai criar uma pasta (EmotionDetectionAsset-master) com todo o conteúdo.

Link para download do arquivo:

<https://github.com/rageappliedgame/EmotionDetectionAsset/archive/refs/heads/master.zip>

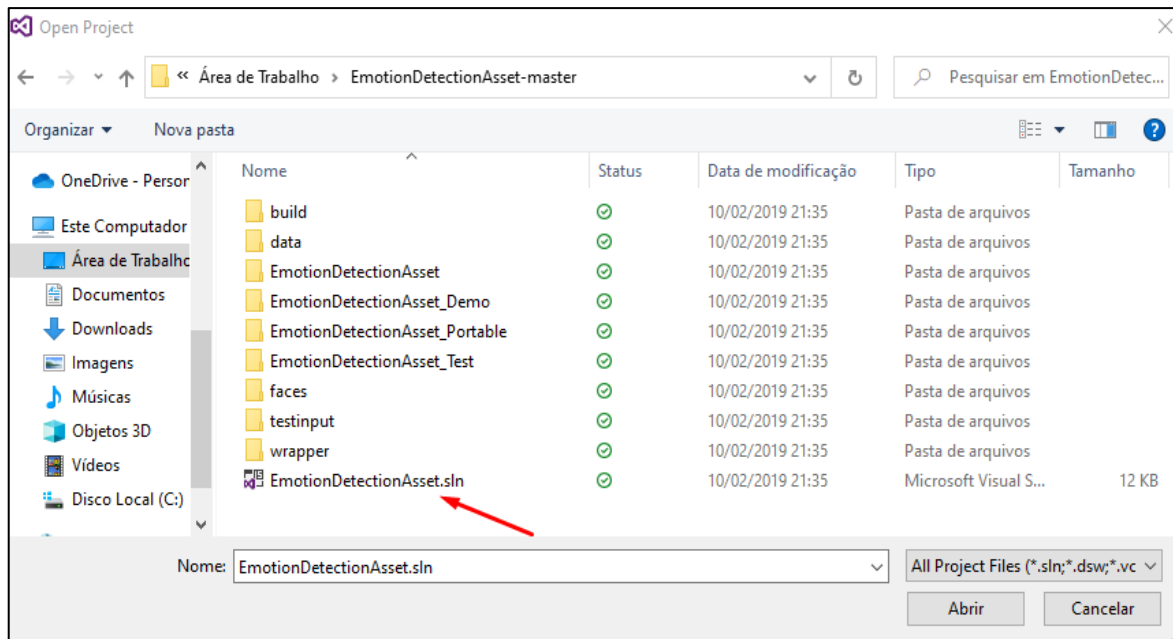
4 COMPILANDO O SOFTWARE

O processo de compilação é bem simples. Abra o compilador Visual Studio e abra o projeto acessando a pasta que contém todos os arquivos que foi criada no desktop do seu computador.



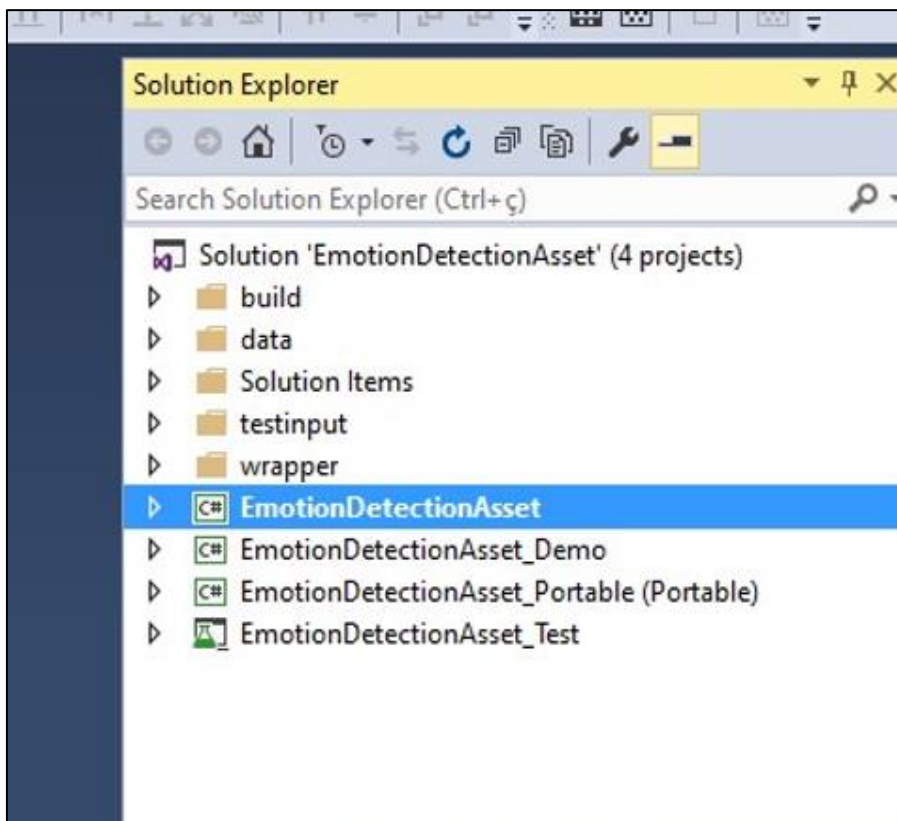
Fonte: Autor (2023).

Escolha o arquivo EmotionDetectionAsset.sln para carregar o projeto.



Fonte: Autor (2023).

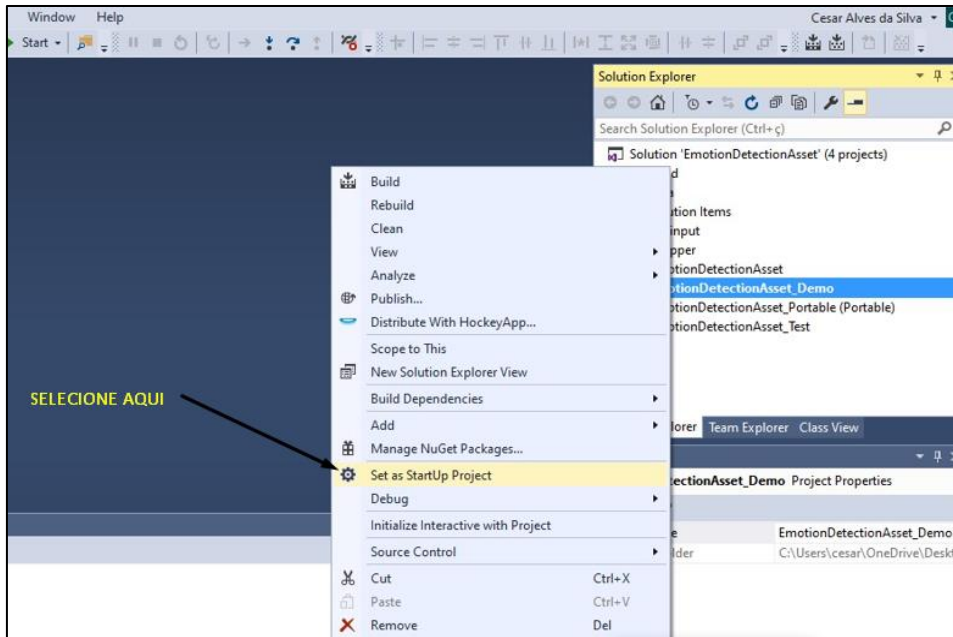
Ao carregar será preciso organizar o bloco Solution Explorer (lado direito) que apresenta os itens expandidos. O recolhimento é necessário para podermos localizar os 4 projetos que fazem parte do *software*. Dê um clique nas setinhas posicionadas na frente dos itens para que ocorra o recolhimento. O bloco deve ficar como na figura abaixo:



Fonte: Autor (2023).

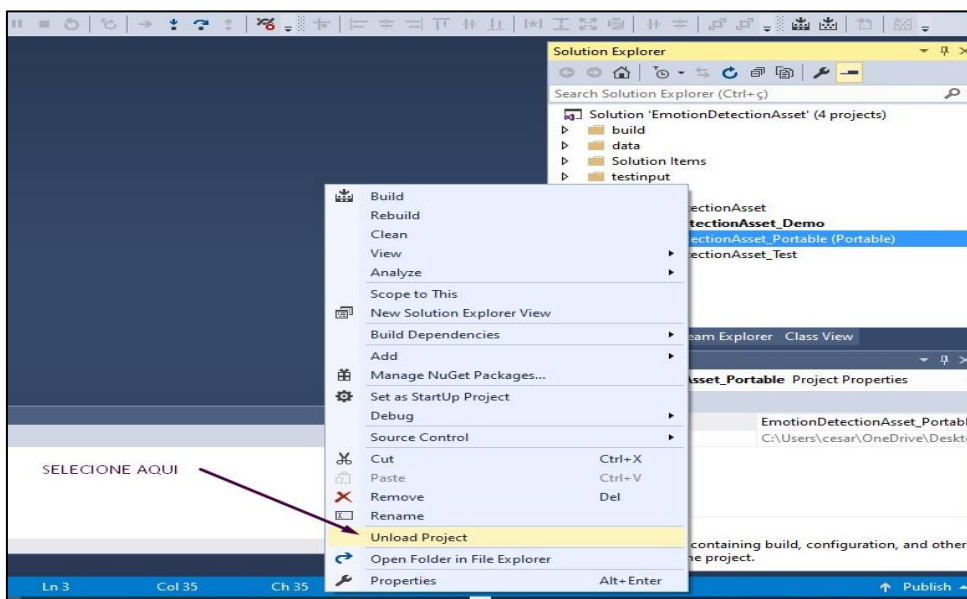
Neste bloco Solution Explorer vamos fazer algumas configurações necessárias antes de iniciar a compilação:

- 1) Selecionando o projeto principal: dê um clique do lado direito do mouse sobre o projeto EmotionDetectionAsset_Demo para o definir como o projeto de inicialização do *software*.



Fonte: Autor (2023).

- 2) Descarregue o projeto portable que não vamos utilizar: dê um clique do lado direito do mouse sobre o projeto EmotionDetectionAsset_Portable para que o *software* não seja compilado com o projeto.



Fonte: Autor (2023).

- 3) Adicionar o arquivo RageAssetManager.dll nos projetos: é uma biblioteca necessária para o funcionamento do *software*. O procedimento precisa ser feito para todos os projetos. Clique do lado direito do mouse sobre o projeto e vai aparecer o primeiro menu. Escolha a opção Add e vai aparecer próximo menu. Escolha a opção Reference.

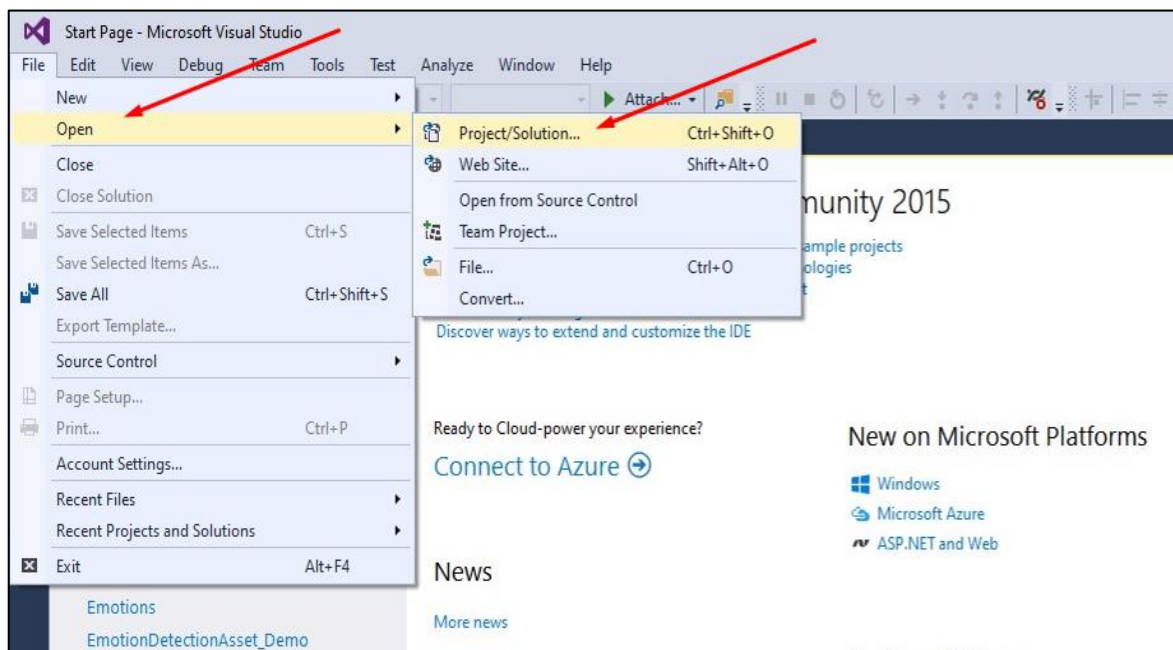
É necessário fazer o download do projeto AssetManager-master.zip. Salve na sua Área de Trabalho. Descompacte o arquivo na pasta AssetManager-master. Agora é necessário compilar este projeto para gerar o arquivo. O arquivo é gerado após a compilação e fica na subpasta \RageAssetManager\bin\Debug .

Link para download do arquivo:

<https://github.com/rageappliedgame/AssetManager/archive/refs/heads/master.zip>

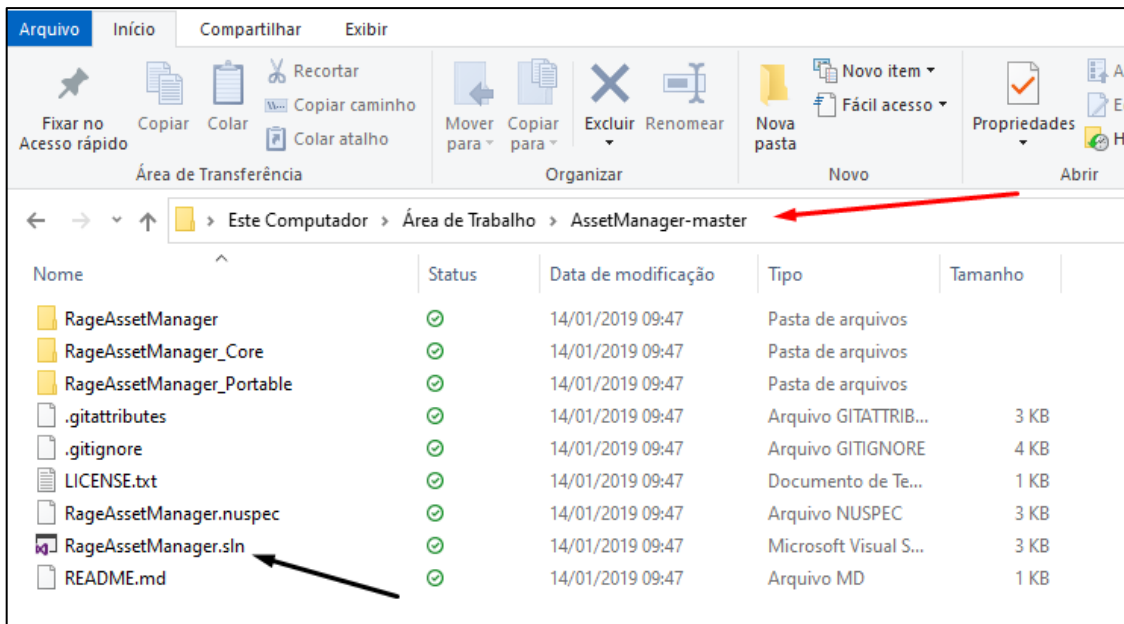
Para compilar o arquivo siga os passos abaixo:

- 1) Abra o compilador Visual Studio e abra o projeto acessando a pasta que contém todos os arquivos que foi criada no desktop do seu computador (como visto acima para carregar o projeto principal).



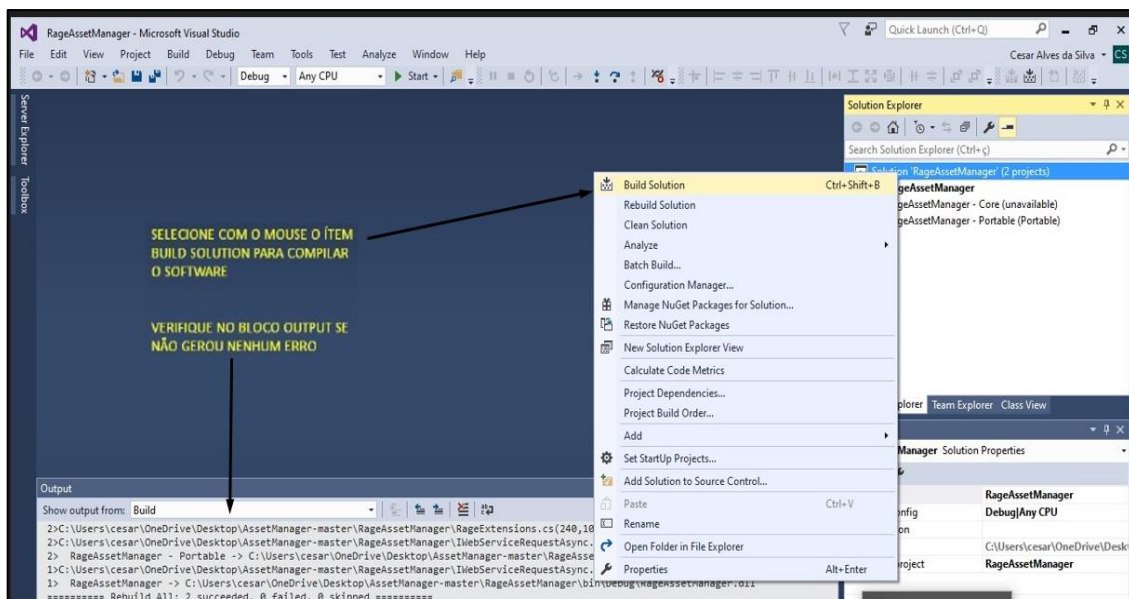
Fonte: Autor (2023).

- 2) Escolha o arquivo RageAssetManager.sln para carregar o projeto.



Fonte: Autor (2023).

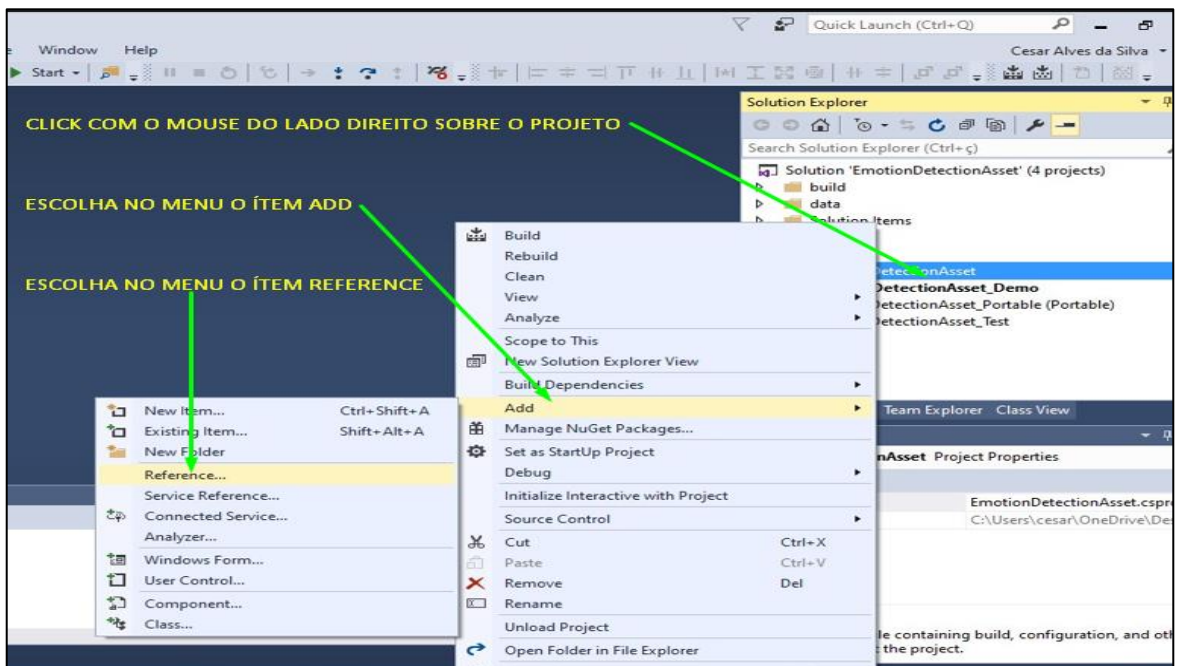
- 3) No bloco Search Solution Explorer (onde ficam os projetos) de um clique com o lado direito do mouse sobre o primeiro item [Solution 'RageAssetManager' (2 projects)] e escolha a opção Build. No final verifique se aparece tudo certo, sem erros, no bloco 'Output' no bloco inferior esquerdo da tela. Se estiver ocorrendo erros refaça todo o procedimento.



Fonte: Autor (2023).

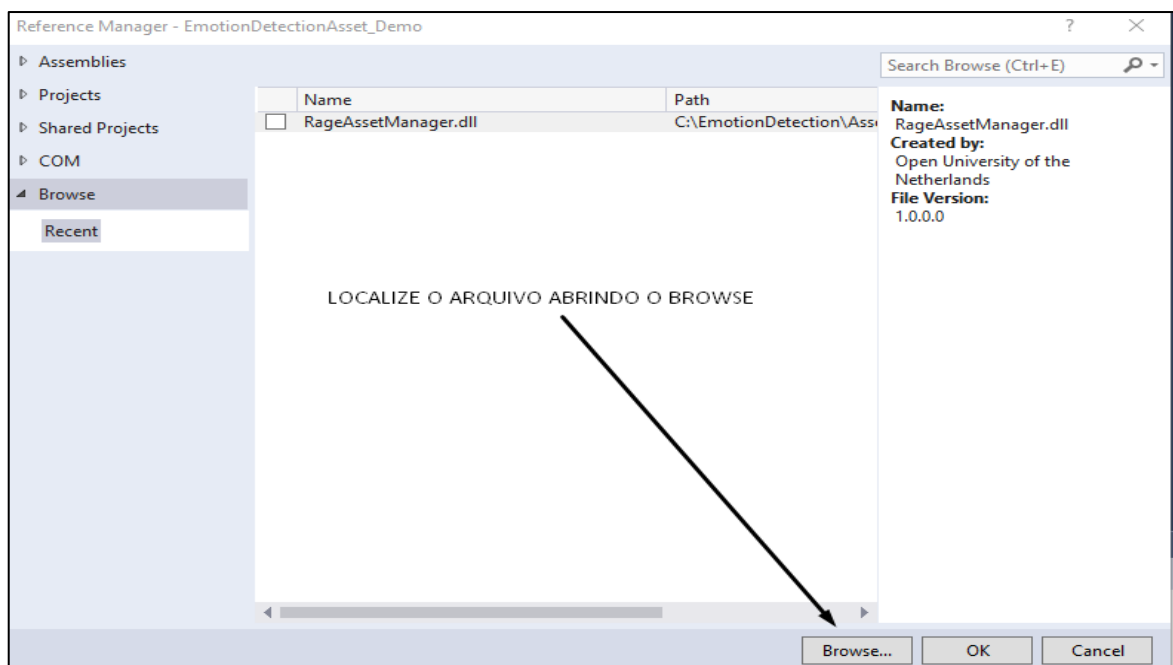
Para adicionar o arquivo RageAssetManager.dll siga os passos abaixo:

1)



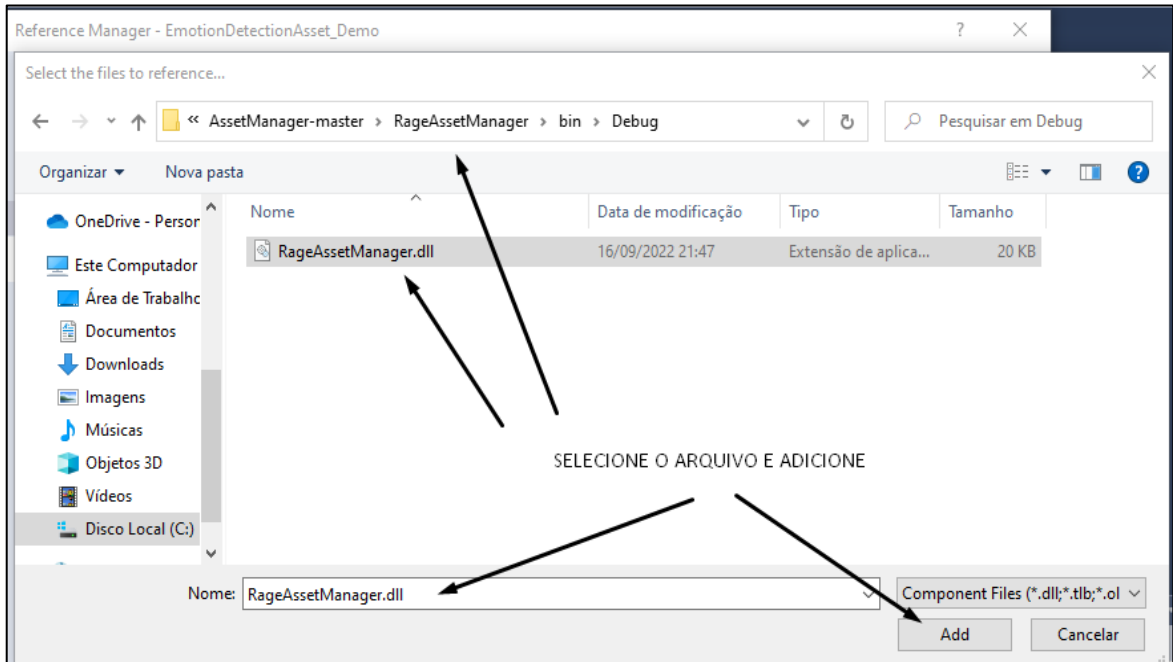
Fonte: autor (2023).

2)



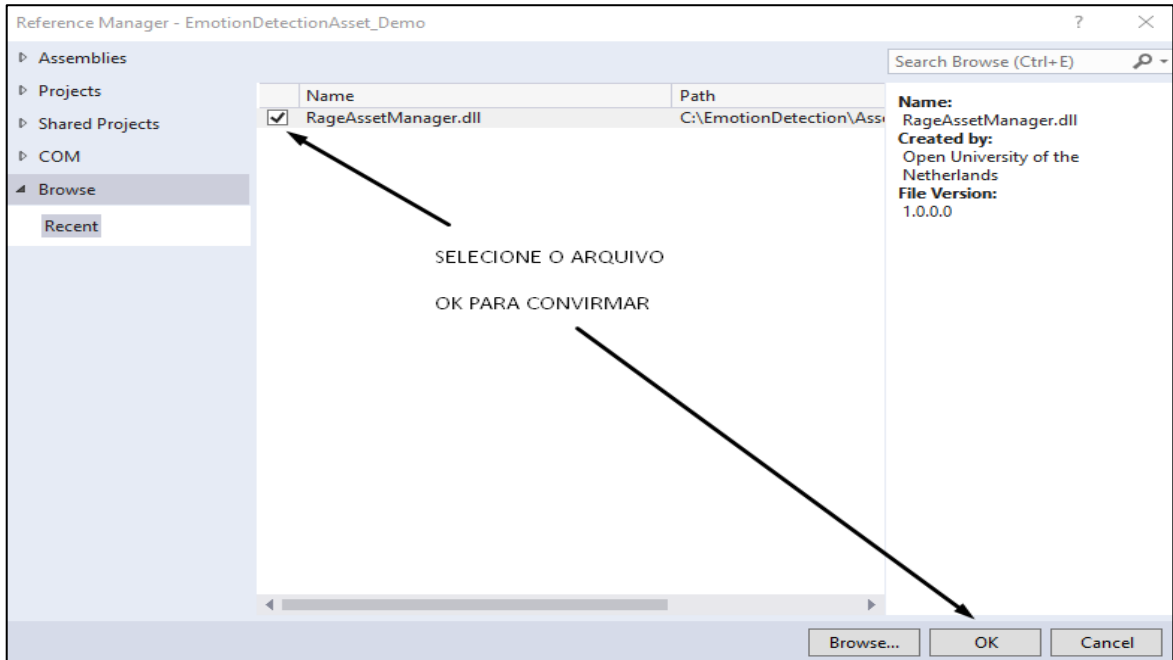
Fonte: Autor (2023).

3)



Fonte: Autor (2023).

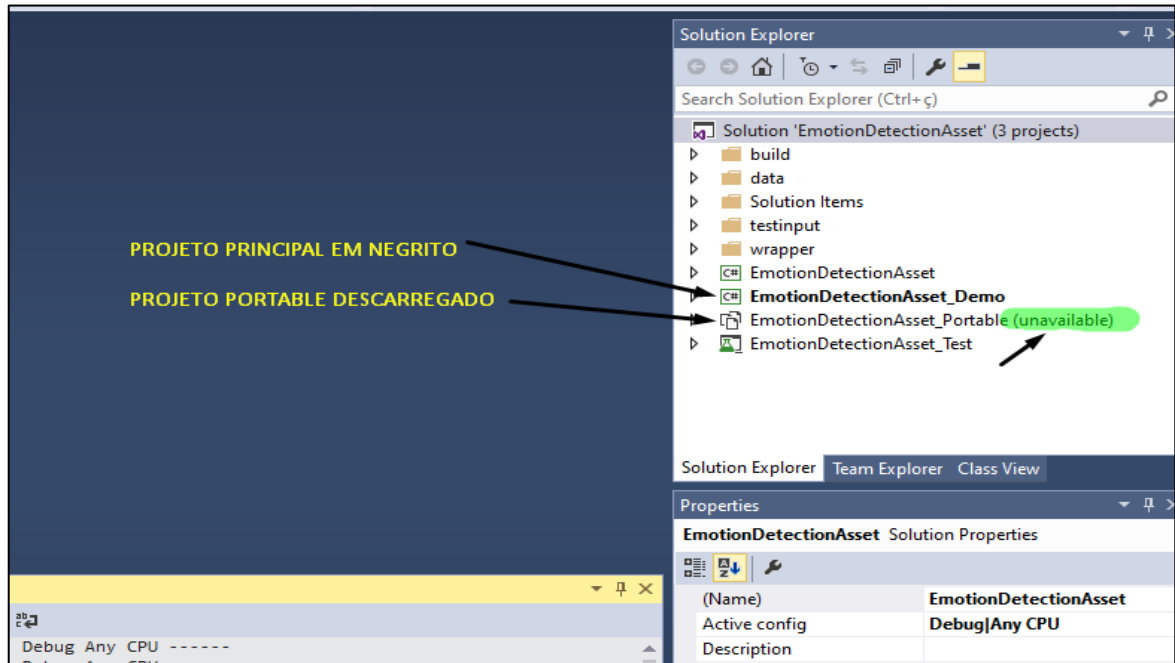
4)



Fonte: Autor (2023).

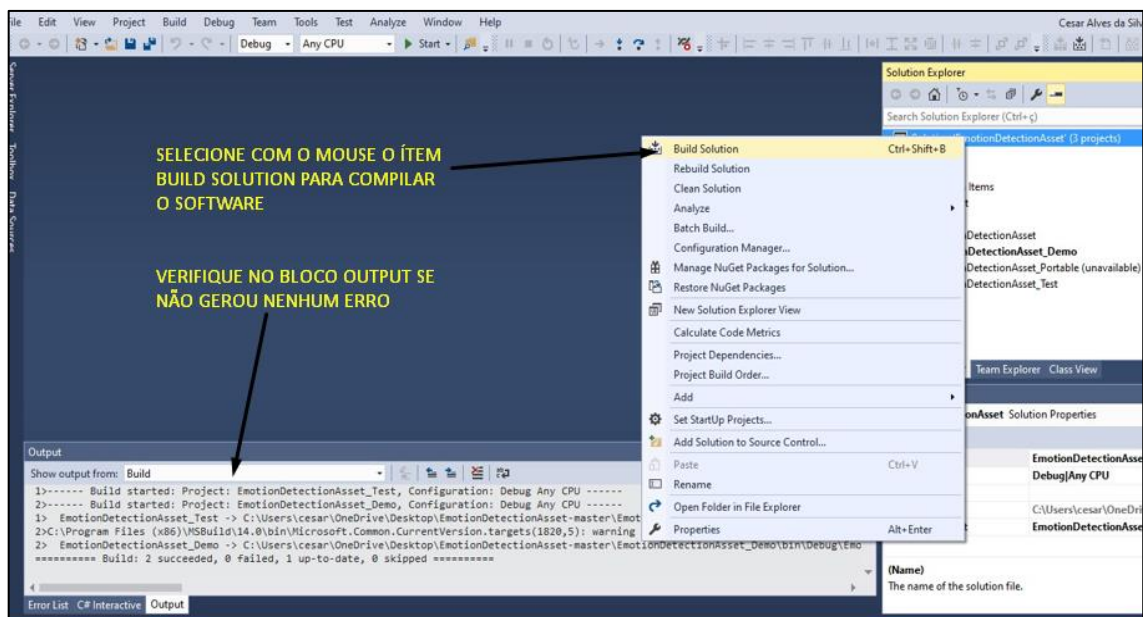
Antes de compilar confira se tudo está certo:

- 1 - Se o projeto principal está em negrito
- 2 - Se o projeto portable está descarregado.



Fonte: Autor (2023).

Agora é possível compilar o projeto. No bloco Search Solution Explorer (onde ficam os projetos) de um clique com o lado direito do mouse sobre o primeiro item [Solution 'EmotionDetectionAsset' (3 projects)] e escolha a opção Build. No final verifique se aparece tudo certo, sem erros, no bloco 'Output' no bloco inferior esquerdo da tela. Se estiver ocorrendo erros refaça todo o procedimento.

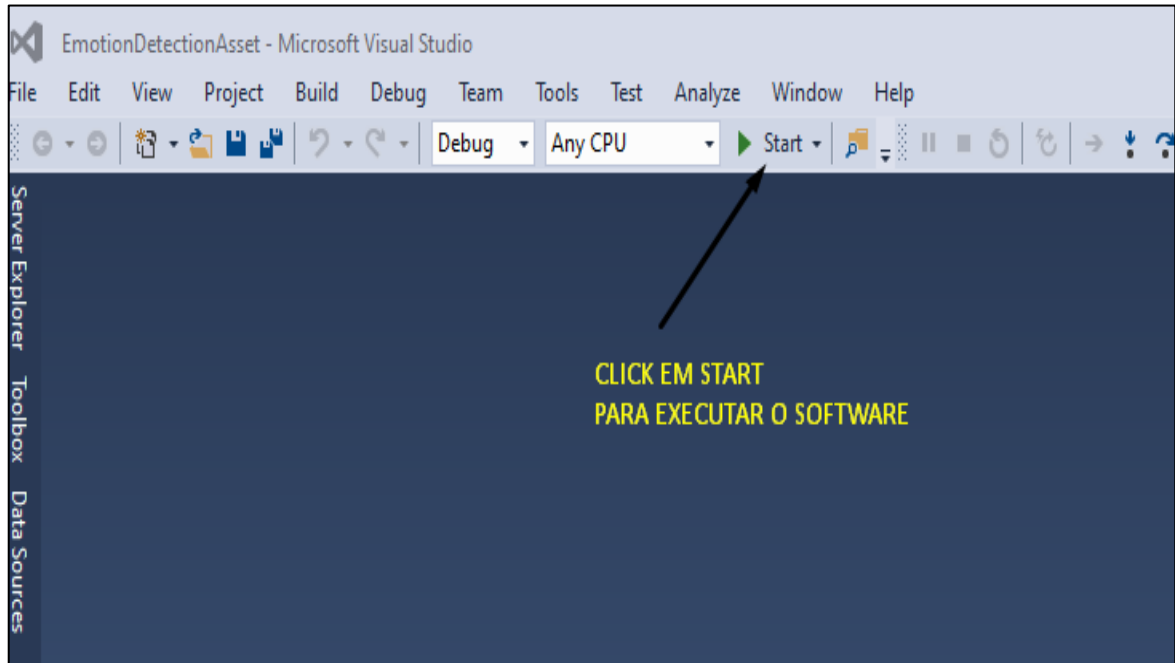


Fonte: Autor (2023).

Agora já é possível executar o programa de duas formas:

1) Direto pelo Visual Studio

Clique em Start para iniciar o *software*.



Fonte: Autor (2023).

2) Pelo executável gerado depois da compilação

O executável (EmotionDetectionAsset_Demo.exe) fica dentro da pasta do projeto principal.

Acesse em sua Área de trabalho a pasta com o *software*:

EmotionDetectionAsset-master

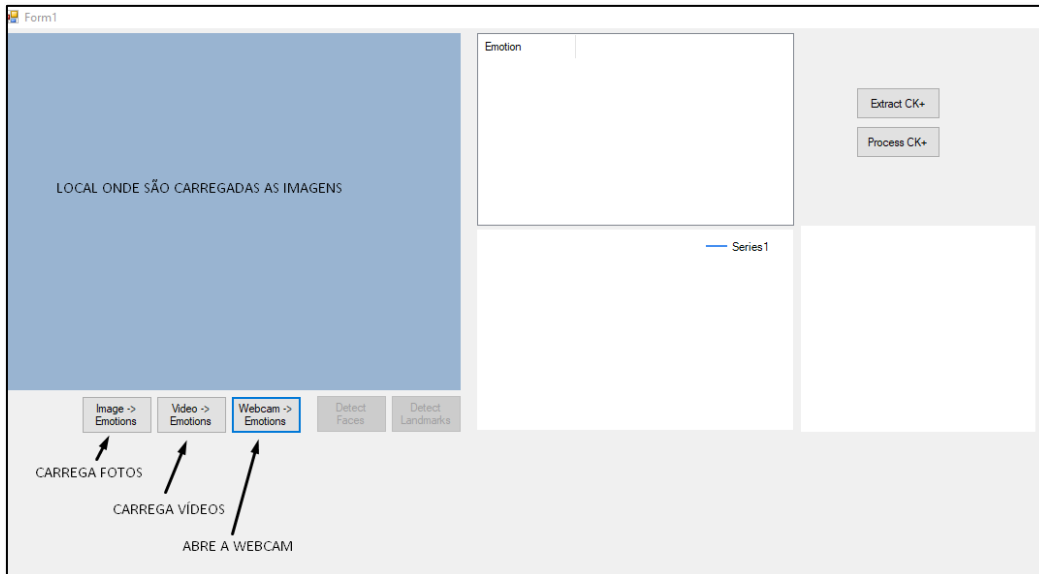
O arquivo fica na pasta:

EmotionDetectionAsset_Demo\bin\Debug

5 CAPTURANDO OS DADOS

O *software* possui três formas de captura das emoções. Cada tipo de captura necessita de preparos diferentes para conseguir os dados necessários para análise das emoções.

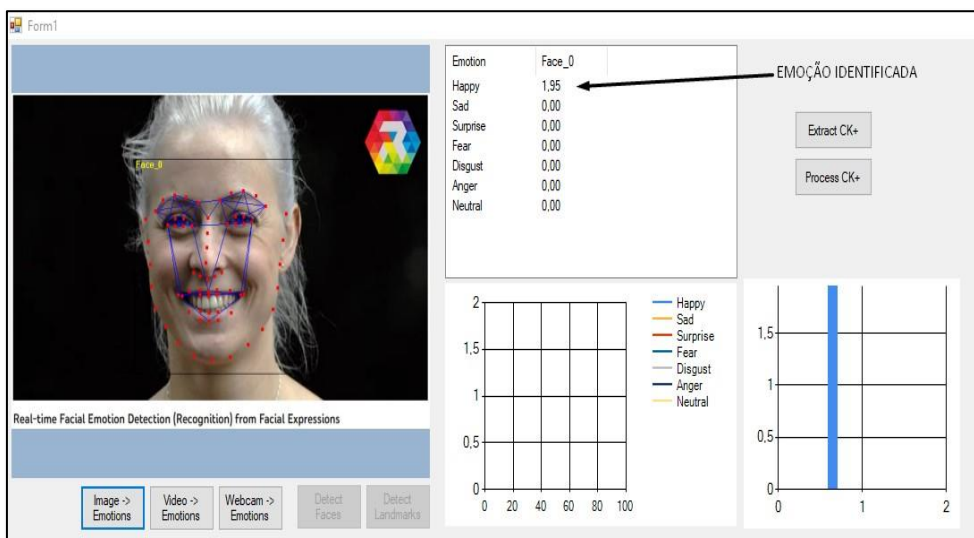
Crie uma pasta na área de trabalho para colocar suas imagens. Crie pastas separando os três tipos de capturas para facilitar a localização, gravação e manipulação dos arquivos.



Fonte: Autor (2023).

1 - Image -> Emotions

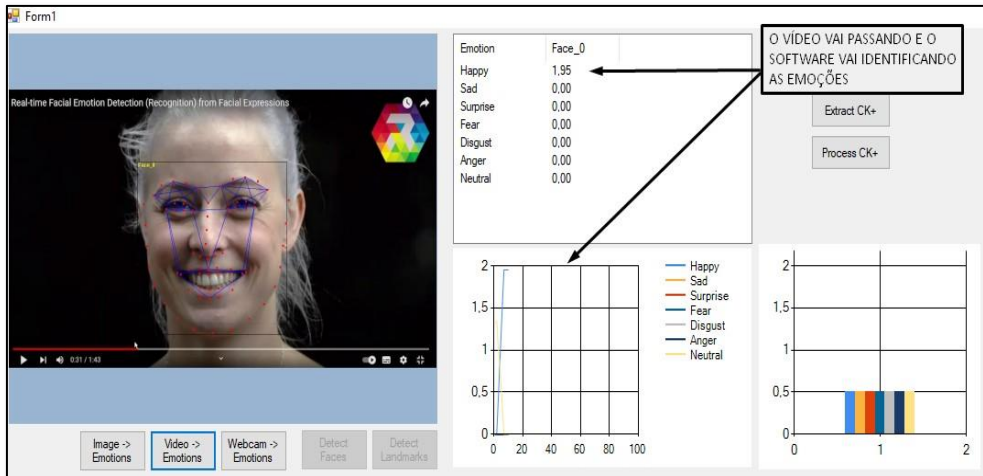
O *software* consegue ler uma foto onde é possível ver uma face e identificar uma provável emoção. A imagem necessita de boa qualidade e que as faces estejam voltadas para frente. Imagens com faces lateralizadas podem falhar na identificação da emoção.



Fonte: Bahreini (2018a).

2 - Video -> Emotions

O uso de vídeos é o mais indicado para quem necessita ter um relatório das emoções identificadas pelo *software*. É importante que se procure gravar as faces frontais ao equipamento. Como é um vídeo, onde ocorre a movimentação das faces, pode ocorrer momentos em que o *software* não consegue capturar a emoção.



Fonte: Bahreini (2018a).

O relatório é gerado na mesma pasta onde se encontra o vídeo.

INTERPRETANDO OS BIODADOS

TABELA DO SOFTWARE EMOTION DETECTION

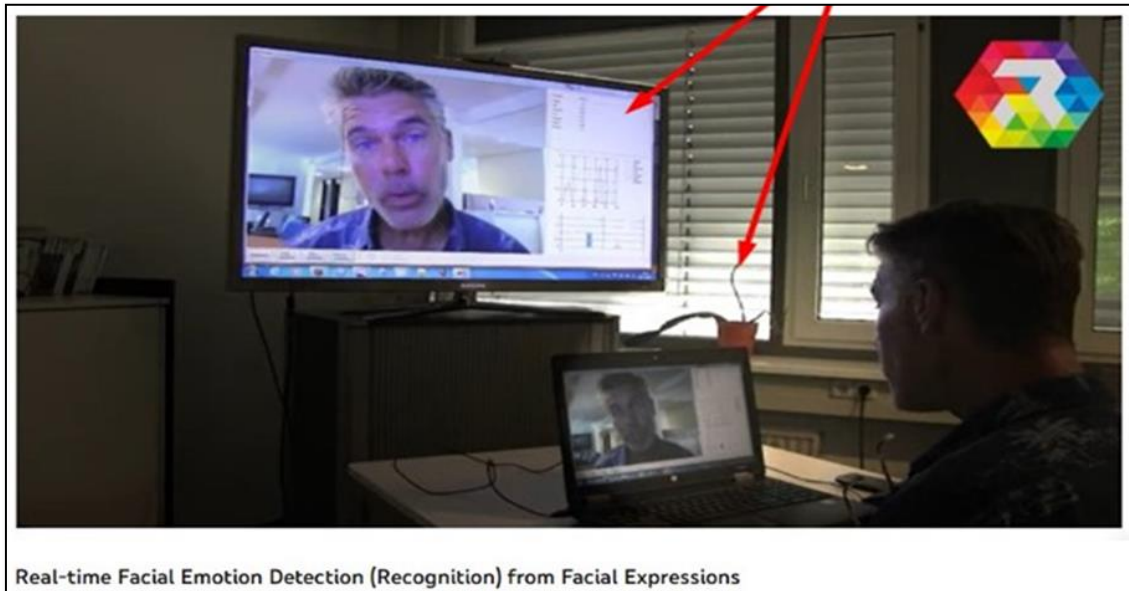
Time	Msec	Stamp	Happy	Sad	Surprise	Fear	Disgust	Anger	Neutral
0:19:09	500	1149,500	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	533	1149,533	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	567	1149,567	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	600	1149,600	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	633	1149,633	0,59	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	667	1149,667	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	700	1149,700	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	733	1149,733	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	767	1149,767	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	800	1149,800	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	833	1149,833	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	867	1149,867	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	900	1149,900	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	933	1149,933	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	967	1149,967	0,78	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	000	1150,000	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	033	1150,033	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	067	1150,067	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	100	1150,100	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	133	1150,133	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	167	1150,167	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	200	1150,200	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	233	1150,233	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
0:19:10	267	1150,267	0,98	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autor (2023).

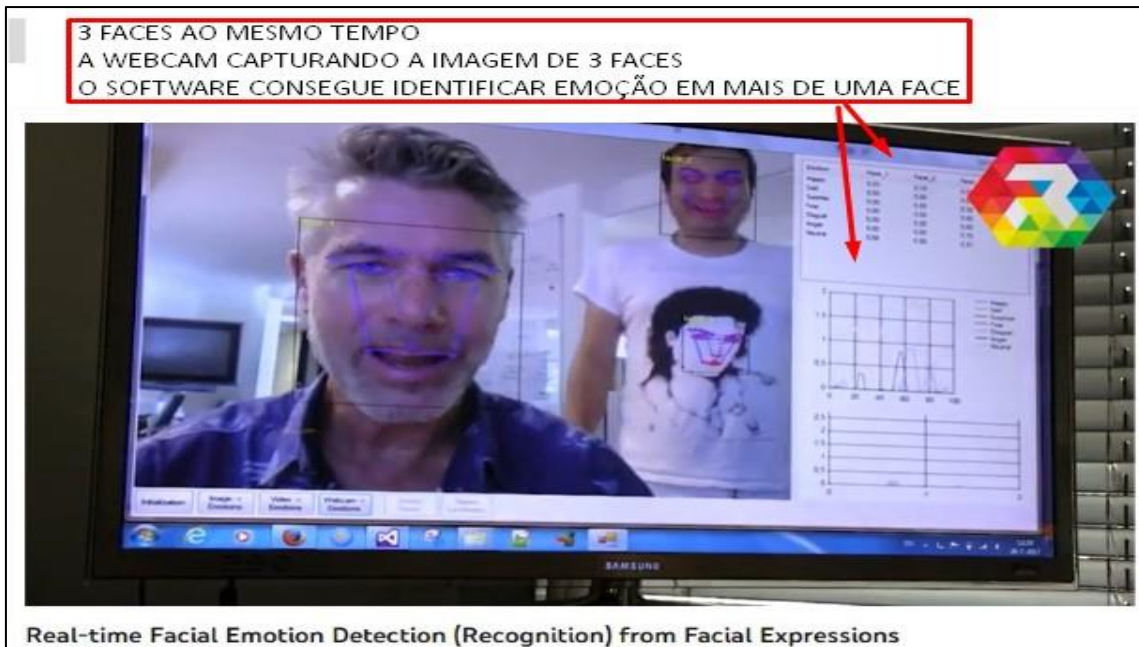
3 - Webcam -> Emotions

A captura das emoções podem ser feitas de modo online durante uma atividade. As emoções são capturadas e emitidas na tela do *software* em tempo real . A falta de um recurso de gravação pode ser contornado com a utilização de um *software* para captura da tela

instalado no computador com a webcam. No vídeo capturado não é possível repassar no *software* pelo motivo que as faces ficam marcadas pelo *software*. Para capturar os dados é necessário rever a gravação do vídeo.



Fonte: Bahreini (2018a).



Fonte: Bahreini (2018a).

6 REFERÊNCIAS

Bahreini, K., van der Vegt, W. & Westera, W. **Multimedia Tools and Applications**, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1007/s11042-019-7250-z> . Acessado em: 30 de novembro de 2022.

Bahreini, K. **Real-time Facial Emotion Detection (Recognition) from Facial Expressions**. 2018a. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0ug8PGrrKSs> . Acessado em: 30 de novembro de 2022.

Bahreini, K. **Real-time Emotion Detection (Recognition) from Facial Expressions - How to guide.** . 2018b. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JtsYKAKrM8o>. Acessado em: 30 de novembro de 2022.