



Artigo

# Monitoramento de emoções em sala de aula com base no processamento de imagens

Célia Llurba , Gabriela Fretes e Ramon Palau

Departamento de Pedagogia, Universitat Rovira i Virgili, Crta Valls s/n, 43007 Tarragona, Espanha;  
 gabriela.fretes@estudiants.urv.cat (GF); ramon.palau@urv.cat (RP)

\* Correspondência: celia.llurba@urv.cat

**Resumo:** Um dos desafios do ensino e da aprendizagem é a falta de informação durante esses processos, incluindo informações sobre as emoções dos alunos. As emoções desempenham um papel na aprendizagem e no processamento de informações, impactando a compreensão precisa. Além disso, as emoções afetam o envolvimento e o desempenho acadêmico dos alunos. A consideração das emoções dos alunos e, portanto, do seu bem-estar, contribui para a construção de uma sociedade mais sustentável. Uma nova forma de obter tais informações é monitorando as emoções faciais dos alunos. Assim, o objetivo deste estudo foi explorar se o uso de tais tecnologias avançadas pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e, ao mesmo tempo, garantir o bem-estar emocional dos alunos do ensino secundário. Um modelo de Reconhecimento Emocional (RE) foi projetado para uso em sala de aula. O modelo emprega um código customizado, vídeos gravados e imagens para identificar rostos, seguir unidades de ação (AUs) e classificar as emoções dos alunos exibidas na tela. Analisamos então as emoções classificadas de acordo com o ano letivo, disciplina e momento da aula. Os resultados revelaram uma gama de emoções na sala de aula, tanto agradáveis quanto desagradáveis. Observamos variações significativas na presença de certas emoções com base no início ou final da aula, disciplina e ano letivo, embora não tenham surgido padrões claros. Nossa discussão se concentra na relação entre emoções, desempenho acadêmico e sustentabilidade. Recomendamos que pesquisas futuras priorizem o estudo de como os professores podem usar ferramentas baseadas em ER para melhorar tanto o bem-estar quanto o desempenho dos alunos.

**Palavras-chave:** processamento de imagens; reconhecimento de emoções; estudantes do ensino secundário; performance acadêmica; emoções dos alunos; bem-estar dos alunos; Py-Feat



**Citação:** Llurba, C.; Fretes, G.; Palau, R.

Monitoramento de emoções em sala de aula com base no processamento de imagens. *Sustentabilidade* **2024**, *16*, 916. <https://doi.org/10.3390/su16020916>

Editor Acadêmico: Hao-Chiang

Koong Lin

Recebido: 29 de dezembro de 2023

Revisado: 12 de janeiro de 2024

Aceito: 17 de janeiro de 2024

Publicado: 22 de janeiro de 2024



**Direitos autorais:** © 2024 dos autores.

Licenciado MDPI, Basileia, Suíça.

Este artigo é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos e

condições do Creative Commons

Licença de atribuição (CC BY)

( <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introdução

### 1.1. Conceituações de Emoções

O conceito de emoções tem sido abordado por diversos autores nas áreas da psicologia e da filosofia. Primeiro, Darwin propôs que as emoções têm uma base biológica e que as expressões faciais das emoções têm uma origem evolutiva [1]. De acordo com James, as emoções são as percepções de mudanças corporais específicas em resposta a estímulos emocionais [2]. Com base nisso, os autores de [3] trabalharam em colaboração com William James no desenvolvimento da teoria de James-Lange, que propõe que as emoções resultam da percepção de respostas corporais que ocorrem em situações emocionais. Para Freud, as emoções são impulsos internos que podem ser influenciados por conflitos inconscientes [4]. Enquanto isso, Lazarus propôs que as emoções resultam das avaliações cognitivas que fazemos de eventos ou situações em relação aos nossos objetivos e valores pessoais [5]. Na perspectiva fenomenológica de Husserl [6], as emoções podem ser consideradas como o estrato mais intrincado da experiência afetiva. Eles exibem uma natureza dupla, abrangendo uma faceta física que envolve mudanças corporais em resposta a estados emocionais, e uma faceta cognitiva caracterizada pela avaliação ou apreciação das possibilidades de uma determinada situação [6]. Estas duas dimensões estão intrinsecamente entrelaçadas, dando origem aos seguintes quatro atributos fundamentais: intencionalidade afetiva, ressonância corporal, inclinação para a ação e significado funcional.

Ekman e Friesen focaram em emoções universais e expressões faciais [7]. A teoria das emoções de Ekman foi amplamente estudada e é uma das mais influentes. De acordo com Ekman, existem seis emoções universais básicas que são reconhecidas em diferentes culturas – felicidade, tristeza, surpresa, medo, raiva e repulsa. Essas emoções básicas são discretas, o que significa que compreendem padrões distintos de características psicológicas, fisiológicas e neurobiológicas que as distinguem umas das outras. Servem de base para experiências emocionais mais complexas, envolvidas para satisfazer as nossas necessidades em ambientes ou circunstâncias específicas.

A classificação de Ekman tem sido utilizada em diversas aplicações práticas, como no design facial e no processo de identificação de emoções humanas conhecido como reconhecimento emocional. Esta tecnologia analisa expressões faciais de imagens estáticas e vídeos para revelar informações sobre o estado emocional de uma pessoa. No processo, uma classificação padronizada de emoções facilita a comunicação e o compartilhamento de informações entre os pesquisadores. Para aprofundar a pesquisa com esse objetivo, detectamos aqui as emoções faciais dos alunos usando uma tecnologia ER desenvolvida a partir da teoria de Ekman, com a adição de uma emoção neutra.

## 1.2. Emoções e Aprendizagem

Vários autores investigaram como as emoções influenciam o processo de aprendizagem. O termo russo *perezhivanie*, da teoria de Vygotsky, refere-se a uma experiência vivida profundamente e carregada de significado emocional. Esta ideia sugere que as experiências emocionais desempenham um papel fundamental na internalização de conhecimentos e competências. Experiências emocionais ricas podem, em particular, levar a uma internalização mais profunda e duradoura da informação, o que pode influenciar o desempenho acadêmico a longo prazo [8]. Assim, uma teoria da inteligência emocional [9] destaca a importância das habilidades emocionais no desempenho acadêmico e na aprendizagem. Segundo [9], as emoções têm um impacto significativo na motivação, na capacidade de regular o estresse e na capacidade de se relacionar com os outros. Além disso, Damásio utiliza a teoria somática das emoções para destacar o papel fundamental que elas desempenham nos processos cognitivos [10]. Por exemplo, as experiências emocionais estão intimamente ligadas à tomada de decisões e à formação da memória e podem facilitar a consolidação e recuperação de informações, influenciando o processo de aprendizagem. A dimensão emocional da experiência de aprendizagem, especificamente os sentimentos associados à percepção e processamento de novas informações, pode assim constituir um componente essencial dos conhecimentos e habilidades adquiridos [11,12]. Se for este o caso, então a promoção do bem-estar socioemocional dos alunos através da monitorização das suas emoções pode contribuir para promover um clima positivo na sala de aula e criar comunidades educativas mais saudáveis e equitativas, o que é uma componente importante do desenvolvimento sustentável [12,13].

A teoria das emoções de Pekrun [14] fornece uma estrutura conceitual para entender como as emoções afetam a aprendizagem e o desempenho acadêmico. Este quadro distingue dois tipos de emoções no contexto acadêmico: emoções de ativação e emoções de valor.

As emoções de ativação estão relacionadas com percepções de controle e podem incluir ansiedade e tédio. As emoções de valor, por sua vez, estão ligadas à importância e ao valor da tarefa e incluem emoções como alegria e orgulho. Sob esse paradigma, os alunos vivenciam uma ampla gama de emoções no ambiente acadêmico, exceto o nojo [15]. Em pesquisas anteriores, a ansiedade constituiu 15–27% de todos os episódios emocionais em três situações acadêmicas (estudo, aula, teste/exame). Embora isso tenha sido considerável, a descoberta indicou que a maioria das emoções em situações acadêmicas não estava relacionada à ansiedade. Emoções agradáveis, como prazer, satisfação, esperança, orgulho e alívio, contrastam com emoções negativas como raiva, ansiedade, constrangimento e tédio. Os alunos também mencionaram emoções vivenciadas com menos frequência, como desesperança, e emoções sociais, como gratidão, admiração, desprezo e inveja.

Os estudos que ligam emoções agradáveis ao desempenho mostram que a alegria, a esperança e o orgulho se correlacionam positivamente com a autoeficácia acadêmica, o interesse e o esforço acadêmico dos alunos e o desempenho geral [16]. Supõe-se que as emoções positivas facilitam as atividades relacionadas à abordagem, e é provável que essas atividades proporcionem benefícios acadêmicos, especialmente por

o aluno se move em direção a um objetivo desejado [17,18]. Além disso, Fredrickson [19,20] sugeriu que as emoções positivas melhoram a competência acadêmica porque incentivam a exploração, a integração de diversos materiais e a ampliação de métodos potenciais de resolução de problemas.

Sobre o tema das emoções desagradáveis, Fredrickson [21] descobriu que crianças pequenas com emotividade negativa lutam com processos cognitivos de ordem superior devido à sua falta de planejamento reflexivo e habilidades de resolução de problemas. Quando a experiência de emoção negativa de um aluno leva à fixação no objeto da emoção (como quando uma criança se concentra no evento matinal que causou sua raiva), os recursos cognitivos são redirecionados dos materiais educacionais para distrações que dificultam a aprendizagem. Dessa forma, as emoções negativas interferem nas atividades escolares, limitando os recursos cognitivos necessários para integrar e relembrar detalhes importantes.

Em relação a isso, constatou-se que a ansiedade e a frustração decorrentes da dificuldade com os exercícios de matemática podem causar uma percepção negativa e antipatia pelo tema [22,23]. Além disso, pesquisas descobriram que indivíduos que vivenciam emoções desagradáveis (como tristeza, frustração ou tédio) tendem a processar novas informações de maneira rígida e superficial [24,25].

Além disso, a ansiedade forte e persistente prejudica a aprendizagem, embora a ansiedade ocasional e leve tenha os seus benefícios. O mesmo se aplica a outras emoções e estados de espírito, que podem ter efeitos de aprendizagem contrastantes. Além disso, segundo Efklides [26], um certo pessimismo ou seriedade pode ser vantajoso para tarefas analíticas e quantitativas, enquanto um humor positivo pode ser mais benéfico para o pensamento criativo e heurístico.

De outra perspectiva, algumas descobertas empíricas apoiam a noção de que o efeito da emotividade no desempenho pode ser indireto, através de processos cognitivos, relações interpessoais com o professor e colegas e mecanismos motivacionais, como envolvimento, prazer na escola e permanência na tarefa [27]. Desta forma, é proposta uma ligação entre motivação e emoções acadêmicas [28], pois os comportamentos motivacionais envolvem emoções acadêmicas positivas e negativas, que os alunos vivenciam em ambientes acadêmicos e que explicam todos os tipos de processos psicológicos durante a aprendizagem, como Pekrun os chamou [15]. Especificamente, as emoções acadêmicas positivas são geralmente benéficas, mas as emoções acadêmicas negativas, como a insatisfação e o desconforto, podem ter efeitos contraditórios. Independentemente disso, deve-se observar que as emoções acadêmicas dos alunos muitas vezes impactam o seu desempenho.

Os efeitos das emoções na aprendizagem, facilitando ou impedindo a aquisição de novos conhecimentos, influenciando seu valor e desejabilidade, foram descritos como afetos hedônicos [29]. Por exemplo, a satisfação em resolver problemas de matemática potencia os conhecimentos e competências adquiridos, servindo de motivação para continuar a atividade. Da mesma forma, os alunos que estão com um estado de espírito positivo são mais propensos a pensar de forma criativa e aprender um tópico de forma significativa [30].

Os professores também influenciam as emoções dos alunos. A relação entre as estratégias sociais e afetivas dos professores e o desempenho acadêmico dos alunos em uma aula de língua inglesa foi explorada por Saeidi e Jabbarpour [31]. Os investigadores propõem que os professores de línguas utilizem estratégias afetivas, como o humor, a positividade, a justiça, o incentivo e a educação, para ensinar eficazmente e melhorar o desempenho dos alunos.

### 1.3. Avaliação das Emoções

Até agora, tem sido difícil reconhecer as emoções dos alunos [32]. A autoavaliação é uma das formas mais amplamente utilizadas para medir emoções [33–35]. Os indivíduos relatam sua experiência emocional por meio de escalas de avaliação ou questionários que solicitam classificações de intensidade e valência (positivas ou negativas) e descrições das emoções vivenciadas. Alternativamente, em ambientes clínicos ou de pesquisa, os pesquisadores podem usar a observação direta de emoções através de expressões faciais e linguagem não verbal [36].

Tomando outra abordagem, as respostas fisiológicas, como frequência cardíaca, condutância da pele e padrões de ativação cerebral, podem inferir a presença e intensidade das emoções [37,38]. Essas medições podem ser obtidas usando tecnologias como eletrocardiogramas (ECGs), monitores de atividade eletrodérmica ou técnicas de neuroimagem [39].

Somando-se a essas opções, nos últimos anos, os avanços na tecnologia permitiram o desenvolvimento de câmeras baseadas em IA que podem detectar e reconhecer expressões faciais, permitindo a avaliação e monitoramento de emoções básicas em vários ambientes, incluindo a sala de aula [40,41] . Portanto, o uso da tecnologia de reconhecimento de expressões faciais tornou-se uma ferramenta promissora para avaliar e monitorar emoções em tempo real, fornecendo informações valiosas para pesquisadores e profissionais nas áreas de psicologia, educação e saúde [42].

As expressões faciais servem como um canal para a compreensão dos estados emocionais dos indivíduos [43]. Na área educacional, o emprego de metodologias baseadas em IA permite o monitoramento contínuo das emoções dos alunos. Esta abordagem facilita o monitoramento de como diversas metodologias, cenários educacionais, contextos avaliativos, etc., influenciam as emoções. Desta forma, permite intervenções preventivas e direcionadas para orientar ou melhorar as experiências emocionais. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi explorar se a utilização destas tecnologias avançadas pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, apesar da complexidade da tarefa docente, garantindo ao mesmo tempo o bem-estar emocional dos alunos. Para tanto, neste estudo foi utilizado monitoramento contínuo com câmera de laptop e software para explorar as emoções básicas de alunos do ensino médio em sala de aula. Os objetivos específicos foram os seguintes:

- I. Analisar as manifestações de emoções dos alunos em sala de aula.
- II. Compare as emoções no início e no final da aula.
- III. Relacione as diferentes emoções com a disciplina e o ano letivo.

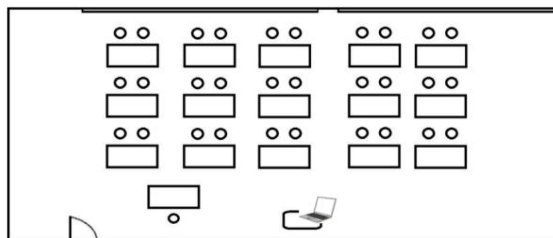
2. Materiais e métodos

Este estudo adotou um desenho observacional exploratório para monitorar as emoções de alunos do ensino médio em seis turmas diferentes durante 4 semanas. A escola secundária está localizada em Cambrils, uma cidade costeira no nordeste da Espanha, que possui três turmas de quatro cursos de ensino secundário e duas turmas de dois cursos de bacharelado. O número médio de alunos por turma é de 32 e o número de alunos que participaram do experimento é mostrado na Tabela 1. As turmas são igualmente mistas por gênero.

Tabela 1. Alunos envolvidos no experimento.

Alunos	Nível	Aula
16	Ensino médio do primeiro ano	2 grupos
24	Escola secundária do quarto ano	1 grupo
24	Bacharelado do primeiro ano	2 grupos
12	Bacharelado do segundo ano	1 grupo

A experiência ocorreu durante o primeiro período do ano letivo. A maioria dos alunos já havia estudado a disciplina de tecnologia em anos anteriores, mas era uma disciplina nova para os alunos da primeira série do ensino médio. O mesmo aconteceu com a disciplina optativa, o Projeto Verde. Seis turmas foram gravadas durante o experimento. As duas primeiras turmas eram formadas por 16 alunos do primeiro ano do ensino médio, com idades entre 12 e 13 anos, matriculados para estudar tecnologia e o projeto Verde. O segundo grupo era composto por 24 alunos do quarto ano do ensino secundário, com idades entre os 15 e os 16 anos, matriculados em robótica. A terceira e quarta turmas eram compostas por 24 alunos do primeiro ano do bacharelado, com idades entre 16 e 17 anos; os do terceiro grupo estudavam tecnologia, enquanto os do quarto grupo estudavam robótica. A última turma foi composta por 12 alunos do segundo ano do bacharelado, com idades entre 17 e 18 anos, matriculados na área de tecnologia. Cada grupo de alunos tinha uma professora designada. A Figura 1 ilustra a disposição dos alunos na sala de aula, e a Figura 2 mostra alguns alunos presentes nas aulas.



**Figura 1. Disposição da sala de aula.**



**Figura 2. Alunos frequentando aula.**

## 2.1. Materials

Utilizamos um Notebook com Intel Core i5, PC Notebook HP ProBook 640 G2, com Intel Core i5 6200U, 4 GB de Memória RAM, 1 TB de HD, Notebook HP ProBook 640 G2, com Intel Core i-5 6200U @ 2,3 GHz, 4 GB de Memória RAM, 1 TB de HD, com webcam. 1-5 6200U a 2,3 GHz, RAM 8 GB com webcam.

O laptop foi colocado em uma posição elevada na frente da turma, para focar no rosto dos alunos, e a câmera voltada para a frente da turma, de forma a focar o rosto dos alunos, e os rostos dos alunos com a webcam voltada para eles.

O conjunto de dados foi anotado de forma semiautomática com o uso de um procedimento semiautomático. O conjunto de dados foi anotado em um procedimento semiautomático, com anotações manuais e automáticas. procedimento semiautomático, com anotações manuais e automáticas.

## 2.2. Procedimento do Experimento

Anteriormente, investigamos o efeito das emoções de dois alunos que frequentavam aulas de investigação científica baseadas em realidade aumentada e duas disciplinas diferentes aulas em duas disciplinas diferentes por várias horas. Para finalizar esse trabalho, neste experimento, aulas em duas disciplinas diferentes com vários alunos para utilizar o software de desenvolvimento, utilizamos uma configuração melhorada e um cenário com mais alunos. O objetivo era aplicar um código utilizando uma configuração melhorada e um cenário com mais alunos. É possível desenvolver e aplicar um código capaz de detectar rostos e ER e, em seguida, transferir os dados para um banco de desenvolvedor e aplicar um código capaz de detectar rostos e ER e, em seguida, transferir os dados para um banco de dados para análise posterior. Com base nisso, exploraremos as ligações iniciais entre emoções, disciplinas, horário do dia e desempenho acadêmico dos alunos [40].

Python foi utilizado como ambiente de programação no qual desenvolvemos o software para aquisição e processamento de imagens (detecção facial, identificação e ER). Seja a própria linguagem Python ou através da utilização de bibliotecas de terceiros, o Python possui muitas instruções em bibliotecas que podem ser simplificadas com as tarefas complexas introduzindo apenas algumas linhas de código. Além disso, para facilitar o programa de programação, usamos um editor de código (IDE) para criar e executar o código. Neste caso, usamos o Visual Studio Code. Além disso, Py-Feat (Python Facial Expression Analysis) também foi usado para analisar as expressões faciais. Além disso, Py-Feat (Análise de Expressão Facial Python). Em cada aula, os alunos foram gravados usando a câmera do laptop para obter dados; De 50 minutos a 1 hora de vídeo foram gravados e salvos em um arquivo .mp4 para cada aula. O vídeo incluiu tantos alunos quantos havia no campo de visão da webcam. Esse vídeo foi usado para analisar as expressões faciais dos alunos durante a aula.



Esta câmara conseguia detectar claramente tanto a parte da frente da sala como a parte de trás, o que nos permitiu obter o efeito completo da utilização de tal ferramenta de imagem numa sala de aula. Em seguida, os vídeos foram carregados e armazenados em um Google Drive. Em seguida, foi aplicado um código para dividir os vídeos em frames consecutivos, um a cada 10 s, que foram salvos como imagens em arquivos .png para posterior análise dos dados.

Foi desenvolvido um código capaz de detectar e identificar rostos e analisar expressões faciais, sendo Py-Feat a ferramenta escolhida para obter as emoções dos alunos para obter o efeito completo da utilização de tal ferramenta de imagem em sala de aula. Em seguida, os vídeos foram carregados e armazenados em um Google Drive. Depois disso, um código foi aplicado para dividir os vídeos consecutivos, um a cada 10 s, que foram salvos como imagens em arquivos .png para posterior visualização de cada rosto detectado, que é um método quantitativo para descrever movimentos faciais. Fazemos análise de extrairmos as AUs de cada parte facial dos vídeos e adicionamos intensidade ao código Um código capaz de detectar e identificar rostos e analisar expressões faciais para obter o valor de cada emoção (valores contínuos de 0 a 1). Este tratamento de dados foi desenvolvido, sendo o Py-Feat a ferramenta escolhida para obtenção das emoções dos alunos assistindo aula. Os resultados foram inseridos em um arquivo .csv contendo todas as emoções. Ressalta-se que para ser incluído era necessário que o aluno fosse. Antes de discernir as emoções, o código dá diferentes unidades de ação (UAs) para cada estava dentro do foco da webcam e estava olhando para frente, ou pelo menos a câmera detectou um rosto, que é um método quantitativo para descrever movimentos faciais. Nós extraímos detectaram o suficiente de seu rosto para extrair dados que pudessem ser analisados. as UAs de cada parte facial dos vídeos, e adicionamos intensidade ao código para obter de cada emoção (valores contínuos de 0 a 1). Este processamento de dados de UAs O sistema [44] para capturar e interpretar movimentos musculares faciais associados a diferentes foi realizado de forma independente para cada face. expressões [45]. Nesta pesquisa, nos concentramos particularmente na detecção de emoções. Ressalta-se que para ser incluído era necessário que o aluno fosse

dentro do foco da webcam e estava olhando para frente, ou pelo menos para a câmera 2.3. O Código de Computador detectou rostos suficientes para extrair dados que pudessem ser analisados. O código utilizado para o experimento foi o Interpretador de computador Windows Com. Na tarefa de detecção de AU, utilizamos a unidade definida pelo Facial Action Coding Prompt de comando (Figura 3) que nos permitiu converter os vídeos gravados do Sistema 50 para 60 min de duração em imagens, mantendo uma imagem a cada 10 s, alcançando assim expressões de 300–360 imagens por aula gravada. Em seguida, essas imagens, com o auxílio de um editor de código para computador desktop, Visual Studio Code (Figura 4), foram processadas no mesmo comando para serem convertidas em AUs. O código utilizado para o experimento foi o Interpretador de computador Windows Com (Figura 3), o que nos permitiu converter os vídeos gravados de 50 para 60 min de duração os dados estavam disponíveis, uma vez que essas imagens não eram mais úteis. em imagens, mantendo uma imagem a cada 10 s, alcançando assim uma média de 300–360 imagens por aula gravada. O código protegia a privacidade dos alunos, impossibilitando o rastreamento de um determinado aluno.

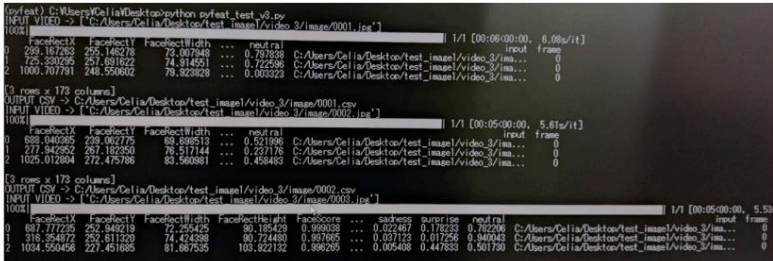


Figura 3. Exemplo de código no prompt de comando.

Em seguida, essas imagens, com a ajuda de um editor de código para computador desktop, Visual Studio Code (Figura 4), foram processadas no mesmo comando para serem convertidas em AUs e emoções. As imagens salvas para o pronto-socorro através do código foram excluídas assim que todos os dados estavam disponíveis porque essas imagens não eram mais úteis.

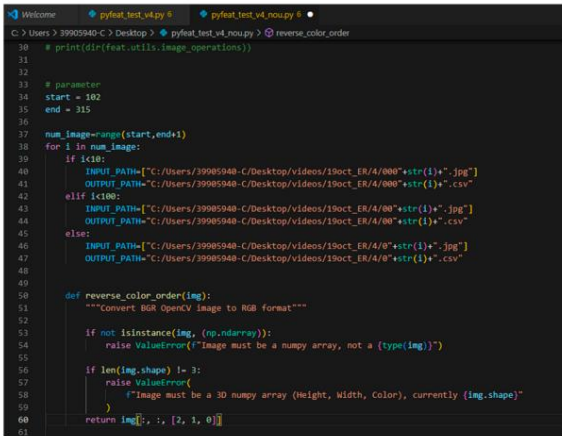


Figura 4. Exemplo de código no Visual Studio Code.

Conforme mostrado na Tabela 2, foi obtido um arquivo .csv com todas as emoções obtidas no alunos detectados nas imagens.

Tabela 2. Exemplo de algumas das emoções detectadas numa turma.

O código protegia a privacidade dos alunos, impossibilitando o rastreamento de uma determinada estudante popular.

Conforme mostrado na Tabela 2, foi obtido um arquivo .csv com todas as emoções obtidas no alunos detectados nas imagens.

Tabela 2. Exemplo de algumas das emoções detectadas numa turma.

Raiva	Nojo	Temer	Felicidade	Tristeza	Surpresa	Neutro
0,03177	0,0024	0,13808	0,12203	0,18558	0,082204	0,43848
0,00233	0,0002	0,21880	0,39556	0,06304	0,028336	0,29173
0,00045	0,0005	0,09731	0,02184	0,23804	0,191383	0,45042
0,00494	0,0026	0,23040	0,15494	0,24908	0,132083	0,22589

A aprovação ética foi dada pelo Comitê de Ética da Universidade Rovira i Virgili antes da coleta de dados porque este experimento envolveu contato com humanos e muito mais precisamente, com menores (menores de 18 anos). Eles revisaram e aprovaram este experimento com o número de referência: CEIPSA-2021-TD-0019. Consentimento informado por escrito foi obtido de todos os alunos e seus pais. Além disso, no início do ano lectivo, o os pais de todos os alunos da escola assinaram um termo de consentimento a favor ou contra seus crianças sendo fotografadas ou gravadas. Alunos sem consentimento dos pais ficaram de fora do alcance da câmera.

3. Resultados

Optamos por aplicar técnicas de análise de dados não paramétricas porque são úteis quando não se pode presumir que os dados sigam uma distribuição paramétrica específica, como o distribuição normal.

3.1. Emoções dos alunos que se manifestaram na sala de aula

O mapa de calor da Figura 5 mostra as correlações observadas entre as variáveis de interesse. Coeficientes de correlação de Pearson foram utilizados para avaliar os pontos fortes e direções das relações lineares entre as variáveis. Descobrimos que todas as emoções correlacionadas entre si, positiva ou negativamente.

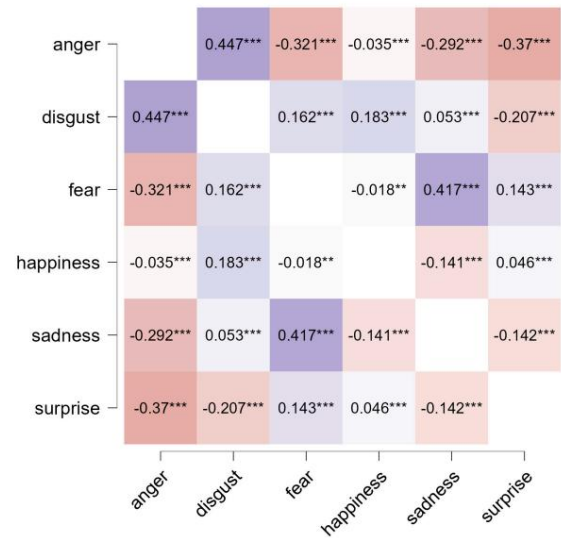


Figura 5. Mapa de calor rho de Spearman. Nota: Os tons rosa representam correlações negativas entre variáveis V, e os tons azuis representam correlações positivas. A intensidade da cor mostra a força da correlação: os tons mais claros representam as correlações mais fracas e os mais escuros representam as correlações mais fortes. Os asteriscos representam diferentes níveis de significância associados aos valores de p. Dois asteriscos (\*\*)  $p < 0,01$  e três asteriscos (\*\*\*)  $p < 0,001$ .

Destacamos as correlações positivas, que foram significativas entre os emoticons nojo e raiva (0,447,  $p < 0,001$ ) e entre tristeza e medo (0,417,  $p < 0,001$ ). correlações negativas significativas, por sua vez, foram entre raiva e medo

Destacamos as correlações positivas, que foram significativas entre as emoções nojo e raiva (0,447,  $p < 0,001$ ) e entre tristeza e medo (0,417,  $p < 0,001$ ). As correlações negativas significativas, por sua vez, foram entre raiva e medo (-0,321,  $p < 0,001$ ) e entre raiva e tristeza (-0,291,  $p < 0,001$ ).

3.2. Comparação de emoções no início e no final da aula

Ao comparar as emoções durante os primeiros cinco minutos de aula e os últimos cinco minutos (Tabela 3), usando um teste não paramétrico U de Mann-Whitney, encontramos diferenças (Tabela 4).

Tabela 3. Estatísticas das emoções no início e no final da aula.

Estatísticas descritivas						
	Raiva	Nojo	Temer	Felicidade	Tristeza	Surpresa
Modo	0,004 <sup>a</sup>	$9,359 \times 10^{-4}$	um 0,036	um 0,023	0,046 <sup>a</sup>	0,039
Mediana	0,011	0,002	0,120	0,056	0,122	0,160
Significar	0,081	0,012	0,146	0,112	0,163	0,223
Padrão D.	0,172	0,047	0,122	0,151	0,140	0,211
Min.	$2,410 \times 10^{-5}$	$1,920 \times 10^{-5}$	$1,800 \times 10^{-4}$	$1,680 \times 10^{-4}$	$2,674 \times 10^{-4}$	$6,730 \times 10^{-5}$
Máx.	0,995	0,876	0,868	0,942	0,933	0,950
25º percentil 50º	0,003	$9,746 \times 10^{-4}$	0,054	0,025	0,053	0,051
percentil 75º	0,011	0,002	0,120	0,056	0,122	0,160
percentil	0,058	0,006	0,203	0,126	0,237	0,332

<sup>a</sup> Existe mais de um modo. Para dados nominais e ordinais, o primeiro modo é reportado. Para dados contínuos, o modo com a densidade estimada mais alta é relatado, mas podem existir vários modos. Recomendamos visualizar os dados para verificar a multimodalidade.

Tabela 4. Resultados do teste U de Mann-Whitney.

Teste t de amostras independentes		
	C	p
Raiva	$1,607 \times 10^6$	0,002
Nojo	$1,599 \times 10^6$	0,004
Temer	$1,634 \times 10^6$	<0,001
Felicidade	$1,658 \times 10^6$	<0,001
Tristeza	$1,425 \times 10^6$	0,003
Surpresa	$1,488 \times 10^6$	0,413
Neutro	$1,448 \times 10^6$	0,028

Observação. Teste U de Mann-Whitney.

Especificamente, o medo esteve presente com maior intensidade no início da aula ( $1,634 \times 10^6$ ,  $p > 0,001$ ) (Figura 6). A felicidade seguiu a mesma tendência, com maior intensidade no início do que no final da aula ( $1,658 \times 10^6$ ,  $p < 0,001$ ) e, em menor grau, o mesmo aconteceu com a raiva ( $1,607 \times 10^6$ ,  $p = 0,002$ ).

Pelo contrário, a tristeza foi um pouco menos intensa no início e aumentou no o final da aula ( $1,425 \times 10^6$ ,  $p = 0,003$ ). Finalmente, houve algumas emoções, incluindo uma emoção neutra, para a qual não foram observadas diferenças significativas; ou no caso de nojo, a diferença observada não teve significado prático quando analisamos o informação descritiva da variável.





- entre os do primeiro e segundo anos do bacharelado, com maior tristeza entre os do segundo ano.
- Surpresa: Foram observadas diferenças significativas entre o primeiro ano do ensino secundário escolar (1) e o primeiro ano do bacharelado, com maior surpresa entre alunos deste último. Da mesma forma, existiram diferenças entre o primeiro e o segundo ano do bacharelado, com maior surpresa entre os alunos do primeiro ano.

Tabela 6. Resultados de Kruskal-Wallis para emoções por sujeitos.

Emoção	Fator	Estatística	df	p
Raiva	Assunto	1915.681	2	<0,001
Nojo	Assunto	592.134	2	<0,001
Temer	Assunto	648.536	2	<0,001
Felicidade	Assunto	449.289	2	<0,001
Tristeza	Assunto	1813.724	2	<0,001
Surpresa	Assunto	18.857	2	<0,001

Depois de detectar diferenças significativas entre os grupos usando a análise de Kruskal-Wallis, comparações post hoc foram realizadas usando o teste de Dunn com ajuste de Bonferroni para avaliar diferenças específicas entre pares de grupos. Os resultados destacaram o seguinte:

- Nojo: Diferenças entre todos os pares de sujeitos ( $p < 0,001$ ). O maior desgosto estava em Tech, seguida por Glob e, por fim, Green.
- Medo: Diferenças entre os pares de sujeitos Glob e Green ( $p < 0,001$ ) e Green e Tecnologia ( $p < 0,001$ ). O maior medo foi encontrado em Green.
- Felicidade: Diferenças entre todos os pares de sujeitos ( $p < 0,001$ ). A maior felicidade pontuação apareceu em Tech.
- Tristeza: Diferenças entre todos os pares de sujeitos ( $p < 0,001$ ). A maior pontuação de tristeza estava em Verde.
- Surpresa: Diferenças entre todos os pares de sujeitos ( $p < 0,001$ ). A maior pontuação surpresa estava em tecnologia.

4. Discussão

Nesta pesquisa, observou-se que os alunos vivenciam muitas emoções ao longo de uma aula [46]. As emoções influenciam significativamente nossas funções cognitivas [47], ligadas a habilidades cognitivas, como atenção, memória de trabalho, planejamento, tomada de decisão, crítica pensamento, resolução de problemas e raciocínio [48]. No entanto, não encontramos um padrão claro para associar emoções a um assunto, gerando resultados que inicialmente podem parecer contraditórios. Por exemplo, um aluno pode ficar frustrado pela falta de compreensão de um assunto e o estresse pode melhorar ou prejudicar o aprendizado e a memória, dependendo de sua intensidade e duração. Este estudo não considerou fatores não acadêmicos que poderiam afetar o emocional experiência em sala de aula. Esses fatores incluem condições físicas ou mentais, eventos antes da aula, influência de colegas próximos e expectativas de conhecer alguém.

Em termos de desempenho de aprendizagem, emoções agradáveis, como o prazer de aprender, foram correlacionados com melhor desempenho em testes de nivelamento [49]. Além disso, pesquisas mostrou que a satisfação emocional-psicológica é uma variável determinante na performance acadêmica. Quanto à presença de emoções nas diferentes disciplinas escolares, em tecnologia, observamos emoções maiores, bem como emoções positivas que promoveriam aprendizagem como surpresa e felicidade. Embora estes resultados não sejam conclusivos, é importante notar que as emoções afetam a aprendizagem em ciências, dependendo do assunto. Em termos de emoções negativas, descobriu-se que nas disciplinas de física e química, semelhante à tecnologia, os alunos mostram pouco interesse, provavelmente porque os consideram assuntos difíceis, chatos ou inúteis [50]. No ensino secundário, as emoções eram mais positivo em relação às ciências naturais e mais negativo em relação à física e à química [51]. Da mesma forma, Dávila [52] salientou que os alunos do ensino secundário obrigatório muitas vezes

experimente emoções negativas, como tédio, nervosismo e preocupação ao aprender física e química. No entanto, é importante considerar que abraçar o pessimismo ou a seriedade pode ser benéfico para tarefas analíticas e quantitativas [27]. No projeto Verde, que exigia uma abordagem de aprendizagem mais prática e holística do que a tecnologia, havia maior medo e tristeza, o que teoricamente não incentivaria a aprendizagem.

Contudo, para interpretar plenamente este resultado, precisamos de considerar o contexto, os factores externos e as variáveis pessoais, e não apenas o sujeito. No entanto, parece que a capacidade de detectar e compreender emoções no contexto da sala de aula oferece o potencial para melhorar as práticas pedagógicas, especialmente em disciplinas como o projecto Verde, o que pode significar que a educação sobre a sustentabilidade pode tornar-se mais eficaz.

Em relação ao momento em que surgiu uma emoção durante a aula, encontramos mais medo no início da aula do que no final. Propomos que isso se deveu à adaptação dos alunos ao ambiente escolar e à falta de conhecimento inicial sobre o que esperar da turma e do professor. Da mesma forma, encontramos maior felicidade no início das aulas em comparação ao final, o que pode ser devido à excitação de juntar-se aos colegas e à expectativa positiva de aprender coisas novas, que pode diminuir à medida que as exigências das tarefas académicas avançam.

Em termos da relação entre emoções e anos letivos, não foi evidente nenhum padrão definido, existindo emoções agradáveis e desagradáveis simultaneamente em diferentes anos letivos. No primeiro ano do ensino secundário observámos um aumento da raiva e da tristeza, mas também mais alegria; no bacharelado observamos maior repulsa e surpresa. Com base nestas conclusões, propomos que as emoções podem estar mais ligadas à disciplina do que ao ano letivo.

No entanto, o ambiente escolar e de sala de aula são fatores importantes que influenciam as emoções de realização [53]; além disso, pode-se presumir que os colegas desempenham um papel importante na influência das emoções de desempenho dos alunos. Da mesma forma, pode-se esperar que a avaliação das disciplinas pelos alunos seja influenciada pelos pais que valorizam muito uma disciplina ou gostam de uma determinada disciplina, e por professores que ensinam uma disciplina com entusiasmo. A este respeito, os nossos resultados mostram diferenças individuais nas experiências emocionais no ensino e nas disciplinas, mas estes resultados são específicos da amostra; portanto, mais pesquisas são necessárias.

Este estudo está vinculado às metas 3 e 4 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) devido ao seu carácter interdisciplinar. Saúde e Bem-Estar O Objectivo 3 consiste em garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. Neste sentido, as nossas ferramentas desenvolvidas têm potencial para serem utilizadas na prevenção de problemas de saúde mental, pois permitem a identificação precoce de emoções negativas e positivas. Nossa pesquisa também contribui para promover um ambiente escolar saudável ao considerar as emoções dos alunos. Entretanto, o Objectivo 4, Educação de Qualidade, centra-se em alcançar uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos os indivíduos e em incentivar oportunidades de aprendizagem ao longo da vida. Neste sentido, a compreensão das emoções pode facilitar o apoio à participação de todos os alunos, o que é essencial para garantir que todos tenham oportunidades iguais de participar e contribuir para a aprendizagem.

As implicações deste estudo são diversas, que podem afetar toda a comunidade educacional: alunos, professores, gestores, famílias e profissionais de saúde mental. Para começar, nossas descobertas ampliam a compreensão mais recente de como as emoções afetam a experiência de aprendizagem de cada aluno em diferentes disciplinas. Assim, podem ajudar os educadores a adaptar os seus métodos de ensino para responder às necessidades emocionais dos alunos. Os resultados também identificam fatores em cada disciplina ou momento da aula que se relacionam com determinadas emoções, o que pode facilitar a implementação de estratégias para mitigar emoções consideradas desagradáveis e incentivar emoções agradáveis. Uma implicação adicional deste estudo é que pode afectar a forma como o clima emocional da sala de aula é avaliado, potencialmente em termos de desenvolvimento de futuras ferramentas de monitorização. Alternativamente, as conclusões aqui apresentadas demonstram que as ferramentas que utilizamos poderiam ser aplicadas com precisão em outras escolas secundárias, uma vez que o sistema é baseado num código simples e testado com sucesso. Gostaríamos, no entanto, de salientar que a avaliação das suas vantagens em termos de considerações éticas cabe aos especialistas apropriados, apesar das nossas evidências de preservação da privacidade.

As limitações deste estudo incluem como a precisão do monitoramento emocional via câmera pode ser influenciada pelas condições ambientais, qualidade da câmera e movimento do aluno. Além disso, as emoções são fenômenos complexos que podem ser produzidos não só pelo contexto da sala de aula, mas também pelo conteúdo da disciplina ou por factores anteriores, externos ou pessoais. Relacionado a isso, as respostas emocionais a uma situação acadêmica diferem para cada indivíduo. No entanto, aqui tentamos encontrar tendências gerais. Uma limitação final a ser observada é que o algoritmo categoriza as emoções, mas não as atribui a um indivíduo específico. Embora este aspecto proteja integralmente a privacidade dos alunos, não permite monitorizar as emoções ao longo das sessões ou relacioná-las com outras variáveis, como o desempenho acadêmico.

## 5. Conclusões

O objetivo deste estudo foi alcançado à medida que fornecemos evidências de que a tecnologia pode servir como uma ferramenta valiosa para apoiar o processo de ensino-aprendizagem, priorizando o bem-estar emocional dos alunos. Além disso, os objetivos concretos deste estudo - (1) analisar as manifestações de emoções dos alunos na sala de aula, (2) comparar as emoções no início e no final da aula, e (3) relacionar as diferentes emoções com a disciplina e o ano letivo – também foram cumpridos, pelo menos parcialmente. No entanto, não obtivemos resultados conclusivos para o segundo e terceiro objetivos porque alguns resultados parecem inconclusivos ou contraditórios. Talvez seja porque evidenciamos a complexidade dos fenômenos emocionais e/ou talvez seja porque são necessários mais dados para analisar e encontrar padrões que relacionem mais claramente as emoções com o momento da aula, ano letivo e disciplina.

Do ponto de vista tecnológico, este estudo traz uma contribuição útil na medida em que desenvolvemos e aplicamos um sistema de código inovador para detectar as emoções dos alunos durante as aulas. O sistema utiliza um modelo baseado em visão, com uma webcam que grava a aula e depois um código desenvolvido que detecta e analisa as expressões faciais dos alunos, categorizando-as em uma das seis emoções básicas ou uma emoção neutra. O software de reconhecimento de expressões emocionais desenvolvido é suficientemente preciso para identificar as emoções dos alunos, embora só seja possível obter imagens adequadas dos participantes em grande plano e quando estão a olhar total ou parcialmente para a câmara.

A investigação futura deverá centrar-se em formas específicas de melhorar a integração e a eficácia da monitorização das emoções na sala de aula, tendo em conta a ética. Seria útil desenvolver uma ferramenta interativa para professores, investigando, por exemplo, como projetar interfaces e ferramentas que permitam aos professores interpretar e usar informações emocionais de forma eficaz na sala de aula, com o objetivo de melhorar o bem-estar e o desempenho dos alunos, ou desenvolver sistemas que forneçam sugestões específicas (mudança de metodologia, atendimento personalizado) sobre como atender às necessidades emocionais identificadas.

A monitorização das emoções deverá continuar a crescer como parte de uma abordagem holística à educação que considera o desenvolvimento acadêmico, mas também o bem-estar dos alunos e a sua disponibilidade para contribuir para uma sociedade mais sustentável, ao mesmo tempo que capacita os próprios alunos.

**Contribuições dos Autores:** Conceituação, RP; metodologia, GF; software, CL; validação, CL e GF; análise formal, GF; investigação, CL e GF; recursos, CL; curadoria de dados, GF; redação – preparação do rascunho original, CL e GF; redação – revisão e edição, RP; visualização, CL e GF; supervisão, PR; administração do projeto, RP. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

**Financiamento:** Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

**Declaração do Conselho de Revisão Institucional:** Este estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e aprovado pelo Comitê de Ética da Universitat Rovira i Virgili (CEIPSA-2021-TD- 0019). Data de aprovação: 2022/02/08.

**Declaração de consentimento informado:** O consentimento informado foi obtido de todos os sujeitos envolvidos neste estudo.

**Declaração de disponibilidade de dados:** Os dados não estão disponíveis devido a restrições éticas ou de privacidade.

**Agradecimentos:** Gostaríamos de agradecer ao NAIST (Instituto Nara de Ciência e Tecnologia), especificamente Hiroki Tanaka, Kana Myamoto, Kazuhiro Shidara, Takeshi Saga e Satoshi Nakamura.

**Conflitos de interesse:** Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Darwin, CR A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais, 1ª ed.; John Murray: Londres, Reino Unido, 1872.
2. James, W. Os Princípios da Psicologia; Henry Holt and Co.: Nova York, NY, EUA, 1890; Volume II.
3. Lange, C. As Emoções; William e Wilkins: Baltimore, MD, EUA, 1885.
4. Freud, S. Um Projeto para uma Psicologia Científica, Edição Padrão; Hogarth: Londres, Reino Unido, 1895; Volume 1, pp.
5. Lazarus, RS Reflexões sobre as relações entre emoção e cognição. *Sou. Psicol.* **1982**, *37*, 1019–1924. [\[RefCruz\]](#)
6. Fuchs, T. Depressão, intercorporeidade e interafetividade. *J. Consciente. Viga.* **2013**, *20*, 219–238.
7. Ekman, P.; Friesen, WV Medição do movimento facial. *Meio Ambiente. Psicol. Não-verbal. Comporte-se.* **1976**, *1*, 56–75. [\[RefCruz\]](#)
8. Taype-Huarca, LA; Zavalaga-del Carpio, AL; Fernández-González, SV Utilidade do Construto Perezhivanie na Afetividade e Aprendizagem: Uma Revisão Sistemática. Em *Afetividade e Aprendizagem: Preenchendo a Lacuna entre Neurociências, Psicologia Cultural e Cognitiva*; Springer: Berlim/Heidelberg, Alemanha, 2023.
9. Goleman, D. Inteligência Emocional; Bantam Books, Inc.: Nova York, NY, EUA, 1995.
10. Damasio, A. Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano; Avon Books: Nova York, NY, EUA, 1994.
11. UNESCO. Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Hojas de ruta; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e la Cultura, França: Paris, França, 2020.
12. Bower, GH; Forgas, JP Humor e memória social. No *Manual de Afeto e Cognição Social*; Forgas, JP, Ed.; Editores Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, EUA, 2001; pp. 95–120.
13. Cristóvão, AM; Valente, S.; Rebelo, H.; Ruivo, AF Educação emocional para o desenvolvimento sustentável: Uma análise curricular da formação de professores em Portugal e Espanha. *Frente. Educ.* **2023**, *8*, 1165319. [\[Ref Cruzada\]](#)
14. Minsky, M. A Máquina de Emoções: Pensamento de Senso Comum, Inteligência Artificial e o Futuro da Mente Humana; Simon & Schuster: Nova York, NY, EUA, 2007.
15. Pekrun, R. A Teoria do Valor de Controle das Emoções de Realização: Suposições, Corolários e Implicações para a Educação Pesquisa e Prática. *Educ. Psicol.* **2006**, *18*, 315–341. [\[RefCruz\]](#)
16. Linnenbrink-Garcia, L.; Patall, EA; Pekrun, R. Motivação Adaptativa e Emoção na Educação: Pesquisa e Princípios para Design Instrucional. *Comportamento de insights de política. Ciência do Cérebro.* **2016**, *3*, 228–236. [\[RefCruz\]](#)
17. Stoeber, J.; Pekrun, R. Avanços na pesquisa de ansiedade em testes. *Ansiedade, estresse, enfrentamento* **2004**, *17*, 205–211. [\[RefCruz\]](#)
18. Davidson, RJ; Jackson, DC; Kalin, NH Emoção, plasticidade, contexto e regulação: Perspectivas da neurociência afetiva. *Psicol. Touro.* **2000**, *126*, 890–909. [\[RefCruz\]](#)
19. Rothbart, MK; Bates, JE Temperamento. No *Manual de Psicologia Infantil*, 6ª ed.; Eisenberg, N., Damon, W., Lerner, RM, Eds.; Desenvolvimento Social, Emocional e da Personalidade; Wiley: Nova York, NY, EUA, 2006; pp. 99–166. [\[RefCruz\]](#)
20. Fredrickson, BL Para que servem as emoções positivas? *Rev. Gen. Psychol.* **1998**, *2*, 300–319. [\[RefCruz\]](#)
21. Fredrickson, BL O papel das emoções positivas na psicologia positiva. A teoria de ampliar e construir emoções positivas. *Sou. Psicol.* **2001**, *56*, 218–226. [\[RefCruz\]](#)
22. Blair, C. Prontidão escolar: Integrando cognição e emoção em uma conceitualização neurobiológica do funcionamento das crianças em entrada na escola. *Sou. Psicol.* **2002**, *57*, 111–127. [\[RefCruz\]](#) [\[Pub Med\]](#)
23. Escultor, CS; Scheier, MF Origens e funções dos afetos positivos e negativos: uma visão do processo de controle. *Psicol. Rev.* **1990**, *97*, 19–35. [\[RefCruz\]](#)
24. Goetz, T.; Pekrun, R.; Salão, N.; Haag, L. Emoções acadêmicas de uma perspectiva sócio-cognitiva: Antecedentes e especificidade de domínio do afeto dos alunos no contexto do ensino de latim. *Ir. J.Educ. Psicol.* **2006**, *76*, 289–308. [\[RefCruz\]](#) [\[Pub Med\]](#)
25. Ahmed, W.; van der Werf, G.; Minnaert, A. Emoções, aprendizagem autorregulada e desempenho em matemática: um crescimento Análise de curva. *J.Educ. Psicol.* **2013**, *105*, 150–161. [\[RefCruz\]](#)
26. Efklides, A. Interações de metacognição com motivação e afeto na aprendizagem autorregulada: O modelo MASRL. *Educ. Psicol.* **2011**, *46*, 6–25. [\[RefCruz\]](#)
27. Clore, GL; Schiller, AJ; Shaked, A. Afeto e cognição: Três princípios. *Curr. Opinião. Comporte-se. Ciência.* **2018**, *19*, 78–82. [\[RefCruz\]](#) [\[Pub Med\]](#)
28. Zhou, T.; Lu, Y.; Wang, B. Integrando TTF e UTAUT para explicar a adoção de usuários de serviços bancários móveis. *Computação. Zumbir. Comporte-se.* **2010**, *26*, 760–767. [\[RefCruz\]](#)
29. Teimouri, Y. L2 eus, emoções e comportamentos motivados. *Viga. Segundo. Lang. Acervo.* **2017**, *39*, 681–709. [\[RefCruz\]](#)
30. Ormrod, J.; Anderman, E.; Anderman, L. Psicologia Educacional: Desenvolvendo Alunos, 10ª ed.; Pearson Education: Londres, Reino Unido, 2019.
31. Saeidi, M.; Jabbarpour, N. Uso de estratégia socioafetiva por professores de EFL em relação ao desempenho acadêmico dos alunos. *Internacional J. Acad. Res.* **2011**, *3*, 476–750.
32. Fried, L. Ensinando Professores sobre Regulação Emocional na Sala de Aula. *Austrália. J. Ensine. Educ.* **2011**, *36*, 117–127. [\[RefCruz\]](#)
33. Bradley, M.; Lang, P. Medindo a emoção: O manequim de autoavaliação e o diferencial semântico. *J. Comportamento. Lá. Exp. Psiquiatria* **1994**, *25*, 49–59. [\[RefCruz\]](#) [\[Pub Med\]](#)



34. Harmon-Jones, C.; Bastian, B.; Harmon-Jones, E. O Questionário de Emoções Discretas: Uma Nova Ferramenta para Medir o Estado Emoções auto-relatadas. *PLoS ONE* **2016**, *11*, e0159915. [[RefCruz](#)] [[Pub Med](#)]
35. Wang, J.; Liu, Y.; Wang, Y.; Mao, J.; Yue, T.; Você, F. SAET: A ferramenta de medição não verbal na experiência emocional do usuário. *Apl. Ciência*. **2021**, *11*, 7532. [[CrossRef](#)]
36. Kim, C.-M.; Hong, E.J.; Chung, K.; Park, R.C. Driver Análise de expressão facial usando extração de recursos baseada em LFA-CRNN para decisões de risco à saúde. *Apl. Ciência*. **2020**, *10*, 2956. [[CrossRef](#)]
37. Landowska, A. Monitoramento de Emoções - Verificação de Procedimentos de Medição de Características Fisiológicas. *Metrol. Medidas. Sist.* **2014**, *21*, 719–732. [[RefCruz](#)]
38. Brouwer, A.M.; Zander, T.O.; Van Erp, J.B.; Korteling, J.E.; Bronkhorst, A.W. Usando sinais neurofisiológicos que refletem o estado cognitivo ou afetivo: Seis recomendações para evitar armadilhas comuns. *Front. Neurosci.* **2015**, *30*, 136. [[CrossRef](#)] [[Pub Med](#)]
39. Chen, J.; Li, H.; Mãe, L.; Soong, F. DEEMD-SPP: Uma nova estrutura para reconhecimento de emoções baseada em sinais de EEG. *Front. Psiquiatria* **2022**, *13*, 885120. [[CrossRef](#)]
40. Llurba, C.; Fretes, G.; Palau, R. Estudo piloto de tecnologia de reconhecimento emocional em tempo real para alunos do ensino médio. *Interagir. Des. Arquiteto.* **2022**, *52*, 61–80. [[RefCruz](#)]
41. Zhu, Y.; Li, Y.; Yang, Y.; Zhai, X. A tecnologia inteligente impulsiona a reforma do ensino superior: Pontos-chave e reflexões sobre o relatório Horizon 2023: Edição de ensino e aprendizagem. *Abra Educ. Res.* **2023**, *29*, 19–30.
42. Roßler, J.; Sol, J.; Gloor, P. Reduzindo a fadiga da videoconferência por meio do reconhecimento de emoções faciais. *Internet futura* **2021**, *13*, 126. [[RefCruz](#)]
43. Krumhuber, E.; Skora, L.; Colina, H.; Lander, K. O papel dos movimentos faciais no reconhecimento de emoções. *Nat. Rev. Psicol.* **2023**, *2*, 283–296. [[RefCruz](#)]
44. Ekman, P.; Friesen, W.V. Sistema de codificação de ação facial (FACS) [registro de banco de dados]. *Testes Psicológicos APA*. **1978**. [[CruzRef](#)]
45. Vu, T.; Huynh, V.T.; Kim, S. Vision Transformer para detecção de unidades de ação. *arXiv* **2023**, arXiv:2303.09917. [[RefCruz](#)]
46. Pekrun, R.; Stephens, E.J. Emoções acadêmicas. No *Manual de Psicologia Educacional da APA. Diferenças Individuais e Fatores Culturais e Contextuais*; Harris, K.R., Graham, S., Urdan, T., Graham, S., Royer, J.M., Zeidner, M., Eds.; Associação Americana de Psicologia : Washington, DC, EUA, 2012; Volume 2, pp. [[RefCruz](#)]
47. Tyng, C.M.; Amin, H.U.; Saad, M.N.M.; Malik, A.S. As influências da emoção na aprendizagem e na memória. *Front. Psicol.* **2017**, *8*, 1454. [[RefCruz](#)]
48. Cristofori, I.; Cohen-Zimmerman, S.; Grafman, J. Funções Executivas. Nos lobos frontais. *Manual de Neurologia Clínica*; D'Esposito, M., Grafman, J., Eds.; Elsevier: Amsterdã, Holanda, 2019; Volume 163, pp. [[RefCruz](#)]
49. De la Fonte, J.; Sander, P.; Cardelle-Elawar, M.; Pignata, S. Efeitos do nível de ensino regulatório na emoção de realização no processo de aprendizagem: Ansiedade e emoções de realização no ensino superior. No *Ensino e Aprendizagem*; Vargas, M., Ed.; Nova Science Publishers, Inc.: Nova York, NY, EUA, 2016; páginas 131–151.
50. Solbes, J. Revisitando a sala dos professores: Reflexões sobre a experiência emocional e a identificação do professor. *Ensinar. Educ.* **2011**, *26*, 616–621. [[RefCruz](#)]
51. Brígido, M.; Couso, D.; Gutierrez, C.; Mellado, V. As emoções sobre o ensino e a aprendizagem de ciências: um estudo de futuros professores primários em três universidades espanholas. *J. Balt. Ciência. Educ.* **2013**, *12*, 299–311. [[RefCruz](#)]
52. Dávila, M.A. As emoções e suas causas na aprendizagem de Física e Química, no ex-aluno de Educação Secundária. *Rev. Eureka Sobre Enseñanza Y Divulg. De Las Cienc.* **2017**, *14*, 570–586. [[RefCruz](#)]
53. Gläser-Zikuda, M.; Stuchlíková, I.; Janík, T. Artigos teóricos e de pesquisa. Aspectos emocionais da aprendizagem e do ensino: Revendo o Campo – Discutindo as Questões. *Sch.* **2013**, *7*, 7–22. [[RefCruz](#)]

**Isenção de responsabilidade/Nota do editor:** As declarações, opiniões e dados contidos em todas as publicações são exclusivamente de responsabilidade do (s) autor(es) e colaborador(es) individual(is) e não do MDPI e/ou do(s) editor(es). O MDPI e/ou o(s) editor(es) isentam-se de responsabilidade por qualquer dano a pessoas ou propriedades resultante de quaisquer ideias, métodos, instruções ou produtos mencionados no conteúdo.