



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

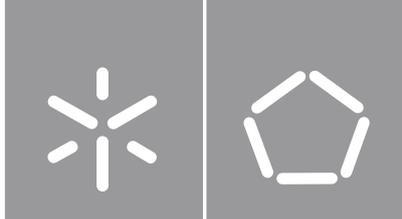
Christophe Fernandes Magalhães

APLICAÇÃO WEB PARA APRENDIZAGEM DE EMOÇÕES

Christophe Fernandes Magalhães **APLICAÇÃO WEB PARA APRENDIZAGEM DE EMOÇÕES**

UMinho | 2023

março de 2023



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Christophe Fernandes Magalhães

APLICAÇÃO WEB PARA APRENDIZAGEM DE EMOÇÕES

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica Industrial
e Computadores

Trabalho efetuado sob a orientação de
João Miguel Clemente de Sena Esteves
Ana Paula da Silva Pereira

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos. Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Agradecimentos

Ao terminar esta longa etapa da minha vida, não posso deixar de agradecer e de deixar o meu obrigado a todos os que me apoiaram ao longo do desenvolvimento e escrita do presente trabalho. Eu estou realmente grato pela orientação, pelas críticas construtivas e conselhos que me foram dados durante o decorrer da dissertação.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Doutor João Sena Esteves, pelo seu apoio incondicional, orientação e disponibilidade. Sempre me guiou na direção certa, e os seus *feedbacks* elevaram sempre o nível do trabalho por mim desenvolvido.

Tenho de agradecer também à coorientadora, Doutora Ana Paula Pereira, pela sua visão e entusiasmo, e por compartilhar todo o seu conhecimento sobre Perturbações do Espectro do Autismo (PEA). Foi essencial para o desenvolvimento de toda a aplicação, e os jogos foram desenvolvidos sempre tendo em conta as necessidades especiais dos jogadores; por isso, o meu muito obrigado. Foi incansável no acompanhamento de toda a dissertação e prestável em todos os momentos.

Queria agradecer também à Doutora Filomena Soares por ajudar a escolher, numa primeira fase, o tema da dissertação e por me dar sempre liberdade de explorar novas funcionalidades.

O meu obrigado ao mestre Vinicius Silva, por me orientar da melhor forma e por me dar as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de toda a aplicação.

Aos profissionais, aos pais e às crianças que participaram dos estudos apresentados nesta dissertação deixo igualmente uma palavra de gratidão.

Por último, mas mais importante, quero deixar o meu sincero obrigado aos meus pais, que nunca desistiram de mim, pelo seu contínuo apoio ao longo dos meus anos de estudo e também durante o processo de pesquisa e escrita da dissertação. Esta conquista sem dúvida é para eles.

Este trabalho foi parcialmente financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do Projeto UIDB/00319/2020 (Financiamento Plurianual das Unidades de I&D).

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

APLICAÇÃO WEB PARA APRENDIZAGEM DE EMOÇÕES

Resumo

No dia a dia, a forma como o ser humano comunica é cada vez mais importante, e as suas expressões faciais têm um papel fulcral para indicar o interesse em determinadas conversas. Muitas vezes, só um olhar ou um franzir de sobrelha é o suficiente para transmitir a mensagem pretendida. Contudo, nem todas as pessoas têm facilidade em comunicar através de gestos e emoções. Um caso particular são os indivíduos com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA), que se caracterizam por alterações significativas na comunicação social e na interação social, transversais a múltiplos contextos, e por padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades.

A PEA é caracterizada como sendo um distúrbio neurológico associado ao comprometimento da comunicação e interação social, à comunicação verbal e não-verbal e ao comportamento restritivo e repetitivo. Este trabalho tem uma maior ênfase em crianças com PEA, que tendem a ter uma maior dificuldade em interpretar e até expressar emoções básicas como a alegria ou a tristeza. Estas dificuldades podem ser mitigadas através de ferramentas que ajudam estas crianças a compreender e a demonstrar essas emoções.

O objetivo deste trabalho é promover a aprendizagem de emoções de crianças com PEA, de forma lúdica, didática e simples, mediante a utilização da aplicação *web* desenvolvida. Foram desenvolvidos vários jogos, com diferentes objetivos, para otimizar a aquisição destas competências. A aplicação compila estes jogos num só lugar e torna-os acessíveis a vários contextos.

No primeiro jogo, a criança terá de construir uma expressão facial com a utilização de diversas partes que compõem um rosto humano (olhos, boca, sobrelhas), de acordo com a emoção que é solicitada. No segundo jogo, o objetivo é que a criança consiga replicar a emoção solicitada. Para isso, é utilizada uma câmara para captar a cara do utilizador e, através de algoritmos de deteção de rosto e deteção de emoções, o sistema valida se a expressão que foi solicitada está correta. A criação de uma base de dados com os tempos de reação, tentativas falhadas e execução dos participantes é uma mais-valia para quem estuda os comportamentos das crianças com PEA, pois permite fazer uma análise mais completa e profunda dos resultados dessas crianças, facilitando um maior sucesso na aprendizagem.

Palavras-Chave: Crianças, Emoções, Perturbação do Espectro do Autismo (PEA), Programação *Web*.

WEB APPLICATION FOR LEARNING EMOTIONS

Abstract

In everyday life, the way human beings communicate is increasingly important, and their facial expressions play a leading role in indicating their interest in certain conversations. Often, just a look or a frown is enough to convey the intended message. However, not all people find it easy to communicate through gestures and emotions. A case in point are individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD), who are characterized by significant changes in social communication and social interaction across multiple contexts, and restricted and repetitive patterns of behaviors, interests, and activities. ASD is characterized as a neurological disorder associated with impaired social communication and interaction, verbal and nonverbal communication, and restrictive and repetitive behavior. This work has a greater emphasis on children with ASD, who tend to have greater difficulty in interpreting and even expressing basic emotions such as joy or sadness. These difficulties can be mitigated with the support of tools that help these children understand and demonstrate these emotions.

The objective of this work is to promote the learning of emotions in children with ASD, in a playful, didactic and simple way, through the use of the web application developed. Several games were developed, with different objectives, to optimize the acquisition of these skills. The application compiles these games in one place and makes them accessible in different contexts.

In the first game, the child will have to build a facial expression with the use of several parts that make up a human face (eyes, mouth, eyebrows), according to the emotion that is requested. In the second game, the objective is for the child to be able to replicate the requested emotion. To this end, a camera is used to capture the user's face, and, through face detection and emotion detection algorithms, the system validates if the requested expression is correct. The creation of a database with reaction times, failed attempts, and execution of the participants, is an asset for those who study the behavior of children with ASD, because it allows a more complete and in-depth analysis of the results of these children, helping them to be more successful in learning.

Keywords: Autism Spectrum Disorder (ASD), Children, Emotions, Web Programming.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Lista de siglas e acrónimos.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de tabelas.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Organização da dissertação.....	2
2. Revisão da literatura.....	3
2.1. Computação afetiva.....	4
2.2. Emoções e PEA.....	11
2.3. Jogos sérios e PEA.....	11
3. Métodos.....	26
3.1. Construção da App.....	27
3.2. Jogos desenvolvidos.....	28
3.3. Comunicação entre API e base de dados.....	29
4. Desenvolvimento dos jogos e da aplicação.....	30
4.1. Linguagem utilizada.....	31
4.2. Jogos sérios desenvolvidos.....	31
4.2.1. Primeiro jogo desenvolvido.....	32
4.2.2. Segundo jogo desenvolvido.....	37
4.3. Funcionalidades da <i>App</i>	40

5. Testes e resultados.....	45
5.1. MongoDB.....	46
5.2. Testes realizados com crianças	48
5.2.1. 1ª Sessão.....	50
5.2.2. 2ª Sessão.....	52
5.2.3. 3ª Sessão.....	53
5.2.4. 4ª Sessão.....	55
5.2.5. 5ª Sessão.....	56
5.3. Análise dos resultados.....	58
5.4. Análise à aplicação desenvolvida	70
6. Conclusões e trabalho futuro	72
Referências bibliográficas	75
Anexos	78

Lista de siglas e acrónimos

PEA	P erturbação do E spetro do A utismo
CNN	C onvolutional N eural N etwork
AU	A ction U nit
PLN	P rocessamento de L inguagem N atural
SVM	S upport V ector M achine
MLP	M ulti- L ayer P erceptron
VE	V etor de E xpressão
FACS	F acial A ction C oding S ystem
DNN	D eep N eural N etworks
MHI	M otion H istory I mage
LEMHI	L ocal E nhanced M otion H istory I mage

Índice de figuras

Figura 1. <i>Resultados em Tempo Real do Software de Leitura Mental</i> (El Kaliouby et al., 2006)	5
Figura 2. <i>Estágios da Abordagem Utilizada para Reconhecimento Automático da Expressão</i> (Michel & el Kaliouby, 2005).....	6
Figura 3. <i>a) Diagrama de Blocos do Algoritmo de Detecção da Face e Expressão. b) Vetores Faciais depois de Remoção do Fundo</i> (Mehendale, 2020).	8
Figura 4. <i>Contraste do Modelo MHI e Modelo LEMHI</i> (Hu et al., 2019).....	9
Figura 5. <i>Máscaras com Diversos Pontos de Referência</i> (Hu et al., 2019)	9
Figura 6. <i>Vista Geral da Estrutura Utilizada</i> (Hu et al., 2019)	9
Figura 7. <i>Número Total de Artigos que Apresentaram um Jogo Sério para PEA, Intervenção ou Avaliação em Cada Ano</i> (Hassan et al., 2021).....	12
Figura 8. <i>Exemplo à Esquerda do Sistema de Análise da Cara e à Direita a Interface de Bolhas da Emoção Desenvolvida</i> (Madsen et al., 2008).....	13
Figura 9. <i>Exemplo de um Misto de Emoções e de Como o Sistema de Reconhecimento Deteta e dá Peso a cada uma</i> (Madsen et al., 2008).....	14
Figura 10. <i>Utilizador com PEA a Testar a Aplicação Desenvolvida</i> (Madsen et al., 2008)	15
Figura 11. <i>Nível 1</i> (Barth et al., 2005).....	16
Figura 12. <i>Nível 2 Apresentando os Desejos da Personagem</i> (Barth et al., 2005).....	17
Figura 13. <i>Continuação da Situação, e Permite a Escolha da Emoção</i> (Barth et al., 2005)	17
Figura 14. <i>Exemplo de um Relatório com as Alternativas Escolhidas</i> (Barth et al., 2005).....	18
Figura 15. <i>Diversas Fotos de Vários Cenários que São Encontrados no Jogo da Emotiplay</i> (Fridenson-Hayo et al., 2017)	19
Figura 16. <i>Testemunho Parental do Jogo no Reino Unido</i> (Fridenson-Hayo et al., 2017).....	20
Figura 17. <i>Exemplo do Jogo Descrito</i> (Tan et al., 2013).....	21
Figura 18. <i>Dicas Visuais quando a Criança não tem o Rosto na Posição Correta</i> (Tan et al., 2013) ..	21
Figura 19. <i>Vários Níveis de Jogo com Diferentes Emoções</i> (Tan et al., 2013)	22
Figura 20. <i>Recon Mee-Free</i> (Alves et al., 2013)	23
Figura 21. <i>Recon Mee-Match</i> (Alves et al., 2013).....	23
Figura 22. <i>Sketch Mee</i> (Alves et al., 2013)	23
Figura 23. <i>Memory Game</i> (Alves et al., 2013)	24
Figura 24. <i>Build the Face</i> (Alves et al., 2013).....	24

Figura 25. <i>Fluxograma do Funcionamento da App Desenvolvida</i>	27
Figura 26. <i>Fluxograma dos Dois Jogos Desenvolvidos</i>	28
Figura 27. <i>Fluxograma da Comunicação Efetuada</i>	29
Figura 28. <i>Aspetto Geral do Jogo das Emoções</i>	33
Figura 29. <i>Menu com as Diversas Partes a Usar para Completar o Jogo</i>	33
Figura 30. <i>Rosto para Completar</i>	34
Figura 31. <i>Rosto Preenchido Corretamente para a Emoção de Tristeza</i>	34
Figura 32. <i>Conjunto de Imagens que Auxiliam na Construção da Emoção Raiva</i>	35
Figura 33. <i>Notificação Visual para Alertar que Acertou</i>	36
Figura 34. <i>Notificação Visual para Alertar que Errou</i>	36
Figura 35. <i>Notificações quando Acerta, Erra e Completa o Desafio, Respetivamente</i>	37
Figura 36. <i>Botão para Jogar a Próxima Emoção</i>	37
Figura 37. <i>Estado Neutro</i>	38
Figura 38. <i>Deteção de Várias Emoções: Alegria, Raiva, Tristeza e Surpresa</i>	39
Figura 39. <i>Login e Registo</i>	40
Figura 40. <i>Criação da Conta</i>	41
Figura 41. <i>Aspetto Geral do Registo</i>	41
Figura 42. <i>Login</i>	41
Figura 43. <i>Login com as Credenciais</i>	42
Figura 44. <i>Página Apresentada Após Realizar Login</i>	42
Figura 45. <i>Exemplo do Modo como são Apresentadas as Estatísticas</i>	43
Figura 46. <i>Jogo Completo com as Quatros Emoções Completadas</i>	44
Figura 47. <i>Jogador Errou 3 e Acertou 3 na Emoção de Raiva</i>	44
Figura 48. <i>Base de Dados Onde se Encontram Guardadas Todas as Informações do Utilizador Criado na Figura 46</i>	46
Figura 49. <i>Tabela Onde Estão Armazenados os Dados de Cada Jogada</i>	47
Figura 50. <i>Tempo Total para Completar o Primeiro Jogo</i>	47
Figura 51. <i>Esquema Explicativo de Como Foi Testada a Aplicação</i>	49
Figura 52. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão</i>	58
Figura 53. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão</i>	59
Figura 54. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão</i>	60

Figura 55. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão.....</i>	61
Figura 56. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão.....</i>	62
Figura 57. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão.....</i>	63
Figura 58. <i>Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão.....</i>	64

Índice de tabelas

Tabela 1. <i>Resultados Obtidos com Taxa de Exatidão, Sensibilidade e Especificidade (Badrulhisham & Mangshor, 2021)</i>	7
Tabela 2. <i>Relação entre o Número de Sequências Treinadas e a sua Exatidão (Hu et al., 2019)</i>	10
Tabela 3. <i>Relação entre o Número de Sequências Treinadas e a sua Exatidão, após se Expandirem os Dados de Treino (Hu et al., 2019)</i>	10
Tabela 4. <i>Resultados dos Questionários Feitos aos Pais (Alves et al., 2013)</i>	25
Tabela 5. <i>Crianças que Participaram no Estudo Exploratório</i>	48
Tabela 6. <i>Percentagem de Acerto por Emoção na 1ª sessão</i>	50
Tabela 7. <i>Tempo para Completar Cada Emoção na 1ª sessão</i>	51
Tabela 8. <i>Tempo para Conclusão do Jogo na 1ª sessão</i>	51
Tabela 9. <i>Percentagem de Acerto por Emoção na 2ª sessão</i>	52
Tabela 10. <i>Tempo para Completar Cada Emoção na 2ª sessão</i>	52
Tabela 11. <i>Tempo para Conclusão do Jogo na 2ª sessão</i>	53
Tabela 12. <i>Percentagem de Acerto por Emoção na 3ª sessão</i>	53
Tabela 13. <i>Tempo para Completar Cada Emoção na 3ª sessão</i>	54
Tabela 14. <i>Tempo para Conclusão do Jogo na 3ª sessão</i>	54
Tabela 15. <i>Percentagem de Acerto por Emoção na 4ª sessão</i>	55
Tabela 16. <i>Tempo para Completar Cada Emoção na 4ª sessão</i>	55
Tabela 17. <i>Tempo para Conclusão do Jogo na 4ª sessão</i>	56
Tabela 18. <i>Percentagem de Acerto por Emoção na 5ª sessão</i>	56
Tabela 19. <i>Tempo para Completar Cada Emoção na 5ª sessão</i>	57
Tabela 20. <i>Tempo para Conclusão do Jogo na 5ª sessão</i>	57
Tabela 21. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Mateus</i>	59
Tabela 22. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Josué</i>	60
Tabela 23. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco sessões Realizadas do Joaquim</i>	61
Tabela 24. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco sessões Realizadas da Madalena</i>	62
Tabela 25. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões realizadas do Ricardo</i>	63
Tabela 26. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Miguel</i>	64
Tabela 27. <i>Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Fernando</i>	65

Tabela 28. <i>Percentagem de Acerto por Emoção de Todos os Jogadores entre a Primeira e a Quinta sessão.....</i>	65
Tabela 29. <i>Média Geral de Acerto das Emoções nas Cinco Sessões Realizadas.....</i>	66
Tabela 30. <i>Desvio Padrão de Todas as Sessões Realizadas</i>	66
Tabela 31. <i>Comparação do Tempo de Conclusão para Cada Emoção.....</i>	67
Tabela 32. <i>Comparação de Tempo de Conclusão do Jogo entre a Primeira e a Quinta sessão.....</i>	69

1. Introdução

Neste capítulo, é realizado o enquadramento de todo o trabalho desenvolvido. Além disso, são apresentadas as motivações que levaram à realização desta dissertação, sendo definidos os principais objetivos a atingir e, por fim, é apresentada a estrutura e organização deste documento.

1.1. Enquadramento e motivação

Um rosto possui vários traços que o caracterizam, e é através dele que muitas vezes conseguimos reforçar uma ideia ou opinião. É através das expressões faciais que, no dia a dia, as pessoas demonstram os seus estados emocionais sem por vezes se aperceberem. O ser humano expressa e lê as emoções sem esforço e com naturalidade.

Nem todas as pessoas conseguem ter esta destreza e rapidez na identificação de estados emocionais. Crianças com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA) tendem a ter uma maior dificuldade em detetar e interpretar expressões faciais e em associá-las a estados emocionais.

As máquinas não têm a capacidade, por si só, de interpretar um rosto e de determinar com clareza o estado emocional de uma pessoa.

Por outro lado, esta dissertação permitiu ainda explorar uma nova linguagem de programação, nomeadamente, o *JavaScript*.

Ter a oportunidade de desenvolver uma aplicação que é útil para crianças com PEA e, ao mesmo tempo, incorporar nela a possibilidade de reconhecimento automático de emoções em tempo real, é, sem dúvida, um projeto enriquecedor.

1.2. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo desenvolver uma aplicação capaz de promover nas crianças com PEA a aprendizagem de emoções através do desenvolvimento de dois tipos de jogos. Cada jogo pretende testar diferentes formas de pensamento em diferentes estados emocionais.

A criação de jogos sérios para ajudar crianças com PEA está a ser cada vez mais utilizada, e os resultados indicam que estas crianças têm uma melhor participação nos jogos em geral, bem como na interação social entre parceiros de jogo. A utilização destes jogos em contexto educacional possibilita a obtenção de uma melhor perceção do mundo real, de forma mais simplificada e divertida (Papanastasiou et al., 2022).

A aplicação desenvolvida permite a criação de uma conta para cada jogador, e quando se efetua o *login*, surge a possibilidade de jogar um dos dois jogos. O primeiro jogo, denominado Jogo das Emoções, tem

como objetivo completar um rosto incompleto, em que faltam as sobrancelhas, os olhos e a boca. É pedido ao jogador que complete o rosto de forma a que este expresse uma determinada emoção. Recorrendo a um menu disponibilizado, o jogador tem de arrastar uma parte para o rosto, e essa parte tem de estar de acordo com a emoção que é pedida. Sempre que o jogador consegue completar o rosto de forma correta, é apresentada uma nova emoção, até se completar o jogo.

O segundo jogo, denominado Reconhecimento de Expressões Faciais, tem como objetivo realizar em frente à câmara a emoção que é pedida. O sistema irá validar, com uma probabilidade acima de 90%, se o jogador está a expressar a emoção pretendida ou não.

As tentativas falhadas, tentativas acertadas, total de jogadas, tempo de conclusão por emoção e tempo total para concluir o jogo são armazenados na base de dados criada. As tentativas acertadas e erradas são apresentadas em forma de gráficos circulares, sempre que se dá por terminado um jogo.

Desta forma, os profissionais e os pais conseguem fazer um estudo sobre determinadas emoções e verificar em quais delas as crianças sentem mais dificuldades e, desta forma, direcionarem a ajuda no sentido de melhorar a expressão dessas emoções.

Através destes dois jogos desenvolvidos, é possível mitigar algumas dificuldades que existem nestas crianças em relação à identificação de emoções, e ajudá-las a perceberem e a identificarem algumas emoções no dia a dia.

1.3. Organização da dissertação

Este documento está organizado em seis capítulos.

O capítulo 2 apresenta, de uma forma detalhada, a pesquisa realizada sobre diferentes ferramentas, bem como exemplos a usar no desenvolvimento da aplicação e dos dois jogos.

No capítulo 3, é detalhada a metodologia, através de fluxogramas do funcionamento geral de toda a aplicação, a lógica dos dois jogos e, também, o método de reconhecimento de emoções.

No capítulo 4, é apresentado todo o desenvolvimento da aplicação e a forma como os jogos foram desenvolvidos. Contém uma demonstração de cada jogo e todas as funcionalidades que compõem cada jogo.

No capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos pelas crianças aquando da realização de um estudo exploratório.

Finalmente, no capítulo 6, apresentam-se as conclusões relativas ao trabalho desenvolvido, bem como algumas recomendações de melhoria ou de criação de novas funcionalidades.

2. Revisão da literatura

Resumo

Neste capítulo, apresenta-se uma visão geral sobre computação afetiva, nomeadamente no que diz respeito às expressões faciais e emoções. No ponto 2.1, apresenta-se a importância, nos dias de hoje, deste campo da informática e apresentam-se vários exemplos da sua aplicação. De seguida, são referidos vários estudos sobre a forma como a PEA se relaciona com questões emocionais. Por último, aborda-se o papel dos jogos sérios na otimização do desenvolvimento de habilidades cognitivas e colaborativas com foco em indivíduos com PEA.

2. Estado da arte

2.1 Computação afetiva

2.2 As emoções e PEA

2.3 Jogos sérios e PEA

2.1. Computação afetiva

A computação afetiva diz respeito ao conhecimento multidisciplinar de áreas como a psicologia, a fisiologia e as ciências da computação (Tao & Tan, 2005). Tradicionalmente, a interação homem-máquina tem sido muito passiva, sendo a máquina incapaz de reconhecer ou de expressar afeto da mesma forma que um humano consegue. Sem a capacidade de processar estas informações, não se pode esperar que o computador consiga comunicar com os humanos de uma forma natural. A capacidade de reconhecer e expressar afeto é uma das características mais importantes do ser humano. Portanto, espera-se que os computadores, eventualmente, tenham a capacidade de processar afeto e de interagir com utilizadores humanos, à semelhança do que acontece na interação humana. A computação afetiva é uma tecnologia em crescimento, que se concentra em diversas utilizações tais como o reconhecimento e compreensão de estados emocionais e afetivos pelos computadores (Tao & Tan, 2005).

O comportamento afetivo apresentado pelos humanos é multimodal, subtil e complexo. Os humanos usam informações tais como as expressões faciais, o olhar, os gestos corporais, os movimentos da cabeça e a postura para deduzirem o estado emocional uns dos outros (Ambady & Rosenthal, 1992). Contudo, a face humana tem sido mais estudada, já que é essencial para a comunicação das emoções (Ekman & Rosenberg, 2005). Paul Ekman definiu as seis emoções básicas, mais um estado neutro: a alegria, a tristeza, a raiva, a surpresa, o nojo e o medo. Também propôs o *Facial Action Coding System* (FACS), um sistema abrangente de base anatómica para medir todos os movimentos faciais visualmente perceptíveis. As emoções que são expressas no dia a dia são acompanhadas de movimentos faciais sem que por vezes a própria pessoa se aperceba, e mudam consoante o cenário ou situação que lhe é apresentada. Deste modo, Ekman et al. (2005) atribuíram às ações que podem ser realizadas por um músculo ou por um grupo de músculos um código numérico, a Action Unit (AU), sendo esta a unidade básica do FACS. Cada expressão facial básica é descrita pelos seguintes movimentos faciais:

- Alegria – olhos abertos, boca aberta, canto dos lábios puxado, bochechas levantadas;
- Tristeza – sobrancelhas externas baixas, sobrancelha interna levantada, olhos fechados, canto dos lábios para baixo;
- Raiva – sobrancelha puxada para baixo apontando para o nariz, olhos abertos, lábios apertados;
- Surpresa – sobrancelha levantada, olhos abertos, queixo mais caído;
- Medo – sobrancelha externa para baixo, sobrancelha interna para cima, boca aberta;
- Nojo – canto do lábio baixo, sobrancelhas para baixo, nariz enrugado;

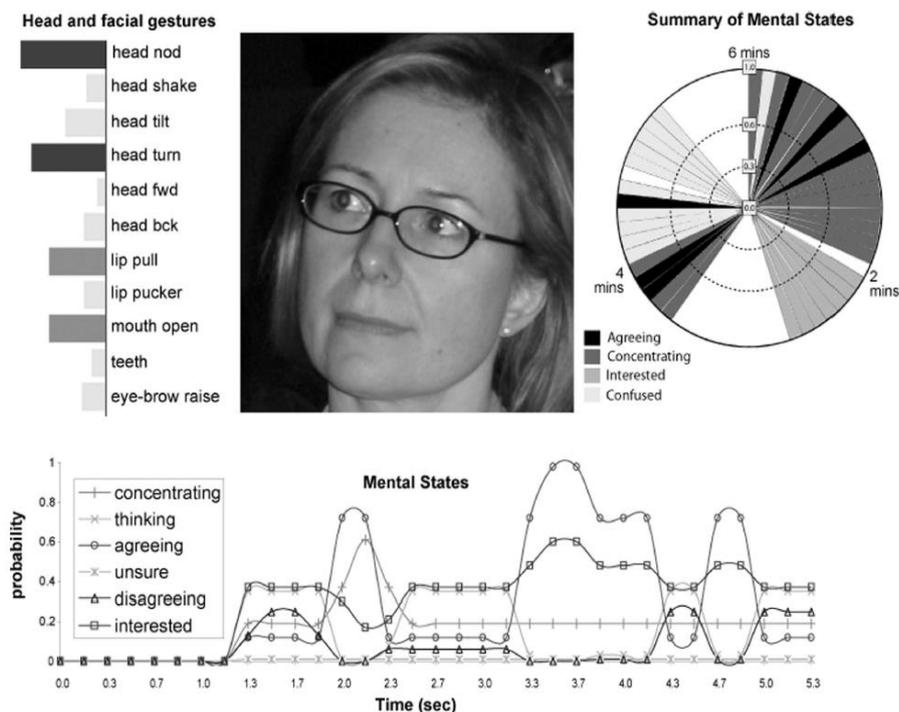
- Neutro – os músculos do rosto estão naturalmente relaxados, nenhuma microexpressão é detetada.

Sistemas e dispositivos que podem reconhecer, interpretar, processar e simular os afetos humanos têm estado em desenvolvimento há um tempo considerável. O reconhecimento de informações emocionais requer a extração de padrões significativos dos dados obtidos. Para se realizar uma análise automática de expressões faciais, é pertinente dividir este processo em três etapas, sendo elas a detecção e rastreamento de rosto, a extração de características (como por exemplo AUs), e a classificação das expressões (normalmente as seis expressões básicas descritas por Paul Ekman) (Vaigai College of Engineering et al., 2017).

El Kaliouby et al. (2006) desenvolveu um modelo computacional para a leitura e o reconhecimento do estado emocional. Esta estrutura combina uma abordagem de baixo para cima para fazer o processamento da cara, como a detecção de um simples movimento da cabeça ou um sorriso (AUs). A estrutura (Figura 1) incorpora uma arquitetura probabilística de vários níveis que imita a forma hierárquica usada pelas pessoas para interpretar o comportamento facial de outro comportamento humano (El Kaliouby et al., 2006).

Figura 1.

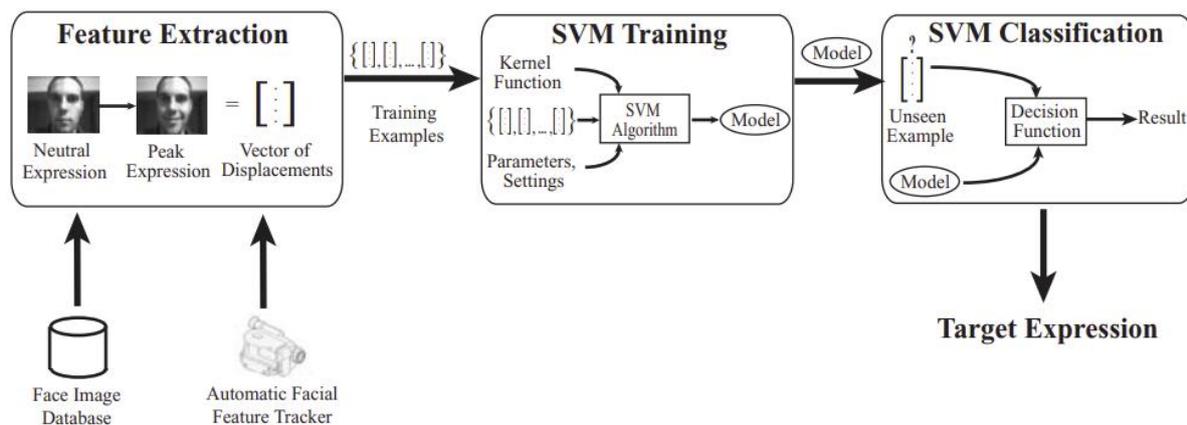
Resultados em Tempo Real do Software de Leitura Mental (El Kaliouby et al., 2006)



Michel e El Kaliouby (2005) utilizam um sistema de *Machine Learning* com *Support Vector Machines* (SVMs) para o reconhecimento e classificação de expressões faciais em imagens estáticas e vídeos, que foi desenvolvido e tem uma exatidão de 87,9%. Na Figura 2 observa-se os vários estágios para o reconhecimento automático de expressões.

Figura 2.

Estágios da Abordagem Utilizada para Reconhecimento Automático da Expressão (Michel & el Kaliouby, 2005)



Nesta experiência inicial, foram utilizados diversos pontos-chave numa sequência de imagens, como entrada para o SVM. Depois, foi utilizado um detetor automático das características faciais para efetuar a localização do rosto e extrair as suas características a partir do vídeo. Permitiu-se assim, realizar um treino de forma interativa. A classificação identifica, deste modo, a característica padrão de um exemplo ainda não visto com a característica padrão da expressão mais semelhante. Como, por exemplo, para as emoções básicas de raiva, de nojo, de medo, de alegria, de tristeza ou de surpresa fornecidas durante o treino (Michel & El Kaliouby, 2005).

Numa implementação inicial, a exatidão de acerto nas expressões foi de 78% nos ensaios, com respetivas melhorias, incluindo a seleção de uma função do núcleo personalizada para os dados de formação, aumentando, desta forma, a exatidão do reconhecimento até 87,9%. Foram feitas outras melhorias possíveis, tais como o ajustamento dos dados para a seleção automática do modelo SVM. Deste modo, foi possível melhorar o desempenho e aumentar ainda mais a exatidão do reconhecimento baseada em abordagens SVM na construção de interfaces homem-computador afetivas e socialmente inteligentes (Michel & El Kaliouby, 2005).

Badrulhisham e Mangshor (2021) usam um modelo *deep learning*, uma *Convolutional Neural Network* (CNN), de forma a detetar quatro das seis emoções básicas, obtendo uma média de exatidão de 92,5%.

De realçar, ainda, que a emoção representada como “nojo” teve uma exatidão de 88,75%. Os autores atribuíram esta diferença de exatidão ao facto de esta emoção ser complexa de reconhecer e poder ser facilmente confundida pelo algoritmo com outras emoções. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em forma de exatidão, sensibilidade e especificidade.

Tabela 1.

Resultados Obtidos com Taxa de Exatidão, Sensibilidade e Especificidade (Badrulhisham & Mangshor, 2021)

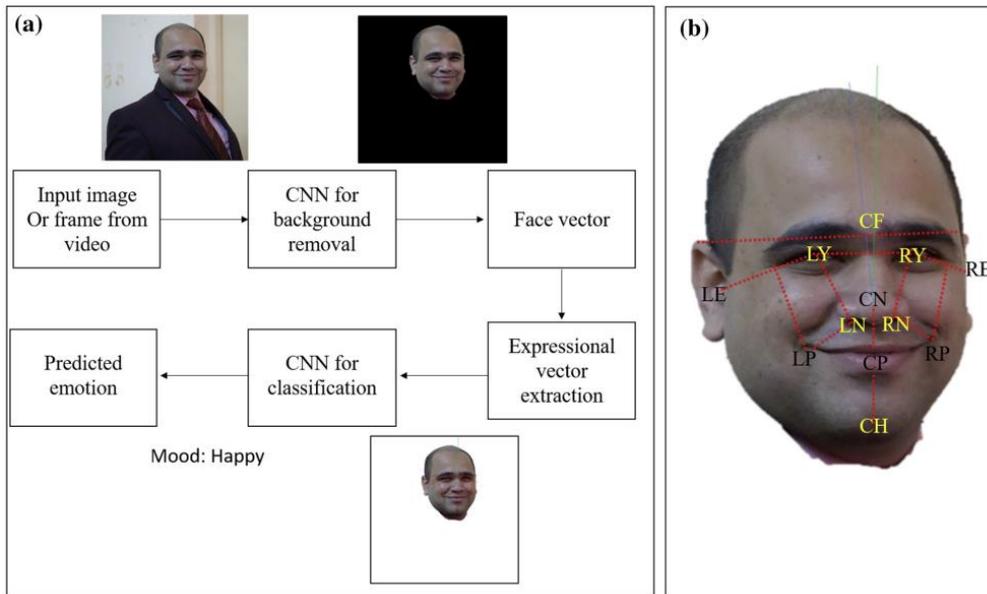
Emoção	Exatidão (%)	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)
Alegria	92,50	90	93,33
Tristeza	92,50	80	100
Surpresa	93,75	85	96,66
Nojo	88,75	85	90,00
Média	92,50	85,00	95,00

Outro método utilizado por Mehendale (2020) baseia-se numa estrutura CNN de dois níveis. O primeiro nível recomendado é a remoção do fundo usado para extrair emoções de uma imagem, como ilustrado na Figura 3.

O vetor de expressão (VE) é criado pelo processamento da imagem facial em pontos de maior relevância. Este está diretamente relacionado com as mudanças de expressão. O VE foi obtido usando um *perceptron* básico aplicado numa imagem em que o fundo é removido. Cada uma das camadas convolucionais recebe como dados de entrada uma imagem, e transforma-a de forma a enviar para o próximo nível (Mehendale, 2020).

Figura 3.

a) Diagrama de Blocos do Algoritmo de Detecção da Face e Expressão. b) Vetores Faciais depois de Remoção do Fundo (Mehendale, 2020).



Ao contrário do reconhecimento de rosto, uma expressão facial é um processo dinâmico. Comparando o reconhecimento através de uma imagem única, as correlações temporais estabelecidas entre os *frames* de um vídeo fornecem informação adicional acerca dos movimentos que ajudam no processo de reconhecimento. No entanto, está provado que utilizando o método MHI (Motion History Image) se poderia efetivamente resolver o problema do reconhecimento das expressões faciais (Koelstra et al., 2010).

Um novo método denominado LEMHI (*Local Enhanced Motion History Image*), proposto por Hu et al. (2019) tem como objetivo extrair as relações temporais de *frames* consecutivos de um vídeo utilizando o MHI, com traços faciais usados para enfatizar os componentes faciais. Este sistema está dividido em dois modelos, o primeiro modelo utiliza como entrada uma sequência de imagens RGB (Red Green Blue) de vídeo, utilizando a CNN sugerida por Simonyan e Zisserman (2014), e o modelo VGG-16 é utilizado como sendo um extrator de características que contém 13 camadas de convolução, 5 camadas de *pool*, 3 camadas de conexão completas e uma camada *softmax*. Nas Figuras 4,5 e 6, são apresentados os mecanismos para a extração das características de cada rosto. A Figura 6 apresenta uma visão geral de toda a estrutura utilizada.

Figura 4.

Contraste do Modelo MHI e Modelo LEMHI (Hu et al., 2019)



Figura 5.

Máscaras com Diversos Pontos de Referência (Hu et al., 2019)

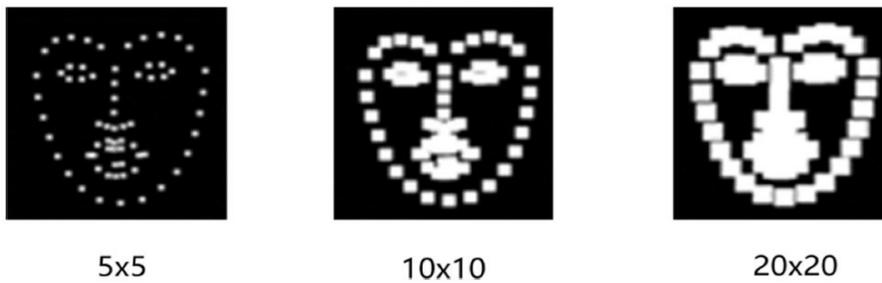
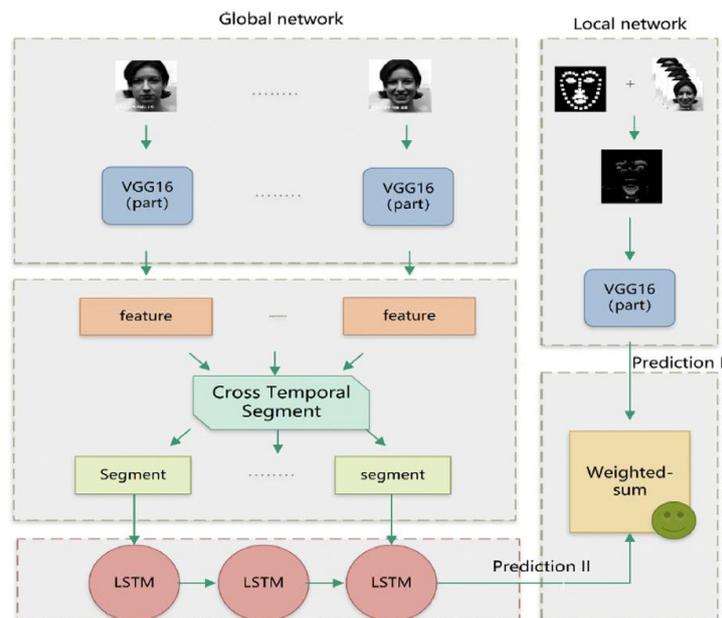


Figura 6.

Vista Geral da Estrutura Utilizada (Hu et al., 2019)



Na Tabela 2, são apresentados os dados referentes ao número de sequências para cada emoção e a sua respectiva percentagem de exatidão.

Tabela 2.

Relação entre o Número de Sequências Treinadas e a sua Exatidão (Hu et al., 2019)

	Nervoso	Nojo	Medo	Alegre	Neutro	Triste	Surpreendido
Sequências	133	74	81	150	140	117	74
Exatidão (%)	69	17	22	72	58	56	25

Já na Tabela 3, são mostrados os resultados, com mais dados de treino relativamente à Tabela 2.

Tabela 3.

Relação entre o Número de Sequências Treinadas e a sua Exatidão, após se Expandirem os Dados de Treino (Hu et al., 2019)

	Nervoso	Nojo	Medo	Alegre	Neutro	Triste	Surpreendido
Sequências	133	135	121	150	144	117	124
Exatidão (%)	63	41	38	74	55	52	35

Conclui-se que quanto menos amostras de expressão específicas, menor a exatidão que essa expressão alcançará. Conforme se pode ver na Tabela 3, a sequência representa o número de dados de treino para cada expressão, e a exatidão é avaliada na validação definida pelo modelo CNN-RNN. Com o intuito de melhorar o reconhecimento, foram gravados vários vídeos das três expressões com exatidão mais baixa. Foram escolhidos 61 segmentos de vídeos de expressão facial "nojo", 40 "medo" e 50 "surpresa", como dados de treino estendidos para os modelos utilizados e, como é possível ver na Tabela 3, a exatidão melhorou significativamente.

2.2. Emoções e PEA

A PEA é caracterizada como sendo um distúrbio neurológico associado ao comprometimento da comunicação e interação social e ao comportamento restritivo e repetitivo. Indivíduos com PEA tendem a ter uma maior dificuldade em interpretar e até expressar emoções básicas, como a alegria ou a tristeza. Dificilmente se consegue fazer uma análise baseada no olhar, o que complica a interpretação do que a outra pessoa está a tentar expressar. Contudo, é possível mitigar estas dificuldades estes obstáculos ensinando essas pessoas a expressarem e a interpretarem emoções (Uljarevic & Hamilton, 2013).

O diagnóstico da PEA baseia-se em duas áreas consideradas importantes, sendo elas a comunicação/ interação social e a área dos comportamentos, atividades e interesses restritos e estereotipados.

Quando um ser humano comunica com outro, a demonstração de emoções é uma parte importante dessa interação. Estas emoções podem demonstrar confiança, medo, e ajudam o outro a ouvir e a decifrar essas mesmas emoções, de modo a compreender de forma mais clara a mensagem que está a ser transmitida (Dyck et al., 2001). Para a maioria dos seres humanos, reconhecer e interpretar expressões faciais e emoções é uma tarefa relativamente fácil; contudo, o mesmo não se pode dizer de uma máquina que não sabe o que é uma emoção, nem sabe diferenciar as diferentes expressões faciais e emoções (Pathar et al., 2019).

Há uma grande diferença no desenvolvimento da comunicação social de crianças com PEA comparativamente com crianças com desenvolvimento típico, são necessárias diferentes abordagens, metodologias e ferramentas para ajudar no processo de intervenção com crianças com PEA. Mais recentemente, o uso de computação afetiva tem sido explorado com a finalidade de facilitar os processos de aprendizagem, e esta dissertação tem como objetivo ajudar nesse processo, de forma didática.

2.3. Jogos sérios e PEA

Com a constante evolução tecnológica, têm sido descobertas novas ferramentas e novas abordagens no processo de ensino-aprendizagem. Os jogos sérios estão inseridos na categoria especial de jogos, com objetivos e finalidades específicos, nos quais o jogador utiliza os seus conhecimentos para resolver problemas ou para conhecer novos problemas e treinar tarefas.

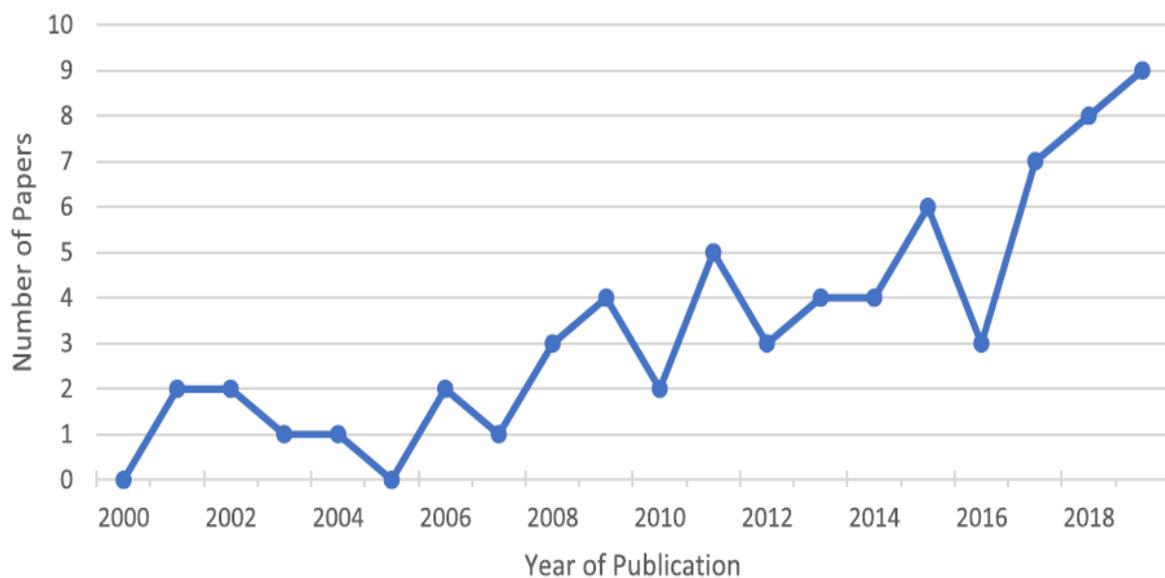
Os jogos sérios são aplicados para simular situações críticas que envolvam algum tipo de risco, tomada de decisões ou, ainda, para desenvolver habilidades específicas, sendo este o ponto fundamental desta dissertação, que se foca mais concretamente no desenvolvimento da capacidade de reconhecer emoções. Para fins de ensino-aprendizagem, podem-se simular situações em que o uso de um

conhecimento seja necessário para a evolução no jogo. Em alguns casos, ensino e treino podem ser combinados para simular situações em que se aprende algo para utilizar no quotidiano. Desta forma, pode-se dividir a finalidade destes jogos, quando voltados ao ensino-aprendizagem, em três categorias: conscientização, construção de conhecimentos, e treino (Dos et al., 2011).

Com a constante evolução da tecnologia, a área dos jogos também tem ganho com isso e, deste modo, é possível explorar áreas que antes eram pouco relevantes. Cada vez mais os jogos sérios são usados para ajudar nos problemas do quotidiano, e são explorados novos métodos para otimizar a aprendizagem como é possível observar na Figura 7.

Figura 7.

Número Total de Artigos que Apresentaram um Jogo Sério para PEA, Intervenção ou Avaliação em Cada Ano (Hassan et al., 2021).



Como se pode observar na Figura 7, o número de artigos publicados nesta área tem vindo a aumentar, de forma a serem exploradas novas metodologias.

Neste projeto de investigação desenvolvido por Madsen et al. (2008), foi utilizado um minicomputador da *Samsung* com uma câmara *Logitech*, com o objetivo de ajudar a analisar e a refletir sobre um conjunto de sinais socio emocionais comunicados através de movimentos faciais e da cabeça em situações de interação que ocorrem em pessoas com PEA nos seus quotidianos.

A câmara e o sistema localizam e rastreiam 24 pontos de referência no rosto e utiliza vários indicadores como movimentos, a forma e variações de cor para identificar 20 traços faciais e movimentos de cabeça como por exemplo, a inclinação da cabeça, o canto dos lábios mais para cima ou *Action Units* de um

Facial Action Coding System (FACS) e 11 gestos de comunicação como acenos de cabeça, sorrisos e sobrancelhas levantadas.

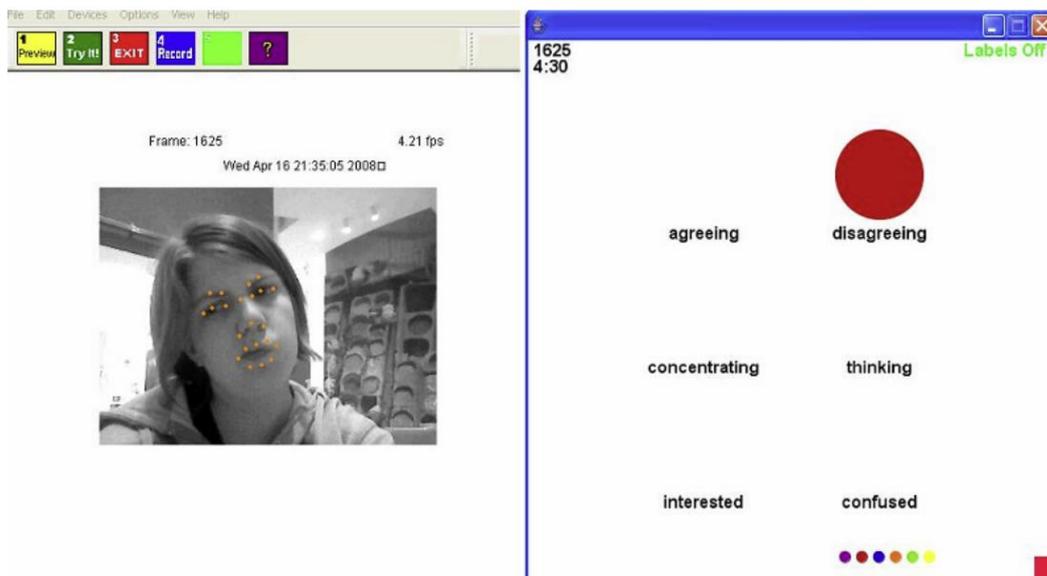
Os seis estados estudados são: aprovação, concentração, desaprovação, interesse, pensativo e confusão. Os três primeiros são designados pelo sistema como emoções positivas, uma vez que frequentemente indicam que a conversa com outra pessoa está sendo produtiva. Os três últimos, incluindo o pensativo, podem indicar que uma conversa chegou a um ponto onde o locutor pode querer reiterar ou reformular um ponto anterior, com o objetivo de o ouvinte entender a mensagem que está a ser transmitida.

Foi desenvolvida uma interface por Madsen et al. (2008), designada *Emotion Bubbles*, em que cada emoção mostrada tem uma cor em particular. Conforme dito acima, às emoções positivas foram atribuídas cores com sentimento bom, como o verde, o azul e o roxo, indicando um estado produtivo, e às emoções negativas foram atribuídas cores quentes, como o vermelho, o laranja e o amarelo, indicando que o utilizador deve estar ciente de um possível impedimento no decorrer da conversa.

Na Figura 8 é apresentado um exemplo do sistema de análise de um rosto e a interface de bolhas da emoção detetada.

Figura 8.

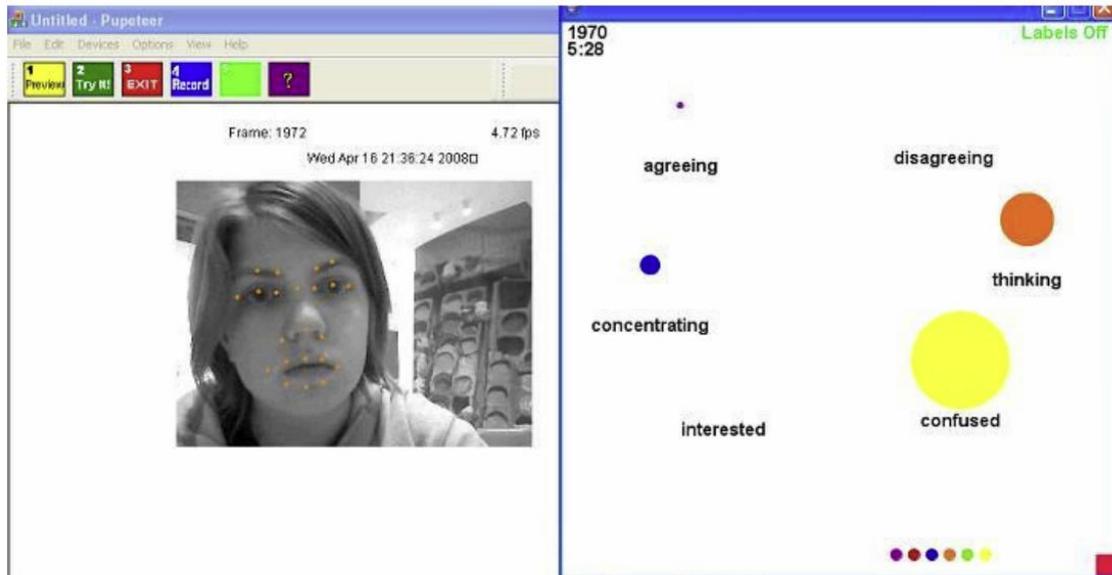
Exemplo à Esquerda do Sistema de Análise da Cara e à Direita a Interface de Bolhas da Emoção Desenvolvida (Madsen et al., 2008)



Na Figura 9, é possível observar que o sistema deteta várias emoções em comparação com a Figura 8 e atribui diferentes pesos a cada uma, sendo o estado de confusão o que tem mais peso, neste exemplo.

Figura 9.

Exemplo de um Misto de Emoções e de Como o Sistema de Reconhecimento Deteta e dá Peso a cada uma (Madsen et al., 2008)

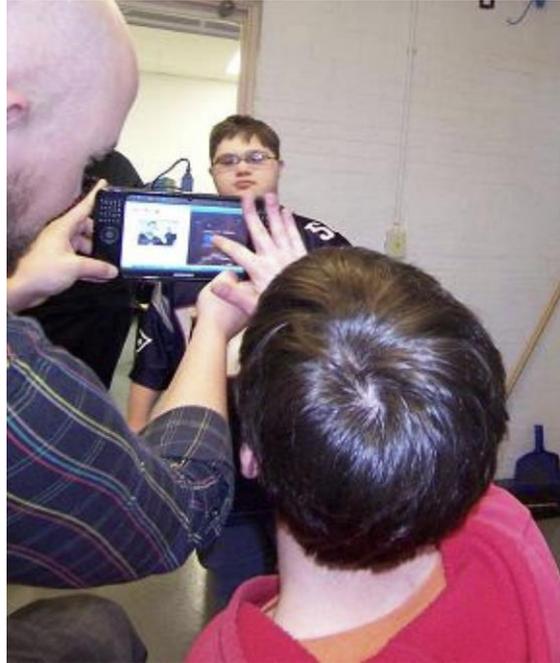


Como se pode observar na Figura 9, em comparação com a Figura 8 é possível ver que as bolhas têm diferentes diâmetros, porque foram detetadas diferentes emoções. Com maior relevância e tamanho, o estado de confusão apresenta maior peso para o sistema de reconhecimento, mas também surge o termo pensativo, o concentrado e, com muito pouco peso, a aprovação.

Na Figura 10, é demonstrado como um utilizador com PEA, interage com a aplicação desenvolvida, e testa as várias funcionalidades.

Figura 10.

Utilizador com PEA a Testar a Aplicação Desenvolvida (Madsen et al., 2008)



Isto é um passo importante para esta área de pesquisa, porque a compreensão cara a cara e em tempo real do estado emocional é difícil para estas pessoas. Ao trabalhar com o campo da emoção, e ao conseguir que estas emoções sejam quantificadas, utilizando mecanismos de deteção facial, possibilita-se a estes indivíduos manterem-se bem informados nas conversas (Madsen et al., 2008).

O software *Descobrimo Emoções* desenvolvido por Barth et al. (2005) tem como público-alvo indivíduos que possuem PEA, e tem como objetivo ajudar a combater as incapacidades sociais e comunicativas e de, através da interação com o software, proporcionar um melhor desempenho nas interações sociais diárias.

Divide-se em 2 níveis de dificuldade. No nível 1, as emoções são sempre baseadas em situações do quotidiano e, às vezes, poderá aceitar duas respostas como corretas. Já no nível 2, identifica-se as emoções baseadas em desejos e, nesse nível, o indivíduo deverá ser capaz de identificar os sentimentos da personagem de acordo com a satisfação ou não do desejo que se apresenta na situação.

No nível 1, é apresentado ao aluno um desafio, e quatro emoções possíveis: a alegria, o medo, a raiva, e triste. No exemplo da figura 11, apresenta-se a situação, seguida de uma pergunta "Maria foi ao aniversário da Carla; a pergunta é: Como a Maria está a sentir-se?"

Figura 11.

Nível 1 (Barth et al., 2005)



O aluno poderá selecionar a emoção, clicando diretamente nas opções que são disponibilizadas no lado direito da figura (contendo as expressões faciais das emoções). Outras perguntas serão colocadas ao aluno, como "Porque é que a Maria ficou feliz? Você ficaria feliz?", sendo a emoção que aparece a que está relacionada com aquela escolhida pelo aluno. Caso ele responda que sim, o professor ou o terapeuta pode fazer algum comentário acerca da emoção escolhida ou o aluno pode continuar a aprender novas emoções através das setas disponibilizadas em baixo. Caso responda que não, automaticamente os campos serão apagados, possibilitando escolher outra emoção. À medida que o aluno desejar, ou apoiado pelo professor, poderá passar para a próxima situação.

Na Figura 12 é apresentado o nível 2, em que é apresentado ao utilizador desejos da personagem, neste exemplo a Maria queria uma maçã.

Figura 12.

Nível 2 Apresentando os Desejos da Personagem (Barth et al., 2005)



Posteriormente, na Figura 13 é pedido ao utilizador que responda como é que a Maria se está a sentir depois de ter ganhado uma maçã.

Figura 13.

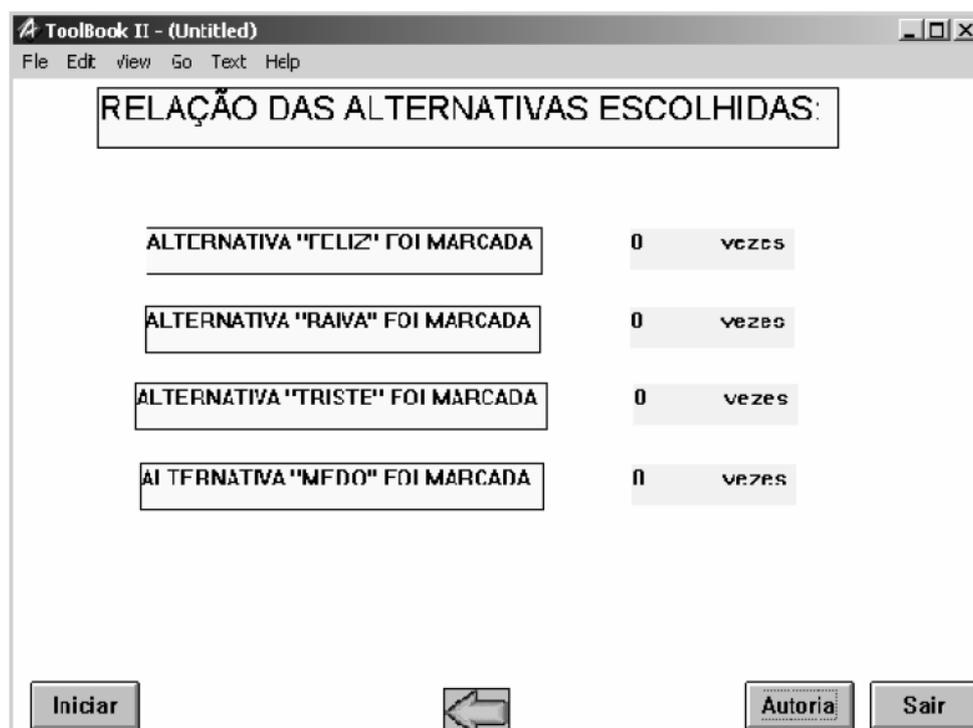
Continuação da Situação, e Permite a Escolha da Emoção (Barth et al., 2005)



Finalmente, o *software* apresenta um relatório do desempenho do aluno (Figura 14), através da verificação quantitativa do número de vezes de cada ícone-emoção que cada utilizador selecionou durante os níveis. Com esses dados, apoiados na observação direta realizada pelo professor, consegue-se analisar diversas informações, tais como: porque é que se selecionou tantas vezes a emoção que descreve alegria, perceber se realmente identificou as situações ou apenas marcou por marcar? E, assim, analisar o grau de compreensão que o aluno está tendo a respeito das emoções.

Figura 14.

Exemplo de um Relatório com as Alternativas Escolhidas (Barth et al., 2005)



Este *software* foi testado com alunos com PEA do tipo moderado. Em cada aplicação, explicou-se o funcionamento do *software* para o aluno, com o apoio de material concreto e de apoio visual e, no caso de alunos não alfabetizados, as perguntas do sistema foram lidas e explicadas pelos seus auxiliares. Das emoções citadas, a de medo foi a menos citada e, em geral, quando a professora perguntava se teria a certeza da emoção citada, os alunos trocavam para outra emoção sem conseguirem justificar o porquê. Em todos os momentos, a professora perguntava como o aluno se sentiria se estivesse no lugar daquela personagem, e as respostas em geral mantinham a emoção mencionada relativamente à situação a que a personagem estava exposta. Mas, na maioria das situações, os alunos responderam com emoções que não se encaixavam na situação. As emoções mais citadas foram a alegria, triste, e a raiva, nesta ordem,

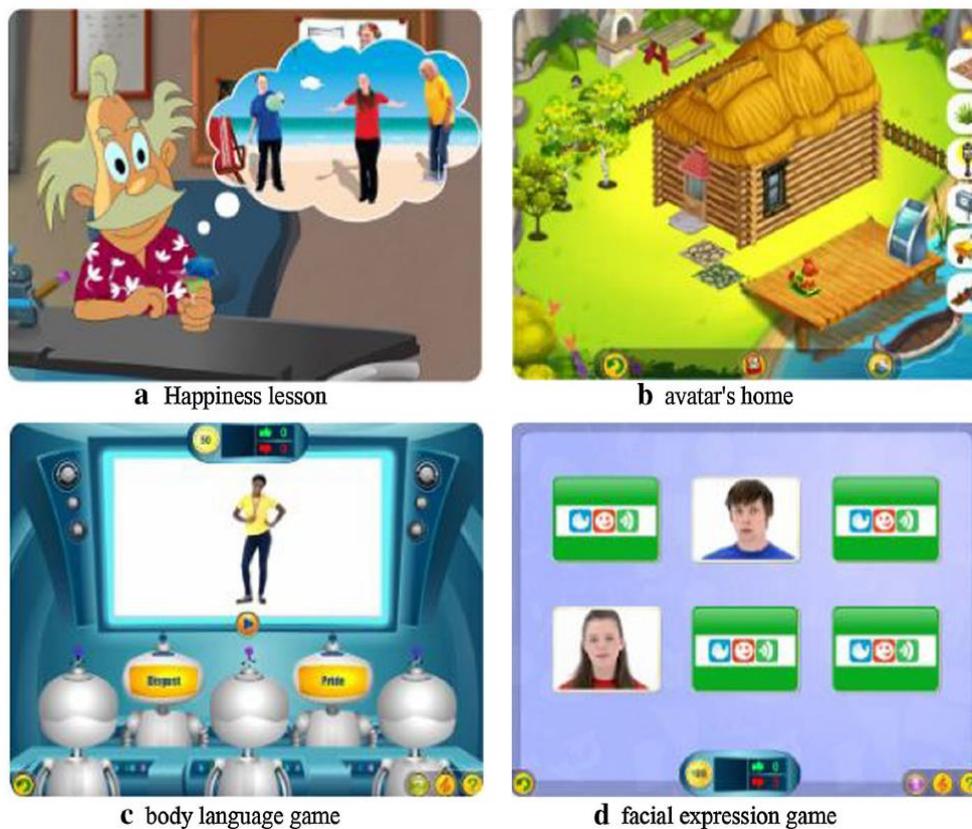
sendo o número de vezes em que a emoção de alegria foi escolhida mais do dobro relativamente às outras emoções (Barth et al., 2005).

No estudo realizado por Fridenson-Hayo et al. (2017) fez-se uma avaliação transcultural (no Reino Unido, Israel e Suécia) do jogo da *Emotiplay*, um sistema que tem como objetivo ensinar o reconhecimento de emoções a crianças com PEA, de um modo divertido e motivador. Os participantes eram crianças de 6 a 9 anos com PEA que usaram a ferramenta durante 8-12 semanas.

Em suma, o jogo sério desenvolvida pela *Emotiplay* é uma plataforma eficaz e motivadora de intervenção educativa, de ensino transcultural, que ensina o reconhecimento de emoções através de rostos, de vozes, de linguagem corporal, e que faz a integração com crianças com PEA de alto desempenho. Na Figura 15 são apresentados os diferentes cenários que constituem o jogo da *Emotiplay*.

Figura 15.

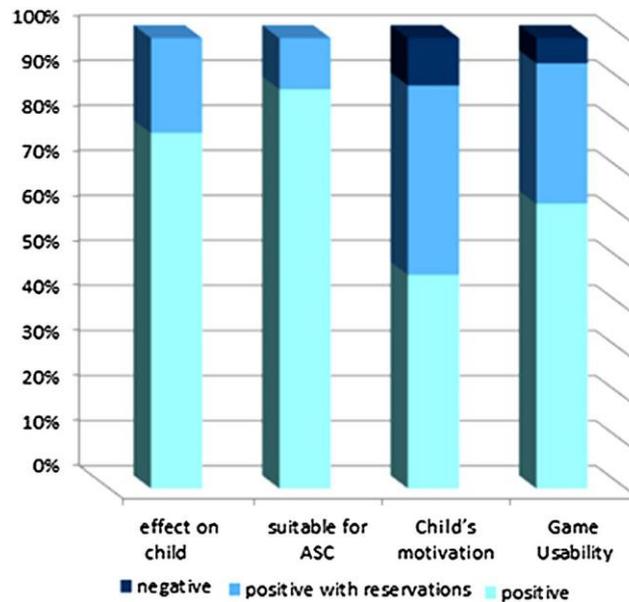
Diversas Fotos de Vários Cenários que São Encontrados no Jogo da Emotiplay (Fridenson-Hayo et al., 2017)



Como demonstrado na Figura 16, os pais viram os efeitos positivos que os jogos sérios tiveram nos seus filhos, e consideraram que era adequado para crianças com PEA na faixa etária designada.

Figura 16.

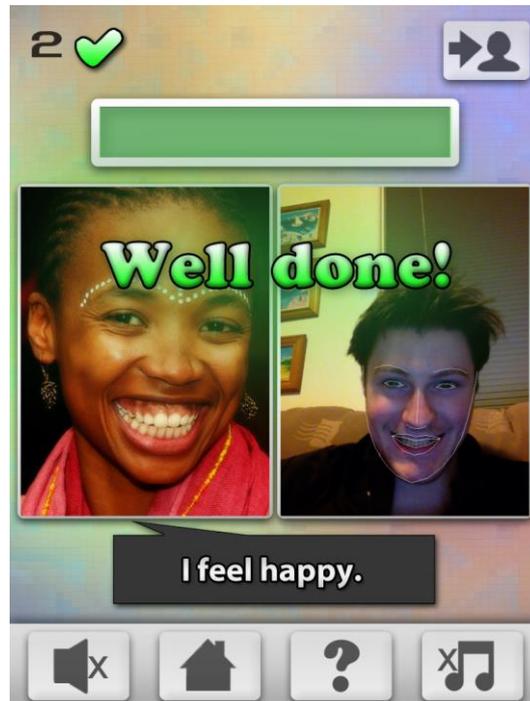
Testemunho Parental do Jogo no Reino Unido (Fridenson-Hayo et al., 2017)



O jogo *CopyMe* desenvolvido por Tan et al. (2013) consiste na imitação de expressões faciais a partir de fotografias. Está atualmente implementado na Plataforma Apple iOS e testado num Apple iPad (3ª geração). A câmara do iPad é utilizada como entrada para as expressões faciais do jogador. Isso também permite a opção de gravar os dados do jogo, para possibilitar que um auxiliar ou um terapeuta avalie os padrões de comportamento de uma criança. O jogo apresenta uma fotografia, à esquerda, com um balão de fala em texto, indicando qual é a emoção (Figura 17). A emoção também é narrada por voz, com o objetivo de ajudar as crianças com uma baixa capacidade de leitura funcional. A criança é então obrigada a reconhecer aquela emoção e a imitar essa expressão enquanto observa o seu próprio rosto a alterar-se em tempo real. O jogo então deteta se a expressão é válida, atualiza a pontuação, e transita para a próxima tarefa emocional, se for bem-sucedida.

Figura 17.

Exemplo do Jogo Descrito (Tan et al., 2013)



Uma barra no topo mostra quanto tempo é que o jogador precisa de manter a expressão, e também dá um *feedback* claro sobre quanto tempo mais precisa de manter essa expressão para avançar para a próxima expressão. Se a criança não colocou o seu rosto na frente da câmara, dicas visuais aparecerão na tela, conforme mostrado na Figura 18. A Figura 19 mostra também os diferentes níveis de jogo possíveis – *basic*, *medium* e *hard*.

Figura 18.

Dicas Visuais quando a Criança não tem o Rosto na Posição Correta (Tan et al., 2013)



Figura 19.

Vários Níveis de Jogo com Diferentes Emoções (Tan et al., 2013)



O protótipo *LIFEisGAME* pensado por Alves et al. (2013) foi jogado durante 15 minutos por sessão, e testado em crianças com PEA com idades entre os 5 e os 15 anos ($M = 9,27$, $SD = 2,97$), em que 91% eram homens e 9% eram mulheres, 82% tinham PEA verbais e 18% tinham PEA não-verbais. Cada criança foi gravada, e as filmagens foram analisadas de acordo com a utilidade do jogo e com a motivação que cada criança tinha para jogar.

A versão desenvolvida para Ipad inclui 5 jogos:

- *Recon Mee-Free* (o jogador associa um pensamento, por exemplo, ver um fantasma, a uma expressão facial apresentada pela personagem, Figura 20)
- *Recon Mee-Match* (o jogador precisa de combinar as expressões faciais das personagens com expressões faciais de outros modelos, Figura 21)
- *Sketch Mee* (o jogador pode usar as expressões faciais desenhadas e fazer um vídeo dinâmico para assistir à mudança do rosto da personagem, Figura 22)
- *Memory Game* (o objetivo é emparelhar os modelos de expressões faciais, Figura 23)
- *Build the Face* (o jogador desenha expressões faciais no rosto do avatar, de acordo com uma expressão-alvo apresentada num desenho; Figura 24).

Figura 20.

Recon Mee-Free (Alves et al., 2013)



Figura 21.

Recon Mee-Match (Alves et al., 2013)



Figura 22.

Sketch Mee (Alves et al., 2013)



Figura 23.

Memory Game (Alves et al., 2013)



Figura 24.

Build the Face (Alves et al., 2013)



A personagem principal do jogo é um menino com características avaliadas por estudos preliminares (por exemplo, características infantis, como uma cara redonda e olhos grandes). O jogo concentra-se em fornecer um *feedback* positivo, e os erros cometidos pelo jogador não são valorizados.

Na Tabela 4, são apresentados os resultados dos questionários realizados ao país das crianças, com foco no uso da tecnologia, demonstração de emoções e reconhecimento das emoções.

Tabela 4.

Resultados dos Questionários Feitos aos Pais (Alves et al., 2013)

Questionário dos pais	Resultados
Uso de tecnologia	<p>- 8 crianças (73%) preferem usar um computador em vez de outro tipo de tecnologias.</p> <p>- 5 crianças (45%) usam o computador quase todos os dias.</p> <p>- Os computadores foram usados principalmente pelos participantes, em casa, para assistirem a vídeos musicais e para jogarem jogos de computador ricos em música, cores brilhantes e ação.</p>
Demonstração de emoções	<p>- 8 crianças (73%) às vezes expressam emoções.</p> <p>- 9 crianças (82%) podem expressar alegria, 8 (73%) tristeza, e 6 (54%) raiva</p> <p>- 5 crianças (45%) são capazes de expressar medo, 3 (27%) nojo, e 2 (18%) surpresa.</p>
Reconhecer emoções	<p>- 5 crianças (45%) conseguem sempre reconhecer emoções.</p> <p>- Os relatórios dos pais mostram que 9 crianças (82%) conseguem reconhecer tristeza, 7 (64%) alegria, e 6 (54%) raiva.</p> <p>- Apenas 4 crianças (36%) reconhecem surpresa, 1 (9%) nojo, e 1 (9%) medo.</p>

3. Métodos

Resumo

Neste capítulo, são apresentados os métodos utilizados no presente trabalho.

É mostrada toda a lógica de funcionamento da aplicação, dos jogos desenvolvidos e da comunicação da aplicação com a base de dados.

Através de fluxogramas é mostrado em pormenor como a aplicação foi construída, como os jogos foram pensados e desenvolvidos e como é feita a comunicação entre a aplicação e a base de dados.

3. Métodos

3.1 Construção da App

3.2 Jogos desenvolvidos

3.3 Comunicação entre API e base de dados

3.1. Construção da App

Quando a aplicação é iniciada, é mostrada a *Home Page*, onde se encontram duas opções: Criar conta ou realizar *login*.

Quando se clica em Criar conta, são pedidos: o nome, o email, a idade e uma palavra-chave. Após serem fornecidos os dados, a conta é criada e armazenada na base de dados e a página é redirecionada para o *login*.

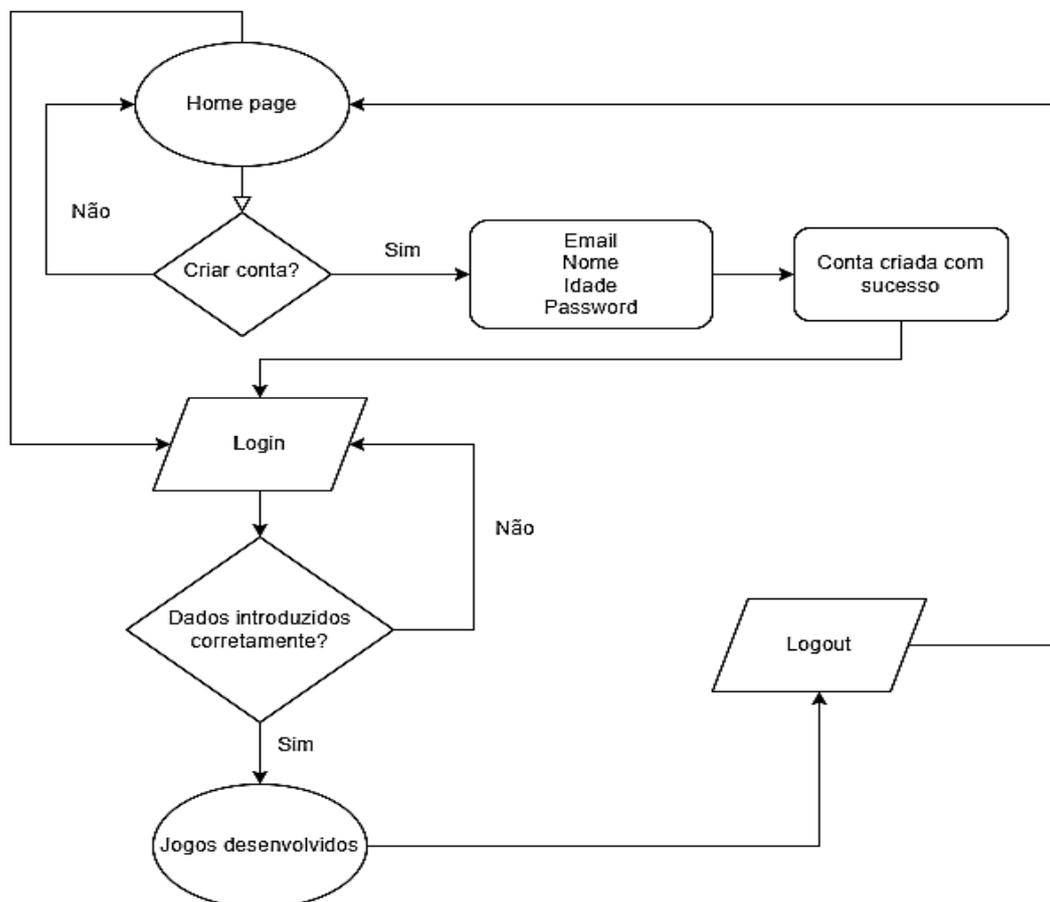
Se o jogador já tem conta criada, pode efetuar diretamente o *login* na *Home Page* e aceder aos jogos criados.

Sempre que o utilizador desejar efetuar o *logout*, carrega no botão indicado e é direcionado para a *Home Page*.

Na Figura 25 é apresentado o fluxograma com toda a lógica desta aplicação.

Figura 25.

Fluxograma do Funcionamento da App Desenvolvida



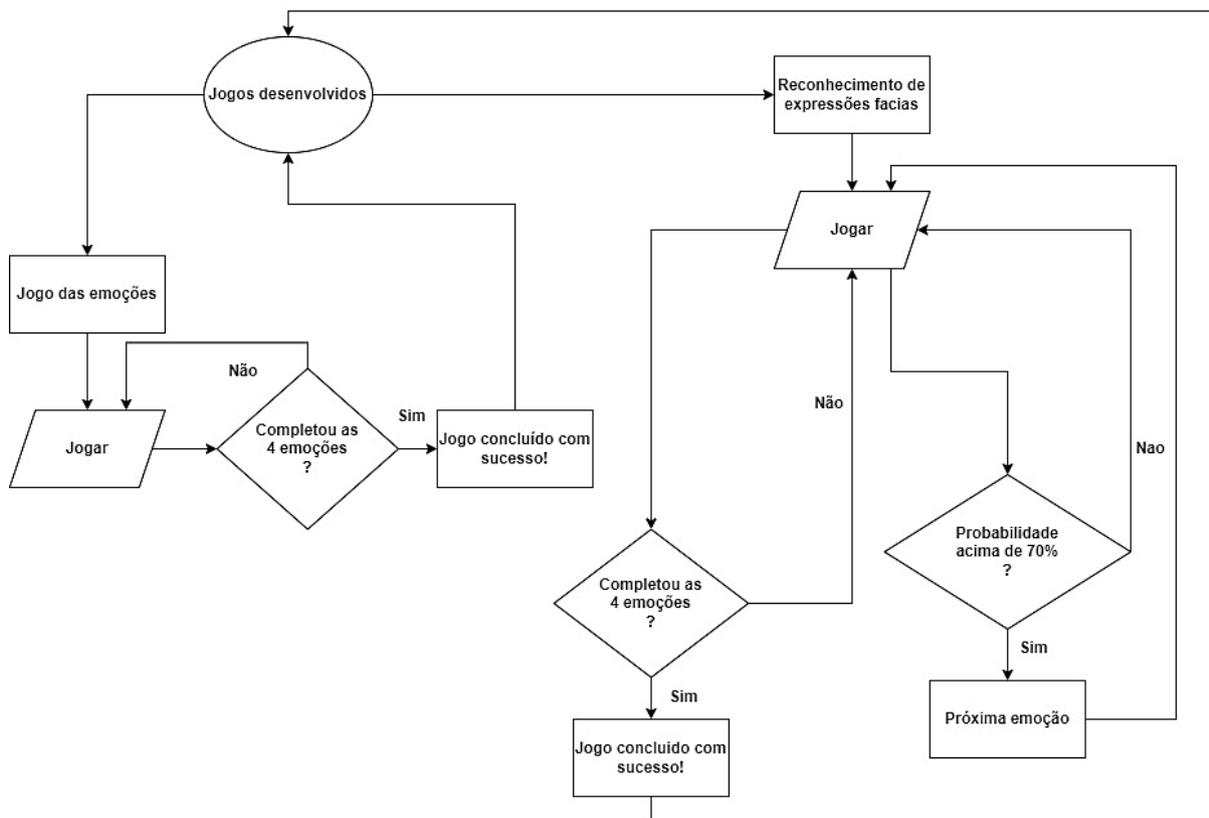
3.2. Jogos desenvolvidos

Quando se efetua *login*, são apresentados dois jogos. Se clicar no Jogo das Emoções, é direcionado para o jogo, é apresentada uma emoção, de forma aleatória, e sempre que uma parte do rosto é arrastada surge uma mensagem no ecrã com a informação de sucesso ou insucesso. Ao mesmo tempo, através de um alerta sonoro, é possível ouvir a mesma mensagem de sucesso ou insucesso. Quando se completam as quatro emoções, é dado por concluído o jogo, e o utilizador é direcionado para a página dos jogos novamente.

Caso escolha o segundo jogo, o Reconhecimento de Expressões Faciais, o processo é semelhante; tem de completar com sucesso todas as emoções pedidas e, quando tiver concluído com sucesso, é novamente direcionado para a página dos jogos. O processo está explicado na Figura 26.

Figura 26.

Fluxograma dos Dois Jogos Desenvolvidos

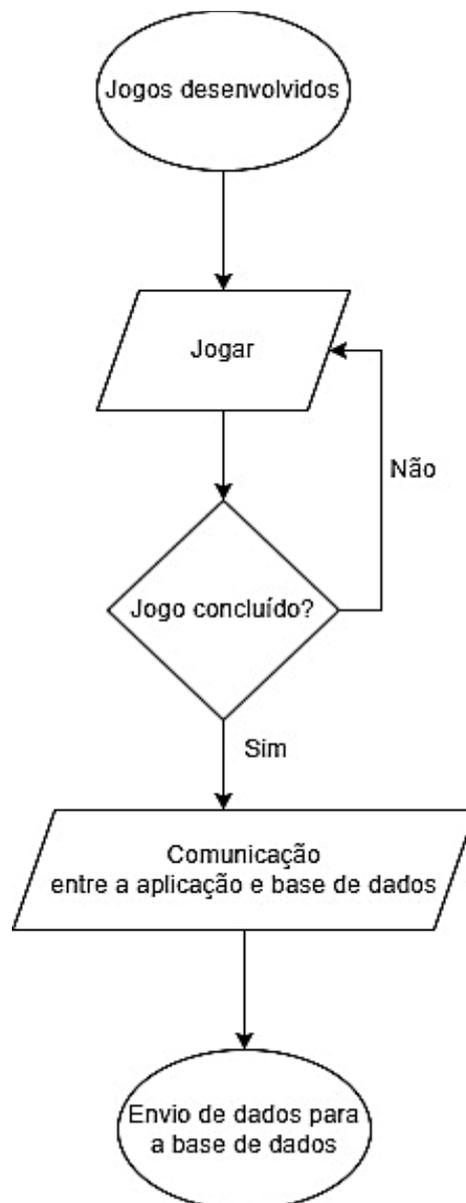


3.3. Comunicação entre API e base de dados

Na Figura 27 mostra-se o fluxograma relativo ao procedimento de comunicação. Quando o utilizador arrasta uma parte do rosto, é feito o registo na base de dados com a informação se acertou ou errou. Desta forma, são registados todos os dados, como quantas partes acertou, quantas errou, o tempo que demorou a completar cada emoção, e o tempo total para completar as quatro emoções. Assim, a base de dados armazena todos os dados relativamente a cada jogador e, como é demonstrado no capítulo cinco, é feita a análise desses mesmos dados, o que de outra forma não era possível, porque os dados iam-se perder após cada jogada, sem serem registados.

Figura 27.

Fluxograma da Comunicação Efetuada



4. Desenvolvimento dos jogos e da aplicação

Resumo

Neste capítulo descrevem-se os procedimentos gerais utilizados no desenvolvimento dos jogos e da aplicação.

Começa-se por se detalhar o *software* utilizado no trabalho e uma visão global do sistema, mostrando-se a criação de toda a aplicação. É feita a apresentação detalhada de cada jogo e as funcionalidades que cada um tem para oferecer ao utilizador. Por fim, mostram-se todas as funcionalidades da aplicação, bem como da base de dados construída.

4. Desenvolvimento dos jogos e da aplicação

4.1 Linguagem utilizada

4.2 Jogos sérios desenvolvidos

4.3 Funcionalidades da App

4.1. Linguagem utilizada

Ao longo do desenvolvimento da aplicação foi utilizada a linguagem de programação JavaScript. Sendo - se mais específico, o Javascript foi utilizado na programação *front-end*, que é responsável pela parte “visual” da aplicação. Neste caso, o Javascript foi também utilizado juntamente com outras duas linguagens iniciais, o HTML e CSS. Além disso, através da ajuda do NodeJs, juntamente com uma biblioteca, que auxilia na tarefa de criar um servidor *web*, e através da utilização de alguns *frameworks front-end* e de um banco de dados, foi possível criar uma aplicação *web* de forma completa.

Com as diversas *frameworks* criadas com JavaScript, é ainda possível desenvolver uma aplicação *mobile*, sendo um dos pontos importantes para trabalho futuro.

4.2. Jogos sérios desenvolvidos

Neste trabalho, foram desenvolvidos dois jogos sérios. O primeiro jogo tem como objetivo a construção de uma emoção através do uso de várias partes que fazem parte de uma cara, como os olhos, as sobrancelhas, o nariz e a boca. O segundo jogo pretende que o utilizador replique a emoção pedida, mas, desta vez, através do uso de uma câmara e de um sistema que valide se a emoção está correta.

Depois de completar com sucesso os dois jogos desenvolvidos, espera-se que o jogador tenha uma maior facilidade em interpretar e associar diversas emoções a determinados traços característicos de um rosto humano.

Desta forma, os dois jogos focam-se em diferentes campos. O primeiro jogo foca-se mais nos traços do rosto humano e, assim, o jogador terá de ter a capacidade de interpretar diversas partes do rosto e de associá-las a uma determinada emoção.

O segundo jogo desenvolvido é mais complexo e tem como objetivo o próprio jogador conseguir interpretar a emoção que lhe é pedida, e depois imitar essa mesma, da melhor forma, até a sua imitação ser validada pelo sistema de deteção.

Como os jogos foram desenvolvidos para crianças com PEA, teve de haver um cuidado especial para não dificultar ou confundir em demasia os próprios utilizadores, simplificando a interface gráfica apresentada. Em todos os jogos existe um menu de ajuda composto por várias imagens, com o objetivo de ajudar quem joga a assimilar ainda melhor as diversas emoções. Desta maneira, é expectável que o jogador olhe para esse menu e consiga completar os jogos propostos da melhor forma.

4.2.1. Primeiro jogo desenvolvido

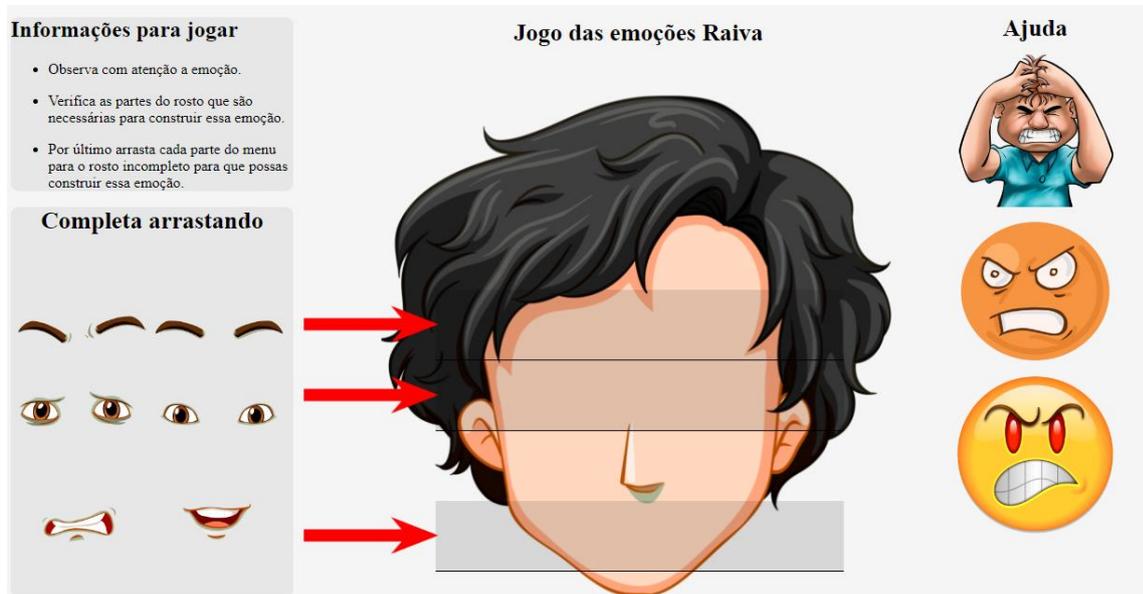
O objetivo do Jogo das Emoções é a criação de um rosto que represente a emoção pedida. Este jogo conta com quatro emoções, sendo elas a Alegria, a Tristeza, a Raiva e a Surpresa. Para isso, são utilizadas diversas partes que integram um rosto humano, como a boca, o nariz, as sobrancelhas e os olhos. Como podemos observar na Figura 28, do lado esquerdo, é apresentado um conjunto de partes para arrastar na direção do rosto incompleto, de forma a criar a emoção de Raiva. Do lado direito, pode-se observar também três imagens que compõem o menu de Ajuda. Este menu apresenta os traços mais vinculados de cada emoção, de forma a ajudar a encontrar a parte do rosto correta.

O menu que contém as partes do rosto é atualizado a cada passagem de nível, e as posições são mudadas de forma aleatória para dificultar a tarefa do jogador. Como se pode observar na Figura 31, o rosto foi completado de forma correta. Quando todas as emoções forem completadas de forma correta, surge um aviso com a mensagem “Jogo concluído com sucesso!”.

É possível a criação de uma conta, sendo ela composta por nome, idade, email e palavra-chave. Esta conta vai ser responsável por conter as informações de cada jogador e, principalmente, por armazenar as tentativas falhadas em cada jogo, para que quem joga ou monitoriza consiga ter uma melhor percepção sobre o que está a fazer mal e a refletir sobre o que fazer para retificar o seu raciocínio.

Figura 28.

Aspeto Geral do Jogo das Emoções ¹



Na Figura 29, é apresentado o menu que é constituído por duas sobrancelhas, dois olhos e duas bocas.

As partes que compõem este menu são geradas de forma aleatória de forma a dificultar o jogo.

Figura 29.

Menu com as Diversas Partes a Usar para Completar o Jogo ²



^{1 2} Rosto e partes do rosto adaptado de <https://www.freepik.com/author/brgfx> , emojis retirados de <https://www.freepik.com/>

Na Figura 30 é apresentado o rosto incompleto para o utilizador completar conforme a emoção que é pedida.

Figura 30.

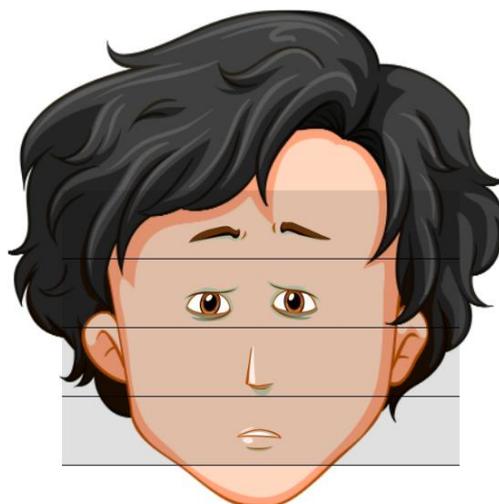
Rosto para Completar³



Exemplo da emoção Tristeza completa com sucesso (Figura 31).

Figura 31.

Rosto Preenchido Corretamente para a Emoção de Tristeza⁴

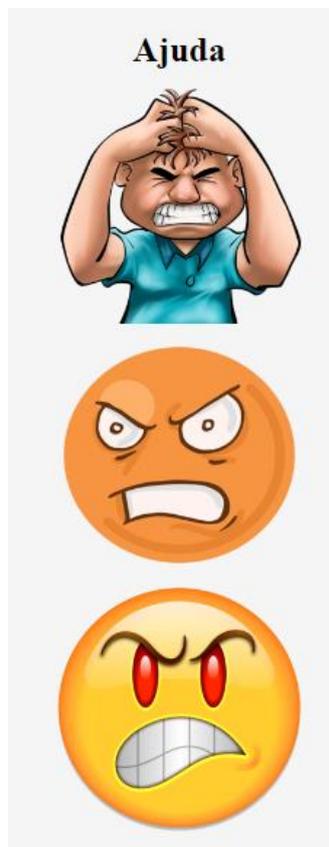


³ ⁴ Rosto e partes do rosto adaptado de <https://www.freepik.com/author/brgfx>

Na Figura 32, pode-se observar um conjunto com três imagens que compõem a parte da ajuda. Em cada emoção, são apresentadas três figuras distintas, de forma a ajudar o jogador a perceber os traços característicos principais de cada emoção e de, assim, conseguir completar o jogo com o mínimo possível de tentativas falhadas. Neste exemplo, é possível observar que, para a emoção de raiva, normalmente as pessoas tendem a cerrar os dentes, a levantar as sobrancelhas em forma de v, e a abrir mais os olhos. O uso de *emojis*, neste tipo de jogos, é uma mais-valia, pois estes permitem enfatizar diversos traços característicos para cada emoção.

Figura 32.

Conjunto de Imagens que Auxiliam na Construção da Emoção Raiva ⁵

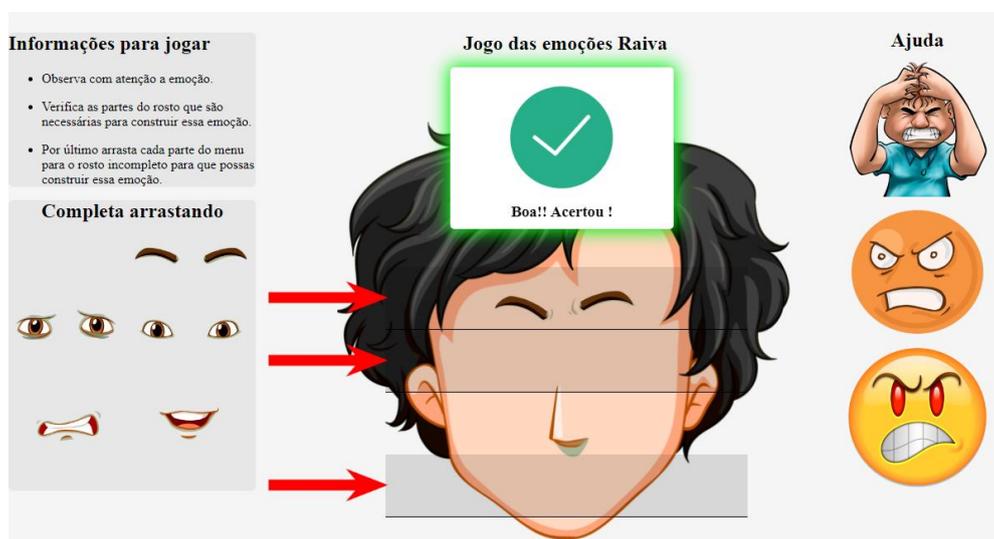


Além disso, sempre que o jogador acerta ou erra uma parte constituinte do rosto a completar, é apresentado uma mensagem no ecrã, como se pode observar nas Figuras 33 e 34.

⁵ Emojis retirados de <https://www.freepik.com/>

Figura 33.

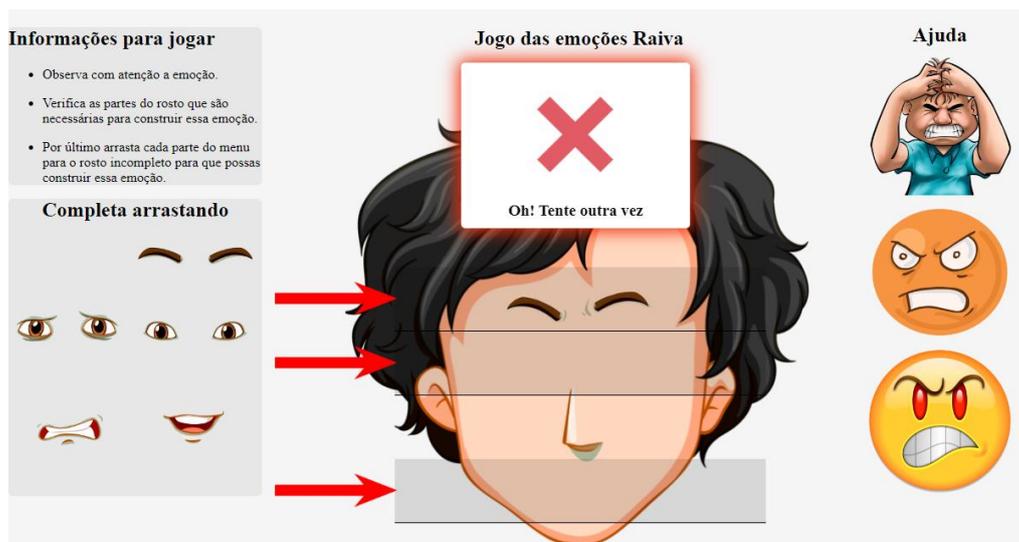
*Notificação Visual para Alertar que Acertou*⁶



Além da notificação visual, é também dada uma notificação sonora através de um áudio que diz: “Boa! Acertou!” para dar um reforço positivo ao jogador.

Figura 34.

*Notificação Visual para Alertar que Errou*⁷



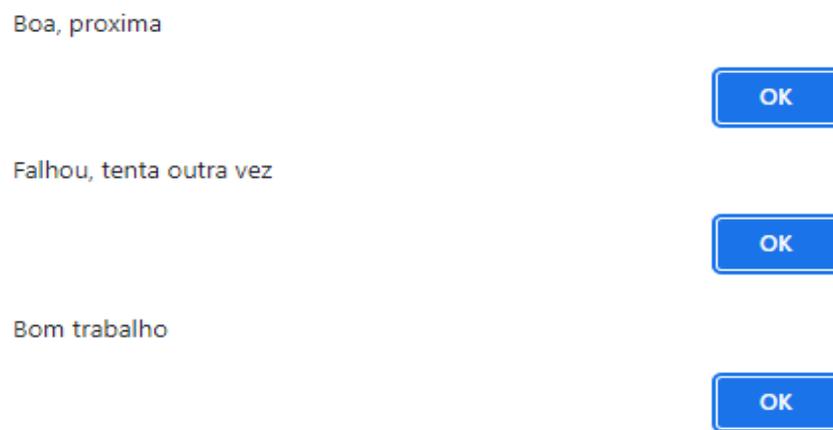
⁶ ⁷ Rosto e partes do rosto adaptado de <https://www.freepik.com/author/brgfx> , emojis retirados de <https://www.freepik.com/>

Da mesma forma que é dada uma notificação sonora quando se acerta, neste caso, quando se erra, ouve-se um áudio a dizer: “Oh! Tente outra vez”. Assim, o jogador consegue perceber que acertou ou que errou de várias formas distintas. As cores em volta das caixas de texto estão de acordo com a ideia que as pessoas associam a certo e a errado, neste caso, o verde e o vermelho, respetivamente.

Na Figura 35 é mostrado todas as caixas de texto que aparecem após acertar, falhar ou completar o jogo.

Figura 35.

Notificações quando Acerta, Erra e Completa o Desafio, Respetivamente



Na Figura 36 pode-se observar o botão de jogar novamente, quando o jogo é completado.

Figura 36.

Botão para Jogar a Próxima Emoção



4.2.2. Segundo jogo desenvolvido

O segundo jogo desenvolvido tem como objetivo imitar a emoção que é pedida. Através do Sistema de Reconhecimento Facial, sempre que a pessoa realiza uma expressão, o sistema dá uma probabilidade sobre a emoção que está a identificar. O modelo foi treinado através do uso da WIDER FACE *dataset* (Yang, Luo, Ping, Loy, & Tang, 2016). O conjunto de dados WIDER FACE é um conjunto de dados de referência de deteção facial, onde as imagens são selecionadas entre o conjunto de dados WIDER disponível publicamente. Foram escolhidas 32.203 imagens e rotulados 393.703 rostos com um alto

grau de variabilidade em escala, pose e oclusão. O conjunto de dados WIDER FACE é organizado com base em 61 classes de eventos. Para cada classe de evento, são selecionados aleatoriamente 40% de dados como conjuntos de treino, 10% para validação, e 50% para teste.

Foi utilizado um sistema de detecção e de reconhecimento facial, que tem várias funcionalidades, tais como: reconhecimento facial, verificar similaridades entre fotos, detetar expressões faciais, detecção de pontos de referência do rosto e detecção em tempo real dos movimentos do rosto, mas apenas foram utilizadas as funcionalidades de detecção do rosto e das expressões faciais na aplicação desenvolvida.

Foi utilizada a biblioteca de JavaScript, *Face-API.js*, desenvolvida por Vincent Müller (Müller, 2018) e que qualquer utilizador pode integrar no seu projeto, porque é uma biblioteca de acesso livre. Desta forma, parte do código foi integrado na aplicação desenvolvida e foram efetuadas algumas alterações de forma a cumprir com os objetivos propostos para este segundo jogo.

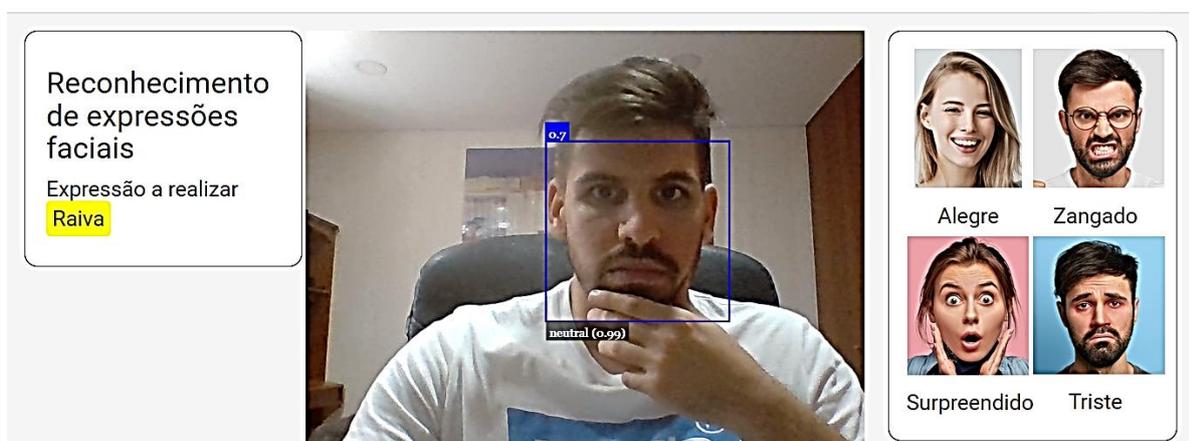
A Figura 37 mostra que, do lado direito, tal como no primeiro jogo desenvolvido, são apresentadas quatro imagens, onde se podem ver as quatro emoções que este jogo pretende, sendo elas: a Alegria, a Raiva, a Surpresa e a Tristeza. Os traços principais de cada emoção são realçados, como a boca e as sobrancelhas.

Neste exemplo abaixo, é possível observar que o sistema detetou com uma probabilidade de 99% que o estado é neutro.

No lado esquerdo, com realçado amarelo, é solicitada a emoção a realizar, e o jogador tem de conseguir imitar da melhor forma essa emoção. Quando o sistema fizer a validação, com uma probabilidade acima de 70%, é pedida outra emoção diferente até terminar o jogo por completo.

Figura 37.

*Estado Neutro*⁸



⁸ Imagens das quatro emoções retiradas de <https://www.freepik.com/>

Como se pode observar na Figura 38, o sistema valida com relativa facilidade todas as emoções que lhe são apresentadas. A única exceção ocorre com a emoção de Tristeza. O sistema tem alguma dificuldade em fornecer uma probabilidade elevada, porque é fácil confundir o estado neutro com o estado de Tristeza. Os traços faciais de uma pessoa triste em comparação com uma pessoa no estado neutro são muito semelhantes, levando a uma menor exatidão na sua leitura. Neste caso específico, para o jogador conseguir completar a emoção de Tristeza, é necessário que o sistema valide com uma probabilidade acima de 50% a emoção de Tristeza. Nas restantes, o sistema de validação tem de obter uma probabilidade acima de 70%, demonstrando de forma inequívoca que o jogador está de facto a imitar a emoção que lhe é pedida.

Figura 38.

Deteção de Várias Emoções: Alegria, Raiva, Tristeza e Surpresa



4.3. Funcionalidades da App

A aplicação desenvolvida tem como objetivo compilar vários jogos e funcionalidades num só espaço. Destina-se essencialmente a ser utilizada por crianças com PEA, sendo essencial manter uma apresentação simples e didática, para cativar a atenção de quem a utiliza.

Para a criação de uma conta (Figuras 40 e 41), são fornecidas informações pessoais, para fazer a caracterização do utilizador. Neste caso, são pedidas as seguintes informações: o nome, a idade, um email e uma palavra-chave. Posteriormente, é feito o *login*, (Figuras 42 e 43) através do email fornecido e por meio da palavra-chave definida. Quando se entra na conta criada, é possível verificar as jogadas falhadas no primeiro jogo, sendo um recurso valioso para quem está a analisar ou monitorizar os utilizadores. É possível traçar um perfil de jogador através dos erros que comete e de o auxiliar de forma mais concreta e precisa.

Com o conjunto de jogos desenvolvidos, os jogadores conseguem ser confrontados com vários desafios diferentes, com vários níveis de dificuldade, e conseguem expandir o conhecimento e cimentar conceitos de forma mais otimizada.

A plataforma digital desenvolvida permite a expansão para outros países ou escolas, de forma prática e simples. Os dados de cada utilizador podem ser acedidos através da base de dados criada, e um estudo à distância pode ser realizado, permitindo auxiliar várias crianças sem estar ao lado delas.

A base de dados permite recolher informações, como a idade, sendo possível traçar um perfil de jogador, e, mais importante, permite realizar um estudo entre idades e tentativas falhadas em cada emoção, o que permite concluir em que emoção existem mais falhas e de que forma a idade se relaciona com as tentativas falhadas.

Além disso, é ainda possível consultar os tempos de conclusão de cada emoção e o tempo total de jogo.

Figura 39.

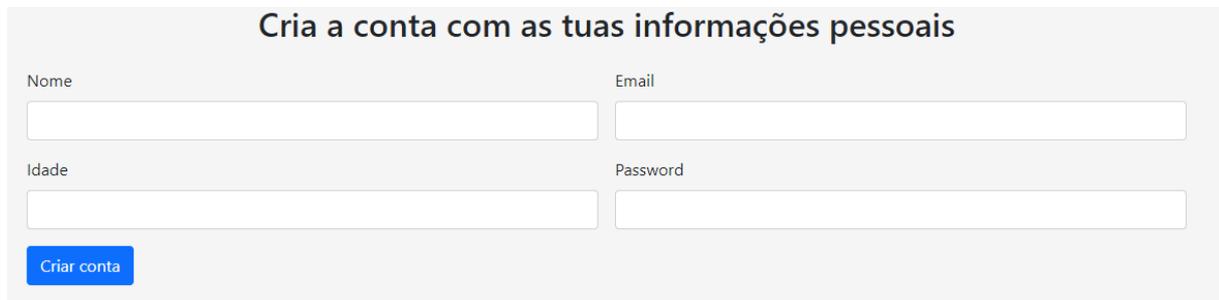
Login e Registo



Na Figura 40 são pedidos os dados para criar a conta do jogador.

Figura 40.

Criação da Conta



Cria a conta com as tuas informações pessoais

Nome

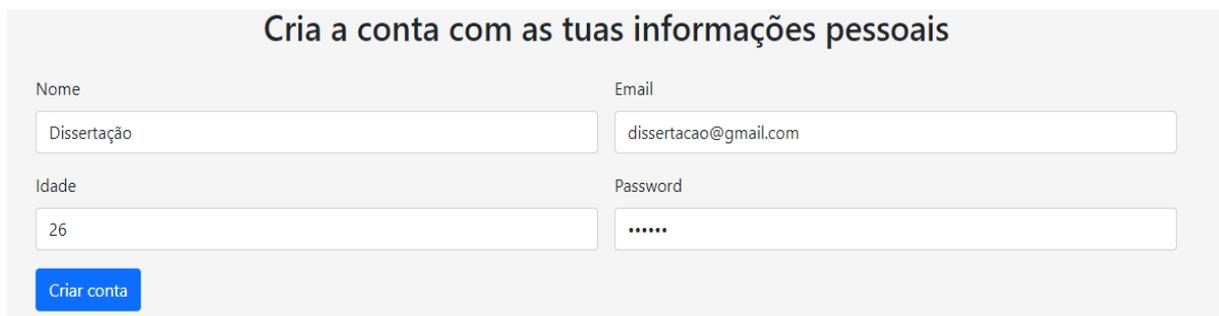
Email

Idade

Password

Figura 41.

Aspeto Geral do Registo



Cria a conta com as tuas informações pessoais

Nome

Email

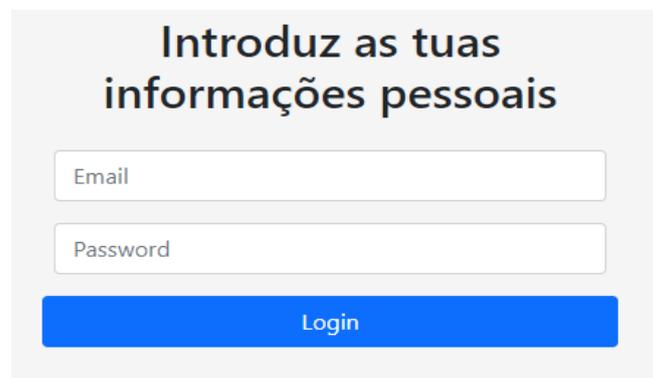
Idade

Password

O *login* é realizado através do email e da *password* criados anteriormente.

Figura 42.

Login



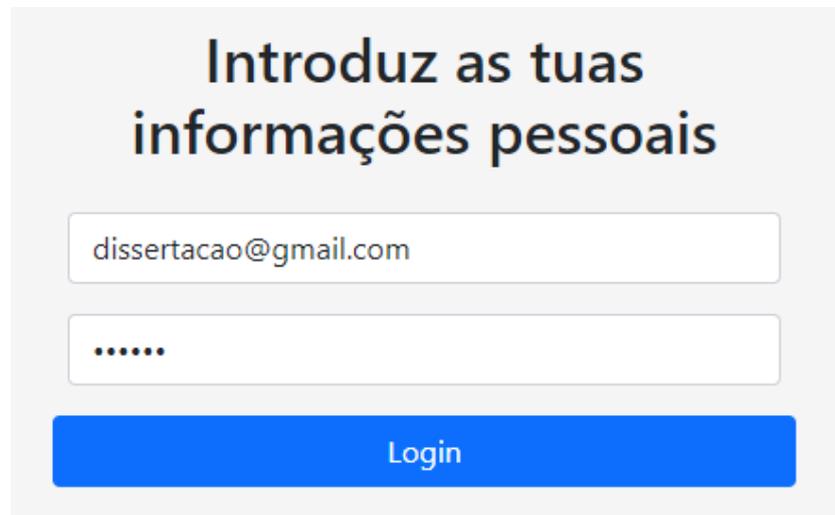
Introduz as tuas informações pessoais

Email

Password

Figura 43.

Login com as Credenciais



Introduz as tuas
informações pessoais

dissertacao@gmail.com

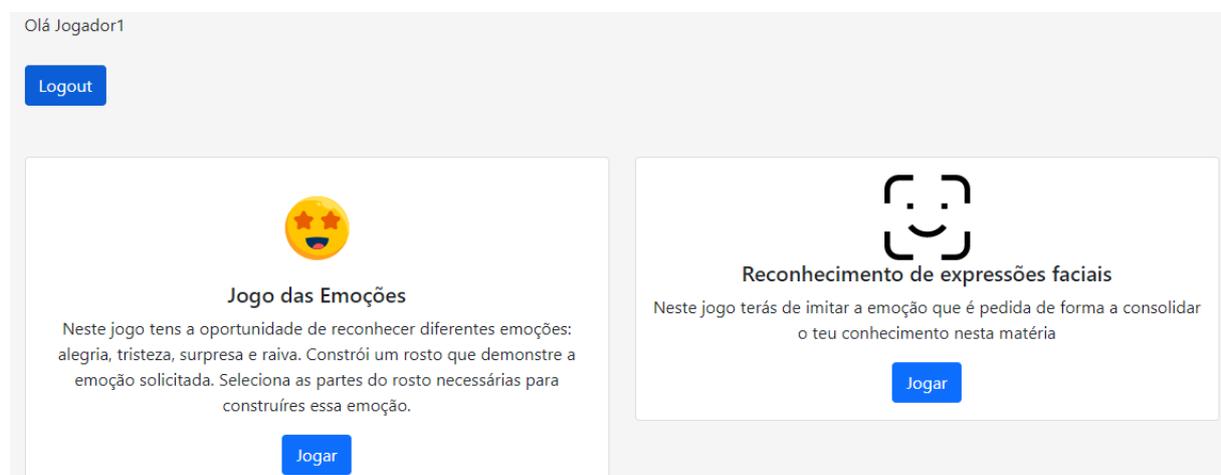
Login

Depois de se efetuar o *login*, é apresentada a opção de realizar o *logout*, bem como os dois jogos desenvolvidos. Nas Figuras 45, 46 e 47, são apresentadas as estatísticas do jogador relativas ao primeiro jogo desenvolvido.

Depois de se efetuar o *login*, é apresentado duas opções, Joga das Emoções ou o segundo jogo: Reconhecimento de expressões faciais. Pode observar a componente visual na Figura 44,

Figura 44.

Página Apresentada Após Realizar Login



Olá Jogador1

Logout


Jogo das Emoções
Neste jogo tens a oportunidade de reconhecer diferentes emoções: alegria, tristeza, surpresa e raiva. Constrói um rosto que demonstre a emoção solicitada. Selecciona as partes do rosto necessárias para construíres essa emoção.
Jogar

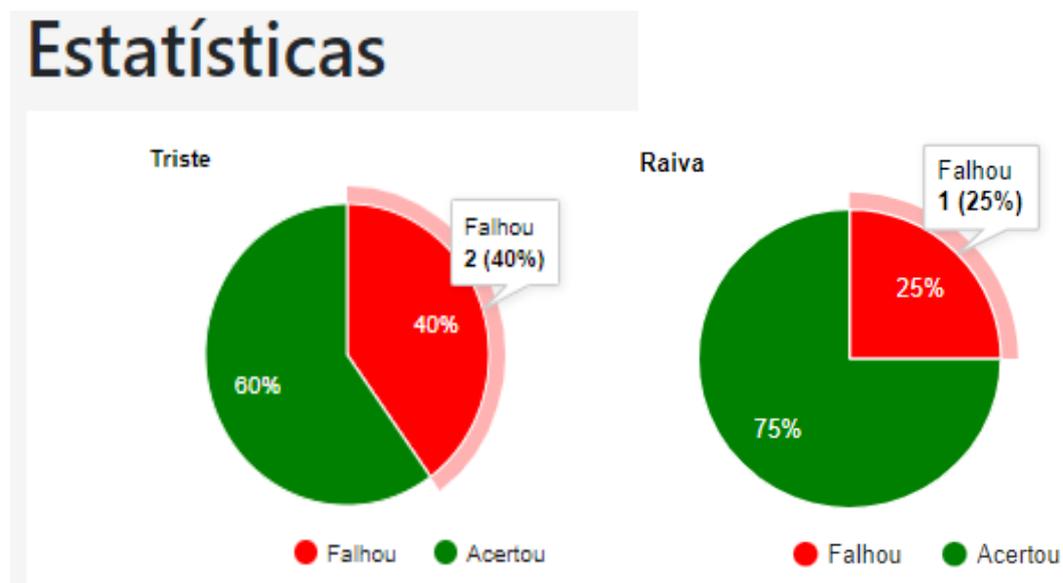

Reconhecimento de expressões faciais
Neste jogo terás de imitar a emoção que é pedida de forma a consolidar o teu conhecimento nesta matéria
Jogar

Quando se efetua o *login*, se o jogador já jogou o primeiro jogo desenvolvido, as estatísticas são mostradas abaixo. Estas estatísticas são em forma de gráficos circulares, e mostram a emoção, as tentativas falhadas e acertadas. Desta forma, o jogador pode analisar o seu próprio progresso e treinar as emoções em que sente mais dificuldades.

Nas Figuras 45, 46 e 47 pode ver-se como as estatísticas são apresentadas.

Figura 45.

Exemplo do Modo como são Apresentadas as Estatísticas



As estatísticas são apresentadas em linhas de quatro, porque o jogo desenvolvido contém quatro emoções para completar e, desta maneira, cada linha significa um jogo completo.

Figura 46.

Jogo Completo com as Quatros Emoções Completadas

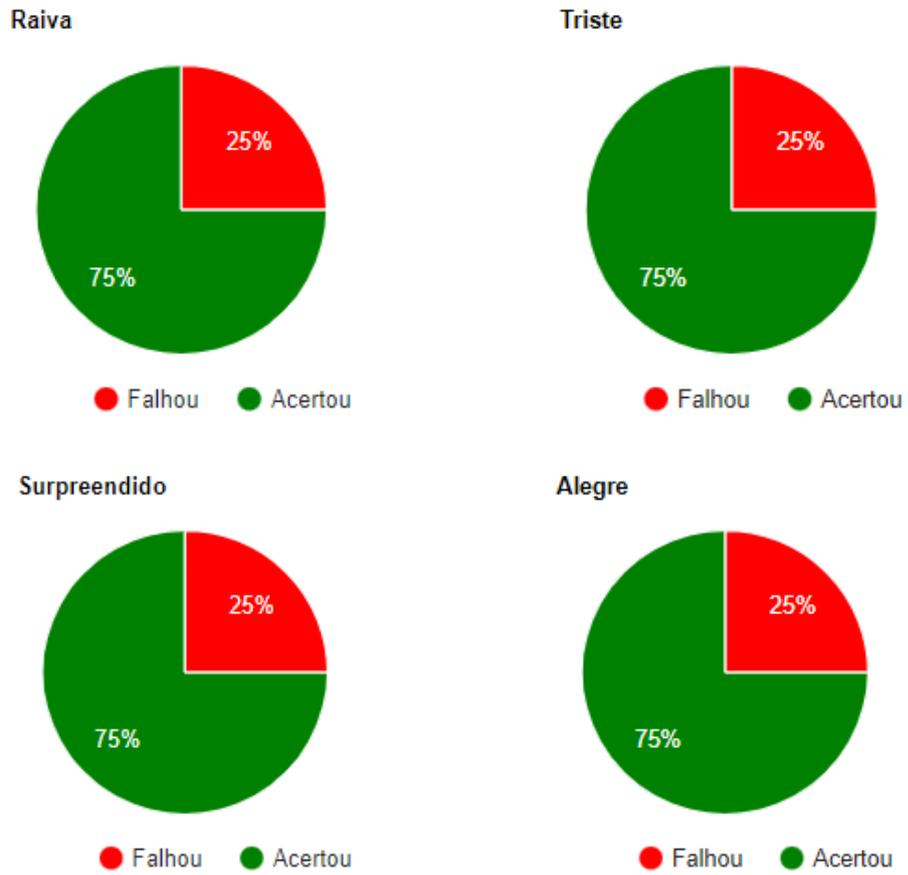
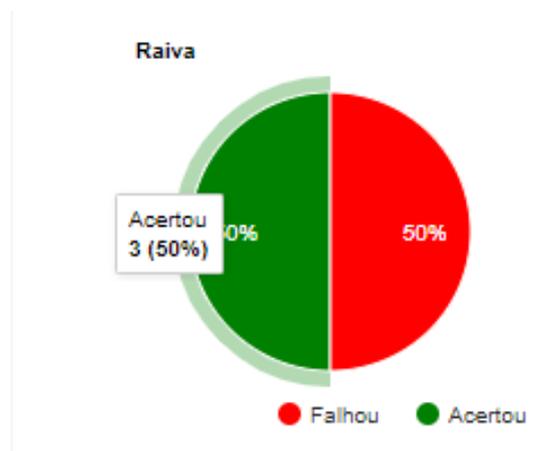


Figura 47.

Jogador Errou 3 e Acertou 3 na Emoção de Raiva



5. Testes e resultados

Resumo

Neste capítulo serão apresentados os testes a que a aplicação foi submetida, nomeadamente os que se referem à comunicação entre a aplicação e a base de dados.

Verifica-se ainda se a base de dados está a armazenar corretamente todas as contas criadas e os seus dados, e confirma-se se as estatísticas dos jogadores estão corretas.

São apresentados os testes realizados a crianças com e sem PEA, e os diversos resultados obtidos.

No ponto 5.3 apresenta-se uma análise a esses mesmos resultados, relativamente aos tempos de jogo e percentagem de acerto.

Por último, apresenta-se uma análise sobre diversos tópicos, onde se verifica como as crianças se adaptaram aos jogos e à interface desenvolvida.

5. Testes

5.1 MongoDB

5.2 Testes realizados com crianças

5.3 Análise dos resultados

5.4 Análise à aplicação desenvolvida

5.1. MongoDB

MongoDB é um *software* de base de dados orientado a documentos, livre, de código aberto e multiplataforma, escrito na linguagem C++. Classificado como um programa de banco de dados NoSQL, o MongoDB usa documentos semelhantes a JSON com esquemas.

As suas características permitem que as aplicações armazenem informações de forma organizada segundo hierarquias complexas e continuando a ser indexáveis e fáceis de procurar.

Foram efetuados diversos testes para verificar se a aplicação comunicava corretamente com a base de dados. Desta forma, pode-se observar nas figuras abaixo que para cada utilizador são guardadas as jogadas totais, as tentativas falhadas, as tentativas corretas para cada emoção. Assim, é possível obter toda a informação sobre cada jogador e sobre cada jogada.

Esta base de dados armazena as jogadas do primeiro jogo desenvolvido, bem como todas as contas criadas (Figura 48). Numa outra tabela, estão armazenados os tempos de conclusão de cada emoção e o tempo total para conclusão do primeiro jogo.

Através destes testes, é possível observar que a aplicação comunica corretamente com a base de dados e que os dados são fornecidos de forma correta.

Esta base de dados armazena também todas as contas criadas, permitindo obter o nome, um email e a idade. A palavra-passe encontra-se encriptada, para garantir a segurança de quem joga.

Na figura seguinte, é demonstrado de que forma os dados são armazenados e mostrados.

Figura 48.

Base de Dados Onde se Encontram Guardadas Todas as Informações do Utilizador Criado na Figura 46

Data.users

```
name: "Dissertação"  
email: "dissertacao@gmail.com"  
age: 26  
password: "$2b$10$0Q2zaarSK7FklBkpHcoxJ0KqHQ5hgMRUqGFw70c5PabJK5NrqmMK"
```

Na Figura 49, é possível observar vários dados armazenados. Estes dados fornecem diversas informações fulcrais relativas a cada jogador. É possível analisar o tempo que cada jogador demorou a identificar cada emoção em concreto, e quantas tentativas foram necessárias para essa identificação. Através da análise destes dados, compreende-se o sucesso final da criança no jogo, bem como as suas dificuldades. As dificuldades são analisadas através das tentativas erradas ou através do tempo que o jogador demora a completar a emoção.

Figura 49.

Tabela Onde Estão Armazenados os Dados de Cada Jogada

```
Data.plays  
acertou: 3  
errou: 1  
emocao: "Raiva"  
jogadas: 4  
tempoemocao: "1:52"  
userName: "Jogador1"
```

Na Figura 50, é também possível verificar o tempo total que, neste exemplo, o Jogador1 demorou para concluir o jogo.

Figura 50.

Tempo Total para Completar o Primeiro Jogo

```
Data.totalplayed  
nomeUtilizador: "Jogador1"  
tempoTotal: "5:52"
```

Como se pode verificar, em todas as figuras apresentadas a comunicação da aplicação com a base de dados funciona, e os dados são armazenados sem ocorrer nenhuma perda. Todas as contas e dados estatísticos cumprem as normas de segurança exigidas e são de fácil acesso.

Através da observação dos dados totais, consegue-se fazer uma análise completa de cada jogador e avaliar a sua prestação.

5.2. Testes realizados com crianças

Realizaram-se testes com 7 crianças que frequentam o primeiro ciclo do ensino básico, com idades compreendidas entre os 6 e os 8 anos. A média de idades ronda os 6 anos e 4 meses. Destas 7 crianças, 6 são do sexo masculino e 1 do sexo feminino, 3 têm diagnóstico de PEA (Mateus, Josué e Joaquim) e 4 são crianças com desenvolvimento normativo/típico (Madalena, Ricardo, Miguel e Fernando). Com a realização deste estudo exploratório é possível analisar diferentes perspetivas da aplicação desenvolvida, bem como saber a diferença entre tempos de realização de cada emoção e de conclusão do jogo.

Foram utilizados nomes fictícios para cada criança, para proteger a sua identidade e confidencialidade. Todos os intervenientes que participaram neste estudo (escola e alunos), acordaram com o protocolo entre a escola e a Universidade do Minho. Os pais das crianças assinaram um consentimento informado no qual foram informados sobre os objetivos e métodos aplicados na pesquisa (Anexo A.1). Os professores das crianças foram consultados e informados sobre os cenários de jogo a realizar e deram sugestões no sentido de os melhorar.

Na tabela 5, são apresentados os dados de cada criança participante neste estudo exploratório.

Tabela 5.

Crianças que Participaram no Estudo Exploratório

Nome fictício	Idade	PEA
Mateus	6	Sim
Josué	7	Sim
Joaquim	8	Sim
Madalena	6	Não
Ricardo	6	Não
Miguel	6	Não
Fernando	6	Não

Na figura 51, é apresentado o esquema explicativo sobre o modo como a aplicação foi testada. Foram realizadas cinco sessões com as sete crianças, com e sem PEA, para verificar a adequação do jogo a todas as crianças e para verificar se a aplicação permitia responder às especificidades de funcionamento e às necessidades especiais das crianças com PEA.

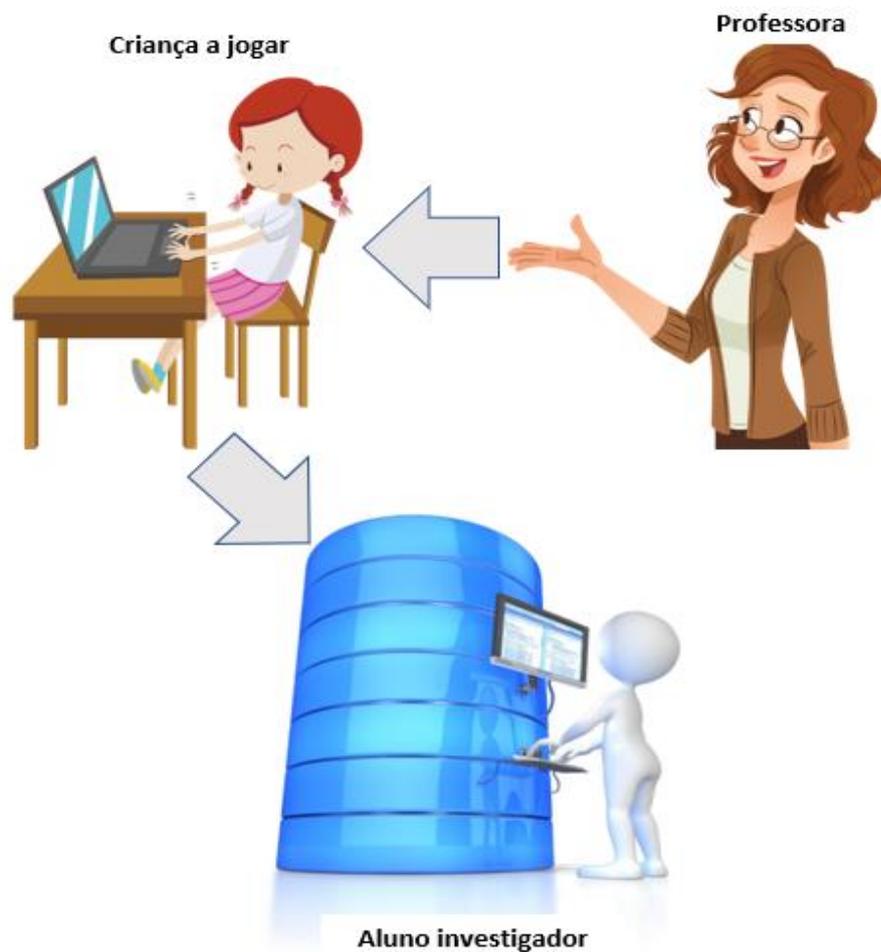
Em todas as sessões estiveram presentes uma professora ou auxiliar, que apoiam diariamente a criança, para monitorizar o comportamento de cada criança e, se necessário, apoiá-la na regulação do seu comportamento (evitar birras e outro tipo de desajustamentos nos comportamentos que podem influenciar o seu nível de participação no jogo).

Numa primeira fase, era solicitado à criança que se sentasse em frente do computador e que começasse a jogar. Se a criança demonstrava algum tipo de dúvida ou hesitação, a professora ou o aluno investigador esclareciam-na e reforçavam o comportamento necessário para iniciar o jogo.

À medida que as crianças completavam cada emoção, os dados sobre: tentativas acertadas, erradas, tempo de conclusão por emoção, e tempo total de conclusão para as quatro emoções eram armazenados na base de dados. Quando a criança terminava o jogo, saía da sala de aula e era chamada a próxima criança, e assim sucessivamente até à conclusão da sessão.

Figura 51.

Esquema Explicativo de Como Foi Testada a Aplicação



Foram registados todos os dados, divididos pelas cinco sessões. Os dados foram referidos acima e são eles: a percentagem de acerto por emoção, o tempo de conclusão por emoção, e o tempo total de conclusão do jogo. Desta forma, é possível observar a evolução de cada criança de sessão para sessão. Este estudo tem como objetivo verificar a evolução de cada jogador em cada sessão, e o de melhorar a interpretação de emoções em quem usa a aplicação.

No capítulo seguinte apresenta-se uma análise sobre os dados obtidos durante as cinco sessões, comparando os desempenhos das crianças nas sessões.

5.2.1. 1^a Sessão

A tabela 6 mostra a percentagem de acerto por emoção na 1^a sessão. As crianças com desenvolvimento típico demonstram, em geral, uma maior percentagem de acerto comparativamente com as crianças com PEA.

Tabela 6.

Percentagem de Acerto por Emoção na 1^a sessão

	Nome Fictício	Percentagem de acerto por emoção			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	75	75	75	75
	Josué	75	100	100	75
	Joaquim	60	60	100	75
Desenvolvimento	Madalena	100	100	100	75
Típico	Ricardo	100	100	100	100
	Miguel	60	100	100	75
	Fernando	100	100	100	75

Na Tabela 7 são apresentados os tempos de conclusão para cada emoção relativos à primeira sessão realizada.

Tabela 7.

Tempo para Completar Cada emoção na 1ª sessão

	Nome Fictício	Tempo para completar cada emoção (minutos)			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	1:44	1:03	1:08	1:52
	Josué	0:34	0:40	2:43	0:32
	Joaquim	1:58	1:55	1:11	1:59
Desenvolvimento	Madalena	0:27	0:40	0:28	0:48
Típico	Ricardo	1:07	0:29	0:41	1:05
	Miguel	1:06	0:34	0:40	0:55
	Fernando	0:18	0:50	0:17	0:20

Na Tabela 8 são mostrados os tempos de conclusão do jogo, ou seja, os tempos para completar corretamente as quatro emoções.

Tabela 8.

Tempo para Conclusão do Jogo na 1ª sessão

	Nome Fictício	Tempo para conclusão de jogo (min)
PEA	Mateus	5:52
	Josué	4:43
	Joaquim	7:05
Desenvolvimento	Madalena	2:24
Típico	Ricardo	3:23
	Miguel	3:21
	Fernando	1:47

5.2.2. 2ª Sessão

A tabela 9 mostra a percentagem de acerto por emoção na 2ª sessão.

Tabela 9.

Percentagem de Acerto por Emoção na 2ª sessão

	Nome Fictício	Percentagem de acerto por emoção			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	75	100	100	75
	Josué	75	100	75	100
	Joaquim	60	100	75	60
Desenvolvimento	Madalena	100	100	100	100
Típico	Ricardo	100	100	100	100
	Miguel	100	100	100	100
	Fernando	100	100	100	100

Na Tabela 10 são apresentados os tempos de conclusão para cada emoção relativos à primeira sessão realizada.

Tabela 10.

Tempo para Completar Cada Emoção na 2ª sessão

	Nome Fictício	Tempo para completar cada emoção (minutos)			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	0:50	0:37	0:34	0:41
	Josué	1:19	0:19	0:52	0:33
	Joaquim	2:33	1:02	1:59	2:47
Desenvolvimento	Madalena	0.26	0:25	0:21	0:22
Típico	Ricardo	0:17	0:17	0:20	0:20
	Miguel	0:23	0:20	0:40	0:26
	Fernando	0:20	0:19	0:15	0:22

Na Tabela 11 é mostrado os tempos de conclusão do jogo, ou seja, os tempos para completar corretamente as quatro emoções.

Tabela 11.

Tempo para Conclusão do Jogo na 2ª sessão

	Nome	Tempo para conclusão de jogo (min)
	Fictício	
PEA	Mateus	5:52
	Josué	4:43
	Joaquim	7:05
Desenvolvimento	Madalena	2:24
Típico	Ricardo	3:23
	Miguel	3:21
	Fernando	1:47

5.2.3. 3ª Sessão

Na tabela 12 mostra-se a percentagem de acerto por emoção na 3ª sessão.

Tabela 12.

Percentagem de Acerto por Emoção na 3ª sessão

	Nome	Percentagem de acerto por emoção			
	Fictício	Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	100	100	100	75
	Josué	100	75	100	100
	Joaquim	100	75	100	75
Desenvolvimento	Madalena	100	100	100	100
Típico	Ricardo	100	100	100	100
	Miguel	100	100	100	100
	Fernando	100	100	100	100

Na Tabela 13 são apresentados o tempo de conclusão para cada emoção relativos à primeira sessão realizada.

Tabela 13.

Tempo para Completar Cada Emoção na 3ª sessão

	Nome Fictício	Tempo para completar cada emoção (minutos)			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	0:44	0:18	0:21	1:08
	Josué	0:19	0:23	0:18	0:33
	Joaquim	0:46	0:35	0:46	0:59
Desenvolvimento	Madalena	0:22	0:13	0:19	0:22
Típico	Ricardo	0:44	0:21	0:24	0:17
	Miguel	0:48	0:20	0:09	0:26
	Fernando	0:16	0:16	0:17	0:18

Na Tabela 14 é mostrado os tempos de conclusão do jogo, ou seja, os tempos para completar corretamente as quatro emoções.

Tabela 14.

Tempo para Conclusão do Jogo na 3ª sessão

	Nome Fictício	Tempo para conclusão de jogo (min)
PEA	Mateus	2:32
	Josué	1:34
	Joaquim	3:06
Desenvolvimento	Madalena	1:20
Típico	Ricardo	1:46
	Miguel	1:44
	Fernando	1:09

5.2.4. 4ª Sessão

Na tabela 15 mostra-se a percentagem de acerto por emoção na 4ª sessão.

Tabela 15.

Percentagem de Acerto por Emoção na 4ª sessão

	Nome Fictício	Percentagem de acerto por emoção			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	100	100	100	100
	Josué	100	100	100	100
	Joaquim	75	100	100	100
Desenvolvimento	Madalena	100	100	100	100
Típico	Ricardo	100	100	100	100
	Miguel	100	100	100	100
	Fernando	100	100	100	100

Na Tabela 16 são apresentados os tempos de conclusão para cada emoção relativos à primeira sessão realizada.

Tabela 16.

Tempo para Completar Cada Emoção na 4ª sessão

	Nome Fictício	Tempo para completar cada emoção (minutos)			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	0:26	0:25	0:16	0:23
	Josué	0:13	0:15	0:38	0:26
	Joaquim	0:48	0:46	0:46	1:01
Desenvolvimento	Madalena	0:22	0:16	0:20	0:21
Típico	Ricardo	0:14	0:10	0:12	0:13
	Miguel	0:16	0:27	0:25	0:18
	Fernando	0:12	0:16	0:13	0:16

Na Tabela 17 é apresentado os tempos de conclusão do jogo, ou seja, os tempos para completar corretamente as quatro emoções.

Tabela 17.*Tempo para Conclusão do Jogo na 4ª sessão*

	Nome	Tempo para conclusão de jogo (min)
	Fictício	
PEA	Mateus	1:31
	Josué	1:33
	Joaquim	3:22
Desenvolvimento	Madalena	1:17
Típico	Ricardo	0:51
	Miguel	1:27
	Fernando	0:58

5.2.5. 5ª Sessão

Na tabela 18 mostra-se a percentagem de acerto por emoção na 5ª sessão.

Tabela 18.*Percentagem de Acerto por Emoção na 5ª sessão*

	Nome	Percentagem de acerto por emoção (%)			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	100	100	100	100
	Josué	100	100	100	100
	Joaquim	75	100	100	100
Desenvolvimento	Madalena	100	100	100	100
Típico	Ricardo	100	100	100	100
	Miguel	100	100	100	100
	Fernando	100	100	100	100

Na Tabela 19 são apresentados os tempos de conclusão para cada emoção relativos à primeira sessão realizada.

Tabela 19.*Tempo para Completar Cada Emoção na 5ª sessão*

	Nome Fictício	Tempo para completar cada emoção (minutos)			
		Tristeza	Alegria	Surpresa	Raiva
PEA	Mateus	0:23	0:19	0:17	0:21
	Josué	0:50	0:14	0:13	0:32
	Joaquim	0:27	0:23	0:38	0:24
Desenvolvimento	Madalena	0:18	0:10	0:13	0:18
Típico	Ricardo	0:19	0:10	0:14	0:09
	Miguel	0:13	0:17	0:15	0:13
	Fernando	0:12	0:13	0:09	0:15

Na Tabela 20 é apresentado os tempos de conclusão do jogo, ou seja, os tempos para completar corretamente as quatro emoções.

Tabela 20.*Tempo para Conclusão do Jogo na 5ª sessão*

	Nome Fictício	Tempo para conclusão de jogo (min)
PEA	Mateus	1:22
	Josué	1:49
	Joaquim	1:55
Desenvolvimento	Madalena	1:01
Típico	Ricardo	0:52
	Miguel	0:58
	Fernando	0:51

5.3. Análise dos resultados

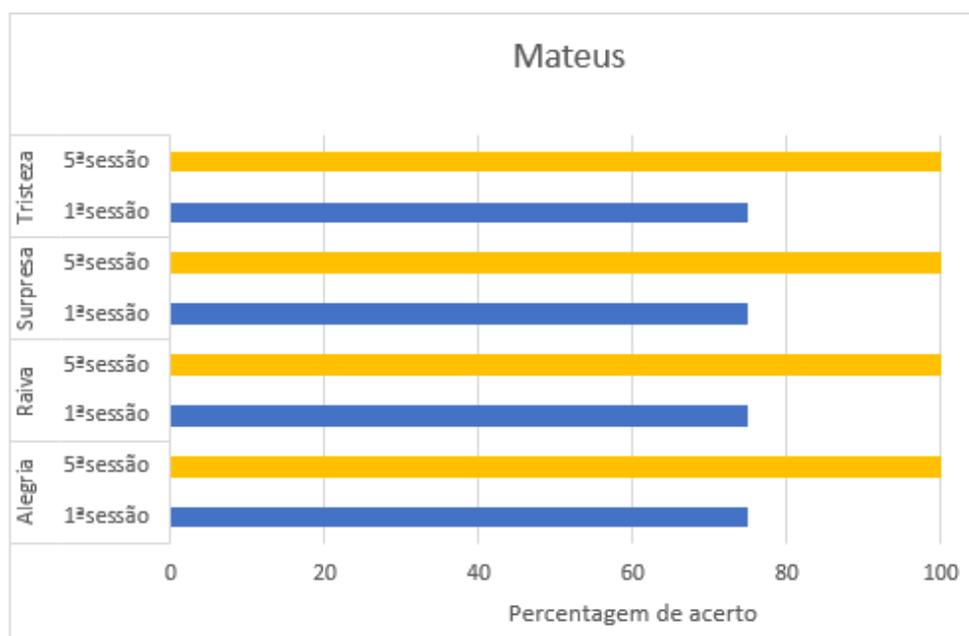
De forma a analisar a evolução de cada jogador realizou-se uma análise comparativa dos resultados obtidos na primeira e na quinta sessão (Figuras 52, 53, 54, 55, 56, 57 e 58). Comparam-se a percentagem de acerto entre sessões, o tempo por cada emoção e o tempo total para a conclusão, para analisar o desempenho e a evolução de cada jogador entre a primeira e a última sessão efetuadas, as emoções que os jogadores tiveram mais dificuldade em identificar e em que precisaram de mais tempo para concretizar a tarefa (ver Tabelas 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27).

Na tabela 29 apresenta-se o valor de média de acerto nas cinco sessões realizadas para cada emoção, por criança.

Na Figura 52, é mostrada a evolução do Mateus ao longo das cinco sessões.

Figura 52.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



O Mateus é uma criança com PEA que, nas primeiras sessões, teve maiores dificuldades em iniciar a tarefa, demonstrando dificuldades em concentrar-se; no entanto, obteve 75% de acerto em todas as emoções e, ao longo das sessões, verificou-se uma melhoria no seu desempenho, obtendo uma percentagem de acerto de 100% em todas as emoções. Ao observar a tabela 21, conclui-se que o Mateus, ao longo das sessões, teve mais dificuldades na identificação da emoção de Raiva e maiores facilidades na emoção de Alegria.

Tabela 21.

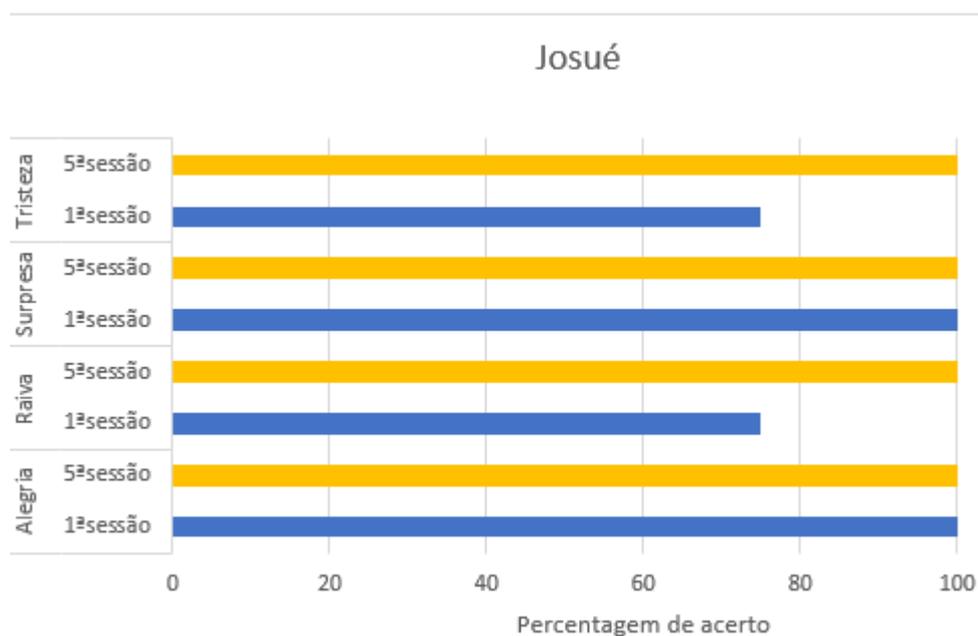
Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Mateus

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	90
Surpresa	90
Raiva	85
Alegria	95

Na Figura 53, é mostrado a evolução do Josué ao longo das cinco sessões.

Figura 53.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



O Josué, com diagnóstico de PEA, obteve na primeira sessão melhores resultados nas emoções de Surpresa e de Alegria, comparativamente com os resultados nas emoções de Raiva e de Tristeza (Tabela 22). A emoção em que apresentou mais dificuldade, ao longo das cinco sessões, foi na emoção de Tristeza, tendo obtido mesmo assim uma percentagem de 90%.

Tabela 22.

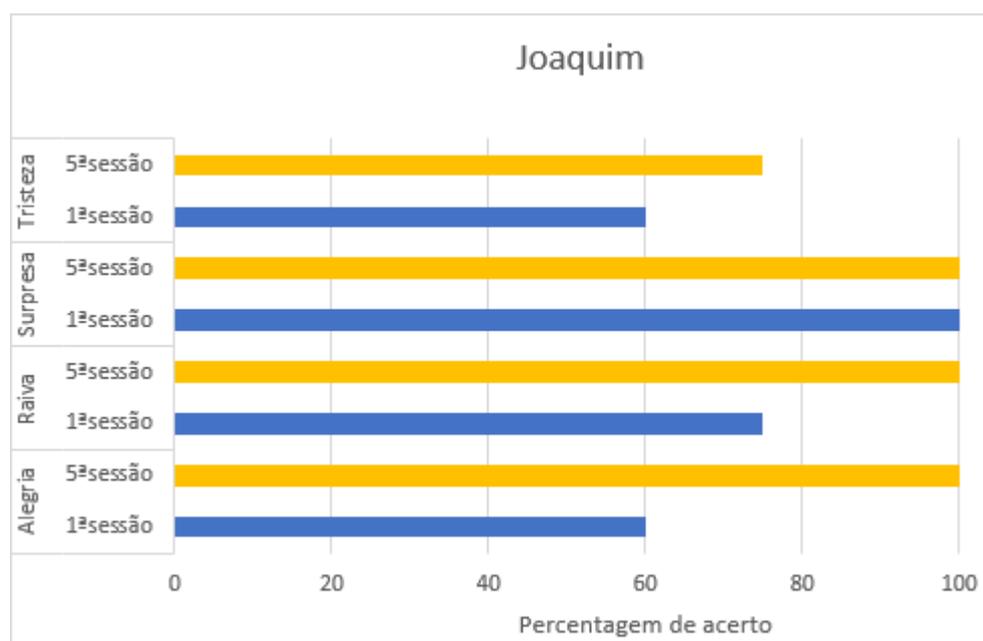
Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Josué

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	90
Surpresa	95
Raiva	95
Alegria	95

Na Figura 54, é mostrado a evolução do Joaquim ao longo das cinco sessões.

Figura 54.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



O Joaquim é uma criança com PEA que apresentou mais dificuldades ao completar o jogo desenvolvido, tendo na primeira sessão apenas acertado, com 100%, na emoção Surpresa. Ao longo das sessões, foi melhorando o seu desempenho e, na última sessão, só errou uma parte do rosto na emoção de Tristeza, conseguindo assim completar as restantes emoções com 100% de acerto.

Ao observar-se a tabela 23, verifica-se que o Joaquim teve mais dificuldades para concluir com sucesso a emoção de Tristeza. Demonstrou dificuldades em escolher quais as sobrancelhas ou boca corretas, o

que se traduziu num valor mais baixo na média de acerto. No entanto, realçamos o desempenho do Joaquim na emoção de Surpresa com uma percentagem de acerto de 100%.

Tabela 23.

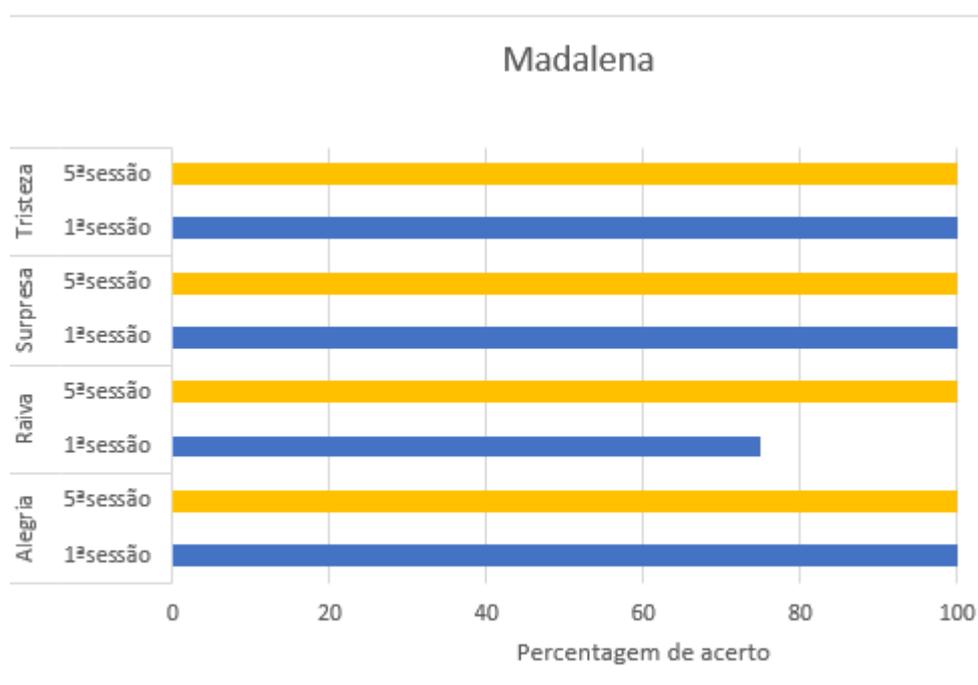
Média de Percentagem de Acerto nas Cinco sessões Realizadas do Joaquim

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	74
Surpresa	95
Raiva	82
Alegria	87

Na Figura 55, é mostrado a evolução da Madalena ao longo das cinco sessões.

Figura 55.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



A Madalena é uma criança com desenvolvimento típico/normal, que conseguiu, logo na primeira sessão, acertar em quase todas as emoções com 100% de acerto, com exceção da emoção de Raiva (Tabela 24). Ao longo das sessões, melhorou e conseguiu completar todas as emoções com 100% de acerto. A única em que não teve 100%, ao longo das cinco sessões, foi na emoção de Raiva, o que se deve ao facto de ter errado numa sessão uma parte do rosto, comprometendo o valor de média.

Tabela 24.

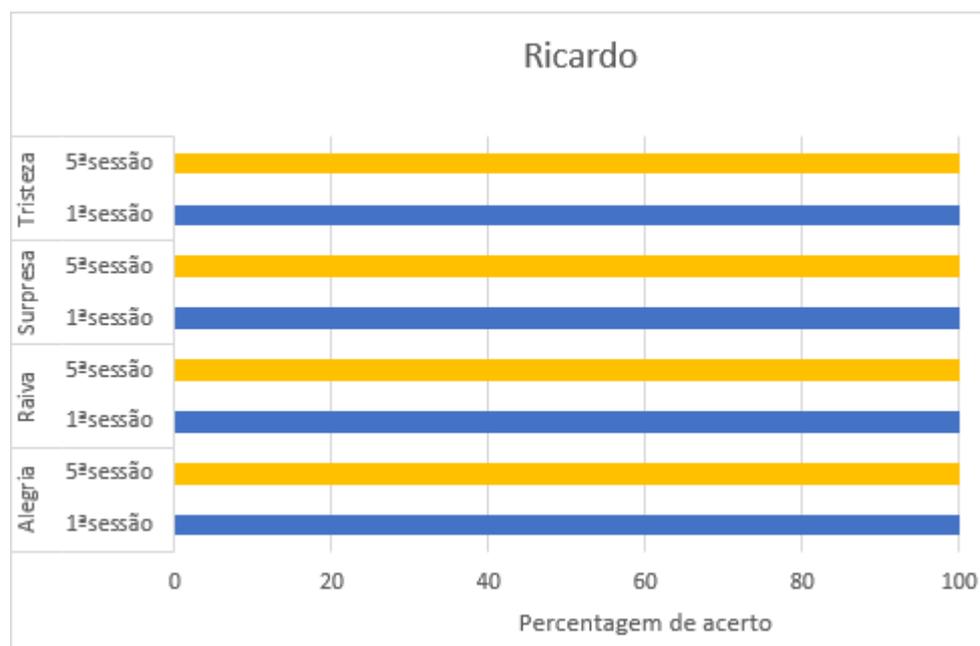
Média de Percentagem de Acerto nas Cinco sessões Realizadas da Madalena

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	100
Surpresa	100
Raiva	95
Alegria	100

Na Figura 56, é mostrado a evolução do Ricardo ao longo das cinco sessões.

Figura 56.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



O Ricardo é uma criança com desenvolvimento típico/normal, tendo sido a única criança que conseguiu completar com 100% de sucesso o jogo desenvolvido na primeira sessão. Seria de esperar que mantivesse o desempenho ao longo das sessões e que chegasse à quinta sessão com a mesma percentagem de acerto em todas as emoções, o que se comprova pela observação do gráfico da Figura 56 e da Tabela 25.

Tabela 25.

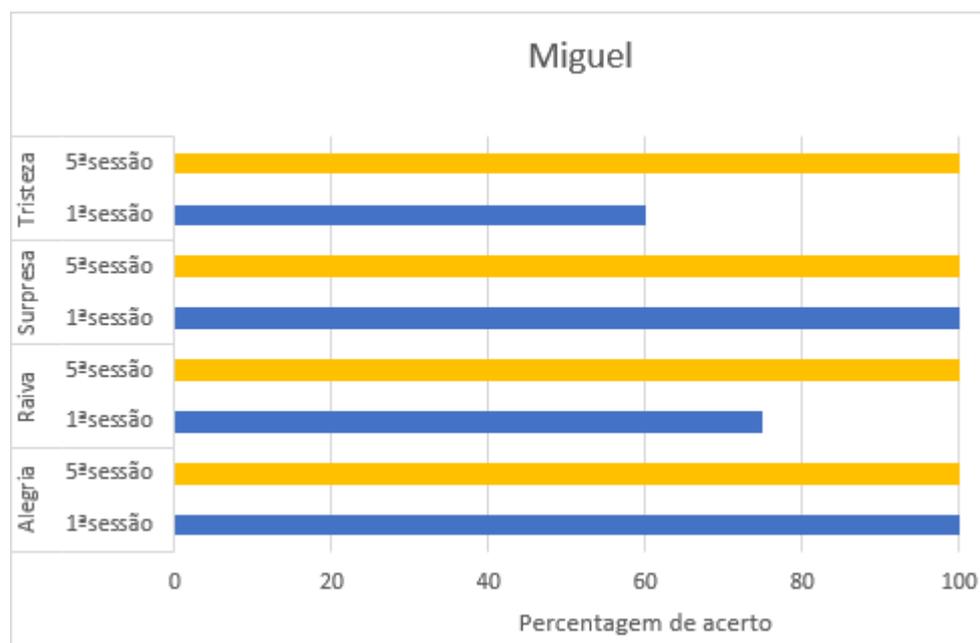
Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões realizadas do Ricardo

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	100
Surpresa	100
Raiva	100
Alegria	100

Na Figura 57, é mostrado a evolução do Miguel ao longo das cinco sessões.

Figura 57.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



O Miguel é uma criança com desenvolvimento típico/normal que apresentou algumas dificuldades nas emoções de Tristeza e de Raiva, na primeira sessão efetuada. No decorrer das sessões, foi melhorando, e conseguiu completar todas as emoções com 100% de acerto. As emoções em que apresentou mais dificuldades foram as emoções de Tristeza e de Raiva, tendo mesmo assim taxas de acerto ao longo das sessões acima de 90% como se pode observar na Tabela 26.

Tabela 26.

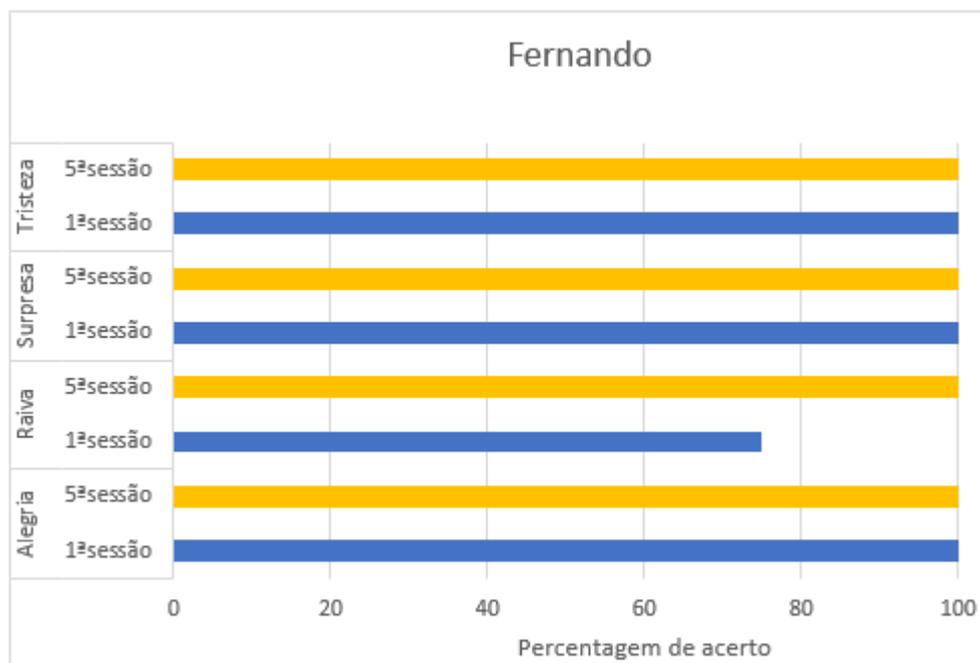
Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Miguel

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	92
Surpresa	100
Raiva	95
Alegria	100

Na Figura 58, é mostrado a evolução do Fernando ao longo das cinco sessões.

Figura 58.

Percentagem de Acerto entre a Primeira e a Quinta sessão



O Fernando é uma criança com desenvolvimento típico/normal, que apenas teve dificuldade na emoção de Raiva, mas, à semelhança das outras crianças, conseguiu completar as tarefas com uma percentagem de acerto de 100%, na última sessão efetuada. A única emoção em que não conseguiu 100% de acerto foi na emoção de Raiva, tendo cometido o mesmo erro que a Madalena como se pode verificar na Tabela 27.

Tabela 27.*Média de Percentagem de Acerto nas Cinco Sessões Realizadas do Fernando*

Emoção	Média de acerto em todas as sessões (%)
Tristeza	100
Surpresa	100
Raiva	95
Alegria	100

Na tabela 28, são apresentados os dados das cinco crianças, comparando os seus desempenhos entre a primeira e a quinta sessão.

Tabela 28.*Percentagem de Acerto por Emoção de Todos os Jogadores entre a Primeira e a Quinta sessão*

Nome Fictício	Acerto por emoção de todos os jogadores entre a 1ª e 5ª sessão (%)							
	Alegria		Raiva		Surpresa		Tristeza	
	1ªsessão	5ªsessão	1ªsessão	5ªsessão	1ªsessão	5ªsessão	1ªsessão	5ªsessão
Mateus (PEA)	75	100	75	100	75	100	75	100
Josué (PEA)	100	100	75	100	100	100	75	100
Joaquim(PEA)	60	100	75	100	100	100	60	75
Madalena	100	100	75	100	100	100	100	100
Ricardo	100	100	100	100	100	100	100	100
Miguel	100	100	75	100	100	100	60	100
Fernando	100	100	75	100	100	100	100	100

Relativamente aos jogadores com PEA (Mateus, Josué e Joaquim), é notória uma evolução no desempenho das três crianças ao longo das sessões. O Mateus e o Josué chegaram à quinta sessão e conseguiram completar o jogo sem nenhum erro. Por sua vez, o Joaquim só não teve 100% de sucesso no jogo da emoção de Tristeza; no entanto, demonstrou uma maior confiança ao longo das sessões.

É possível concluir que as emoções de alegria e de surpresa foram as mais fáceis para os jogadores, pois tiveram taxas de acerto muito próximas de 100% logo na 1ª sessão, seguindo-se as emoções de Raiva e de Tristeza como as mais difíceis de completar, nomeadamente para as crianças com PEA.

Assim, pode concluir-se que todos os jogadores se adaptaram facilmente ao jogo, tendo apresentado uma evolução constante ao longo das cinco sessões.

É feita uma média geral e cálculo o desvio padrão de todos os jogadores, nas cinco sessões, para cada emoção, para ser possível concluir quais as emoções que em que eles tiveram uma menor percentagem de acerto e, desta forma, concluir quais as emoções que foram mais difíceis para as crianças interpretarem. Estes dados são apresentados nas Tabelas 29 e 30.

Tabela 29.

Média Geral de Acerto das Emoções nas Cinco Sessões Realizadas

Emoção	Média geral (%)
Tristeza	92.29
Surpresa	97.14
Raiva	92.43
Alegria	96.71

Tabela 30.

Desvio Padrão de Todas as Sessões Realizadas

Emoção	Desvio padrão
Tristeza	13.79
Surpresa	8.07
Raiva	12.39
Alegria	9.54

Ao analisar as Tabelas 29 e 30, é notório que as emoções que mais dificuldades causaram a quem jogou foram as emoções de Tristeza e, logo a seguir, a emoção de Raiva.

A maior parte das crianças, nas primeiras sessões, errava as sobranças da emoção de Tristeza, e isso fez baixar a média, ao longo das sessões, em comparação com as restantes emoções.

Relativamente à emoção de Raiva, o erro mais comum foi errar as sobranças e os olhos. As crianças confundiam principalmente os olhos da emoção de Alegre com os olhos da emoção de Raiva. E, algumas vezes, as sobranças. Desta forma, a média nesta emoção baixou comparativamente às restantes emoções.

A emoção de Alegria surge com a segunda maior percentagem de acerto, havendo poucos erros por parte dos jogadores, e pode ser explicado pelo facto de ser uma emoção de fácil interpretação, recorrente no quotidiano, e com traços característicos mais fáceis de detetar.

A maior percentagem de acerto surge na emoção de Surpresa. A totalidade das crianças demonstrou poucos erros nesta emoção, e esses erros aconteceram apenas na primeira sessão. Esta emoção é bastante expressiva e com traços muito vincados; desta forma, os jogadores conseguiram verificar quais as partes corretas e, assim, completar o jogo com pouquíssimas falhas.

De forma a realizar uma análise completa da evolução entre sessões, realizou-se uma comparação do tempo de conclusão para cada emoção. Desta forma, consegue-se analisar na Tabela 31 em quais das emoções os jogadores tiveram mais dificuldades, de acordo com o tempo que demoraram a completar uma determinada emoção.

Tabela 31.

Comparação do Tempo de Conclusão para Cada Emoção

Jogador	Tempo de conclusão para cada emoção na 1ª e 5ª sessão (min)							
	Alegria		Raiva		Surpresa		Tristeza	
	1ªsessão	5ªsessão	1ªsessão	5ªsessão	1ªsessão	5ªsessão	1ªsessão	5ªsessão
Mateus (PEA)	1:03	0:19	1:52	0:21	1:08	0:17	1:44	0:23
Redução de tempo	0:44		1:31		0:51		1:21	
Josué (PEA)	0:34	0:14	0:32	0:32	2:43	0:13	0:34	0:50
Redução de tempo	0:20		0:00		1:30		- 0:16	
Joaquim(PEA)	1:55	0:13	1:59	0:24	1:11	0:38	1:58	0:27
Redução de tempo	1:42		1:35		0:33		1:31	
Madalena	0:40	0:10	0:48	0:18	0:28	0:13	0:27	0:18
Redução de tempo	0:30		0:30		0:15		0:09	
Ricardo	0:29	0:10	1:05	0:09	0:41	0:14	1:07	0:19
Redução de tempo	0:19		0:56		0:27		0:48	
Miguel	0:34	0:17	0:55	0:13	0:40	0:15	1:06	0:13
Redução de tempo	0:17		0:42		0:25		0:53	
Fernando	0:50	0:30	0:20	0:15	0:17	0:09	0:18	0:12
Redução de tempo	0:20		0:05		0:08		0:06	

Através da comparação de tempos entre a primeira e a última sessão, consegue-se observar uma evolução positiva nos jogadores com PEA, Mateus, Josué e Joaquim. As emoções de tristeza e de raiva apresentam tempos de conclusão maiores do que as restantes, porque efetivamente foram as emoções em que todos os jogadores apresentaram maiores dificuldades. Os resultados do Josué são diferenciados, pois este apresenta um tempo de conclusão maior na quinta sessão, comparativamente

com o tempo utilizado na primeira sessão na emoção de tristeza; mantém constante o tempo na emoção de raiva. No entanto, apresenta uma evolução positiva na emoção de surpresa, onde conseguiu diminuir o tempo de realização para 1:30 min. Desta forma, conclui-se que os jogadores se adaptaram facilmente ao jogo e que demonstraram maiores níveis de confiança e de motivação ao longo das sessões.

O Joaquim, na primeira sessão, estava muito ansioso e com muito medo de começar, o que contribui para um maior tempo na realização da tarefa. Por vezes chorava, diminuindo a sua capacidade de concentração no jogo. Ao longo das sessões, a ansiedade do Joaquim diminuiu, a sua concentração aumentou, o que contribui para uma maior confiança na seleção de cada parte do rosto e para resultados mais positivos em termos de redução de tempo entre a primeira e a quinta sessões, comparativamente com os outros jogadores.

Nomeadamente em termos emocionais, tanto o Joaquim, como o Josué, apresentavam altos graus de *ansiedade*, por vezes choravam antes de entrar na sala para jogar, e distraíam-se muito facilmente a jogar. De realçar que, quando começavam a jogar, os níveis de concentração aumentavam, paravam de chorar e, quando concluíam o jogo com sucesso, demonstravam comportamentos de satisfação (sorriam, mantinham o contacto ocular com a professora e com o investigador).

Ao longo das sessões, Joaquim e Josué, vinham mais relaxados, comunicativos, e preparados para jogar com concentração. Na quinta sessão, já não apresentavam quaisquer hesitações na escolha, e eram mais rápidos a interpretar cada emoção.

Os jogadores sem PEA, (Madalena, Ricardo, Miguel e Fernando) apresentaram também uma evolução positiva ao longo das sessões, e tornaram-se cada vez mais rápidos na seleção das partes de cada emoção, apresentando menos dúvidas, nomeadamente nas emoções de tristeza e de raiva.

Para se aprofundar o estudo, foram registados na Tabela 32 todos os tempos de conclusão, e realizou-se a comparação entre o tempo de conclusão do jogo entre a primeira e a quinta sessão. Para se completar o jogo, é necessário completar com sucesso as quatro emoções indicadas.

Tabela 32.*Comparação de Tempo de Conclusão do Jogo entre a Primeira e a Quinta sessão*

	Nome Fictício	Tempo para conclusão de jogo entre a sessão 1 e a 5 (min)	Redução de tempo entre sessões
PEA	Mateus	5:52 - 1:22	4:30
	Josué	4:43 - 1:49	2:54
	Joaquim	7:05 - 1:55	5:10
Desenvolvimento	Madalena	2:24 - 1:01	1:23
Típico	Ricardo	3:23 - 0:52	2:31
	Miguel	3:21 - 0:58	2:23
	Fernando	1:47 - 0:51	0:56

Ao analisar os dados, é possível concluir que os jogadores com PEA foram os que tiveram uma melhor evolução relativamente aos tempos de conclusão. Estes jogadores não estavam completamente à vontade nas primeiras sessões, e demoravam mais tempo para decidir quais as opções corretas. Ao longo das sessões, foram melhorando em todos os aspetos, e isso refletiu-se depois no tempo total necessário para completar o jogo.

O Joaquim obteve novamente a melhor evolução, com uma melhoria no tempo por volta dos cinco minutos e dez segundos. Justifica-se uma melhoria tão significativa com o facto de, na primeira sessão, o jogador ter necessitado de compreender como se jogava, quais as emoções que tinha de completar, necessitando assim de mais tempo para a conclusão do jogo, comparativamente com os restantes jogadores. Ao longo das últimas sessões, apresentou um melhor tempo de decisão, concentrava-se melhor e, no final das sessões, demonstrou um comportamento de aproximação, em relação ao aluno investigador.

O Mateus apresenta igualmente uma evolução positiva, com menos quatro minutos e trinta segundos relativamente à primeira sessão. Na primeira sessão, apresentou algumas dúvidas, o que fez aumentar o tempo de conclusão nessa mesma sessão.

Assim considera-se importante realçar que todos os jogadores, com e sem PEA, apresentaram evoluções positivas ao longo de todas as sessões, pois evidenciaram níveis de interpretação mais elevados em relação às solicitações do jogo e completaram-no com menos erros e em menos tempo.

5.4. Análise à aplicação desenvolvida

O objetivo principal do estudo exploratório efetuado no ponto 5.2 foi validar os jogos desenvolvidos, mediante a análise da sua adequação ao público-alvo, tendo em conta os seguintes fatores:

- Usabilidade da interface gráfica;
- Nível de dificuldade para completar os jogos;
- Influência do menu de ajuda no decorrer dos jogos;
- Tempo de envolvimento da criança nos jogos.

No fim das cinco sessões, foi possível concluir o objetivo do estudo, tendo em consideração os 4 fatores em análise.

A *interface gráfica* foi adequada para a faixa etária destinada, principalmente, aos jogadores com PEA. Não se sentiram confusos a jogar, nem distraídos pelo conteúdo que era apresentado no ecrã.

Os jogadores apresentaram alguma dificuldade, na primeira sessão, a escolher a parte correta do rosto, pois era a primeira vez que tinham contacto com a aplicação e com o jogo. Ao longo das sessões, a dificuldade de todos os jogadores diminuiu, pois conseguiram completar o jogo com maior rapidez e com menos falhas.

Relativamente ao menu de Ajuda desenvolvido, este tinha como função auxiliar os jogadores a ter uma maior percentagem de sucesso na realização do jogo, de forma a melhorar o desempenho global de todos os jogadores. Considera-se que o menu de Ajuda tornou mais compreensível o objetivo de cada jogo, pois todos os jogadores, principalmente nas primeiras sessões, observavam as imagens do lado direito do ecrã e tentavam encontrar a parte do rosto correta, conforme aparecia no menu de Ajuda. O menu foi construído de forma a ter os principais traços do rosto humano vincados, como as sobrancelhas, a boca e os olhos. Estes traços facilitaram a escolha e a compreensão de cada um dos jogadores relativamente à identificação da emoção pedida.

Ao longo das sessões, os jogadores sentiam-se cada vez mais confiantes e menos distraídos com fatores externos. Principalmente as crianças com PEA estavam ansiosos antes de começarem a jogar, por vezes choravam o que tornava mais complicado concentrarem-se no jogo. No entanto, a partir do momento em que se concentravam para jogar, e começavam a ter sucesso, a mudança de comportamento foi notória, sentindo-se muito calmos, menos ansiosos e sendo mais comunicativos.

Em relação ao tempo de jogo, nas primeiras sessões, o Joaquim distraía-se com mais dificuldade do que os outros jogadores, mas, tal como foi dito em cima, ao longo das sessões, a capacidade de concentração aumentava e raramente se distraía a meio do jogo.

Estes resultados permitem-nos afirmar que a aplicação desenvolvida gerou interesse e motivação em todos os jogadores para se envolverem no jogo e para o completarem com sucesso ao longo das cinco sessões.

6. Conclusões e trabalho futuro

O presente trabalho diz respeito ao desenvolvimento e aplicação de tecnologias interativas para apoiar e promover novas abordagens adaptativas de ensino-aprendizagem para crianças com PEA.

Os jogos sérios são mais voltados para fins educacionais do que para o entretenimento. Neste caso, o foco é auxiliar utilizadores com e sem PEA nas suas atividades diárias. Este tipo de aplicações pode ser um suporte social para motivar as crianças, educá-las socialmente e, além disso, ajudar a transmitir conhecimento. Podem também ser mais uma ferramenta útil para ajudar a desenvolver habilidades socio emocionais em crianças com e sem PEA.

Considerando estes pressupostos, o principal objetivo desta dissertação foi desenvolver uma aplicação composta por dois jogos, com foco nas crianças com e sem PEA, em idade escolar.

O primeiro jogo tinha como objetivo, primeiramente, a criança reconhecer a emoção pedida, e, de seguida, interpretar as partes do rosto que faltavam e completá-las de acordo com o que foi pedido. As partes que faltavam eram: as sobrancelhas, os olhos e a boca. Desta forma, excluindo o nariz (que já estava colocado), a criança completava o rosto e conseguia observar os traços característicos de cada emoção. Para além disso, o jogo tinha um menu de Ajuda, com três imagens, com os traços vincados para cada emoção, de forma a facilitar a execução da tarefa.

Foi desenvolvido um segundo jogo, que tinha como objetivo imitar a emoção pedida através do uso de uma câmara de um computador portátil. Não foram registadas imagens das crianças, para evitar expor o rosto das mesmas. Foram, sim, feitos vários testes ao sistema de validação de reconhecimento de emoções. Foi feita uma incorporação de um sistema de reconhecimento de emoções, *FaceAPI*, desenvolvida totalmente em JavaScript, tal como toda a aplicação desenvolvida neste trabalho. Assim, foi mais fácil integrar todo o sistema de validação. O sistema foi testado, e validava em poucos segundos todas as 4 emoções pedidas: a Alegria, a Tristeza, a Raiva e a Surpresa. A única emoção que o sistema apresentava mais dificuldades para interpretar era a emoção de Tristeza. É uma emoção difícil de replicar e, desta forma, é também difícil para o sistema validar. Para as emoções de Alegria, de Surpresa e de Raiva, foi definido um grau de confiança de 70%; caso o sistema mostrasse um grau de confiança maior ou igual a 70%, era dado como completo o jogo, e passava-se à emoção seguinte. No caso da emoção de Tristeza, o grau de confiança foi reduzido para 50%; desta forma, o sistema interpretava mais facilmente a emoção e com uma maior rapidez.

Nos trabalhos apresentados na revisão da literatura, nenhum deles registava dados tais como o tempo de conclusão total de jogo, ou o tempo de reconhecimento de cada emoção. Além disso, este trabalho possibilita a cada jogador ver as estatísticas de cada jogo, a percentagem de acerto e de erro, e perceber

se está a evoluir ou a regredir em relação aos jogos anteriores. Com estes valores estatísticos, foi possível fazer comparações entre sessões e entre jogadores, e perceber quais as emoções que geravam maiores dificuldades às crianças, em termos de interpretação e execução. Todos os jogos sérios apresentados exibiam falhas, ou no registo de dados, ou em oferecer ao jogador informação sobre cada jogada.

Foi realizado um estudo com sete crianças de seis a oito anos, com e sem PEA, para avaliar a aplicação desenvolvida e os seus jogos integrantes.

Ao longo de cinco sessões, as crianças tiveram de jogar o primeiro jogo que tinha a finalidade de completar o rosto de acordo com uma emoção proposta. Nas primeiras sessões, as crianças ainda não estavam familiarizadas com o jogo. Ao longo das sessões, as crianças demonstraram uma maior confiança na realização da tarefa e uma maior rapidez na execução.

Através das cinco sessões realizadas no estudo exploratório, e de todos os dados registados, foi possível efetuar várias comparações, verificar a evolução de cada jogador e, deste modo, aprofundar algumas variáveis em estudo.

As emoções em que as crianças tiveram mais dificuldades foram as emoções de Tristeza e de Raiva, com 92.29% e 92.43% de acerto, respetivamente. Pode-se explicar este resultado com facto de serem emoções menos utilizadas no dia a dia da criança, comparativamente com as emoções de Alegria e de Surpresa. Esta menor utilização das emoções de Tristeza e de Raiva resultou num maior número de erros na sua identificação, e numa maior confusão com partes do rosto de outras emoções, nomeadamente no que toca às sobrancelhas e à boca.

Analisando os resultados, é possível concluir que todas as crianças evoluíram ao longo das sessões, e que todas demonstraram a necessidade de uma maior quantidade de tempo para finalizarem o jogo nas primeira e segunda sessões, devido potencialmente ao fator novidade. A partir da segunda sessão, todas as crianças demonstraram uma maior confiança e rapidez na execução das emoções.

Os resultados obtidos podem constituir-se como indicadores importantes para a promoção e desenvolvimento deste tipo de jogos, no contexto de reconhecimento de emoções e habilidades de imitação, em crianças com e sem PEA que frequentam o primeiro ciclo do ensino básico.

No entanto, reforça-se que apesar de se considerar que a aplicação, em termos globais, oferece a possibilidade de criar uma conta com os dados de cada jogador e de guardar na sua base de dados os resultados de cada sessão de jogo, para estudos futuros recomenda-se a possibilidade de serem realizadas melhorias, relativamente ao intervalo de confiança e à validação do sistema e, também, em termos estéticos, de modo a reforçar a motivação da criança perante o jogo.

Podem ainda ser introduzidas emoções, tais como o Medo e o Nojo. Estas duas emoções, embora mais difíceis de interpretar, comparativamente com as emoções desenvolvidas nesta aplicação, poderiam

proporcionar às crianças uma maior complexidade no jogo e a necessidade de um trabalho colaborativo entre pares. Este trabalho colaborativo promove as interações entre crianças, com e sem PEA, e o desenvolvimento de competências ao nível da resolução de problemas.

No sentido de responder às melhorias propostas, sugere-se ainda a possibilidade de se realizar um novo estudo exploratório, com uma amostra mais alargada, para validar os comportamentos das crianças com e sem PEA relativamente ao reconhecimento e imitação de emoções.

Considerando os resultados obtidos no estudo realizado, reforça-se a relevância social no tipo de aplicação desenvolvida para as escolas do primeiro ciclo do ensino básico e para as famílias de crianças com e sem PEA.

Referências bibliográficas

- Alves, S., Marques, A., Queirós, C., Orvalho, V., Alves, S., Marques, A., Queirós, C., & Orvalho, V. (2013). LIFEisGAME Prototype: A Serious Game about Emotions for Children with Autism Spectrum Disorders. In *PsychNology Journal* (Vol. 11, Issue 3). www.psychology.org.
- Ambady, N., & Rosenthal, R. W. (1992). Thin Slices of Expressive Behavior as Predictors of Interpersonal Consequences: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *111*, 256–274.
- Badrulhisham, N. A. S., & Mangshor, N. N. A. (2021). Emotion Recognition Using Convolutional Neural Network (CNN). *Journal of Physics: Conference Series*, *1962*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1962/1/012040>
- Barth, C., Liliana, M. S., Passerino, M., Lucila, D., & Santarosa, M. C. (2005). *Descobrimo Emoções: Software para Estudo da Teoria da Mente em Sujeitos com Autismo* Emotion Discovery: Software for Mind Theory Studies in Autism Subjects* (Issue 1).
- Dos, L., Machado, S., Ronei, I., & de Moraes, M. (2011). *Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica Serious Games Based on Virtual Reality in Medical Education* (Vol. 35, Issue 2). www.abragames.org
- Dyck, M. J., Ferguson, K., & Shochet, I. M. (2001). Do autism spectrum disorders differ from each other and from non-spectrum disorders on emotion recognition tests? *European Child & Adolescent Psychiatry*, *10*(2), 105–116. <https://doi.org/10.1007/s007870170033>
- El Kaliouby, R., Picard, R., & Baron-Cohen, S. (2006). Affective computing and autism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1093*, 228–248. <https://doi.org/10.1196/annals.1382.016>
- Fridenson-Hayo, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Meir-Goren, N., O'Reilly, H., Ben-Zur, S., Bölte, S., Baron-Cohen, S., & Golan, O. (2017). 'Emotiplay': a serious game for learning about emotions in children with autism: results of a cross-cultural evaluation. *European Child and Adolescent Psychiatry*, *26*(8), 979–992. <https://doi.org/10.1007/s00787-017-0968-0>
- Hassan, A., Pinkwart, N., & Shafi, M. (2021). Serious games to improve social and emotional intelligence in children with autism. In *Entertainment Computing* (Vol. 38). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100417>
- Hu, M., Wang, H., Wang, X., Yang, J., & Wang, R. (2019). Video facial emotion recognition based on local enhanced motion history image and CNN-CTSLSTM networks. *Journal of Visual*

- Communication and Image Representation*, 59, 176–185.
<https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2018.12.039>
- Koelstra, S., Pantic, M., & Patras, I. (2010). A dynamic texture-based approach to recognition of facial actions and their temporal models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 32(11), 1940–1954. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2010.50>
- Madsen, M., el Kaliouby, R., Goodwin, M., & Picard, R. (2008). Technology for Just-in-Time in-Situ Learning of Facial Affect for Persons Diagnosed with an Autism Spectrum Disorder. *Proceedings of the 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 19–26. <https://doi.org/10.1145/1414471.1414477>
- Mehendale, N. (2020). Facial emotion recognition using convolutional neural networks (FERC). *SN Applied Sciences*, 2(3), 446. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2234-1>
- Michel, P., & el Kaliouby, R. (2005). Facial expression recognition using support vector machines. *The 10th International Conference on Human-Computer Interaction, Crete, Greece*.
- Mühler Vincent. (2018, June 25). <https://itnext.io/face-api-js-javascript-api-for-face-recognition-in-the-browser-with-tensorflow-js-bcc2a6c4cf07>. Face-API.js — JavaScript API for Face Recognition in the Browser with Tensorflow.js.
- Papanastasiou, G., Drigas, A., & Skianis, C. (2022). Serious Games: How do they impact special education needs children. *Technium Education and Humanities*, 2(3), 41–58. www.techniumscience.com
- Pathar, R., Adivarekar, A., Mishra, A., & Deshmukh, A. (2019). Human Emotion Recognition using Convolutional Neural Network in Real Time; Human Emotion Recognition using Convolutional Neural Network in Real Time. In *2019 1st International Conference on Innovations in Information and Communication Technology (ICIICT)*.
- Paul Ekman, & Erika Rosenberg. (2005). What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the facial action coding system (FACS), 2nd ed. In P. Ekman & E. L. Rosenberg (Eds.), *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the facial action coding system (FACS)*, 2nd ed. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195179644.001.0001>
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). *Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition*. <http://arxiv.org/abs/1409.1556>
- Tan, C. T., Harrold, N., & Rosser, D. (2013). Can You CopyMe? An Expression Mimicking Serious Game. *SIGGRAPH Asia 2013 Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications*. <https://doi.org/10.1145/2543651.2543657>

- Tao, J., & Tan, T. (2005). Affective Computing: A Review. In J. Tao, T. Tan, & R. W. Picard (Eds.), *Affective Computing and Intelligent Interaction* (pp. 981–995). Springer Berlin Heidelberg.
- Uljarevic, M., & Hamilton, A. (2013). Recognition of Emotions in Autism: A Formal Meta-Analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(7), 1517–1526.
<https://doi.org/10.1007/s10803-012-1695-5>
- Vaigai College of Engineering, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Madras Section, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2017). *Proceedings of the 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS) : June 15-16, 2017*.
- Yang, S., Luo, P., Loy, C., & Tang, X. (2016). "WIDER FACE: A Face Detection Benchmark," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 5525-5533, doi: 10.1109/CVPR.2016.596.

Anexos

A.1 Informação fornecida aos Encarregados de Educação e consentimento informado.

_____ de _____ de 2022

Exmo. Senhor (a) Encarregado de Educação/Tutor (a),

No âmbito da Dissertação de Mestrado de Christophe Fernandes Magalhães desenvolveu-se uma aplicação web para a aprendizagem de emoções, que tem como objetivo melhorar a comunicação social de crianças e jovens com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA) através de jogos. Esta aplicação destina-se a melhorar as capacidades de reconhecimento de emoções e de expressões faciais.

Pretende-se agora investigar a qualidade e a adequabilidade da ferramenta desenvolvida para promover o reconhecimento de emoções e expressões faciais em crianças e jovens com PEA.

Uma vez que as sessões de trabalho implicarão a participação do seu educando, tal só será possível com a sua autorização. Garantimos o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos, os quais serão apenas utilizados nesta investigação e na sua divulgação científica, nunca explorando os mesmos noutras situações que não estejam relacionadas com o projeto. Solicitamos, assim, a sua colaboração dando o seu consentimento através da devolução do destacável anexo.

Agradecendo desde já a sua participação, com os melhores cumprimentos,

O orientador da Dissertação de Mestrado, UM

O aluno de Mestrado responsável pelo estudo, UM

João Miguel Clemente de Sena Esteves

Christophe Fernandes Magalhães

Contactos de Christophe Magalhães: a73770@alunos.uminho.pt;

Eu _____ encarregado(a) de educação do(a)/tutor(a) de _____ declaro ter compreendido os objetivos de quanto me foi proposto e explicado pelo investigador que assina este documento, ter-me sido dada oportunidade de fazer todas as perguntas sobre o assunto e para todas elas ter obtido resposta esclarecedora, ter-me sido garantido que não haverá prejuízo para os direitos assistenciais se eu recusar esta solicitação, e ter-me sido dado tempo suficiente para refletir sobre esta proposta.

Declaro também que autorizo o meu (minha) educando(a) a participar nos jogos desenvolvidos através da aplicação web desenvolvida, em particular no "Jogo de Emoções" e "Reconhecimento de expressões faciais", o que implicará a realização de experiências de 10 a 20 minutos com a supervisão de um adulto. Todas as informações de carácter pessoal recolhidas no decurso da investigação serão consideradas confidenciais e tratadas de acordo com as regras relativas à proteção de dados e da vida privada. Se o encarregado de educação o entender, o aluno pode abandonar o projeto em qualquer altura. A sua participação, e/ou a do seu dependente, ou recusa em participar ou posterior abandono, não prejudicará a relação com a equipa de profissionais e/ou investigadores. Não se preveem quaisquer riscos para os participantes durante as sessões. Caso a criança demonstre desconforto, a sessão será terminada.

Os dados pessoais constantes nesta ficha de autorização serão tratados de forma confidencial. Os dados fornecidos não serão partilhados com terceiros, sendo conservados durante o tempo necessário para a finalidade indicada ou até que o titular manifeste vontade em contrário. Os titulares dos dados podem, a todo o momento, aceder à informação que lhes respeite e solicitar por escrito a sua atualização, correção ou eliminação. ____ de _____ de 2022

(Assinatura Completa do Encarregado de Educação e/ou Tutor)