



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sensorização & Ambiente

ArtFlow

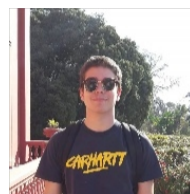
Relatório de Desenvolvimento



Beatriz
Monteiro
PG53692



Daniel
Furtado
PG53754



Nuno Costa
PG54121

Grupo 5

SENSORIZAÇÃO & AMBIENTE 2023/2024
UNIVERSIDADE DO MINHO
MAY 10, 2024

Abstract

O presente trabalho prático, realizado no âmbito da unidade curricular de Sensorização e Ambiente inserida no perfil de Sistemas Inteligentes, visa o desenvolvimento de uma Aplicação de Desenho Espacial. Este documento descreve o contexto onde este projeto está inserido e quais os seus objetivos a atingir. De seguida, o mesmo irá ser aprofundado com a explicação de como a aplicação está construída quais as ferramentas que são utilizadas e o seu modo de funcionamento. Também apresentamos o modelo de negócio que é pretendido implementar ao identificar o cliente, as parcerias possíveis e formas de monetização. Por fim serão apresentados os resultados finais de todo o projeto bem como discutido aquilo que foi o nosso trabalho ao longo do mesmo, retirando algumas conclusões e idealizando alterações e/ou implementações futuras para o mesmo.

Contents

1	Introdução	3
2	Estrutura do Relatório	3
3	Domínio e Objetivos	3
3.1	Domínio do Problema	3
3.2	Objetivos	3
4	Sensores Utilizados	4
5	Sistema Desenvolvido	4
5.1	Descrição do Sistema	4
5.2	Arquitetura	5
5.3	Funcionamento	6
5.3.1	Splash Screen	6
5.4	Home	6
5.4.1	Mudar a cor	7
5.4.2	Avaliar/Partilhar	7
6	Dados Recolhidos	8
6.1	Exploração dos Dados	8
6.2	Tratamento dos Dados	8
6.3	Visualização dos dados tratados	8
7	Modelo de Negócio	10
7.1	Identificação e Caracterização do Cliente	10
7.2	Eventuais Parcerias	11
7.3	Estratégia de monetização da solução	11
8	Resultados obtidos e Trabalho Futuro	11
9	Conclusão	13

List of Figures

1	Entrada na Base de Dados	4
2	Arquitetura do ArtFlow	5
3	Página Inicial	6
4	Tela de desenho	7
5	Funcionamento do botão de mudar de cor	7
6	8
7	Visualizar o desenho	9
8	Distribuição de espessura e <i>datapoints</i> em cada <i>path</i>	9
9	Número de cores diferentes no desenho	10
10	Análise geral da aplicação	10
11	Exemplos de alguns resultados obtidos	12

1 Introdução

Para o projeto prático da unidade curricular de Sensorização e Ambiente, os docentes sugeriram a implementação de sistemas de sensorização que aproveitassem a integração de sensores físicos e/ou virtuais, com especial foco nos domínios de Sensorização Móvel, Computação Humanizada e Cidades Inteligentes.

Desta forma, o nosso grupo optou por escolher o domínio de Sensorização Móvel e desenvolver uma aplicação chamada ArtFlow. Esta aplicação, utilizando alguns sensores do telemóvel, permite ao utilizador desenhar livremente de forma espacial aquilo que deseja. O ArtFlow não só inclui funcionalidades de desenho, mas também possibilita ao utilizador ajustar a espessura e cor do traço, desfazer ações no desenho e partilhar o resultado final. Assim sendo, este relatório tem como objetivo ajudar a compreender todos os raciocínios e decisões tomadas pelo grupo para chegar ao resultado final.

2 Estrutura do Relatório

O relatório dividido em oito secções, começando com a Introdução onde contextualizamos e enquadrámos o tema em estudo e fazemos uma explicação do problema a ser tratado.

No capítulo 3 são abordadas as áreas abrangidas neste trabalho bem como os objetivos propostos pelo grupo a atingir.

De seguida explicamos quais sensores são utilizados para o efeito, bem como o porquê da sua utilização.

Já no capítulo 5 são apresentados e explorados os dados recolhidos dando relevância a alguns detalhes importantes.

Na secção 6 descrevemos como o sistema está organizado, o funcionamento da aplicação desenvolvida e a sua arquitetura.

Na secção seguinte abordamos os vários modelos de negócio em que o nosso projeto possa fazer parte e de que forma a aplicação se torna viável monetariamente.

No capítulo 8 apresentamos os resultados que agregamos durante o funcionamento da aplicação e o seu tratamento, bem como uma análise crítica sobre o trabalho desenvolvido e as melhorias que o grupo pretende desenvolver no futuro.

Finalmente o relatório termina com uma síntese do documento com referência às competências adquiridas durante todos este processo e as suas mais valias.

3 Domínio e Objetivos

3.1 Domínio do Problema

No projeto prático desenvolvido, o grupo decidiu explorar e trabalhar sobre o domínio da Sensorização Móvel. Este domínio centra-se na integração de sensores físico ou virtuais em dispositivos móveis com o objetivo de criar soluções inovadoras. Neste panorama, o grupo optou por direcionar o seu foco para o desenvolvimento da aplicação ArtFlow, ao utilizar sensores já presentes nos aparelhos móveis, neste caso *smartphones*, para que assim seja possível desenhar livremente de forma espacial.

3.2 Objetivos

Com vários temas propostos pelos professores, o grupo tentou sempre explorar e desenvolver algo que fosse desafiador e interessante. Inicialmente várias ideias surgiram, mas ou eram simples e superficiais ou eram demasiado irrealistas. Assim, fizemos por procurar um tema que conseguisse abranger todos os aspetos importantes abordados na unidade curricular e ao mesmo tempo um tema que ainda não foi aprofundado nesta área. Após alguma discussão com os docentes chegámos à conclusão que o tema de desenhar livremente através dos movimentos do aparelho móvel seria interessante e cumpria com os requisitos propostos. Ou seja, o principal objetivo deste projeto é desenvolver uma aplicação móvel

para desenhar utilizando os sensores embutidos no telemóvel e capaz de gerar uma conexão entre os utilizadores da aplicação.

4 Sensores Utilizados

Para a conceção da aplicação ArtFlow, foram utilizados três sensores físicos, dispositivos que têm a capacidade de medir métricas físicas, como temperatura, pressão e movimento, e converter o sinal para ser lido por um observador ou objeto. Mais especificamente, os três sensores são o **Acelerómetro**, que é responsável por medir a aceleração do dispositivo em diferentes direções, sendo utilizado para detetar movimentos lineares, como inclinação, rotação e movimentos de queda livre, o **Giroscópio** que mede a taxa de rotação ou a velocidade angular do dispositivo em torno de seu eixo, sendo útil para detetar rotações. Por fim, o **Sensor tátil** da tela que é responsável por detetar o toque dos dedos ou de um objeto na superfície da tela do dispositivo, permitindo a interação do utilizador com a interface gráfica.

Na nossa aplicação o acelerómetro foi utilizado fundamentalmente para detetar os movimentos e inclinação do telemóvel e, em seguida, desenhá-los. O giroscópio é utilizado para mudar a espessura do traço que esta a ser desenhado.

Considerando que a aplicação que estamos a desenvolver tem como objetivo fazer desenhos consideramos que a melhor opção seria, quando o utilizador pretende guardar ou partilhar o desenho, este seria então guardado numa *RealTime DataBase* da Firebase. As entradas na base de dados seguem o formato que se segue:

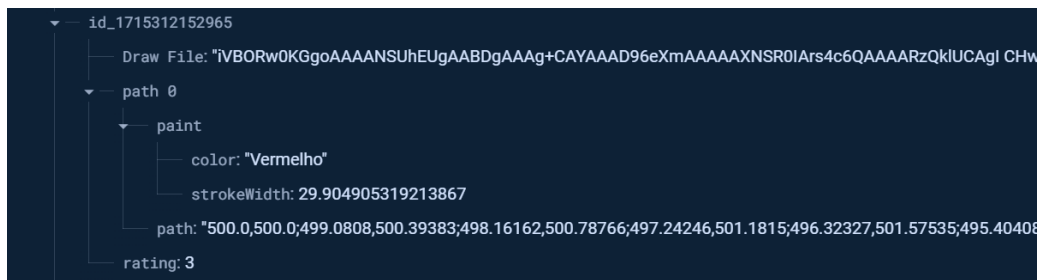


Figure 1: Entrada na Base de Dados

O ID de cada entrada é o *timestamp* do instante em que estas foi guardada.

Draw File contém uma representação do desenho em formato de *bitmap* codificado em base64.

path x é o o traço número *x* do desenho

O campo *path* contem as coordenadas de todos os pontos que compõem o traço

Dentro do *paint* têm a informação relativa à cor e à espessura do traço

5 Sistema Desenvolvido

5.1 Descrição do Sistema

A aplicação desenvolvida está assente num modelo de três camadas, ou *packages*.

Temos um *Model* no qual estão contidos o *Complementary Filter*, isto é, um filtro complementar que combina os dados do giroscópio e do acelerómetro para obter uma estimativa mais precisa da orientação ou movimento do dispositivo, e o *SensorDataCollector*, que é responsável por coletar e processar os dados dos sensores. Este último é responsável por:

- Iniciar e parar a escuta dos sensores
- Processar os dados dos sensores para desenhar

- Ajusta a largura do traço na tela com base na magnitude dos dados do giroscópio
- Mandar desenhar na tela com base nos dados do acelerômetro

É importante realçar que o *Complementary filter* que temos implementado não está a ser utilizado para juntar sensores, este está apenas a utilizar os dados do acelerômetro e filtrar os efeitos da gravidade.

Outro *pacakge* é o *viewModel* onde está inserido o *DrawingViewModel* responsável por processar e enviar os desenhos para a base de dados, neste caso o Firebase.

A sua função é :

- Converter os diferentes objetos que compõem um desenho para *string*
- Enviar os dados do desenho (o *path*, a cor, o *bitmap* e a *rating*), depois de convertidos, para o Firebase

Por fim o *package View* que é composto pelo *CanvasView*, utilizado para desenhar na tela da aplicação. Este é responsável por:

- Iniciar o *CanvasView* com uma lista de traços e estilos do traço, neste caso é a espessura e a cor.
- Permite desenhar no ecrã, configurando a cor, a espessura e desenha os traços
- Implementa as diferentes funcionalidade da aplicação (*undo*, *clear*, *share*)

Também possui o *Home* que inicia o *CanvasView*.

- Inicia o *SensorDataCollector* para capturar os dados do acelerómetro e do giroscópio.
- Define os botões para partilhar, limpar, desfazer e alterar a cor do traço.
- Implementa funcionalidades para interagir com o *CanvasView* e o *SensorDataCollector*.

Ainda possui o *MainActivity* que implementa uma tela de introdução à aplicação.

5.2 Arquitetura

A estrutura da nossa aplicação é delineada por três componentes fundamentais: o **Utilizador**, o **Dispositivo Android** e a **Firebase Realtime Database**. O Utilizador, representando todos os utilizadores da aplicação, desempenha um papel central, uma vez que são eles que geram os movimentos responsáveis pela criação dos desenhos. Em adição, o Dispositivo Android é o ambiente onde o Artflow é executado, sendo desenvolvido exclusivamente no Android Studio. Por fim, a Firebase Realtime Database assume a responsabilidade crucial de armazenar os dados gerados pela aplicação.

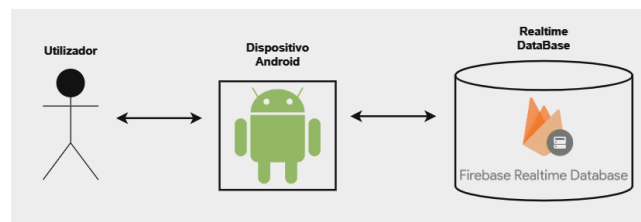


Figure 2: Arquitetura do ArtFlow

5.3 Funcionamento

5.3.1 Splash Screen

Ao iniciar a aplicação, uma splash screen semelhante à imagem seguinte aparecerá no ecrã, com a duração de 3 segundos.



Figure 3: Página Inicial

5.4 Home

Após os 3 segundos da *splash screen*, somos redirecionados para a página inicial, onde podemos realmente começar a criar os desenhos. Esta página inicial possui 4 opções no canto inferior esquerdo. A primeira opção, de cima para baixo, permite-nos alterar as cores dos traços, permitindo ao utilizador seleccionar a cor desejada. Em seguida, temos a opção de partilhar o desenho realizado. Posteriormente, encontramos a opção para apagar o desenho completo e, por fim, a opção de desfazer a última ação no desenho.

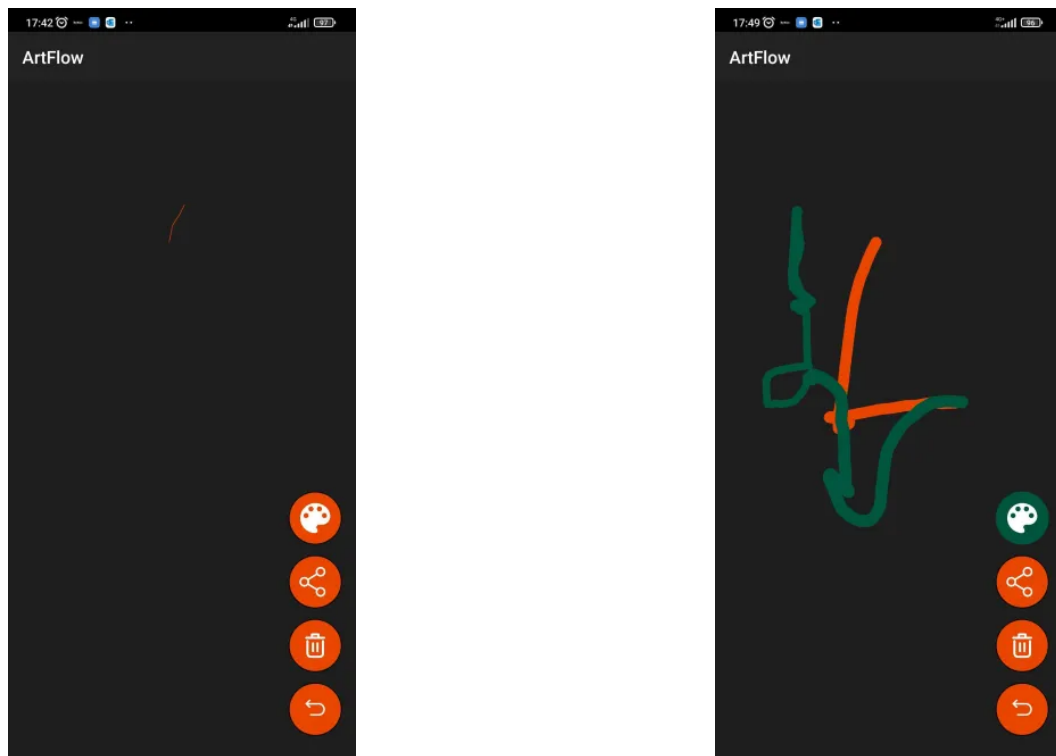


Figure 4: Tela de desenho

5.4.1 Mudar a cor

Como mencionado anteriormente, após o utilizador clicar no ícone da paleta de cores, é aberto um menu como o mostrado na imagem abaixo, onde é possível selecionar a cor desejada.

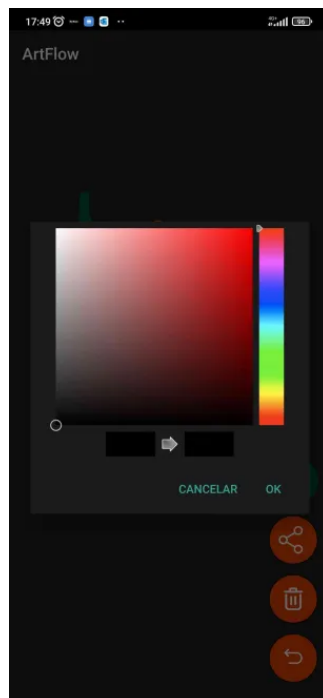


Figure 5: Funcionamento do botão de mudar de cor

5.4.2 Avaliar/Partilhar

Por fim, quando o utilizador acaba o seu desenho e seleciona a opção de partilhar, aparece o *pop up* que se pode ver abaixo, para que este avalie a aplicação, em seguida é encaminhado para o menu

de partilha.

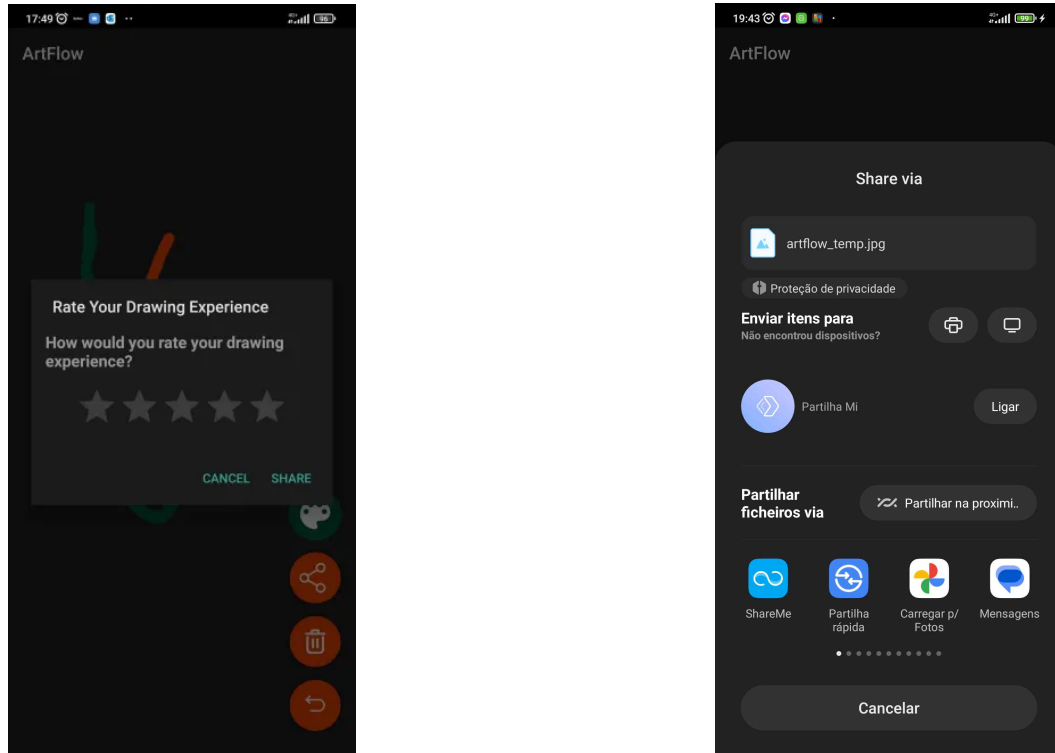


Figure 6

6 Dados Recolhidos

6.1 Exploração dos Dados

Para o projeto desenvolvido pela nossa equipa, trabalhamos com os dados recolhidos pelos três sensores, Acelerómetro, Giroscópio e o Sensor Tátil. Os dados são recolhidos em tempo real pelos respetivos sensores e depois são tratados e guardados no Firebase como as respetivas configurações.

6.2 Tratamento dos Dados

O processo de tratar os dados no projeto está presente em várias etapas da construção da aplicação. Ao recolher os dados do acelerómetro há uma fitragem pelo Complementary Filter que remove o efeito da gravidade para que os dados obtidos façam sentido e assim obter melhores resultados. Também existe um processamento dos dados em tempo real aquando o desenhar do traço, isto é, o utilizador ao realizar os movimentos com o aparelho os dados são recolhidos e tratados em tempo real para que assim sejam representados em forma de desenho na tela do ecrã, o que torna mais complexo o tratamento dos mesmos. Outra fase onde tratamos os dados é ao guardar os dados na Firebase, assim conseguimos recolher os dados com todas as informações necessárias para que mais tarde seja possível observar o desenho realizado pelo utilizador e também geral algumas estatísticas importantes para a avaliação da aplicação.

6.3 Visualização dos dados tratados

Com a aplicação já construída e com as funcionalidades de desenho definidas o grupo decidiu que seria importante conseguir analisar estatisticamente a utilização por parte dos clientes para que assim conseguíssemos ter um maior feedback sobre a satisfação dos utilizadores e também quais são as principais *features* usadas e no futuro conseguir melhorar a nossa aplicação também com base nestes dados.

Neste projeto é possível analisar vários dados da utilização da aplicação, tanto uma análise do desenho individual como também obter a informação geral da aplicação.

Relativamente à análise de um desenho selecionado é possível:

- Selecionar o desenho pretendido e visualizá-lo (Figura 7).
- Através de um gráfico mostra a distribuição da espessura dos *paths* do desenho (Figura 8 - esquerda), e também mostra quantos *datapoints* estão em cada path (Figura 8 - direita).
- Indicador com o número de cores diferentes presente no desenho (Figura 9).

Já sobre a análise dos dados da aplicação em geral possui (Figura 10):

- Contador com desenhos já feitos
- Pie Chart que permite ter uma noção da distribuição das avaliações.
- Gráfico que permite ter uma noção da quantidade de *paths* dos vários desenhos.

Draw:



Figure 7: Visualizar o desenho

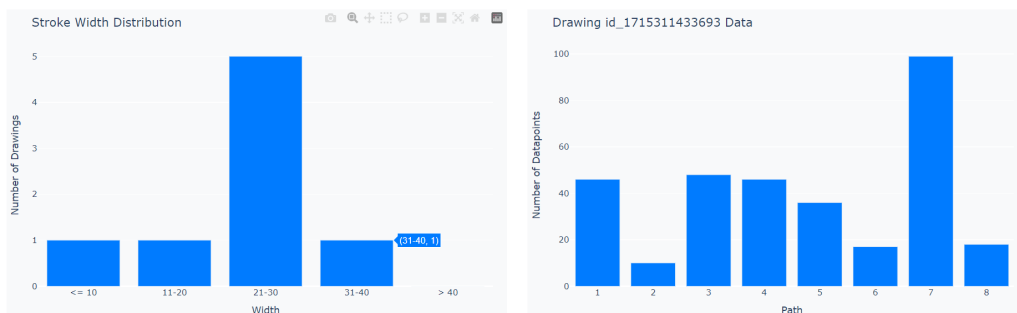


Figure 8: Distribuição de espessura e *datapoints* em cada *path*

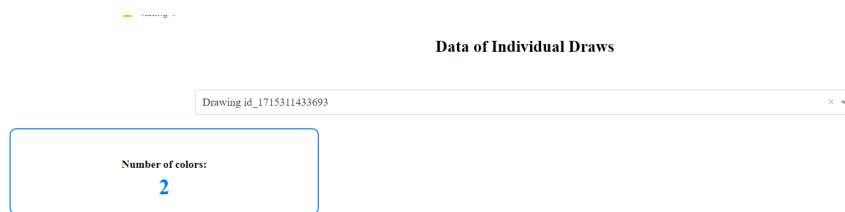


Figure 9: Número de cores diferentes no desenho

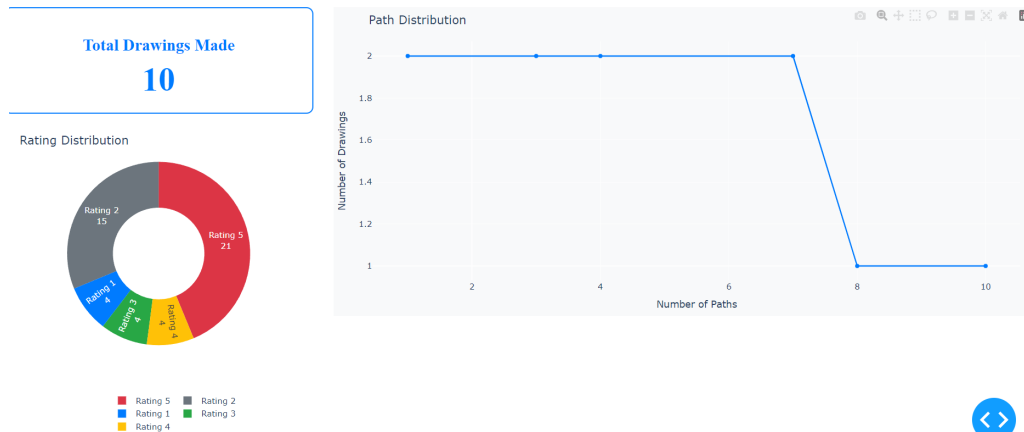


Figure 10: Análise geral da aplicação

7 Modelo de Negócio

Uma componente importante que também foi sugerida pelos docentes da unidade curricular de Sensorização e Ambiente foi a elaboração de um modelo de negócio que demonstrasse a viabilidade do sistema desenvolvido pelo grupo. Desta forma, o grupo realizou um plano de negócio que se centra nos seguintes três tópicos: **Identificação e Caracterização do potencial Cliente da solução**, **Eventuais Parcerias a estabelecer** e **Estratégia de monetização da solução**.

7.1 Identificação e Caracterização do Cliente

No âmbito do modelo de negócio do nosso projeto de sensorização móvel, a primeira etapa consistiu numa pesquisa de mercado das aplicações, mais especificamente na Apple Store e Play Store, de modo a identificar possíveis concorrentes e compreender o seu público-alvo. No entanto, esta pesquisa não teve muito sucesso, uma vez que não encontrámos nessas plataformas aplicações com o mesmo objetivo que o nosso. A pesquisa apenas nos permitiu ter uma noção das faixas etárias para as quais as aplicações de desenho são destinadas. Em seguida, procurámos compreender em que setores o nosso projeto poderia ser uma mais-valia, surgindo áreas como saúde, design, engenharia e entretenimento. Assim, no setor da saúde, a nossa aplicação pode ser utilizada para terapia ocupacional, auxiliando na reabilitação de pacientes com lesões motoras ou neurológicas. Além disso, no campo do design, pode ser uma ferramenta útil para arquitetos e designers de interiores, permitindo esboçar ideias rapidamente e visualizar conceitos em 3D. Por fim, no âmbito do entretenimento, a nossa aplicação pode ser uma forma divertida e criativa de expressão artística, proporcionando momentos de relaxamento e inspiração para os utilizadores.

Com base nessas informações, pudemos caracterizar o nosso potencial cliente como indivíduos de diversas áreas e faixas etárias, interessados em soluções inovadoras que facilitem a expressão criativa, a comunicação ou o acompanhamento de atividades específicas. Este público-alvo abrange desde profissionais de saúde e design, que procuram ferramentas especializadas para suas atividades diárias, até entusiastas de entretenimento que buscam formas criativas de expressão pessoal e lazer. Além disso, identificamos um potencial interesse por parte de educadores e terapeutas, que podem ver na

nossa aplicação uma ferramenta valiosa para promover o desenvolvimento cognitivo e motor, bem como para a terapia e reabilitação.

7.2 Eventuais Parcerias

Estabelecer parcerias estratégicas é fundamental para fortalecer o modelo de negócio e expandir o alcance da nosso projeto desenvolvido. Desta forma, consoante os nossos possível clientes o grupo considerou algumas possíveis colaborações que podem impulsionar o sucesso da aplicação, sendo elas:

- **Parcerias com fabricantes de dispositivos móveis** - Inicialmente, considerámos uma possível parceria com fabricantes de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, como uma estratégia eficaz para pré-instalar a nossa aplicação. Esta abordagem permitir-nos-ia alcançar uma base de utilizadores mais vasta desde o lançamento e aumentar a visibilidade da nossa solução.
- **Parcerias com instituições educacionais, terapeutas e organizações sem fins lucrativos** - Outra possibilidade de parceria seria colaborar com instituições educacionais, terapeutas e organizações sem fins lucrativos, o que poderia abrir oportunidades para promover a utilização da nossa aplicação em contextos educativos ou terapêuticos. Estas parcerias podem facilitar a integração da aplicação em programas de ensino ou terapia, oferecendo benefícios tangíveis aos utilizadores e ampliando o nosso impacto social.
- **Parcerias com empresas de tecnologia** - Por fim, uma eventual parceria seria trabalhar em conjunto com empresas de tecnologia com o objetivo de integrar a nossa aplicação com outras plataformas ou desenvolver novos recursos. Estas parcerias podem proporcionar acesso a tecnologias complementares, experiência técnica e recursos adicionais que contribuem para a melhoria da funcionalidade e da experiência do utilizador da nossa aplicação.

7.3 Estratégia de monetização da solução

Por fim, neste modelo de negócio, é importante destacar as estratégias para tornar a aplicação rentável do ponto de vista monetário. Assim, o grupo considerou como estratégias de monetização a disponibilização desta numa plataforma de aplicações como a Play Store, onde teríamos uma versão gratuita e premium. A versão gratuita seria acompanhada de anúncios, enquanto que a versão premium teria um custo associado, mas, por outro lado, não teria anúncios. Além disso, outra estratégia que o grupo considerou para rentabilizar a aplicação foi licenciá-la, de forma a que empresas interessadas em integrar a tecnologia nos seus produtos e serviços tivessem de pagar uma licença.

8 Resultados obtidos e Trabalho Futuro

Revendo todo o trabalho realizado até ao momento, o projeto desenvolvido encontra-se funcional com os objetivos cumpridos. A equipa considera que, ao interagir com um tema novo, conseguiu-se superar e implementar a principal função, desenhar através dos movimentos.

Contudo existe ainda bastantes aspetos que podem ser trabalhados e melhorados no nosso projeto. Em relação ao desenhar através dos movimentos, sentimos uma grande dificuldade a conseguir reunir os resultados obtidos pelos vários sensores e representar os resultados obtidos no desenho de uma forma suave sem grandes oscilações, isto porque os valores obtidos são bastante sensíveis ao movimento.

Um dos aspetos que achas mais importantes para trabalho futuro seria a estruturação do código e adoção de uma arquitetura MVVM. O código que desenvolvemos, apesar de funcionar, não está muito robusto e tem lógica de negócios e de dados tudo misturado.

Na opinião do grupo seria interessante aprofundar mais e trabalhar mais no tratamento dos dados de forma a que seja possível criar riscos uniformes sem granularidade e, até mesmo, criar modelos de inteligência artificial que detetassem os movimentos e permitisse obter desenhos não só esteticamente mais bonitos mas também uma melhor experiência de utilizador.

Também seria interessante melhorar a aplicação e adicionar novas funcionalidades, como um serviço de contas, cada pessoa poderia ter a sua conta com os seus desenhos guardados e criar uma rede em que pudesse também partilhar e ver os desenhos das pessoas conectadas. Neste momento ainda não foi possível implementar tudo isto mas será um objetivo futuro que o grupo tem em vista para realizar.

Para além do mencionado, ainda persistem alguns erros que não fomos capazes de corrigir antes da entrega e outros aspetos que gostávamos de fazer de maneira diferente entre eles:

Ao fazer *undo* embora funcione tem um bug que, caso se desenhe e volte a fazer *undo* apaga 2 *paths* em vez de apenas o último.

Ao guardar as cores na base de dados, algumas são guardadas em hexadecimal e outras com o seu nome

Melhorar a visualização dos dados

Terminamos a secção deixando 2 exemplos de desenhos feitos utilizando a aplicação desenvolvida.

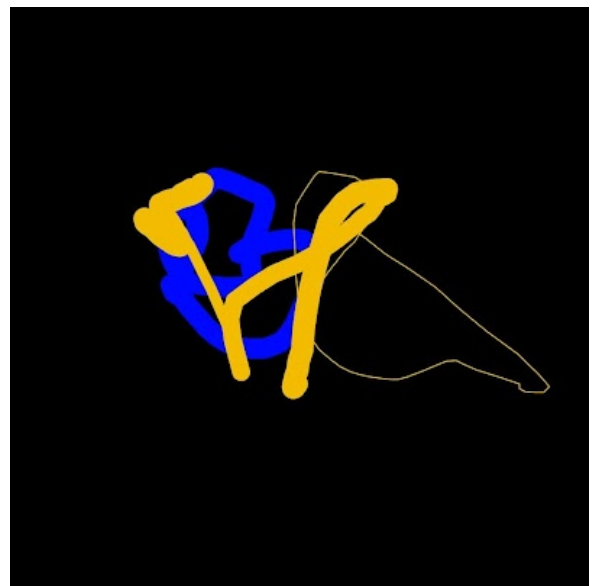


Figure 11: Exemplos de alguns resultados obtidos

9 Conclusão

Consideramos que o trabalho realizado cumpriu as nossas expectativas e os requisitos propostos, servindo como método eficaz para consolidar as temáticas abordadas na UC de Sensorização e Ambiente. Desde a escolha do tema até à realização da aplicação, foi um processo de evolução constante, sempre a aprender e a descobrir como resolver os principais problemas que o grupo teve, nomeadamente utilizar os dados dos sensores para criar desenhos e otimizá-los. No geral, o grupo sente-se confiante com o trabalho realizado e com vontade de melhorar o nosso projeto com aspetos que não foram implementados e outros que poderiam ser aprimorados, para quem sabe, num futuro próximo, termos a oportunidade de comercializar a aplicação.