

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Tecnologias de Interface

Meta 4

Documentation

Interface technologies for New Media Art

Filipa Orquídea | 2020231259

Inês Gonçalves | 2020227804

Tomás Oliveira | 2020240926

Mestrado em Design e Multimédia

FCTUC, 2024

Índice

Índice	2
1. Introdução	2
2. Estado de Arte	3
New Media Art	3
Contextualização Histórica	4
Design Digital e Interfaces	4
Arduino na New Media Art	4
Estado de Arte: Conclusão	5
3. Metodologia	6
4. Conceito	6
5. Processo de design, planificação e visualização	7
6. Prototipagem	9
7. Implementação final	12
Arduino	12
Processing	13
8. Visual	14
9. Construção e objeto final	15
10. Testagem	17
11. Conclusão	17
12. Bibliografia	18

1. Introdução

Face à proposta de projeto para a unidade curricular de Tecnologias de Interface, o nosso grupo assumiu o tema New Media Art e propôs-se a criar um artefacto capaz de transpor os nossos conhecimentos dentro da área da multimédia e da interação, adaptando-os a um contexto com o Arduino - dando ao utilizador a possibilidade de criar peças gráficas únicas, controlando todos inputs apenas através do mesmo.

Neste documento relativo à meta final, pretendemos não só documentar todo o processo, como também destacar obstáculos, adaptações e mudanças que assumimos durante o desenvolvimento deste projeto, “Apito Master 3000” - estado de arte, conceito, esboços, protótipo, construção, desenvolvimento e testagem.

2. Estado de Arte

No panorama contemporâneo da expressão artística, a interseção entre arte e tecnologia tem desencadeado uma revolução que desafia os limites convencionais da criatividade. Esta metamorfose artística é particularmente evidente no emergente campo da *New Media Art*, onde as fronteiras entre as tecnologias digitais e as formas de expressão artística tradicionais estão a ser continuamente redefinidas. No contexto da primeira meta (Estado de Arte) deste projeto, investigamos acerca deste fenômeno, ficando a conhecer melhor as suas raízes históricas, manifestações contemporâneas e implicações no panorama artístico e cultural.

New Media Art

A *New Media Art* é um campo multifacetado e dinâmico, cuja diversidade e complexidade são muito difíceis de definir. É mais do que uma mera fusão entre tecnologia e arte; é um terreno onde artistas e entusiastas convergem, partilhando um espaço teórico comum que transcende as fronteiras disciplinares convencionais. Esta abordagem interdisciplinar não se limita apenas à incorporação de tecnologias digitais emergentes, mas também se destaca pela capacidade de reinventar criativamente as tecnologias já existentes. Os artistas da *New Media Art* não são meros utilizadores de ferramentas tecnológicas; são intervenientes ativos no que toca à desestruturação e reconstrução de estruturas convencionais. Esta reinvenção não só promove uma ruptura das normas artísticas estabelecidas, mas também impulsiona a inovação no meio tecnológico.

Além disso, a *New Media Art* é um terreno fértil para colaborações interdisciplinares, não apenas entre artistas, mas também entre profissionais de diversas áreas, como ciência e sociologia. Essas colaborações enriquecem as perspectivas de cada um, gerando um ambiente propício à criação de obras que promovem diálogos complexos sobre a interseção entre tecnologia, sociedade e expressão artística.

A *New Media Art* não é apenas um campo artístico - é um ecossistema criativo em constante transformação, onde a originalidade, a inovação e a colaboração são fundamentais.

Contextualização Histórica

A história da *New Media Art* remonta ao século XX, um período marcado pelo rápido desenvolvimento das novas tecnologias. Desde o surgimento das primeiras formas de videoarte até à proliferação da computação gráfica e da internet, a *New Media Art* tem sido impulsionada pela constante evolução tecnológica. Artistas como Wolf Vostell, Nam June Paik e Jean Tinguely foram pioneiros na incorporação de novas tecnologias nos métodos tradicionais da arte, estabelecendo as bases para o que viria, mais tarde, a ser a *New Media Art* contemporânea. Já mais recentemente, o surgimento das redes sociais proporcionou novos meios para os artistas alcançarem públicos mais vastos e diversificados, expandindo ainda mais as possibilidades da *New Media Art*.

Design Digital e Interfaces

O design digital desempenha um papel crucial na criação de interfaces eficazes entre humanos e tecnologia. Ao longo da história, as interfaces evoluíram desde formas complexas e volumosas até designs intuitivos e usáveis, adaptando-se às necessidades e exigências dos utilizadores. A influência dos new media na evolução das interfaces é evidente, com um foco crescente na usabilidade, adaptabilidade e interatividade. As interfaces são um reflexo do maior envolvimento dos designers na concepção de ferramentas, devido às exigências do mercado de consumo e dos utilizadores. O avanço da tecnologia proporcionou não apenas computadores mais rápidos e compactos, mas também dispositivos como smartphones e tablets, redefinindo a forma como interagimos com o mundo digital. As interfaces foram desenvolvidas visando facilitar a utilização, com foco em clareza e consistência, destacando-se pela usabilidade.

Arduino na New Media Art

O Arduino destaca-se como uma ferramenta versátil e acessível para a criação de projetos interativos na New Media Art. Apesar das suas vantagens, como facilidade de uso e flexibilidade, o Arduino apresenta algumas limitações em termos de processamento e memória, sendo importante considerá-las ao iniciar projetos mais complexos.

Projetos como "Electronic Superhighway" de Nam June Paik, "Into Time.com" de Rafaël Rozendaal, "Circle of Life" de Limelight e "Arduino & TouchDesigner" de Pablo G. Lucio exemplificam a diversidade e inovação presentes na integração do Arduino na *New Media Art*, explorando as possibilidades criativas das novas tecnologias.

Estado de Arte: Conclusão

Em suma, a New Media Art é um campo em constante evolução, onde a interseção entre arte e tecnologia proporciona um terreno fértil para a experimentação, inovação e colaboração. Desde suas raízes históricas até as manifestações contemporâneas, a New Media Art continua a desafiar as fronteiras da criatividade e a redefinir o panorama artístico e cultural. Neste contexto, o papel do design digital e das interfaces é crucial, facilitando a interação entre humanos e tecnologia. Concluímos ainda que projetos como os mencionados anteriormente demonstram a diversidade e inovação presentes na New Media Art, enquanto ferramentas como o Arduino oferecem novas possibilidades para a criação de obras interativas e imersivas. Assim, a New Media Art continua a desempenhar um papel fundamental na transformação do modo como concebemos, experienciamos e interagimos com a arte e a tecnologia.

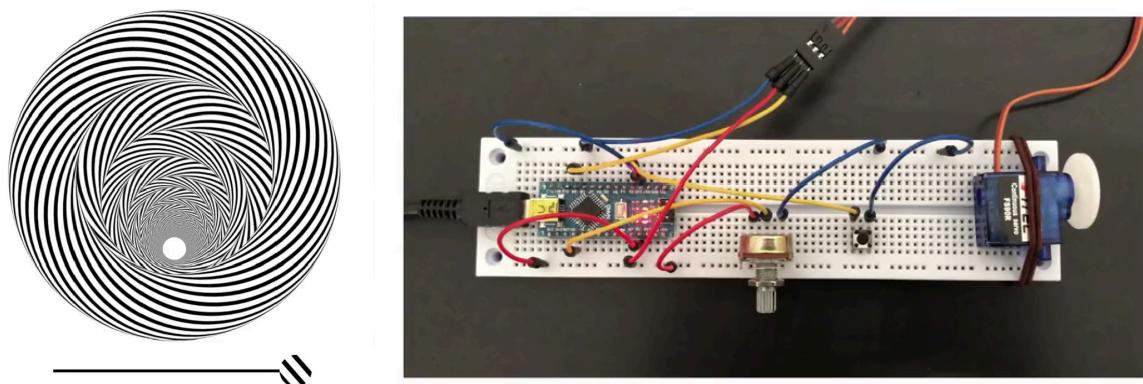


Fig. 1. Arduino Driven Graphics (2022), Kirill Khabituev

3. Metodologia

Para organizar as tarefas do nosso projeto, decidimos seguir uma abordagem *Scrum*. Começámos por definir as tarefas principais e o tempo que estas poderiam demorar, bem como as prioridades do que deveria ser feito. Distribuimos, então, as tarefas pelos três membros do grupo, conseguindo ter diferentes partes do trabalho a serem feitas simultaneamente, de modo a ir juntando e a ter um trabalho cada vez mais completo e funcional.

Inicialmente, começámos com um protótipo no Processing sem grande preocupação na aparência visual. Primeiro, desenvolvemos o menu de escolha das músicas e depois trabalhamos com a amplitude do som para as barras que vemos no projeto final.

No Arduino, começamos pelo sensor de proximidade, visto que é o primeiro sensor ativado, e depois seguimos para os restantes elementos. Enquanto não passámos à fase de integrar o Arduino e o Processing, houve a preocupação de criar variáveis que depois fossem adaptáveis para ligar aos dados recebidos pelo Arduino. Já no próprio Arduino, criámos uma string separada por vírgulas com todos os dados dos elementos, de forma a que depois fosse mais simples ligá-los às variáveis do Processing. No caso do joystick, só foi possível calibrar quando este já estava ligado ao Processing.

Depois disto, foi uma questão de juntar o código e refinar no Processing a forma como os dados tanto do Arduino como da música eram tratados. Por fim, dedicamo-nos ao design, resultando assim num objeto final.

4. Conceito

Conceitualmente, o nosso objetivo com este projeto passa por aproveitar os nossos conhecimentos na área da multimédia e da interação, transpondo-os para um contexto em que incluímos o Arduino, criando uma instalação de *New Media Art*. A nossa ideia, desde o início, era dar ao utilizador a possibilidade de criar peças gráficas únicas, controlando os inputs apenas com o Arduino. Assim, o utilizador pode escolher uma entre as 5 músicas que lhe são mostradas, e, consequentemente, aceder a um ecrã cujos visuais baseados em linhas se movem ao ritmo da música. O *user* pode ainda controlar a grossura dessas mesmas linhas, e, após isso, utilizar o joystick para posicionar um elemento tipográfico pré-definido à sua

vontade. O output é uma espécie de cartaz, que, através de um template, foi completamente criado utilizando o Arduino.

No final, o nosso objetivo é dar ao utilizador a possibilidade de perceber um pouco do processo por detrás do design gráfico (e, neste caso, generativo) mas sem necessitar, obrigatoriamente, de recorrer aos processos tradicionais - manuseando apenas um controlador físico, o Arduino.

A incorporação do elemento sonoro, a música, deve-se à nossa vontade de, para além de visualmente, dar a oportunidade ao utilizador de dar um cunho pessoal à sua própria experiência, escolhendo a canção com que mais se identifica. Afinal de contas, a *New Media Art* engloba de tudo um pouco, e não existe outro tipo de arte com que o ser humano se conecte tão facilmente como a música.

5. Processo de design, planificação e visualização

O nosso processo de construção iniciou-se durante a segunda metade do projeto, com uma fase de restrição (dentro da abrangência do tema) para que nos pudéssemos focar exatamente na ideia que tencionamos adotar, e também começar a estudar materiais e processos em concreto. A equipa fez algumas sessões de brainstorming de onde resultaram os primeiros esboços, e foram também feitos os primeiros testes em código. Com a ideia final a começar a ganhar forma, sintetizamos os dados do enunciado e, perante os requisitos, escolhemos os componentes necessários a utilizar, enquanto os tentávamos enquadrar, da melhor forma possível, naquele que viria a ser o nosso protótipo e, brevemente, o nosso projeto final. Após algumas referências e da exploração de projetos já existentes, assumimos a ideia de incorporar o design gráfico (como técnica) no nosso projeto, focando num conceito que visa dar ao utilizador a oportunidade de se colocar, ainda que ligeiramente, na posição de um designer gráfico no seu processo de criação. Optámos também por assumir o caráter generativo (cujo conhecimento para tal foi adquirido, ao longo dos anos, noutras disciplinas da licenciatura e do mestrado) ao dar ao *user*, mais do que apenas a experiência, a oportunidade de criar um resultado só seu.

Como componentes a utilizar, assumimos que iríamos precisar de um sensor de proximidade, um joystick, um potenciômetro, e um sensor touch em papel de alumínio.

A nossa instalação começa num modo “standby”, com um ecrã fixo que possa chamar a atenção de um hipotético utilizador. O nosso sensor de proximidade, que é o primeiro a atuar, deteta se alguém se está a aproximar, e, quando alguém se encontra a menos de um metro da instalação, inicia o programa e o led acende, informando que a interação está pronta a começar. É aberto um menu, que permite ao utilizador escolher uma entre 5

músicas, utilizando o joystick, e confirmando a seleção ao tocar no sensor touch construído com papel de alumínio.

Logo a seguir abre-se a janela de reprodução (e o ecrã principal do programa) onde é disposto um conjunto de linhas horizontais cuja grossura (stroke) varia ao ritmo da música anteriormente selecionada. A partir daqui, utilizando o potenciômetro, o utilizador pode alterar a dimensão das linhas mostradas no ecrã, aumentando-as ou diminuindo-as, até encontrar um resultado que seja do seu agrado. A segunda parte da interação inicia-se, aqui, quando o sensor em papel de alumínio é novamente pressionado. Passamos para um ecrã parado, que assume o frame final antes do utilizador clicar no botão (depois de mexer nas linhas à sua vontade) e onde adicionamos um elemento tipográfico. Através do joystick, o user é desafiado a posicionar a tipografia à sua vontade, ficando com o output final da instalação.

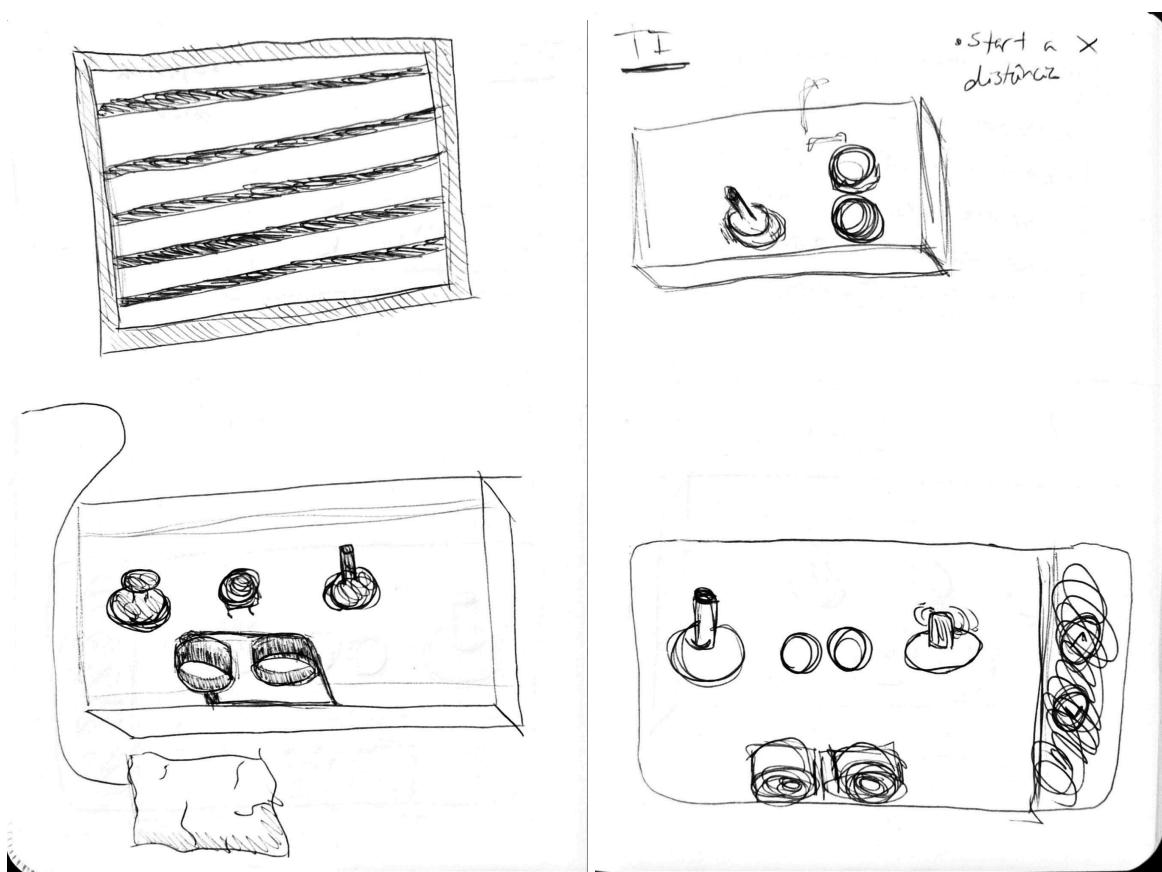


Fig. 2. Primeiros esboços do projeto

Os primeiros esboços surgem com o início da conceptualização física do projeto utilizando os componentes escolhidos. Passo a passo, e com o aprofundar da ideia (e com as

mudanças em determinados detalhes) os esboços em papel foram-se adaptando, e ganhando formas diferentes, como é possível observar nas figuras.

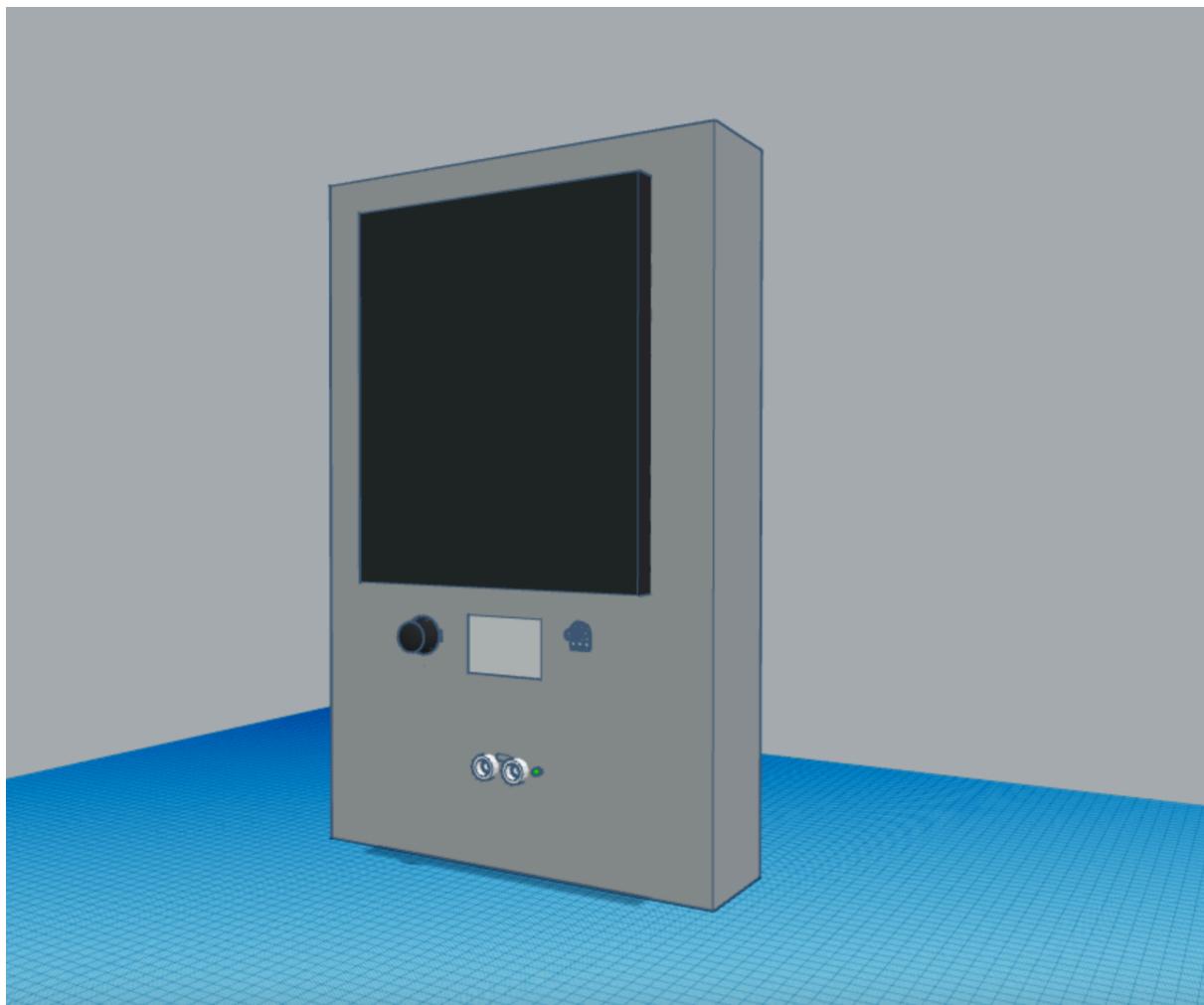


Fig. 3. Visualização 3d do objeto

Para melhor visualizar o objetivo final, construímos também um primeiro esboço do modelo 3D do objeto.

6. Prototipagem

Com o finalizar do processo de conceptualização, o grupo partiu para a construção da primeira versão do projeto em formato protótipo, de forma a conseguir ter um primeiro protótipo pronto a ser apresentado nesta segunda metade.

Para o protótipo, optámos por dividir o trabalho em duas partes: escrever o código em *Processing* e montar o Arduino, de modo que, posteriormente, pudéssemos simplesmente associar as variáveis do *Processing* aos dados recebidos nos botões e sensores do Arduino.

Decidimos manter uma certa simplicidade no nosso protótipo inicial, uma vez que o construímos conscientes de que precisamos de tomar decisões adicionais mais tarde, e que essas mesmas podem vir a influenciar o código implementado. Consideramos prioritário concentrar-nos no código de *Processing* e em ter algo mais sólido nesse espectro, pois posteriormente seria apenas necessário integrar o Arduino com as variáveis do mesmo. Implementamos, assim, o que considerámos mais importante e a “base” do nosso projeto: O menu de escolha de músicas e as linhas horizontais que reagem à música.

Esta versão do projeto é aquela que optámos por entregar, mas é sempre importante realçar que o trabalho do grupo é contínuo, em prol de integrar cada uma das funcionalidades da melhor forma, no menor período de tempo possível.

O momento “mãos à obra” iniciou-se pelo *Processing*. Por se tratar da tecnologia com que mais estamos familiarizados, foi mais fácil começar a “materializar” a nossa ideia a partir daqui, para percebermos de que forma poderíamos desenvolver ideias e até contornar alguns obstáculos que prevíamos encontrar.

Em *Processing*, mais concretamente, desenvolvemos um menu que é ativado pela proximidade da pessoa e de seguida irá para outro menu que permite selecionar a música desejada.

Após a escolha de música é reencaminhado de seguida para a “base” do projeto onde implementamos um array de linhas que, quando a frequência do som é analisada através do FFT (Fast Fourier Transform) e calcula a amplitude de cada banda de frequência, desenha as linhas e a stroke é alterada com base na amplitude da música.

Já no Arduino, montamos todos os componentes necessários para conseguirmos concretizar a nossa ideia, incluindo o sensor de movimento, um LED, um joystick, um potenciômetro e uma superfície touch feita com papel alumínio. Decidimos montar o Arduino num cartão, simulando a sua instalação final, para percebermos como os cabos iriam funcionar e como poderíamos obter uma aparência mais limpa, sem cabos visíveis.

Estabelecemos a ligação do sensor de movimento com o *Processing*, permitindo que o menu seja ativado pela proximidade da pessoa.

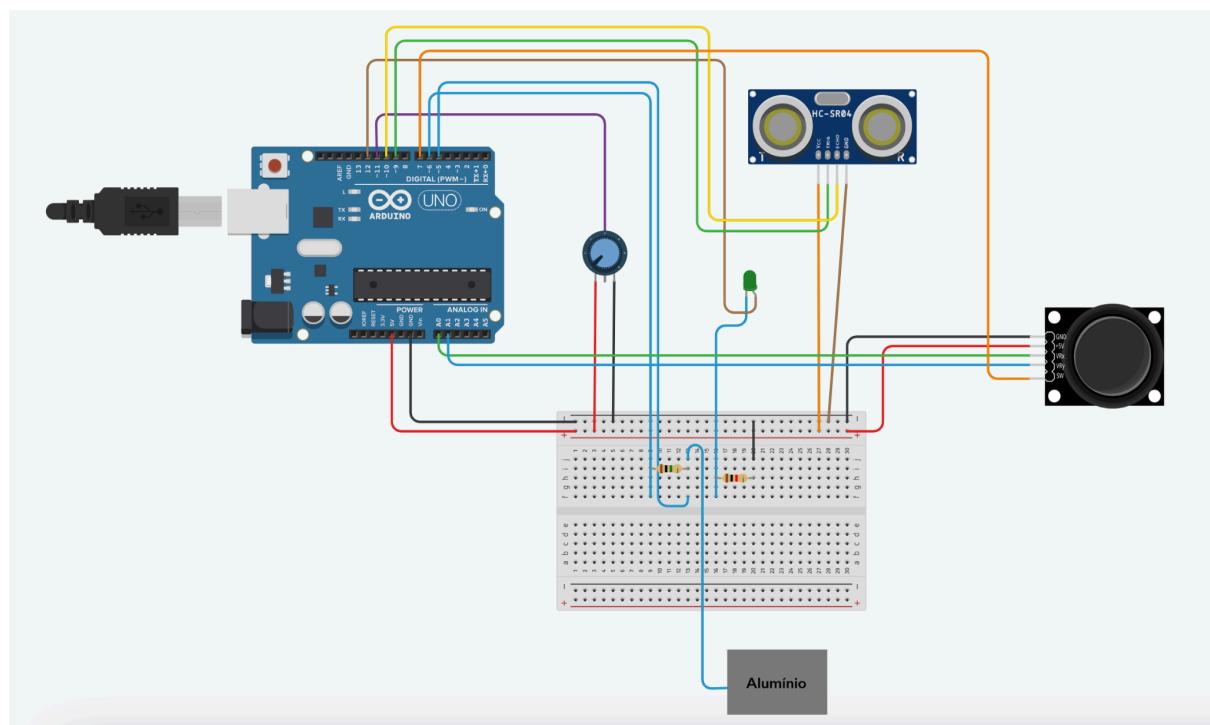


Fig. 4. Projeto montado no tinkercard com todos os elementos

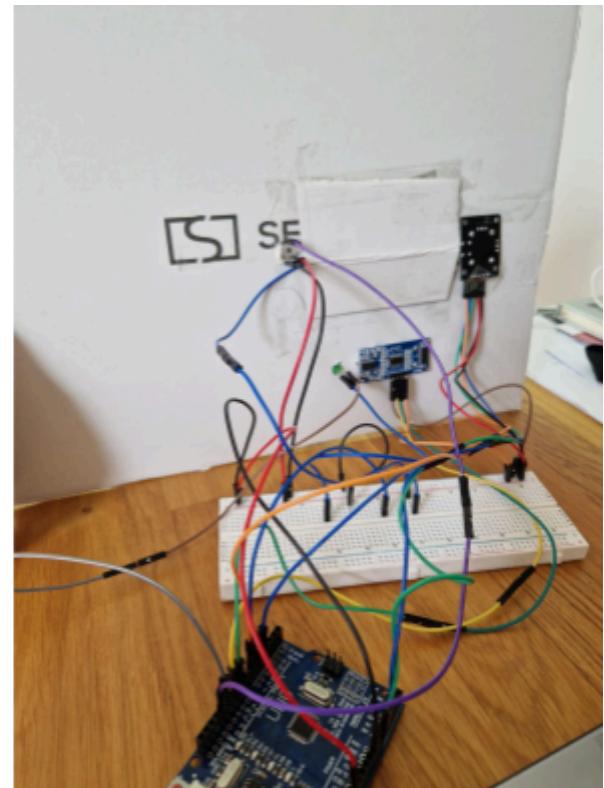
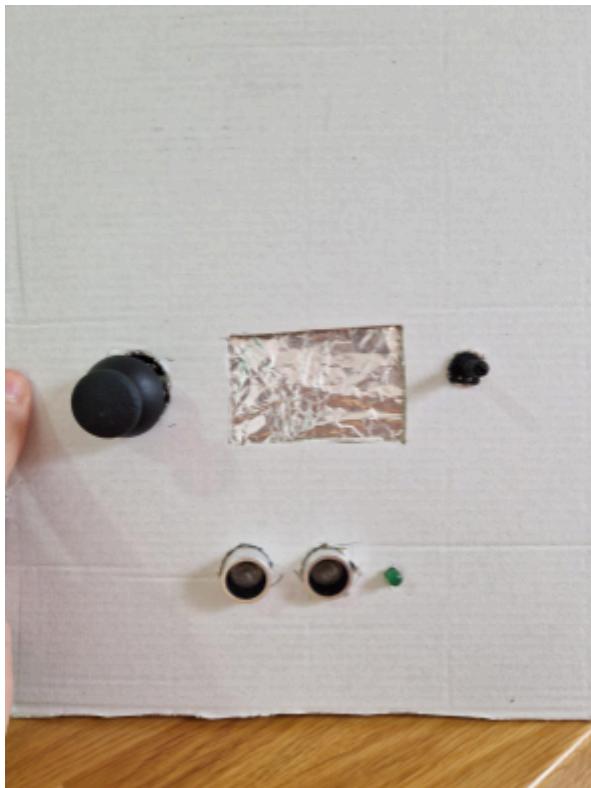


Fig. 5 e 6. Arduino montado a simular a sua instalação final (frente e trás)

7. Implementação final

Após a construção do protótipo na segunda meta e o feedback que o grupo obteve por parte dos professores, conseguimos direcionar o nosso trabalho para avançar, o quanto antes, no seu ponto fulcral: A implementação.

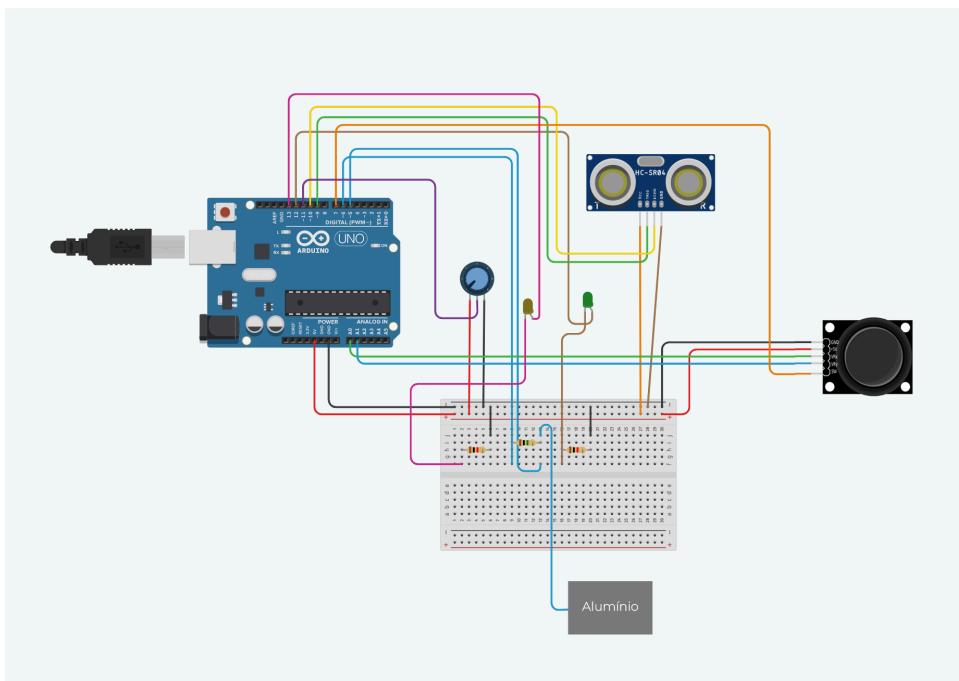
Tal como na meta anterior, a implementação em *Processing* e em Arduino foi feita em simultâneo através da divisão de tarefas - o que implicou uma constante comunicação por parte dos elementos do grupo, de forma a trabalharmos de forma coesa e organizada.

No Arduino, era construída uma string de valores separados por vírgulas. No Processing, criámos um array com esses dados que, através do split, era capaz de os dividir utilizando as vírgulas como separadores. Depois, tivemos de atribuir a cada número do array uma variável correspondente ao elemento desses dados, e foi assim que conseguimos utilizar os dados posteriormente.

Arduino

É relevante referir que foi ainda no começo do desenvolver desta fase final mais focada na implementação que fizemos aquela que consideramos a única mudança relevante no que toca ao Arduino: A adição de um led associado ao sensor Touch, que acende sempre que o utilizador clica no mesmo, de forma a conseguir ter algum feedback físico ligado ao dito componente.

No que toca ao Arduino, não surgiu nenhum obstáculo que nos obrigasse a efetuar mais alterações no circuito que já tínhamos vindo a construir. Surgiu alguma dificuldade ao calibrar o Joystick (sendo que se trata do elemento principal do nosso circuito, com vários outros elementos cujos valores dependem do mesmo), mas, apesar desse fator, o grupo conseguiu superar o contratempo e, após um refinamento do código do Arduino, passar a trabalhar apenas a porção do código em *Processing*.



Figs. 7. Projeto montado no tinkercard

Processing

A implementação em *Processing* (e a ligação do Arduino ao mesmo) foi a porção do trabalho de implementação que levou mais tempo. Inicialmente, paralelamente ao código que estaria a ser feito em Arduino, aprimoramos o esqueleto construído na meta 2, de forma a facilitar o trabalho na hora de unir tudo.

Foi refinado o mecanismo de controlo das linhas (na reprodução da música) e adicionadas as *features* de “congelar” o espectro na hora desejada e de adicionar o elemento tipográfico no formato imagem, assim como a possibilidade de guardar o resultado final no próprio computador.

Por fim, foi feita a ligação do Arduino ao Processing assim como a atribuição das funções criadas aos respectivos controladores no circuito.

8. Visual

De forma a manter o nosso método de trabalho (e como estudantes de Design), enquanto parte do grupo trabalhava na implementação, foi atribuída à outra parte a função de, paralelamente, desenvolver um conceito visual e todo o material gráfico que, mais tarde, viria a dar ao resultado final do projeto um aspecto mais apelativo.

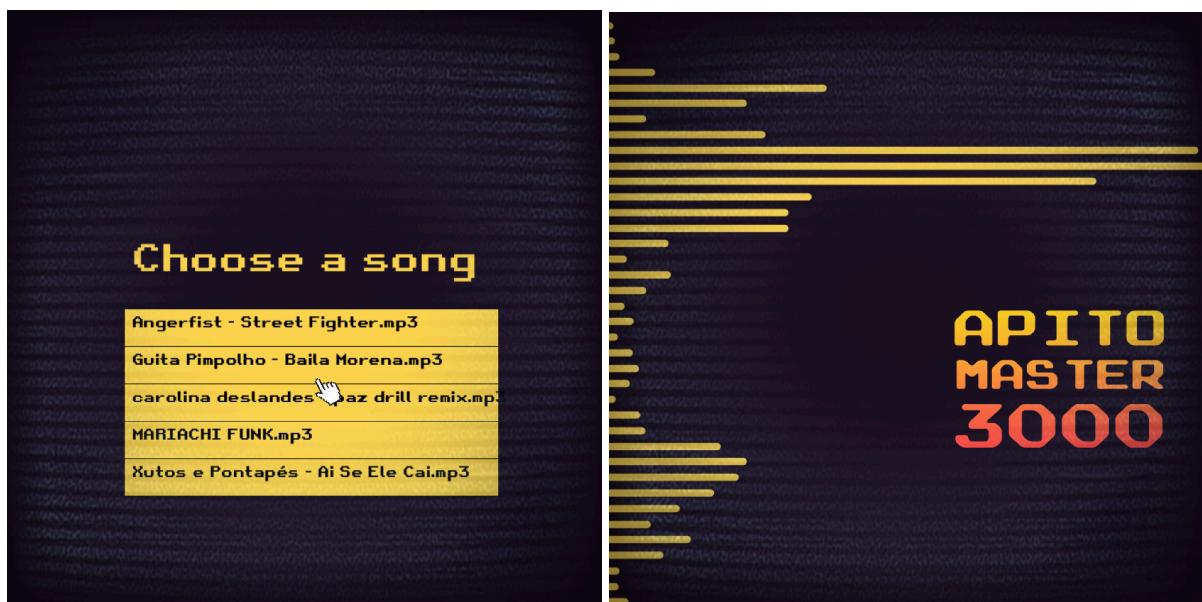
Desta forma, após alguma reflexão, optámos por adotar um conceito visual *retro*, inspirado nas máquinas Arcade popularizadas nos anos 90.



Figs. 8 e 9. Referências visuais de máquinas Arcade

Adotámos, como cores principais, o **roxo** e o **amarelo**, e também as fontes *Retro Gaming* e *VCR Mono* - de forma a construir os materiais gráficos (desde o background às próprias instruções de utilização) que, na fase final, não só deram o aspeto desejado ao nosso artefacto, como ainda lhe atribuíram o nosso cunho pessoal, como designers.

A nível de implementação, foram feitos também pequenos ajustes de forma a melhor enquadrar o funcionamento do programa com a estética adotada.



Figs. 10 e 11. Interface final do “Apito Master 300”

9. Construção e objeto final

Finalizada a componente tecnológica do nosso projeto, o grupo decidiu investir algum tempo na construção de um objeto físico capaz de não só proteger e esconder o circuito em Arduino, mas também de, visualmente, remeter à estética adotada.

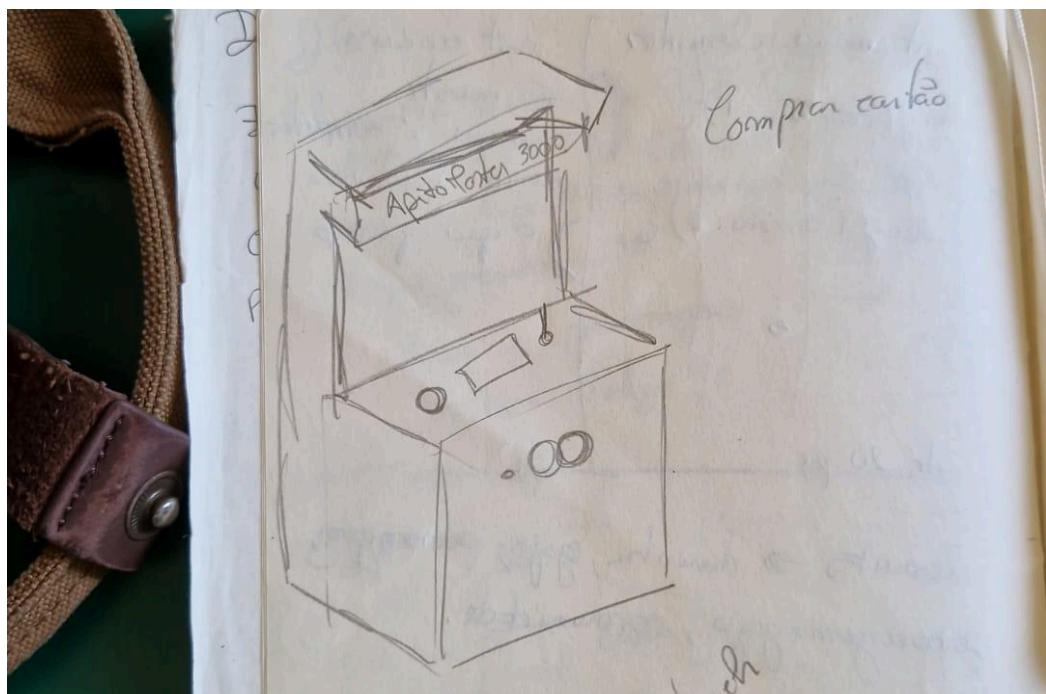


Fig. 12. Esboço do objeto a construir

A nossa ideia original passava por, com cartão reutilizado, criar uma espécie de “carapaça” leve capaz de se sobrepor ao portátil e ao Arduino na hora de interagir com o artefacto, deixando à mostra apenas a porção do ecrã (em formato quadrado) que contém o programa a correr, e os componentes ligados ao Arduino com que o utilizador precisa de interagir.



Figs. 13 e 14. Construção final em cartão

Inicialmente, o grupo tencionava transformar esta “capa” numa extensão física daquilo que é a interface (pintando e decorando o objeto), mas, infelizmente, não nos sobrou tempo suficiente para o fazer da forma idealizada. Ainda assim, construímos aquela que seria a “parte de baixo” da nossa máquina Arcade (que protege e ajuda a transportar o próprio Arduino, e deixa à mostra apenas os leds, o joystick, o painel touch, o potenciómetro e o sensor de proximidade) que encaixa no portátil de 13 polegadas que utilizamos para testar o artefacto. Foi ainda possível decorá-la com o logotipo do *Apito Master 3000*, e com um painel de instruções de forma a melhorar a experiência do utilizador.

O grupo recolheu ainda uma quantidade razoável de **vídeos e fotografias** do artefacto, de forma a incluir também neste relatório final. O vídeo final e as fotografias relativas à documentação do projeto podem ser consultados [neste link](#).

10. Testagem

Apesar de não ter surgido oportunidade de o fazer com muitos utilizadores, o grupo considerou importante realizar algum tipo de testagem do objeto final, com sujeitos que não estivessem familiarizados com o conceito do projeto.

No geral, o feedback foi útil e a experiência que o nosso artefacto facultou aos nossos *testers* revelou-se positiva. Foi também nesta fase que percebemos alguns dos cuidados a ter na utilização - nomeadamente com a hipersensibilidade do painel touch que, por vezes, provoca erros e duplos cliques no programa. Chamou-nos ainda a atenção a importância da inclusão de um painel de instruções (para melhor orientar o utilizador, sem a obrigatoriedade de haver sempre alguém a explicar as funcionalidades do projeto) e da opção de regressar ao menu inicial após guardar o poster final, que, infelizmente, acabámos por não conseguir implementar a tempo.

11. Conclusão

Em suma, com o finalizar do projeto, o grupo encontra-se satisfeita com o trabalho desenvolvido ao longo do semestre, assim como com o produto final.

Devido à natureza dos conteúdos da unidade curricular, sentimos, desde o começo, alguma desmotivação, o que levou não só a um atraso na definição do conceito e da ideia final a assumir para o projeto, mas também no próprio processo de adquirir os conhecimentos necessários relativos ao Arduino - atrasando, como um todo, o desenvolvimento deste projeto desde o início, o que levou a que tentássemos compensar esse mesmo atraso na meta anterior.

Não foi até à construção do primeiro protótipo (que, no fundo, se trata do momento em que conseguimos, finalmente, começar a visualizar na nossa cabeça aquele que seria o objeto final) que ganhámos motivação para fazer o esforço extra necessário para completar tudo o que nos tínhamos proposto a fazer, sendo que o fizemos sempre com as nossas capacidades e preferências em mente, como mecanismo para que a motivação se mantivesse.

Apesar dos obstáculos enfrentados nesta fase final, foi o momento em que nos sentimos melhor em relação ao nosso artefacto, e a parte em que encontrámos toda a vontade de o finalizar, assim como de o mostrar, testar e defender.

No geral, estamos felizes com o resultado final do nosso projeto, e achamos que o desenvolver do mesmo foi uma mais valia para a nossa formação como designers.

12. Bibliografia

1. Paul, C. (2023). Digital Art. In *Google Books*. Thames & Hudson.
https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=46K7EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP10&dq=interface+technology+for+new+media+art&ots=YhKfSoPaZX&sig=qTdjucfKUj-qW8sWqOvQBt7yk&redir_esc=y#v=nepage&q=interface%20technology%20for%20new%20media%20art&f=false
2. Botelho, B. (2014, June 21). DESIGNA 2013 - INTERFACE. LabCom - Comunicação E Artes.
<https://labcomca.ubi.pt/en/designa-2013-interface/>
3. Conceito de interface. (n.d.). Conceito.de.
<https://conceito.de/interface>
4. Berthonneau, A. (2022, January 13). *New Media Art: O que é e como criar!* - Blogue HeavyM. HeavyM.
5. <https://www.heavym.net/pt/new-media-art/>
6. Bilyeu, E., Ferreira, K., Peterson, L., & Weber, C. M. (2022). Introduction to New Media Art. *Openoregon.pressbooks.pub*.
<https://openoregon.pressbooks.pub/understandingnewmediaarts/chapter/introduction-to-new-media-arts/>
7. Análise das vantagens e desvantagens do Arduino na eletrônica moderna - Polaridad.es. (2023, March 24). Polaridad.es.
<https://polaridad.es/pt/an%C3%A1lise-das-vantagens-e-desvantagens-do-arduino-na-eletr%C3%B4nica-moderna/>
8. Arduino & TouchDesigner – Pablo G. Lucio. (n.d.). Retrieved March 13, 2024, from
<https://pablolucio.com/portfolio/touchdesigner-arduino>
9. ArduinoPortugal.pt. (2017, March 22). O que é Arduino? Arduino Portugal.
<https://www.arduinoportugal.pt/o-que-e-arduino/>
10. Porto Editora – interface na Infopédia [em linha]. Porto: Porto Editora. Disponível em
[https://www.infopedia.pt/\\$interface](https://www.infopedia.pt/$interface)
11. ULN. (2010, August). *Paradigmas de Interfaces dos Novos Media: desafios para o design* (A. Lopes, Ed.) [Review of *Paradigmas de Interfaces dos Novos Media: desafios para o design*]. TP_Ana Lopes.pdf.
https://run.unl.pt/bitstream/10362/5512/1/TP_Ana%20Lopes.pdf
12. Wikipédia. (n.d.). (Wikipédia, Ed.). Electronic Superhighway: Continental U.S., Alaska, Hawaii; Wikipédia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_Superhighway:_Continental_U.S._Alaska,_Hawaii#
13. Masterclass. (2021). *What Is New Media Art? Definition and History of New Media Art* (Masterclass, Ed.) [Review of *What Is New Media Art? Definition and History of New Media Art*].
<https://www.masterclass.com/articles/new-media-art-guide>
14. Khabituev, K. (2022). Arduino Driven Graphics.
https://www.behance.net/gallery/139341071/Arduino-driven-graphics?tracking_source=search_projects&arduino+interative&l=35