

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

TECNOLOGIAS DE INTERFACE:
Tecnologias de Interface para
Crianças e Aprendizagem

Afonso Caldeira Cerca de Alves Martins
Ana Raquel Reis Quintela
Marta Alves Teixeira

Relatório de Projeto
Milestone 4

Mestrado de Design e Multimédia

2025

Tabela de Conteúdos

1. Introdução.....	3
1.1 Contextualização do Projeto.....	3
1.2. Objetivos.....	3
2. Materiais e Componentes Utilizados.....	4
2.1 Lista detalhada de componentes eletrónicos e físicos.....	4
2.2 Materiais usados para a construção do protótipo físico.....	4
3. Descrição do Funcionamento.....	5
3.1 Explicação do conceito do jogo.....	5
3.2 Funcionamento dos sensores e LEDs.....	5
3.3 Papel da interface gráfica em Processing.....	5
3.4 Interação com o utilizador	6
4. Integração Técnica.....	6
4.1 Comunicação entre Arduino e Processing.....	6
4.2 Lógica de deteção e resposta no sistema físico e digital.....	6
6. Conclusão.....	7
6.1 Reflexão final sobre o processo e resultados obtidos.....	7
6.2 Potencial educativo do protótipo.....	7

1. Introdução

1.1 Contextualização do Projeto

A aprendizagem do corpo humano é um tema fundamental na educação infantil, mas frequentemente abordada de forma teórica e não envolve nenhum tipo de prática (maioritariamente). Com o avanço das tecnologias de interface e a crescente importância da evolução digital, surge a oportunidade de transformar conceitos científicos complexos em experiências vivas e pedagógicas. Inspirado num jogo clássico o “Operação”, este projeto propõe o desenvolvimento de um protótipo interativo que liga a diversão no ensino da anatomia básica, através do Arduino e Processing como plataformas principais.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste projeto é explorar o potencial das tecnologias de interface física no contexto da aprendizagem infantil. Através da combinação entre hardware e software, pretende-se criar uma experiência interativa que estimule a experimentação e a associação entre estímulos sensoriais (visuais, sonoros e táteis) e conteúdos educativos.

Mais do que desenvolver apenas um jogo, o projeto tem como foco o desenvolvimento de soluções que tornem o processo de aprendizagem mais envolvente e intuitivo. Através da utilização de sensores, feedback imediato e elementos gráficos apelativos, pretende-se promover a atenção, a memorização e o raciocínio lógico das crianças.

Outro dos objetivos é reforçar a importância do design centrado no utilizador, neste caso, a criança, criando interações acessíveis, claras e estimulantes. Além disso, o projeto procura também aprofundar conhecimentos técnicos sobre eletrónica, programação e comunicação entre dispositivos, aplicando-os num contexto criativo e educativo.

2. Materiais e Componentes Utilizados

2.1. Lista detalhada de componentes eletrônicos e físicos

Para a construção do protótipo foram utilizados diversos componentes eletrônicos e materiais que permitiram criar tanto a estrutura física do jogo como a sua ligação ao sistema digital. A escolha dos materiais teve em conta a simplicidade, a segurança e a eficácia na deteção e resposta às interações das crianças.

Os materiais utilizados foram:

- 1 Arduino UNO, responsável por gerir as entradas dos sensores e comunicar com o Processing.
- 6 breadboards, utilizadas para organizar as ligações de forma modular e segura.
- 6 fotoreistores (LDRs), usados para detetar a colocação dos órgãos.
- 1 sensor de distância HC-SR04, que permite ao sistema detetar a presença do jogador.
- 2 LEDs (um verde e um vermelho), que indicam visualmente se o órgão foi colocado corretamente ou não.
- 8 resistências, essenciais para o funcionamento estável dos sensores e LEDs.
- Fios de ligação, para interligar todos os componentes.
- Computador com Processing instalado, para correr a interface gráfica do jogo.

A combinação destes materiais permitiu criar um sistema funcional, que responde às ações do utilizador em tempo real, unindo o mundo físico e o digital num só ambiente de aprendizagem.

2.2. Materiais usados para a construção do protótipo físico

Para a construção da estrutura física do protótipo, foi utilizada uma placa de K-Line de 70x100 cm com 3 mm de espessura. Este material foi escolhido por ser leve, fácil de cortar e suficientemente resistente para suportar os componentes do sistema. A mesma placa foi usada tanto para criar a caixa principal do jogo, onde está montada toda a parte eletrónica, como para construir as caixas individuais dos órgãos e os próprios órgãos, recortados com formas específicas.

Na superfície da caixa principal foi colada uma imagem do paciente, visualmente igual à que aparece na interface digital do jogo. No entanto, esta imagem não inclui a sinalética dos órgãos, apresentando apenas ranhuras nos locais onde devem ser inseridas as caixas dos órgãos. Cada uma dessas caixas tem um pequeno orifício por onde passa a luz ambiente e onde se encontra o LDR (fotoreistor).

Quando um órgão é corretamente colocado sobre a caixa, bloqueia a luz que incide sobre o LDR, o que altera a resistência do sensor e permite ao Arduino detectar a sua presença. Este sistema simples e eficaz permite garantir que a interação física com os órgãos tem impacto direto no funcionamento digital do jogo, reforçando a ligação entre o mundo real e a interface digital.

3. Descrição do Funcionamento

3.1. Explicação do Conceito do Jogo

O protótipo desenvolvido tem como base o clássico jogo “Operação”, adaptado com objetivos educativos para crianças. Através da interação com peças físicas representando órgãos do corpo humano, o jogo estimula o conhecimento da anatomia de forma lúdica e prática.

Cada órgão é uma peça individual que deve ser colocada no local correto do corpo representado tanto fisicamente (numa base de K-Line com recortes) como na interface digital. O jogo propõe uma ordem de colocação dos órgãos, tornando-se uma atividade sequencial e interativa. O objetivo final é que as crianças aprendam a identificar e localizar corretamente os principais órgãos internos.

3.2. Funcionamento dos Sensores e LEDs

O sistema utiliza sensores de luz (fotoreistores/LDRs) colocados em cada um dos recortes dos órgãos. Quando um órgão é colocado, bloqueia a entrada de luz no LDR, provocando uma alteração na resistência, o que é detetado pelo Arduino. Este sinal é processado para determinar se a colocação foi correta. Se o órgão for corretamente colocado, o LED verde acende e o software emite um som de sucesso. Tocar também um som que corresponde ao órgão colocado. Por exemplo, ao colocar o Coração, tocará um som de batimento cardíaco; ao colocar o Cérebro, toca sons de sussurros, remetendo para os pensamentos que começaram a ser formados no paciente, etc... Caso o jogador erre, o LED vermelho é ativado e um som de erro é reproduzido. Esta combinação entre estímulos físicos (luzes e sons) e digitais (animações e interface gráfica) visa reforçar a aprendizagem de forma lúdica e envolvente.

3.3. Papel da Interface Gráfica em Processing

A interface gráfica, desenvolvida em Processing, replica o corpo humano e acompanha a interação do utilizador. Serve como guia visual e reforço pedagógico. O jogo apresenta, através de texto e elementos gráficos, o nome do órgão que deve ser colocado a seguir, oferecendo também feedback visual e sonoro em tempo real com base nas respostas do utilizador.

O Processing comunica com o Arduino por série, recebendo dados dos sensores e ativando respostas gráficas correspondentes. Isto permite criar uma experiência coesa entre o mundo físico e digital, onde a ação física influencia diretamente a componente visual apresentada no ecrã.

3.4 Interação com o Utilizador

A interação com o jogo começa quando a presença do jogador é detetada através de um sensor de distância (HC-SR04). A partir desse momento, é apresentado o primeiro órgão a ser colocado. O utilizador deve então pegar na peça física correspondente e encaixá-la no local correto.

O sistema avalia a resposta e fornece feedback imediato: luz verde e som positivo para respostas corretas, luz vermelha e som de erro para incorretas. Este ciclo repete-se até todos os órgãos estarem corretamente colocados. A combinação de ações físicas, estímulos visuais e auditivos promove o envolvimento da criança e reforça o processo de aprendizagem através da repetição, associação e recompensa.

4. Integração Técnica

4.1 Comunicação entre Arduino e Processing

A comunicação entre o Arduino e o Processing é feita através da porta série. O Arduino recolhe os dados dos sensores (fotoreistores e sensor de distância) e envia códigos específicos para o Processing, que interpreta esses sinais e atualiza a interface gráfica conforme o estado do jogo.

Os valores de luminosidade monitorizados por todos os LDR são constantemente atualizados. O Processing, ao receber esses valores, compara com valores pré-definidos. Se houver alguma alteração drástica no nível de luminosidade, aciona o feedback visual e sonoro apropriado e avança ou não para o próximo desafio.

Este sistema de comunicação série é contínuo e bidirecional: o Arduino informa sobre o estado físico dos sensores, e o Processing pode, em resposta, alterar o comportamento visual ou reiniciar o jogo.

4.2 Lógica de Detecção e Resposta no Sistema Físico e Digital

No sistema físico, a lógica de deteção baseia-se na variação de resistência dos LDRs. Quando a luz que incide sobre o sensor é bloqueada por um órgão corretamente posicionado, essa alteração é suficiente para que o Arduino reconheça a ação como válida. Cada sensor está associado a uma entrada analógica que é constantemente lida e comparada com um limiar definido.

No digital, o Processing mantém um controlo interno da ordem dos órgãos e valida cada input recebido do Arduino. Se o órgão colocado corresponde ao que estava a ser pedido, o sistema responde com animações positivas, acende o LED verde e reproduz um som de sucesso. Caso contrário, ativa o LED vermelho e emite um som de erro.

Além disso, o sensor de distância HC-SR04 tem como papel detetar a aproximação do utilizador. Este envia um sinal para o Arduino, que o encaminha para o Processing. Este evento serve para iniciar ou reiniciar o jogo, reforçando a componente interativa e responsiva do sistema.

5. Mudanças desde a Meta 2

O projeto sofreu alterações significativas desde a Milestone 2, tanto na lógica de interação como na estrutura física e técnica do protótipo. Estas mudanças refletem uma evolução no sentido de tornar a experiência mais intuitiva, física e pedagógica, com foco nas necessidades do público infantil.

5.1. Alterações na Interação e Estrutura Física

Na fase anterior, a interação era mediada por joystick e botões físicos, permitindo ao utilizador mover um cursor digital na interface gráfica desenvolvida em Processing. O jogo simulava a manipulação de uma pinça para “agarrar” e “largar” órgãos virtuais, com feedback fornecido por LEDs e um buzzer. Esta abordagem, embora funcional, apresentava limitações na acessibilidade e no envolvimento direto com o conteúdo.

Na versão atual, essa lógica foi substituída por uma interação baseada na manipulação direta de peças físicas representando os órgãos. Cada peça deve ser colocada manualmente num recorte específico de uma estrutura em K-Line. O processo eliminou a necessidade de interação com botões, tornando o sistema mais acessível e autónomo.

5.2. Redefinição do Papel da Interface Digital

A interface gráfica desenvolvida em Processing deixou de ser o centro da interação para assumir um papel complementar e de reforço pedagógico. Se anteriormente o jogo era essencialmente digital, agora o ecrã serve como guia e elemento de feedback. Mostra o próximo órgão a ser colocado, acompanha o progresso da criança e reforça as ações corretas com animações e sons específicos. Cada órgão tem um som próprio associado, o que aprofunda o envolvimento sensorial da experiência e facilita a memorização dos conteúdos.

Esta nova abordagem promove uma ligação mais forte entre o mundo físico e o digital, transformando o jogo numa experiência multissensorial e mais próxima da realidade das crianças. A reformulação permitiu ainda simplificar a lógica de jogo e organizar os desafios de forma sequencial, o que reforça o seu valor pedagógico ao incentivar a repetição, a associação visual e a experimentação ativa.

6. Conclusão

6.1 Reflexão Final sobre o Processo e Resultados Obtidos

O desenvolvimento do protótipo constituiu um exercício multidisciplinar que exigiu a integração de conhecimentos técnicos (eletrónica, programação, comunicação serial) com princípios de design centrado no utilizador. Desde o início, o projeto procurou responder às necessidades cognitivas e motoras do público-alvo — crianças em fase de aprendizagem — privilegiando uma abordagem prática e iterativa.

Durante o processo, foram testadas diferentes soluções para deteção dos órgãos e comunicação entre dispositivos, até se chegar a uma versão funcional e estável. A montagem física, aliada ao software em Processing, resultou num sistema coeso que responde com precisão às ações do utilizador. O feedback imediato (luminoso, sonoro e visual) revelou-se essencial para manter o envolvimento e facilitar a aprendizagem.

Os resultados obtidos validam os objetivos iniciais: foi possível criar uma experiência interativa, acessível e educativa que alia o jogo à aprendizagem, promovendo a experimentação e o raciocínio lógico. A robustez do sistema e a sua capacidade de resposta em tempo real foram pontos fortes do protótipo final.

6.2 Potencial Educativo do Protótipo

O protótipo demonstrou um forte potencial enquanto ferramenta pedagógica. A sua abordagem lúdica à aprendizagem da anatomia básica facilita a assimilação de conceitos que, tradicionalmente, são transmitidos de forma abstrata e teórica.

Ao envolver o utilizador em ações físicas (colocação dos órgãos), cognitivas (memorização e reconhecimento) e sensoriais (resposta visual e sonora), o sistema promove uma aprendizagem ativa e multissensorial. Esta metodologia é especialmente eficaz em contextos educativos com crianças, pois estimula a curiosidade, a atenção e a motivação.

Para além disso, a estrutura modular do jogo permite a sua fácil adaptação a outros conteúdos (ex.: sistemas do corpo, funções dos órgãos, jogos de associação), podendo ser utilizada em diferentes níveis de ensino e contextos educativos. O projeto, portanto, não só cumpre uma função didática, como abre caminho para novas formas de ensino interativo que exploram a fusão entre o mundo físico e digital.