

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
5. Conclusão.....	7
5.1 Reflexão final sobre o processo e resultados obtidos.....	7
5.2 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 Utiliza-

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. Conclusão

5.1 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.

5.2 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.

