



Universidade De São Paulo (USP) – Escola Politécnica (EP)

Introdução à Engenharia de Computação - PCS3100

Proposta de Jogo: “PoliTiles”.

Grupo “L”:

Aluno: Caio Cidade Rodrigues

NºUSP: 16858598

Aluno: Pablo Ferreira De Moraes

NºUSP: 16895412

Aluna: Sabrina Eugenio Soares

NºUSP: 16900146

Docentes Ministrantes:

Professor Doutor Engenheiro Edson Satoshi Gomi

Professor Doutor Engenheiro Felipe Valencia De Almeida

SUMÁRIO

1	MOTIVAÇÃO.....	03
2	CONCEITO DO JOGO.....	05
3	FUNCIONAMENTO DO JOGO.....	06
4	COMPONENTES.....	07
	4.1 HARDWARE.....	07
	4.2 Software.....	08
5	INTERFACE.....	9
6	CUSTOS DO PROJETO.....	11
7	EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM FOCO.....	12
8	TUTORIAL.....	13
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

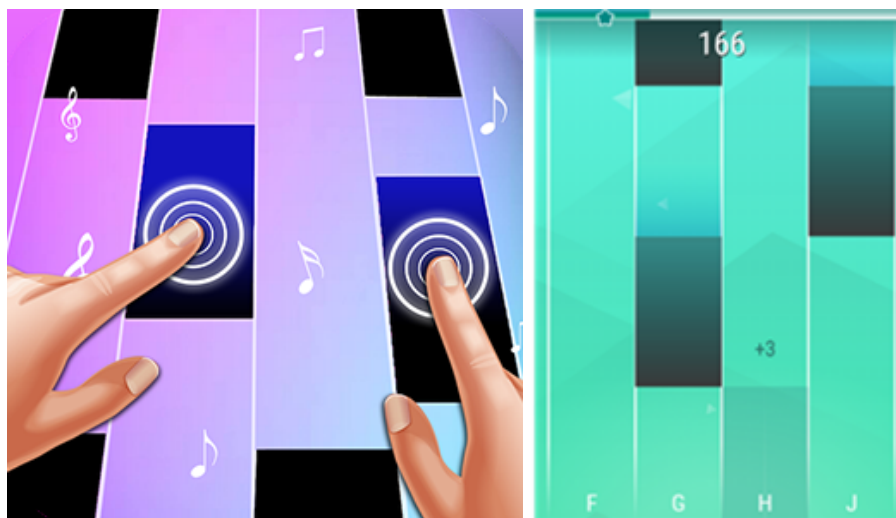
Motivação

Algumas das características frequentemente observadas em indivíduos dentro do Transtorno do Espectro Autista (TEA) incluem dificuldades no desenvolvimento de coordenação motora, na sensibilidade e percepção de estímulos sensoriais e na capacidade de rapidamente reagir a algum evento. Nesse sentido, jogos sérios, com propósito maior do que o de apenas entreter os jogadores, surgem como uma tentativa de estimular o desenvolvimento de tais habilidades. Com isso em mente, a proposta do jogo “PoliTiles” consiste em fornecer um ambiente seguro e estimulante onde essas questões possam, de forma segura e gradual, ser exercitadas e desenvolvidas.

Como destacado no artigo *Serious Games Development and Applications*, ainda há lacunas significativas no desenvolvimento de jogos voltados especificamente ao Transtorno do Processamento Sensorial (SPD). Isso, junto de jogos de ritmo como “Piano Tiles” e “Guitar Hero”, serviu como inspiração para o desenvolvimento de um jogo rítmico que englobasse atividades com elementos visuais, sonoros e motores, buscando a integração de múltiplos estímulos sensoriais. Assim como a maioria (70%) dos jogos sérios citados no artigo, o projeto “PoliTiles” foi desenvolvido para notebooks e laptops, entretanto também conta com uma placa Arduino UNO e um circuito físico acoplado. Visando a acessibilidade, a entrada de dados será realizada por meio de botões físicos, que oferecem feedback tátil mais preciso e favorecem o uso por pessoas com diferentes perfis sensoriais e motores.

Em síntese, o jogo “PoliTiles” visa proporcionar uma experiência interativa onde o jogador deve identificar padrões luminosos e responder a eles com agilidade e precisão, promovendo o aprimoramento da coordenação motora fina e da rapidez cognitiva. Adicionalmente, são oferecidas opções de personalização dos níveis de volume e intensidade sonora, permitindo adequar a experiência às necessidades específicas de cada usuário e reforçando seu potencial inclusivo e terapêutico.

Figura 1 – Piano Tiles, uma das inspirações do projeto



FONTE: Microsoft

Figura 2 – Guitar Hero, o clássico jogo também foi usado como base



FONTE: Tec Mundo

Conceito do jogo

No monitor, surgirão notas musicais referentes a botões específicos que devem ser reconhecidos pelo jogador, o qual deve apertar o botão correspondente de forma síncrona com o ritmo da música. O objetivo principal é pressionar as teclas com a maior precisão possível - fator diretamente ligado à pontuação atribuída ao usuário. A interação físico-digital visa estimular a resposta motora, a percepção sensorial e o raciocínio rápido de forma lúdica.

O conceito do jogo também é fundamentado na tese desenvolvida pelo artigo *“How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables”*, no qual são explorados os benefícios do aprendizado musical como potencializador da coordenação motora, da memória, do raciocínio e da sensibilidade sonora – fatores relacionados às principais dificuldades dos indivíduos com TEA. Na tese, é defendido que um maior contato com treinamentos musicais (instrumento, jogos, etc.) desempenha um papel importante no aumento das capacidades das funções cognitivas e das habilidades corporais e sociais, configurando uma forma de aprendizado bastante eficiente para as pessoas do espectro autista.

Por outro lado, o uso de ritmos justifica-se não apenas pela proposta de aprimorar essas habilidades, mas também por proporcionar um ambiente acolhedor onde pessoas com TEA possam se divertir, em vez de apenas aprender de forma mecânica. Serão utilizadas músicas com características relaxantes com o objetivo de criar um ambiente mais sensorialmente amigável.

Funcionamento Geral do Jogo

O jogo é composto por 4 programas em Python e utiliza arquivos de música e sons. O arquivo principal, `jogo.py`, é responsável por gerenciar a interface gráfica, emitir os sinais sonoros e processar os dados recebidos do Arduino via comunicação serial.

Ao selecionar uma música, o módulo auxiliar `extract.py` realiza o processamento de arquivos `.midi`, extraíndo as notas e estruturando-as em formato `.json`, utilizado durante a execução para sincronização com os comandos físicos.

O módulo auxiliar `DB_functions.py` auxilia na manipulação dos arquivos do banco de dados, proporcionando a possibilidade do usuário administrar e inserir suas próprias músicas ao jogo. Por fim, o módulo `constants.py` apenas armazena valores utilizados no módulo principal.

Durante a execução, quando um botão é pressionado, o Arduino envia o sinal ao notebook. O programa verifica se o botão acionado era o desejado: em caso positivo, uma nota musical é emitida e a pontuação aumenta; caso contrário, um feedback visual é exibido na tela para indicar o erro do jogador.

Figura 3 – Logos de Python e Arduino

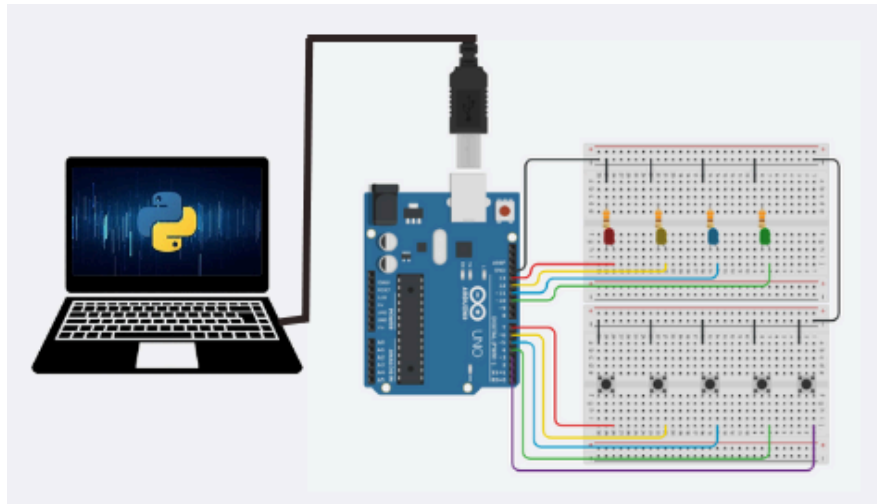


FONTE: Iginfo

Componentes

Hardware:

Figura 4 - Representação do funcionamento do hardware



FONTE: Autoria própria

- Arduino UNO R3
- Protoboards (2x)
- LEDs RGB (4 cores distintas)
- Botões físicos (correspondentes às cores dos LEDs)
- Resistores e jumpers
- Case de montagem

Figura 5 - Arduino R3



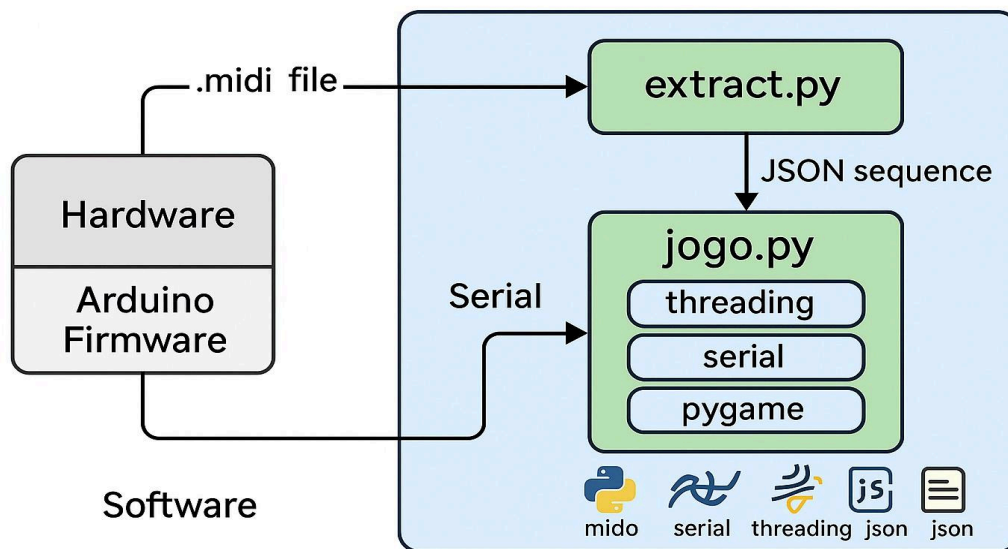
FONTE: Eletrodex Eletrônica

O Arduino está conectado a duas protoboards, uma com LED's de 4 cores diferentes e outra com botões das mesmas quatro cores. Quando um dos botões é pressionado, o respectivo LED se acende e a informação é transmitida ao notebook via comunicação serial.

Software:

Figura 6 - Diagrama do funcionamento do software

PoliTiles – Software Architecture



FONTE: Autoria própria com auxílio de LLM

- Linguagem: Python 3.12
- Bibliotecas:
 - pygame: interface gráfica e reprodução de áudio.
 - mido: leitura e manipulação de arquivos MIDI.
 - serial, threading: comunicação serial e paralela.
 - json, sys, random, os: estruturação de dados e suporte.

Como explicado anteriormente, o código-fonte do jogo se concentra no arquivo “jogo.py”, no qual ocorre recebimento e processamento de informações enviadas pelo arduino, emissão de sons e geração de interface gráfica. No arquivo extract.py, há funções auxiliares para o processamento e a organização dos dados das músicas selecionadas.

A implementação de um sistema de gerenciamento de banco de dados para as músicas disponíveis no jogo tem como objetivo organizar, armazenar e facilitar o acesso às faixas musicais utilizadas, tornando o processo de adição, remoção e manutenção das músicas mais eficiente e abstrato. O banco de dados foi estruturado para permitir a catalogação das músicas com informações relevantes, como nome e caminho do arquivo. Além disso, foram desenvolvidas funções específicas para realizar operações de leitura e escrita nesses dados, garantindo maior controle e segurança no manuseio das informações.

O banco de dados está representado pelo arquivo BD.json, enquanto as funções de leitura e escrita, também adicionadas ao programa jogo.py, estão localizadas no programa DB_functions.py.

Código-fonte - disponibilizado no [GitLab USP](#) e no [Github](#)

Interface

Todas as interfaces gráficas foram desenvolvidas por meio da plataforma “Pygame”:

- Início: Conterá as opções “Jogar”, “Músicas”, “Tutorial”, “Configurações” e “Sair”;
- Músicas: Permite escolher qual música será jogada;
- Tutorial: Uma pequena explicação de como o jogo funciona, serve para auxiliar o jogador iniciante;
- Configurações: Permite alterar diversas configurações do jogo e gerenciar as músicas disponíveis.

Figura 7 - Representação da tela de início do jogo



FONTE: Autoria própria

Figura 8 - Representação da tela de início do jogo



FONTE: Autoria própria

Custos do Projeto

- ♦ Placa Arduino UNO + cabo USB: R\$ 90,00
- ♦ Protoboard (2x): R\$ 20,00
- ♦ Caixa de montagem e “Case” para Arduino: R\$ 40,00
- ♦ Componentes genéricos (botões, resistores, jumpers etc): R\$ 20,00

Total estimado: R\$ 170,00.

Experiência do usuário em foco

Pensando no usuário, o jogo é projetado para facilitar a experiência de pessoas com TEA. Essa experiência necessita de atenção no contexto completo, não se limitando a apenas o produto como objeto funcional. Isso significa estar atento a detalhes que fazem diferença na prática, como, por exemplo, um guia de instruções.

É fundamental que a abordagem das instruções seja clara e eficiente. Essa clareza facilita o processo de compreensão e interação entre o usuário e o jogo, pois um sistema de comunicação fluído possibilita maior dinamismo e, consequentemente, maior aderência do produto. Criar facilitadores específicos para determinado público só pode ser feito ao conhecê-lo de forma profunda ao entender suas necessidades e vivências. Lowdermilk (2013) afirma que o design centrado no usuário permite que possamos examinar o quanto um aplicativo é eficiente para atingir o propósito para o qual foi concebido.

Ao seguir esse pensamento, apesar de o autor discorrer sobre o UX/UI design, é possível criar conexões com o projeto em curso, pois tal ideação permite-nos explorar um campo de pensamento conciso ao criar ferramentas e processos de adaptação para o sistema implementado, com a finalidade de contemplar o bom uso do usuário. Contudo, para que isso ocorra, é necessário que o foco da pesquisa não seja redirecionado para outras finalidades que não tenham como objetivo elevar a experiência do público-alvo a um novo nível.

Tutorial

Um dos principais pontos de qualificação de um projeto com foco no usuário são seus materiais de suporte e isso inclui seu guia de uso. Conforme já destacada a importância da experiência com foco em pessoas com TEA, é preciso que essa interface contenha informações diretas e sem ambiguidades ou margens para outras interpretações.

Instruções básicas:

- Inicie o jogo através do botão central.
- Selecione a opção “Jogar”.
- Utilize seus dedos para apertar os botões de acordo com a respectiva cor que aparecerá na tela.
- Cada cor representa uma nota musical (atente-se a esse fato). Isso auxiliará no reconhecimento visual na tela.
- Se quiser alterar aspectos do jogo, selecione a opção “Configurações”.
- Para trocar de música, aperte a opção “Selecionar músicas” no menu. A evolução no jogo aumentará a velocidade.
- É recomendável pausar caso sinta sintomas de sobrecarga.

Referências Bibliográficas

1. **ZAKARI, Hanan Makki; MA, Minhua; SIMMONS, David.** A review of serious games for children with autism spectrum disorders (ASD). In: MA, Minhua; OLIVEIRA, Manuel Fradinho; HAUGE, Jannicke Baalsrud (Eds.). *Serious Games Development and Applications: 5th International Conference, SGDA 2014, Berlin, Germany, October 9–10, 2014. Proceedings*. Cham: Springer, 2014. p. 93–106. (Lecture Notes in Computer Science, v. 8778). Acesso em: 20 de maio de 2025.
2. **LOMBARD, Ewa; TROST, Wiebke.** How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, v. 7, 2013. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2013.00279/full>. Acesso em: 21 de maio de 2025.
3. **LOWDERMILK, Travis.** *Design centrado no usuário*. Novatec. 2013