

Ode to Joy: uma proposta de projeto STEAM

Milena de Paula Suota
Departamento Acadêmico de
Eletrotécnica - DAELT, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba
milenasuota@alunos.utfpr.edu.br

Ana Carolina Cordeiro Kaluzn
Departamento Acadêmico de
Eletrotécnica - DAELT, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba
akaluzn@alunos.utfpr.edu.br

Silvia Amelia Bim
Departamento Acadêmico de
Informática - DAINF, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba
sabim@utfpr.edu.br

ABSTRACT

This article presents a project developed in the context of an introductory programming subject of an electrical engineering course at a Brazilian public university. The project encompasses the movement STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), and the inspiration comes from the history of people like Beethoven and Hellen Keller, who overcame their sensory limitations. Therefore, the project created in the TinkerCad tool, using Arduino, simulates a piano using a 4x4 keyboard, executes a segment of Ode to Joy with the vibration in a buzzer, and shows the notes in the LCD. It is thought that the project can be an inspiration to other initiatives to be carried out both in higher education and in elementary education, thus contemplating the demands for the inclusion of Computing in the National Common Curricular Base.

KEYWORDS

Arduino, STEAM, programming, people with hearing impairment, accessibility

1 INTRODUÇÃO

Práticas pedagógicas interdisciplinares são cada dia mais fundamentais para a Educação desde os anos iniciais até o Ensino Superior. Essa demanda pode estar articulada com diferentes propostas. Uma delas pode ser contemplar alguns dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), como o ODS 4: Qualidade na Educação e o ODS 10: Redução das Desigualdades [5].

Segundo Pugliese (2020) STEAM - Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (em português: Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) é um movimento de inovação no ensino dessas disciplinas, com o objetivo de tornar o aprendizado mais atraente e articulado com a prática e as demandas da sociedade. Consequentemente, despertando o interesse de estudantes para o acesso às carreiras dessas áreas no Ensino Superior. Embora a proposta tenha surgido como uma política educacional nos Estados Unidos da América (EUA) para mudar o cenário de baixo desempenho de estudantes nestas áreas e prepará-los para um contexto de competitividade no cenário internacional, o movimento tem despertado o interesse de docentes e pesquisadores no Brasil [6].

Seguindo esta tendência, neste artigo apresentamos um projeto desenvolvido durante uma disciplina introdutória de programação para o curso de Engenharia Elétrica de uma universidade pública brasileira. O projeto está alinhado com o movimento STEAM, principalmente com as áreas de Tecnologia, Engenharia e Artes. Inspiradas por figuras notáveis, como Beethoven e Hellen Keller, que

superaram suas limitações sensoriais, as estudantes que realizaram este projeto tiveram como objetivo mostrar como a música pode ser acessível para pessoas com deficiência auditiva.

Utilizando o ambiente de simulação TinkerCad foi criado um projeto utilizando uma placa Arduino, um teclado 4x4, um buzzer e um display LCD. A proposta visava fazer uma singela homenagem ao compositor alemão Ludwig van Beethoven, executando um trecho de Ode to Joy da 9ª Sinfonia.

Espera-se que este projeto possa servir de inspiração para outras atividades do movimento STEAM, tanto no Ensino Superior quanto na Educação Básica. Considerando a inserção da Computação na Educação Básica [2] é urgente que novos materiais e propostas sejam criados e inseridos não apenas em disciplinas específicas, mas articulados com outras tantas. Assim, este projeto pode ilustrar como conceitos de Computação podem ser explorados em projetos interdisciplinares com Artes, alinhados ao Eixo de Cultura Digital. Além disso, pode contemplar também as demandas de inclusão e participação de estudantes com deficiência auditiva.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Na esfera educacional, a música desempenha um papel vital no desenvolvimento cognitivo, socioemocional e socioafetivo das crianças. Contudo, um desafio persistente emerge quando observamos a limitação da participação de crianças com deficiência auditiva nesse contexto musical. Essa restrição muitas vezes decorre de uma concepção equivocada que as associa à ausência da capacidade de ouvir, ignorando sua notável habilidade em perceber vibrações sonoras. A fonoaudióloga Haguiara-Cervellini [1], em sua obra "A musicalidade do Surdo", destaca a falsa crença de que a música é exclusiva de ouvintes e enfatiza a importância da vibração no contexto da educação musical para pessoas com deficiência auditiva. A autora não apenas revela a necessidade de desenvolver esse parâmetro sensorial, mas também lança luz sobre uma realidade frequentemente negligenciada.

Benites e Silveira [7] apresentam um mapeamento de estudos e pesquisas desenvolvidos a partir de 2009 com o objetivo de criar novas tecnologias para permitir que pessoas com deficiência auditiva possam ter contato com a música a partir de outros sentidos. Três exemplos são apresentados: o Touchingnotes II de 2011, que utiliza uma pulseira no braço da pessoa para que ela possa sentir a vibração das notas acionadas em um teclado; o Cromo Tmusic de 2015 que usa um computador para representar a música de um teclado em gráficos e diagramas; e o Ludwig, também de 2015, projeto brasileiro que usa dispositivos móveis da Apple em conjunto com uma pulseira.

Os autores [7] ainda relatam um experimento feito com 7 crianças com idades entre 5 e 10 anos. O experimento fez uso de

software Editom executado em um dispositivo móvel do tipo tablet e um robô. O processo consistia em uma interação das crianças no teclado digital do tablet seguida de uma resposta visual, com LED colorido, e uma resposta tátil, vibração, no robô. Em um segundo momento, um piano de cauda com entrada USB e uma pulseira colocada no pulso das crianças também foram usados. Os resultados são positivos, indicando que a tecnologia pode ser utilizada para ampliar as experiências de pessoas com deficiência auditiva com a música.

3 SOLUÇÃO PROPOSTA

Nesta seção descrevemos o projeto criado no ambiente de simulação TinkerCad, que utilizou um microcontrolador Arduino Uno R3, um teclado 4x4 para representar/simular um piano, um Piezo Buzzer para emitir vibrações a cada tecla pressionada no teclado e um display LCD 16x2 para exibir o nome da nota sendo executada (Figura 1).

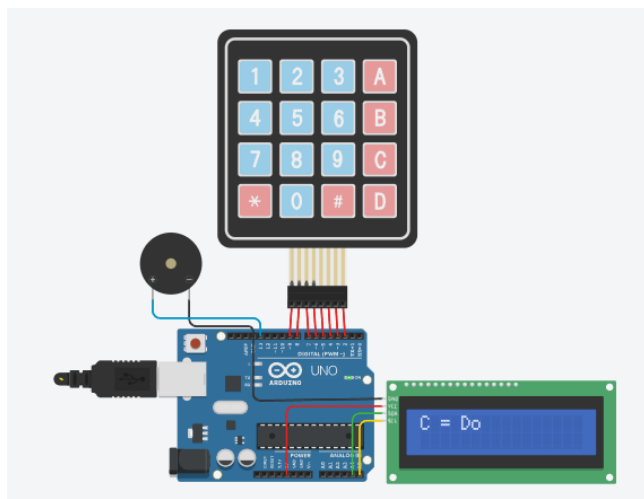


Figure 1: Projeto feito no TinkerCad.

Ao pressionar as teclas correspondentes às notas em um teclado 4x4, o buzzer emite a respectiva frequência [3], permitindo que pessoas com deficiência auditiva sintam as vibrações geradas. Além disso, as notas são exibidas em um painel LCD, auxiliando sua identificação. Por exemplo, ao pressionar a tecla 1, o buzzer emite o som em uma vibração de 264 Hz [3], enquanto o display LCD mostra a mensagem "C = Dó". Foi incluída uma tecla especial, representada por 9, em homenagem à 9ª Sinfonia de Beethoven "Ode to Joy". Ao pressioná-la, a melodia é reproduzida, acompanhada pela exibição das notas no display LCD. A escolha de "Ode to Joy" é uma singela homenagem a Beethoven, que fez esta composição depois de perder totalmente a sua audição.

As frequências das notas musicais são geradas utilizando a função *tone* que produz uma onda de frequência quadrada e que tem como parâmetros o pino selecionado, a frequência em Hz e a duração. Como essas notas seriam utilizadas tanto nas teclas individuais como na melodia, definiu-se inicialmente a frequência de cada uma, como por exemplo a nota Fá na 4ª oitava:

```
#define NOTE_F4 352
```

O teclado é mapeado utilizando a matriz *teclas* em que cada caractere na matriz está associado a uma tecla específica do teclado, como por exemplo 1 que está associado a nota Dó (NOTE C4) e a tecla 2 à nota Ré (NOTE D4), e assim respectivamente.

```
char teclas [LINHAS][COLUMNAS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};
```

No loop principal temos a estrutura condicional *switch-case* onde é feita a verificação da tecla que foi pressionada. Conforme a tecla pressionada, a nota correspondente é executada usando a função *tone*, e o display LCD exibe o nome da nota e a letra correspondente na escala musical.

```
case '1':
  lcd 1.print ("C = Do"); //escreve no lcd
  tone(buzzerPin, 264); //toca a nota
  delay(500); //espera meio segundo
  noTone(buzzerPin); //para de tocar
  break;
```

Quando a tecla 9 é pressionada a função *playOdeToJoy* é chamada e a melodia é executada no buzzer e pode ser acompanhada nota por nota pelo display LCD.

Nesta função o vetor *melodia* é percorrido de duas em duas posições, sendo a primeira posição a frequência da nota e a segunda sua duração. Para informar a duração de cada nota foram utilizados os valores 2 (duas semínimas), 4 (semínima), 8 (1/2 semínima) e -4 (3/4 de semínima). Para calcular esse tempo em milissegundos foi necessário multiplicar esse valor por 60000 (milissegundos em um minuto) e dividir pela variável *tempo* que define a velocidade da música.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi desenvolvido por duas estudantes do primeiro semestre do curso de Engenharia Elétrica. Uma delas não tinha experiência alguma com programação ou música. A segunda, tinha experiência com a linguagem C e projetos de robótica desenvolvidos no contexto do ensino médio integrado, mas nenhuma experiência em música.

A experiência permitiu que as estudantes articulassem os conceitos básicos de programação vistos durante a disciplina. Além disso, motivou uma delas (com experiência em programação) a estudar conceitos básicos de música para codificar o trecho de Ode to Joy. A contribuição social, de buscar contemplar pessoas com deficiência auditiva, foi proposta pela outra estudante, que conhece bem a história de Beethoven e aprecia música clássica.

O exemplo de projeto apresentado neste artigo tem como intuito mostrar como pode ser possível tornar acessível a inclusão de pessoas com deficiência auditiva no ensino de Computação e de Artes, especificamente na música. Entretanto, vale ressaltar que ainda não houve oportunidade de realizar experiências práticas envolvendo pessoas com deficiência auditiva para avaliar a proposta. Acreditamos que essas experiências são essenciais para avaliar a interação das

pessoas com o dispositivo e verificar se a interpretação de notas musicais pela vibração é eficaz.

REFERENCES

- [1] Hagiara-Cervellini, Nadir. *A Musicalidade do Surdo: representação e estigma*. São Paulo: Plexus Editora, 2003.
- [2] Brasil. Ministério da Educação. *Normas sobre Computação na Educação Básica*. Brasília, 2022.
- [3] Blog Tudo a Mão. Tabela com Frequência de Todas as Notas. Disponível em: <https://blogtudoamao.blogspot.com/2016/06/tabela-comfrequencia-de-todas-as-notas>. Acesso em: 14 de dez. de 2023.
- [4] Rodrigues, Domingos. (2020, agosto 03). Produzindo Sons no Arduino. Em *Sistemas Interativos com Arduino*. Recuperado de [https://www.sistemasinterativoscomarduino.net/2020/08/produzindo-sons-no-arduino.html#:~:text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20tone\(%20\)%20gera%20uma,milisegundo](https://www.sistemasinterativoscomarduino.net/2020/08/produzindo-sons-no-arduino.html#:~:text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20tone(%20)%20gera%20uma,milisegundo). Acesso em: dez. de 2023.
- [5] Lima, W. G. de, et al. (2023). Educação STEAM: uma análise de objetivos da Agenda 2030. In: Erla Mariela Morales Morgado (Ed.). *Interculturalidad, Inclusión y Equidad en Educación*. Ediciones Universidad de Salamanca y los autores. 1ª ed. pp. 351-361. Salamanca, Espanha. DOI: <https://doi.org/10.14201/0AQ0321351361>.
- [6] Oliveira, E. R. B. D., Unbehaum, S. & Gava, T. (2019). A educação STEM e gênero: uma con-tribuição para o debate brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, 49, 130-159. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053145644>. Acesso em: dez. 2023.
- [7] Benites, Cristiano; Silveira, Ismar Frango. *Adaptation of assistive and robotic technology to teach music to deaf children.. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)*, 25. , 2019, Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019 . p. 335-344. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.335>.

¹ <https://www.tinkercad.com/>

¹TinkerCad