

Teclado iPeriodicTable: Dispositivo físico da Tabela Periódica Interativa como Tecnologia Assistiva

Alisson Caetano Oliveira Gonçalves¹, Ricardo José Rocha Amorim^{2,3}, Dinani Gomes Amorim^{2,3}, Luis Nicolás de Amorim Trigo^{1,2}

¹ Coordenação da Licenciatura em Computação – Campus Petrolina – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) – Rua Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, 791 – João de Deus – Petrolina/PE – CEP: 56316-686

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental (PPGEcoH) - Universidade do Estado da Bahia (UNEB) - Av. Edgard Chastinet Guimarães, s/n, São Geraldo, Juazeiro/BA - 48.904-711

³ Colegiado de Ciência da Computação - Faculdade de Petrolina (FACAPE) - Campus Universitário, s/n, Vila Eduardo, Petrolina/PE - 56328-903

alisson.caetano@aluno.ifsertao-pe.edu.br, amorim.ricardo@gmail.com, dinaniamorim@gmail.com, nicolas.trigo@ifsertao-pe.edu.br

Abstract. *This paper presents the expansion of iPeriodicTable through an interactive physical device for chemistry education. To overcome tactile limitations of the web tool, a keyboard is being built using maker technologies, including Arduino and 3D-printed Braille keys. The hardware-software integration occurs via Web Serial API. The project aims to provide a multimodal experience, consolidating the platform as a highly inclusive and accessible assistive technology.*

Resumo. *Este artigo apresenta a expansão do iPeriodicTable através do desenvolvimento de um dispositivo físico interativo para o ensino de química. Para superar limitações táteis da ferramenta web, construiu-se um teclado utilizando tecnologias maker, como Arduino e impressão 3D de teclas em Braille. A integração hardware-software ocorre via Web Serial API. O projeto visa proporcionar uma experiência multimodal, consolidando a plataforma como uma tecnologia assistiva mais inclusiva e acessível.*

1. Introdução

A tabela periódica é uma das ferramentas mais importantes no ensino da química, pois organiza os elementos e suas propriedades, facilitando a compreensão dos fenômenos naturais. No entanto, ainda predomina nas salas de aula uma metodologia tradicional e expositiva, o que frequentemente torna o aprendizado mecânico e focado na memorização, dificultando o entendimento da lógica na organização dos elementos.

Além disso, existem poucas ferramentas de acessibilidade desenvolvidas especificamente para o ensino desse componente curricular. Se a aprendizagem da tabela periódica já é um desafio pelos métodos tradicionais, estudantes com necessidades educacionais especiais enfrentam barreiras ainda maiores devido à escassez de materiais adaptados às suas demandas.

Uma das formas de tornar o ensino mais dinâmico e inclusivo é a utilização de uma Tabela Periódica Interativa (TPI). Esse recurso possibilita uma maior interação do

estudante com os elementos químicos, promovendo a contextualização do assunto e tornando-o protagonista no processo de ensino-aprendizagem. Pensando nessa problemática, foi desenvolvido inicialmente o *iPeriodicTable* [Gonçalves e Trigo, 2025], um site interativo que fornece recursos de acessibilidade como tradução para LIBRAS, audiodescrição, reconhecimento de voz e opções de personalização.

Apesar de seus benefícios, a ferramenta web possui limitações quanto à interação física e tátil, uma vez que a navegação depende predominantemente do uso do mouse ou teclado convencional. Diante disso, este trabalho tem como objetivo construir um dispositivo físico interativo, utilizando tecnologias maker (como impressão 3D e Arduino), para ser integrado à plataforma web do *iPeriodicTable*. Essa integração visa complementar o sistema, promovendo uma interação multimodal mais rica e consolidando a ferramenta como uma tecnologia assistiva integral.

2. Fundamentação Teórica

O ensino da tabela periódica é universalmente reconhecido como o pilar para a compreensão da Química [Oliveira et al., 2015]. Contudo, a abordagem estática e bidimensional frequentemente falha em engajar os estudantes [Freitas e Bertagnolli, 2017]. Esse cenário sublinha a necessidade de metodologias inovadoras e apoiadas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

A literatura atual demonstra a viabilidade de tabelas periódicas interativas para facilitar o ensino-aprendizagem [Pereira, Soares e Vianna, 2022]. O projeto web *iPeriodicTable* alinha-se a essa tendência por meio da acessibilidade digital [Gonçalves e Trigo, 2025]. No entanto, o aprendizado torna-se ainda mais significativo quando associado a dispositivos físicos que oferecem experiências multimodais.

Freitas e Bertagnolli [2017] propuseram uma tabela interativa utilizando Arduino e tecnologia RFID, onde o uso de peças físicas e o feedback imediato (visual e sonoro) promoveram um aprendizado mais lúdico. Em paralelo, Gomes [2018] construiu uma tabela adaptada com Arduino voltada a estudantes com deficiência visual, utilizando marcações em Braille e feedback sonoro. Tais iniciativas destacam a importância crítica de combinar hardware e software, tornando o ensino de química genuinamente inclusivo e acessível a discentes que poderiam ser excluídos por abordagens puramente visuais.

Embora trabalhos anteriores tenham proposto tabelas físicas com Arduino (Freitas e Bertagnolli, 2017) ou com integração a softwares desktop locais via Java (Gomes, 2018), o diferencial do Teclado *iPeriodicTable* reside em sua arquitetura web nativa. A comunicação via Web Serial API elimina a necessidade de instalação de softwares de terceiros, rodando diretamente no navegador. Além disso, o dispositivo atua como um periférico tátil (com Braille) integrado a um ecossistema digital que já centraliza múltiplos recursos assistivos (tradução em LIBRAS, contraste e audiodescrição), unindo soluções para diferentes necessidades educacionais em uma única plataforma.

3. Metodologia

A metodologia adotada baseia-se no desenvolvimento iterativo e incremental. A construção do dispositivo iniciou-se a partir de uma pesquisa bibliográfica sobre hardwares aplicados a TPIs, servindo de base para a integração física com o site

iPeriodicTable. O projeto visa construir um teclado onde cada tecla representa um átomo da tabela periódica, possibilitando a aplicação de relevo em Braille dos botões.

Toda a etapa de prototipagem está sendo desenvolvida no Espaço Maker do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) - Campus Petrolina. Os componentes utilizados do laboratório da instituição para a ideação e montagem inicial foram os seguintes: Arduino UNO R3; 1 Protoboard de 400 furos e 2 Protoboards de 170 furos; 5 botões táteis (push-buttons 12x12x7.3mm); e Cabos Jumpers diversos (Figura 1).

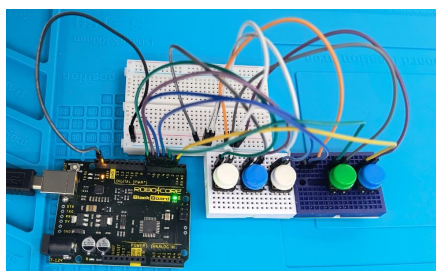


Figura 1. Protótipo mostrando a conexão dos 5 botões push-buttons com o arduino UNO e sua integração com o site através da porta USB.

Os testes iniciais foram realizados configurando o código do Arduino para mapear os 5 botões táteis. A comunicação do hardware com a aplicação web ocorreu por meio da Web Serial API, tecnologia que permite ao navegador ler dados diretamente da porta USB. Assim, ao pressionar uma tecla no protótipo físico, o elemento químico correspondente é instantaneamente destacado na interface web do *iPeriodicTable*.



Figura 2. Keycap impressa em 3D integrada com o botão do protótipo.

Em paralelo à montagem eletrônica, realizou-se a modelagem 3D das capas dos botões (*keycaps*). O design foi pensado para incluir relevo tátil em Braille, garantindo acessibilidade para deficientes visuais (Figura 2). As peças foram impressas utilizando a impressora Flashforge Finder, disponível no Espaço Maker do IFSertãoPE.

4. Resultados e Discussões

A execução da prototipagem básica obteve êxito em validar a arquitetura técnica da proposta. O circuito contendo os 5 botões táteis integrados ao Arduino operou de maneira estável. O principal resultado alcançado até o momento foi a comunicação efetiva entre o hardware e a plataforma online: ao pressionar uma tecla no protótipo físico, o sistema web recebe o sinal via Web Serial API e o elemento químico correspondente é instantaneamente destacado na interface do *iPeriodicTable*.

Referente ao design físico e acessibilidade, a impressão das primeiras keycaps em 3D apresentou um encaixe preciso e ergonômico sobre os botões táteis do protótipo. Contudo, durante a análise das peças impressas, identificou-se a necessidade de

aprimoramento na modelagem 3D. Observou-se que o design atual possui muitos espaços mal aproveitados na peça, com o futuro desenvolvimento focado em otimizar essas lacunas e refinar a nitidez dos pontos em Braille para melhorar a percepção tátil.

5. Considerações finais

Este trabalho propõe a fusão entre software e hardware educacional por meio da Cultura Maker, oferecendo uma alternativa didática que reduz barreiras cognitivas e motoras. Os resultados parciais demonstram que o objetivo de integrar um dispositivo físico à ferramenta web foi alcançado por meio da validação do protótipo de 5 botões.

Por se tratar de uma fase de prototipagem inicial, a análise das peças impressas em 3D consistiu em uma validação técnica preliminar e inspeção estrutural realizada pelos próprios autores no ambiente do laboratório maker. Apesar das *keycaps* apresentarem um encaixe preciso sobre os botões, durante testes de estresse mecânico observou-se que o preenchimento interno (*infill*) deixava espaços vazios que poderiam fragilizar a tecla sob uso contínuo. Além disso, a inspeção tátil apontou que a nitidez e a altura dos pontos em Braille precisam de refinamento na modelagem para garantir uma leitura confortável. A correção desses parâmetros técnicos é o passo antecedente necessário para as próximas iterações antes da validação final do dispositivo com os usuários finais (estudantes com e sem deficiência visual).

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, ao MCTI e ao IFSertãoPE pelo apoio financeiro concedido por meio do Edital n.º 48/2025 - PIBITI/CNPq.

Referências

- Freitas, F. O. de; Bertagnolli, S. de C. Tabela Periódica Interativa Desenvolvida com a Plataforma Arduino. In: Computer on the Beach, 8., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: [s.n.], 2017. p. 571-573.
- Gomes, M. F. (2018) Construção de Uma Tabela Periódica Interativa com Recurso de Áudio Adaptada para o Ensino de Química a Estudantes com Deficiência Visual, Multi-Science Journal, 1(12), páginas 23–30. DOI: 10.33837/msj.v1i12.586. Available at: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/multiscience/article/view/586>.
- Gonçalves, Alisson Caetano Oliveira; Trigo, Luis Nicolás de Amorim. iPeriodicTable: Uma Tabela Periódica Interativa como Tecnologia Assistiva para o Ensino de Química. In: Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS). SBC, 2025. p. 322-329.
- Oliveira, Vilma Bragas de; et al. Tabela periódica: uma tecnologia educacional histórica. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, v. 5, n. 04, p. 168-186, 2015.
- Pereira, L. H., Soares, L. H. e Vianna, C. F. J. V. (2022) Tabela Periódica Interativa: Uma Proposta para o Ensino de Química, In: Tecnologias Educacionais: Metodologias, Técnicas e Ambientes em Pesquisa - Volume 2, Editora Científica Digital, páginas 141-159.