

ENSINO INTERDISCIPLINAR DA ROBÓTICA LIVRE ATRAVÉS DA CRIAÇÃO DE UM TECLADO MUSICAL ELETRÔNICO

Ana P. C. Cabral – ana.cabral@cear.ufpb.br
Nady Rocha – nadyrocha@cear.ufpb.br
Universidade Federal da Paraíba
Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco III
CEP: 58051-085 – João Pessoa – Paraíba

Zaíne R. S. Vicente – zaine.vicente@hotmail.com
Heryverton A. L. Leite – heryvertonlemons@gmail.com
Instituto Federal da Paraíba
Avenida Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe
CEP: 58015-435 – João Pessoa – Paraíba

Thais G. M. de Andrade – gabriellymarques624@gmail.com
Universidade Federal da Paraíba
Rua dos Escoteiros, s/n, Mangabeira
CEP: 58058-600 – João Pessoa – Paraíba

Rodrigo B. de Souza – rodrigobaldow@gmail.com
Marcelo B. C. Leão – mbcleao@terra.com.br
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos
CEP: 52171-900 - Recife/PE

Resumo: *A robótica na educação tem sido uma das principais ferramentas para ensino interdisciplinar e didático utilizando as inovações tecnológicas. O uso robótica livre vai além, aplicando esses conceitos à realidade de diversas escolas, mesmo com recursos limitados, pois trabalha com materiais de baixo custo, reutilizados, e softwares livres. O teclado musical elétrico é um dos projetos que tem como objetivo a melhoria e inserção de tecnologia no ensino básico a partir do uso do conceito da robótica livre. Ele favorece o ensino de física, lógica, programação e música, promovendo uma reflexão dos alunos acerca da difusão do conhecimento científico, além da conscientização sobre o consumo e descarte dos aparelhos tecnológicos. Assim, gerando uma ferramenta inovadora de aprendizado e uma mudança de postura do estudante como cidadão.*

Palavras-chave: *Robótica Livre. Educação. Tecnologia. Arduino.*

1. INTRODUÇÃO

A educação nas escolas brasileiras segue o *modus operandi* clássico de ensino, sendo esse, principalmente, voltado para a finalização de conteúdos programáticos e a participação do estudante apenas como ouvinte, limitando assim, seu aprendizado prático e criativo. Como consequência, os estudantes têm dificuldade no aprendizado de conceitos de matemática,

física, química e biologia, devido ao distanciamento do ensino com seu cotidiano e os fenômenos físicos, químicos e biológicos que estão inseridos (CHELLA, 2002).

O uso de novas tecnologias no meio educacional é fundamental para melhoria do sistema educacional, visto que promove o maior estímulo e vivência ao discente e docente. Esse estímulo é construído pela interdisciplinaridade com os objetos de estudos junto ao uso dos recursos tecnológicos (XAVIER, 2013).

Na realidade das escolas públicas, observa-se ainda mais a falta do ensino com a inovação, seja devido à falta de profissionais capacitados para lecionar com novas técnicas, ou recursos limitados para a criação de projetos, ocorrendo um comprometimento da aplicação tecnológica como mediadora do aprendizado. Entretanto, esses fatores problemáticos podem ser contornados com o interesse de professores e alunos (FIORIO et al., 2014).

A robótica voltada para a educação, devido a sua característica interdisciplinar, é uma atividade desafiadora, tendo como maior vantagem a possibilidade ilimitada de aplicações. Os estudantes ou educadores envolvidos com projetos de robótica educativa, além de desenvolverem suas habilidades de lógica e resolução de problemas, podem experimentar conceitos previamente ministrados em sala de aula por meio da prática (PROL, 2006) e (BENITTI et al., 2009).

Existem diversos *kits* de robótica educacional disponíveis no mercado, dentre esses, os mais utilizados são: o Super Robby, Robokit, Cyberbox e Lego MindStorms (AGUIAR; HERMOSILLA, 2007) e (SILVA; BARRETO, 2011). Dos *kits* supracitados podem-se destacar os seguintes pontos negativos: utilizam arquiteturas fechadas, não permitem a utilização de materiais alternativos e possuem custos elevados para a realidade socioeconômica dos alunos de escolas da rede pública do estado da Paraíba.

Neste contexto, o Arduino é uma plataforma aberta (*open-source*) de prototipagem eletrônica de *hardware* e *software* flexível e simples de usar, projetada com um microcontrolador Atmel AVR. Possui suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, essencialmente C/C++. Devido ao baixo custo da placa de Arduino, esse microcontrolador vem, nos últimos anos, contribuindo com o crescimento da robótica educacional livre (TRENTIN; P-REZ; TEIXEIRA, 2013).

O uso da robótica livre na escolha do projeto baseou-se justamente na questão de contornar problemas como a falta de recursos e profissionais capacitados nas escolas. Ela engloba a utilização de sucata, material que supostamente não poderia mais ser utilizado, sendo de fácil alcance para criação de projetos educativos.

Diante do exposto, este artigo apresenta as etapas de desenvolvimento de um teclado musical elétrico desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Médio João Goulart em parceria com a Universidade Federal da Paraíba. O teclado musical é um dos projetos que tem como objetivo a melhoria e inserção de tecnologia no ensino básico a partir do uso do conceito de robótica educativa livre. Esse favorece o ensino de física, matemática, lógica, programação e música, promovendo uma reflexão dos alunos acerca da difusão do conhecimento científico, além da conscientização sobre o consumo e descarte dos aparelhos tecnológicos. Assim, gerando uma ferramenta inovadora de aprendizado e uma mudança de postura do estudante como cidadão.

2. ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

No Brasil, existem diversas experiências de robótica voltadas para a área da educação, e a maior parte delas utilizam *kits* com materiais e *softwares* prontos, sendo a maioria importados. Contudo, apesar de proporcionarem uma inclusão pedagógica e tecnológica intuitiva, costumam ser muito caros, limitantes e não condizentes com o ambiente escolar e

recursos das instituições públicas de ensino.

Existem benefícios ao se trabalhar com a Robótica na Educação, independentemente do tipo de material utilizado, Gebran (2009, p. 205) destaca que tais benefícios são:

- estimular o desenvolvimento de projetos educacionais que envolvam a manipulação e construção de robôs;
- trabalhar de forma concreta conceitos elaborados e estudados em sala de aula nas diferentes disciplinas;
- despertar nos alunos o interesse pelo estudo e pela análise de máquinas presentes no seu cotidiano, objetivando sua reprodução ou criação de novos modelos;
- possibilitar a aprendizagem realizada de forma divertida, tomando os princípios da Ciência e da Tecnologia bastante acessíveis para os alunos;
- aumentar o nível de interesse e a criatividade dos alunos, desenvolvendo novas possibilidades de criação e invenção;
- oferecer a possibilidade de respostas concretas para muitas dúvidas técnicas;
- possibilitar ao aluno contato com situações em que ele precise tomar decisões concretas a partir de acontecimentos presenciados por ele;
- proporcionar aos alunos oportunidade de testar, verificar conceitos e verificar a viabilidade de seu projeto;
- possibilitar o prazer de desenvolver conceitos teóricos de forma concreta

No quesito de trabalho com a robótica nas escolas, durante o processo de criação de projetos, é muito comum acontecerem diversos erros, sendo esses, fundamentais para o processo de vivência e aprendizagem dos educandos (CÉSAR, 2013).

2.1 Robótica Livre

De acordo com César (2013), a Robótica Livre é definida como processos e procedimentos da área que consigam envolver práticas pedagógicas de ensino e aprendizagem a partir do uso de materiais baseados em soluções livres, e da reutilização de materiais de baixo custo como artefatos tecnológicos que têm o intuito de contribuir com a construção do conhecimento. Ademais, as práticas com a Robótica Livre devem também ser realizadas com o uso de *softwares* livres.

A definição de "*software* livre" é fundamentada pela liberdade e comunidade entre os usuários. Eles podem desfrutar do *software* por meio de estudos, mudanças, melhorias e distribuição. É importante o senso de compartilhamento para que todos possam desfrutar de suas melhorias e ocorrer um desenvolvimento coletivo (GNU.ORG, 2017).

Ao se trabalhar na robótica livre, podem ser debatidos temas relacionados a aspectos ambientais, liberdade de expressão e compartilhamento de conhecimento. O desenvolvimento de projetos nessa área cria uma consciência sobre o consumo desenfreado, a preocupação com o meio ambiente e a reutilização de materiais, e também promove reflexões acerca da difusão de informação e descentralização do conhecimento científico, ocasionando aos alunos, uma autocrítica dos alunos a respeito de seu papel cidadão na sociedade.

3. METODOLOGIA

No ano de 2017 foi apresentado aos estudantes do terceiro ano do ensino médio e técnico em informática, na Escola Estadual João Goulart, localizada na cidade de João Pessoa- PB, pelo professor de Física, um projeto de robótica a ser desenvolvido na escola. De forma voluntária, 11 (onze) estudantes se prontificaram a participar. A princípio, eles começaram a construir protótipos mais simples e criativos como: mão hidrostática, carrinho elétrico, robô

hidrostático e alarme de placa de pressão. Durante o percurso dessas atividades iniciais, professores da Universidade Federal da Paraíba tomaram conhecimento do trabalho que estava sendo feito na escola. Eles então firmaram uma parceria, na qual parte dos materiais dos projetos desenvolvidos pelos estudantes seria custeada para desenvolvimento dos protótipos, além da participação de estudantes de graduação em Engenharia Elétrica que visitaram a escola para auxiliar os alunos como monitores, com o objetivo de contribuir com o progresso dos projetos.

Diante dessa oportunidade, novos estudantes foram convidados para participarem do projeto, totalizando 21 (vinte e um) alunos. Ao serem divididos em sete equipes, decidiram realizar os seguintes projetos: construção de Shields, braçadeira lembrete, sistema de radar, teclado musical eletrônico, bicicleta geradora de energia, robô humanoide e uma casa inteligente para animais de estimação. Em todos os projetos descritos, foi utilizada a filosofia da robótica educativa livre previamente citada. O desenvolvimento do teclado musical é o projeto que será discutido e analisado neste artigo. As reuniões entre alunos, professores e monitores foram realizadas, em sua maioria, nas tardes das sextas-feiras.

4. DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE

4.1 Desenvolvimento do Teclado

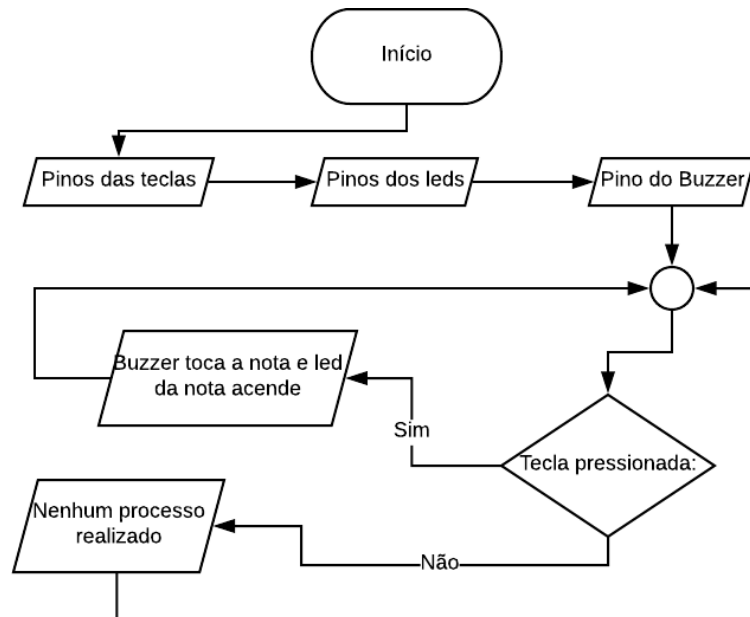
O teclado musical foi planejado a partir da ideia de um alarme de placa de pressão que, quando pressionada fecha o circuito emitindo assim um som. Esse princípio foi utilizado e adaptado para criação das teclas do teclado musical eletrônico. O projeto então foi dividido na etapa de criação de *software*, por meio da programação do Arduino, e o desenvolvimento do *hardware*, sendo a estrutura física do teclado. O desenvolvimento anterior do protótipo do alarme de placa de pressão e a ideia de utilizar teclas com a mesma funcionalidade mostra que os estudantes compreenderam a ideia de um chaveamento que abre e fecha um circuito.

Vale ressaltar que, durante o planejamento do protótipo, apesar dos alunos cursarem o ensino médio e técnico em informática, o conhecimento dos participantes sobre o Arduino e sua linguagem de programação era básico, o que gerou estudos aprofundados sobre como aprender a programar na plataforma possibilitando o funcionamento do teclado musical eletrônico. Um dos motivos da escolha do Arduino foi o fato dele ser uma plataforma de baixo custo e *software* livre, seguindo a ideia defendida pela Robótica Educativa Livre (CÉSAR, 2013) e a definição da GNU.ORG (2017).

Inicialmente, foram elaboradas diversas ideias de como as teclas deveriam funcionar, junto a estudos acerca dos conceitos de notas musicais, que então seriam aplicadas pela programação e circuito montado na parte física. O teclado então funcionava seguindo a condição de que se alguma tecla fosse pressionada, o *buzzer*, um componente que emite uma frequência sonora respectiva à tecla e o *led* da tecla acenderia.

Foram estabelecidas, oito teclas que se pressionadas emitem sons na seguinte frequência, respectivamente: Dó-262 Hz; Ré-294 Hz; Mi-330 Hz; Fá-349 Hz; Sol-392Hz; Lá-440 Hz; Si-493 Hz e Dó-523 Hz. No código da programação essas notas encontravam-se na seguinte ordem de declaração: NOTE_C 262; NOTE_D 294; NOTE_E 330; NOTE_F 349; NOTE_G 392; NOTE_A 440; NOTE_B 493 e NOTE_C2 523. Nesse momento, percebe-se que os estudantes começaram a ter uma noção básica de que o som que seria emitido ao tocar uma tecla estava relacionado sua respectiva frequência. Com essas informações, já haviam adquirido o conhecimento básico para começar o avanço no teclado musical. Na Figura 1, pode-se observar o fluxograma ilustrando a representação do funcionamento de um dos códigos de programação testado pelos alunos que o encontraram, baseado em pesquisas de códigos semelhantes a um piano.

Figura 1-Fluxograma de funcionamento dos códigos de programação.



Fonte: Fluxograma criado pelos autores pela plataforma Lucidchart. Disponível em www.lucidchart.com.

O primeiro código desenvolvido executava apenas com a inclusão da biblioteca *pitches.h* do Arduino, que declarava as teclas do teclado e sua frequência. O código feito, utilizava diversas funções diferentes, dentre elas as funções *while* e *if*, estruturas de controle que dependem de condições para funcionar.

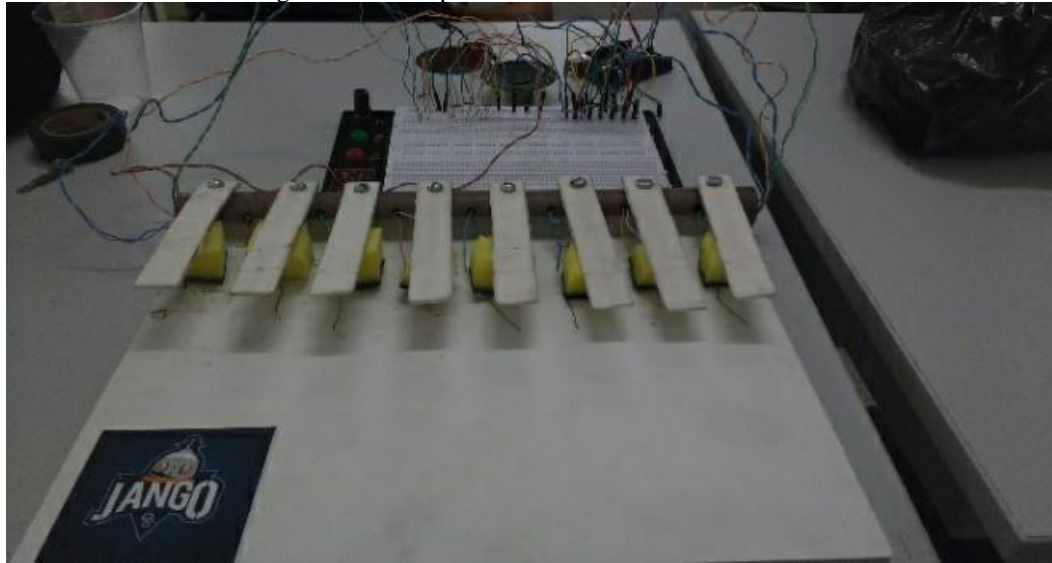
O corpo do artefato foi aprimorado com base nos conceitos da robótica livre. Os materiais utilizados foram: cano de PVC 40mm; tampa de impressora; palitos de picolé; fita isolante; fita crepe; parafusos; resistores de 330 Ω ; oito (8) *leds* azuis; fios reutilizados de cabos UTP; porcas; compensado; *BreadBoard*; arduino; bateria de 9v; *buzzer*; alto-falante. Os estudantes escolheram utilizar resistores de 330 Ω , de acordo com os *leds* disponíveis, com base na equação da primeira Lei de Ohm, Equação (1) representada a seguir:

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Sendo R a resistência medida em *Ohms* (Ω), U a diferença de potencial medida em *Volts* (V) e I a intensidade da corrente elétrica medida em *Amperes* (A). Demonstrando, nesse momento, que eles estavam compreendendo os conceitos básicos de resistência, tensão e corrente elétrica.

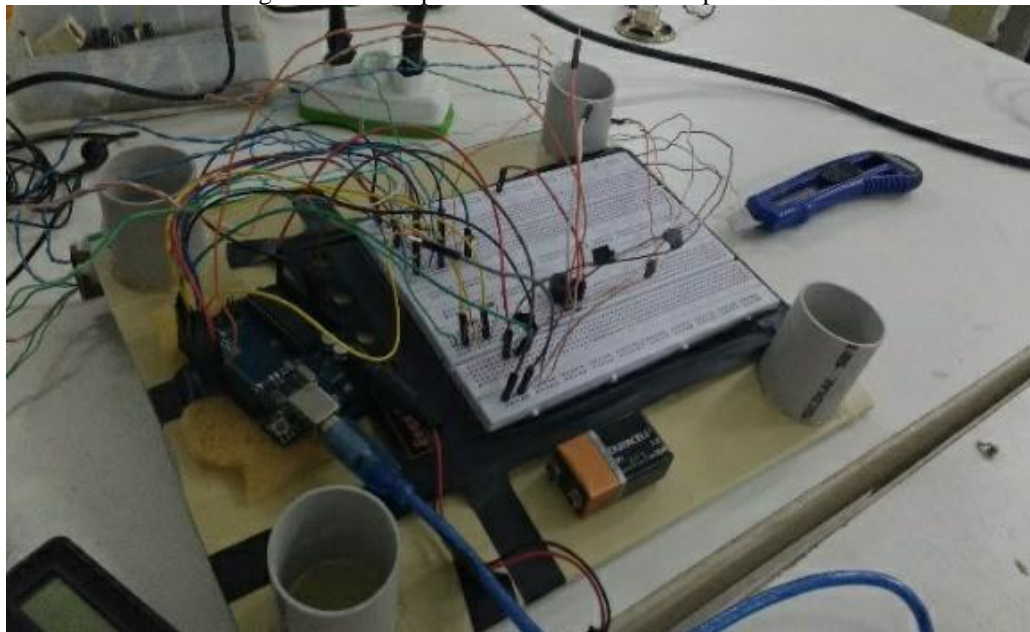
O teclado foi dividido em circuitos de teclas e *leds*; as teclas funcionavam em paralelo, e os *leds* em série nas ligações da porta GND do Arduino, o que demonstrou que os estudantes adquiriram melhor compreensão do funcionamento de circuitos elétricos. Nas Figuras 2 e 3 está registrado o resultado final dessas adaptações em uma tampa de impressora:

Figura 2 - Protótipo inicial do teclado visto de cima.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 3 - Protótipo inicial do teclado visto por baixo.



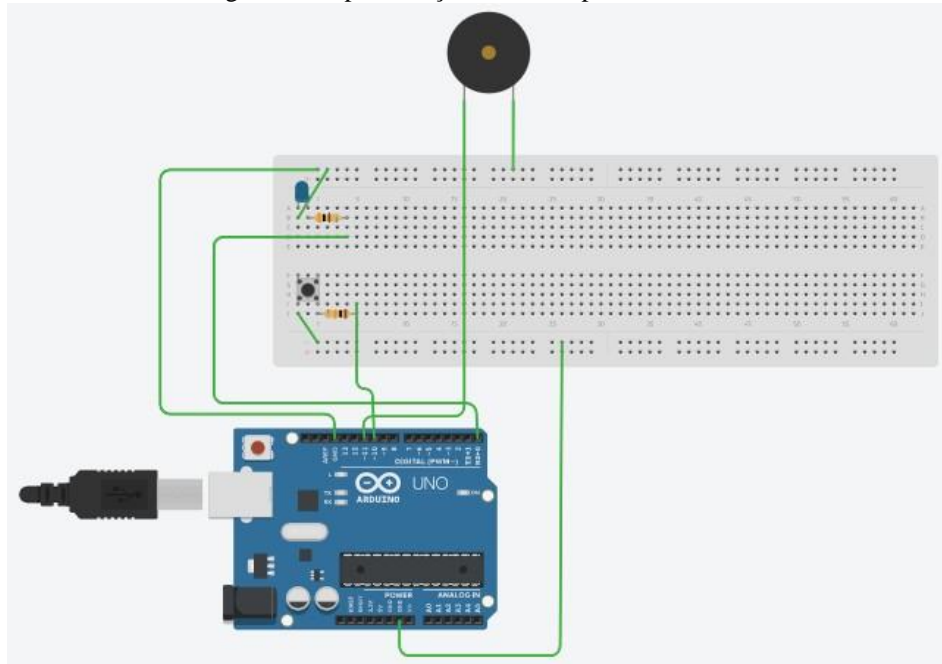
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Poucas semanas após todo o processo de criação do corpo, ocorreram mais testes junto à programação. O resultado não saiu como esperado, ocorreram erros como nenhum som sendo emitido e falha nos *leds*, pois o código e a parte física não estavam bem interligados. Depois de muita reflexão, os alunos decidiram continuar a fazer ajustes e refazer toda a parte de programação, já que não obtiveram bons resultados, que ocasionava erros difíceis de detectar. Nos códigos subsequentes, os alunos pesquisaram novas maneiras de adaptar o código a estrutura criada, contudo, mesmo testando em protótipos separados e mais simples, ocorriam diversas falhas. Como dito previamente, os erros contribuíram para maior aprofundamento na pesquisa e aprendizado.

Na próxima etapa da programação, tudo que fosse sendo colocado no código teria que ser estudado antes para a análise de sua funcionalidade. Foi feito um novo código a partir de

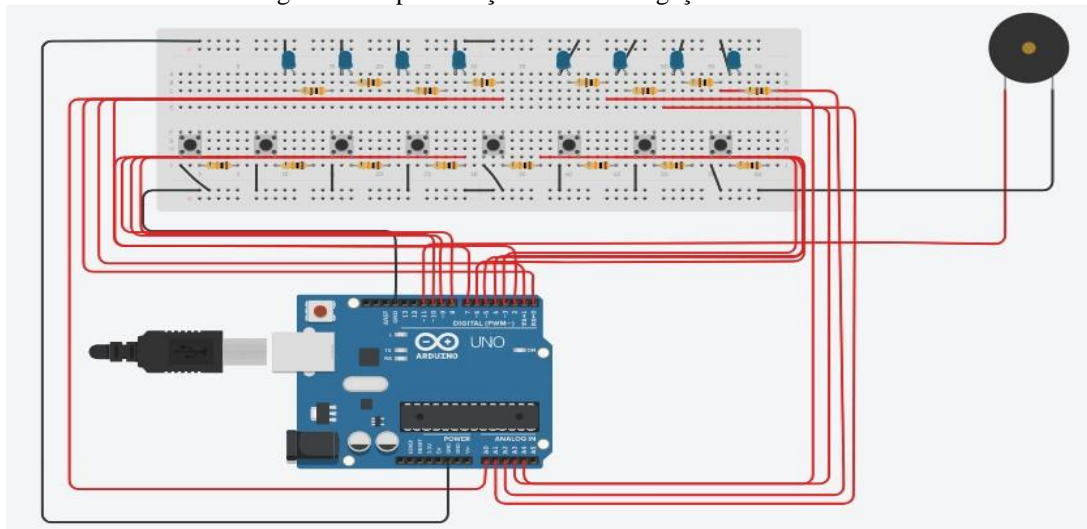
novas pesquisas. Nesse, a biblioteca *pitches.h* foi retirada e foram utilizadas somente as funções *tone* e *no_tone* já incluídas na biblioteca original do Arduino, essas funções, utilizam declarações de notas e suas frequências e funcionam interligadas diretamente com os pinos do Arduino. Além disso, as estruturas de controle foram substituídas por um *while*, que para cada tecla pressionada, acionaria o *led* e o *buzzer*. Diferente dos dois primeiros códigos, os estudantes conseguiram melhor adaptar a programação ao teclado musical, utilizando funções de forma mais objetiva. Foram executados testes por partes, sem o corpo, como demonstrado pela Figura 4, na qual o botão funciona como uma tecla, e na Figura 5 a representação completa de circuitos do teclado.

Figura 4 - Representação visual do primeiro teste de circuito.



Fonte: Representação criada pelos autores utilizando o simulador Circuits. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>.

Figura 5 - Representação visual das ligações do teclado.



Fonte: Imagem criada pelos autores utilizando o simulador Circuits. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>.

O som havia então saído como esperado, entretanto, quando ligado ao corpo do teclado musical, o *buzzer* apresentava um barulho constante de interferência, mesmo quando não havia tecla pressionada. O projeto ainda precisava de ajustes, as peças do circuito foram recolocadas e testadas sucessivas vezes. Em determinado momento, alguns fios desencapados encostaram-se ocasionando um curto circuito, que queimou todo o teclado, e assim o projeto físico foi totalmente refeito com algumas reposições de materiais.

No último protótipo do teclado, diversos componentes foram trocados para deixar o projeto mais leve, com menos fios emaranhados e com um visual mais limpo. A tampa de impressora foi trocada por uma chapa fina de palete, os fios UTP por cabos de fonte de computadores e todos os equipamentos queimados foram substituídos. Os circuitos foram adaptados de série para paralelo, a fim de evitar um curto circuito. Assim, o teclado musical elétrico estava finalmente pronto para o uso e funcionando em perfeito estado, tornando-se uma plataforma divertida para auxiliar a compreensão de conceitos teóricos.

4.1 Análise dos eventos

O projeto de teclado elétrico, desenvolvido de julho a outubro de 2017, proporcionou aos estudantes oportunidades de apresentar seu trabalho ao público. Dentre elas, a quarta edição da Feira de Engenharia Elétrica (FEE) da UFPB, realizada no mês de outubro de 2017, em João Pessoa, na Paraíba. E também na RoboTec, no mês de novembro de 2017, um evento do Governo do Estado da Paraíba, realizado pela Secretaria de Estado da Educação (SEE) na cidade de Campina Grande, Paraíba. Por meio da participação desses eventos e a análise do público e professores, os alunos puderam analisar a recepção de seu projeto no meio educacional, eles visitaram outros projetos, receberam avaliações, perguntas e sugestões que trouxeram o diferencial do aprendizado nas aulas da escola, uma maior vivência na área da robótica educacional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de teclado elétrico com a utilização da plataforma Arduino, materiais de baixo custo e sucata foi desenvolvido seguindo o pensamento da robótica livre e promoveu um estímulo à criatividade, resolução de problemas, preocupação com a sustentabilidade e a interdisciplinaridade de conteúdos a todos os envolvidos. O processo de intercâmbio de informações e difusão de conhecimento entre a escola e a universidade trouxe ainda mais evolução e bons resultados na inserção tecnológica da robótica na educação básica da escola trabalhada.

Para a realização do protótipo, foram necessárias inúmeras aplicações de conteúdos da física e aulas de programação e com isso uma absorção melhor de conteúdo. Diante dos diversos erros do processo, os alunos aprenderam a lidar com situações indesejadas e trabalhar com recursos diversos ao seu alcance e, por fim, obterem sucesso na versão final do teclado.

Observou-se que com o teclado elétrico, conseguimos trabalhar com conceitos importantes da física clássica, em especial eletricidade e ondas, o uso de programação e da lógica junto ao ensino musical para desenvolvimento artístico do estudante. O que possibilita então, a inserção desse projeto no ensino básico para fixação de conteúdos e a evolução do modo de aprendizado clássico para um ensino dinâmico e moderno, sem a necessidade de utilização dos *kits* de alto custo e com maior flexibilidade para adaptação a diferentes recursos disponíveis. É através do interesse de alunos e professores que podem ser construídos novos caminhos para educar e renovar o processo de ensino e aprendizagem tradicional.



REFERÊNCIAS

AGUIAR, J e HERMOSILLA, L **Avanços da Tecnologia na Educação Revista Científica Eletrônica de Psicologia**, Ano IV - N 07, Agosto de 2007

BENITTI, F. B. V.; VAHLICK, A. URBAN, D. L.; KRUEGER, M. L., HALMA, A. **Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados**, Anais do Workshop de Informática, 2009

CÉSAR, D. R. **Robótica Pedagógica Livre: uma Alternativa Metodológica Para a Emancipação Sociodigital e a Democratização do Conhecimento**. 220 f. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento da Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2013.

CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica Educacional com Logo**. In: XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC2002. Florianópolis, 2002.

FIORIO, R. ; ESPERANDIM, R. J. ; SILVA, F. A. E. ; VARELA, P. J. ; REINALDO, F. A. F.. **Uma Experiência Prática da Inserção da Robótica e seus Benefícios como Ferramenta Educativa em Escolas Públicas**. In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (25 SBIE), 2014, Dourados, MS. Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre - RS: Sociedade Brasileira de Computação. SBC, 2014. p. 1223-1232.

GEBRAN, M. P. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba-PR: IESDE Brasil S. A., 2009.

GNU.ORG – Free Software Foundation. **O que é o Software livre?** Disponível em: <<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> Acesso em: 12 nov 2017.

MILL, D.; CÉSAR, D. R. **Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento**. PERSPECTIVA, v. 27, n. 1, p. 217-248, 2009.

MILL, D.; CÉSAR, D. R. Estudo sobre Dispositivos Robóticos na Educação: sobre a Exploração do Fascínio Humano pela Robótica no Ensino-Aprendizagem. In: **Escritos sobre Educação: Desafios e Possibilidades para Ensinar e Aprender com as Tecnologias Emergentes**. Daniel Mill (org). São Paulo-SP: Paulus, p. 269-293, 2013.

PROL, L. C. A. **Diferentes materiais para uso na robótica educacional: A diversidade que pode promover o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades**. In: MARCUSSO, N.; BRITO, P.; TELLES, M. (orgs.). **A Tecnologia Transformando a Educação - Casos de Aplicação**. São Paulo-SP: Fundação Bradesco, p. 133-139, 2006.

SILVA, Sérgio Ricardo Xavier da; BARRETO, Luciano Porto. **Análise Comparativa de Kits de Robótica Educativa**. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011.

TRENTIN, M. A. S.; PÉREZ, C. A. S.; TEIXEIRA, A. C. **Robótica Livre no Auxílio da Aprendizagem do Movimento Retilíneo**. II Congresso Brasileiro de Informática na

Educação (CBIE 2013), 2013

XAVIER, Antonio Carlos dos Santos. **Desafios e contribuições para o aprimoramento das Matrizes de Referência de Linguagens e Tecnologias de Informação e Comunicação.** In: INEP. (Org.). Avaliações da Educação Básica em Debate: Ensino e Matrizes de Referência das Avaliações em Larga Escala. 1ed. Brasília: INEP, 2013, v. I, p. 301-336.

INTERDISCIPLINARY TEACHING OF FREE ROBOTICS BY THE CREATION OF AN ELECTRONIC MUSICAL KEYBOARD

Abstract: *Robotics in education has been one of the main tools for interdisciplinary and didactic teaching using the technological innovations. The use of free robotics goes even beyond, by applying concepts to various schools realities, even with limited resources, because it works with low cost materials, reused, and free softwares. The electronic musical keyboard is one of the projects that aim to improve and insert technology on basic education with the use of the free robotics concept. It favors the teaching of physics, logic, programming and music, promoting students' reflection on the dissemination of scientific knowledge, as well as awareness of the consumption and disposal of technological devices. Thus, generating an innovative learning tool and a student improvement as a citizen.*

Keywords: *Free robotics. Education. Technology. Arduino.*