



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

TECNOLOGIA ASSISTIVA APLICADA AO ENSINO MUSICAL: DESENVOLVIMENTO DE UMA PULSEIRA SENSORIAL.

Júlia Barbosa de Farias, UFRJ, juliabarbosa@poli.ufrj.br

Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira, UFRJ, carlo@nce.ufrj.br

Filipe Queiroz Calixto, UFRJ, calixto@ufrj.br

RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA

EIXO TEMÁTICO: Engenharia, acessibilidade e tecnologias assistivas

RESUMO

Este relato de experiência descreve o processo de concepção e desenvolvimento de uma pulseira sensorial voltada à inclusão de crianças e adolescentes com deficiências sensoriais no ensino musical. O dispositivo, idealizado a partir da parceria entre o projeto Sonori e o Laboratório de Automação em Sistemas para Educação (LABASE/UFRJ), busca traduzir estímulos sonoros em vibrações e sinais luminosos, possibilitando a percepção musical por meio do tato e da visão. A metodologia envolveu desde a definição conceitual até a etapa de prototipagem, utilizando inicialmente o circuito integrado NE555 em diferentes configurações. Embora ainda não tenham sido realizados testes com crianças, os resultados parciais evidenciam o potencial da pulseira como recurso de tecnologia assistiva no contexto educacional, além de destacar a relevância da colaboração interdisciplinar entre música, engenharia e educação inclusiva. O trabalho demonstra a importância de iniciativas acadêmicas que unem arte e tecnologia para promover acessibilidade e cidadania.

PALAVRAS-CHAVE: inclusão, tecnologia assistiva, acessibilidade, música, deficiência sensorial



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

CONTEXTO

A música exerce papel central no desenvolvimento humano, favorecendo a cognição, a socialização e a expressão artística. No entanto, apesar de sua importância, o acesso ao ensino musical ainda é marcado por desigualdades, sobretudo quando se trata de pessoas com deficiência. A obrigatoriedade da música na educação básica, garantida pela Lei nº 13.278/16, e as políticas de inclusão trouxeram avanços, mas também expuseram desafios: muitos educadores relatam insegurança pedagógica diante da presença de alunos com deficiência em aulas coletivas de música, o que demonstra a necessidade de metodologias inovadoras e recursos acessíveis (RECHDAN; CHAMON, 2020)

Nesse contexto, surge a proposta da pulseira sensorial, tecnologia assistiva desenvolvida para promover a inclusão de alunos com deficiência visual e auditiva no aprendizado musical. O dispositivo, ainda em fase de protótipo, converte estímulos sonoros em vibrações e sinais luminosos, permitindo que estudantes percebam e acompanhem notas musicais por meio do tato e da visão. A iniciativa responde à necessidade concreta de professores e alunos por ferramentas que possibilitem a participação ativa e autônoma de todos nas práticas musicais.

A criação da pulseira resulta da parceria entre o projeto Sonori e o Laboratório de Acessibilidade (LABASE/UFRJ). O Sonori, idealizado por Kiko Menezes, músico e pesquisador, tem como missão difundir experiências que relacionam música, desenvolvimento humano e sustentabilidade, buscando sempre a inclusão por meio da arte. O LABASE, por sua vez, se dedica ao desenvolvimento de tecnologias educacionais



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

inovadoras, com foco em acessibilidade e metodologias ativas, promovendo a integração entre ciência, educação e inclusão digital.

Essa colaboração uniu a experiência artística e social do Sonori ao conhecimento técnico e científico do LABASE, resultando em uma solução concreta para ampliar a acessibilidade musical. Mais do que um protótipo, a pulseira sensorial representa a materialização de políticas inclusivas, dialogando com a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky, segundo a qual barreiras biológicas podem ser compensadas por recursos culturais e tecnológicos (RECHDAN; CHAMON, 2020)

Iniciativas como essa demonstram a relevância de incentivar projetos interdisciplinares que unem arte, tecnologia e inclusão. Além de ampliar o acesso de pessoas com deficiência à educação musical, esses projetos reafirmam o papel transformador da universidade e de coletivos culturais na promoção da cidadania, da diversidade e do desenvolvimento humano.

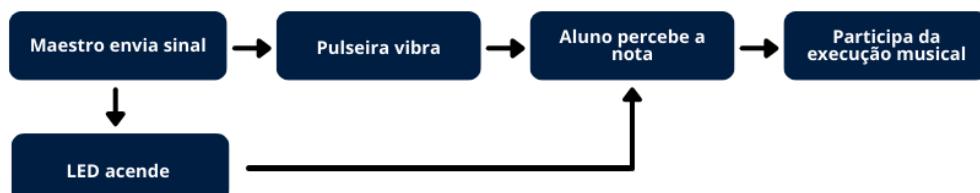


Figura 1: Fluxograma do funcionamento da pulseira sensorial.



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Problema e objetivos

O desenvolvimento da pulseira sensorial teve início a partir da identificação de uma situação recorrente no ensino musical: a exclusão de alunos com deficiência visual e auditiva nas práticas coletivas. Embora a música seja reconhecida como um elemento essencial para o desenvolvimento humano e social, ainda há escassez de tecnologias assistivas que permitam a participação plena de pessoas com deficiência nesse campo (RECHDAN; CHAMON, 2020).

A proposta da pulseira nasce, portanto, da necessidade de criar um dispositivo acessível que possibilite a percepção de notas musicais por meio de estímulos táteis e visuais, ampliando o acesso à aprendizagem musical inclusiva. O objetivo do projeto não é apenas construir o protótipo, mas também testá-lo com crianças com deficiência visual, avaliando seu potencial como recurso pedagógico.

Metodologia

O projeto foi iniciado com um alinhamento de ideias entre os participantes, considerando as demandas do público-alvo e as possibilidades técnicas do LABASE, em parceria com o projeto Sonori. Desde o princípio, além do caráter social, o projeto foi pensado como educativo, servindo também para a formação dos envolvidos. Nesse contexto, o professor Carlo, coordenador do LABASE, aproveitou a experiência para introduzir conceitos de eletrônica, o que permitiu que uma aluna de engenharia eletrônica participasse ativamente da concepção do protótipo.



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

Após a fase inicial de discussão, o laboratório partiu para a modelagem conceitual, realizando diagramas de blocos que representavam o funcionamento da pulseira. Essa etapa foi importante para visualizar a interação entre os componentes e a forma como os sinais musicais seriam traduzidos em estímulos vibratórios e luminosos. Em seguida, iniciou-se a pesquisa de possíveis componentes eletrônicos. Nesse momento, a escolha recaiu sobre o circuito integrado NE555, inicialmente utilizado em seu modo monoestável, por apresentar simplicidade de implementação e permitir o controle de pulsos temporizados, recurso essencial para regular a duração e frequência das vibrações emitidas pelos motores. Segundo Newton C. Braga (2025), o NE555 é um dos componentes mais versáteis da eletrônica, amplamente utilizado em projetos de temporização, oscilação e controle de sinais digitais, justificando sua aplicação nessa etapa.

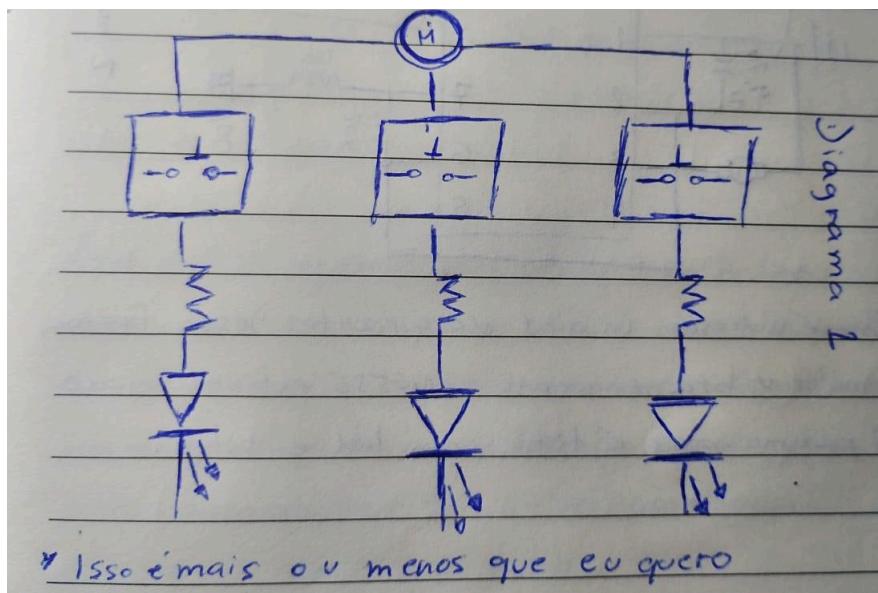


Figura 2: Diagrama de blocos.



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

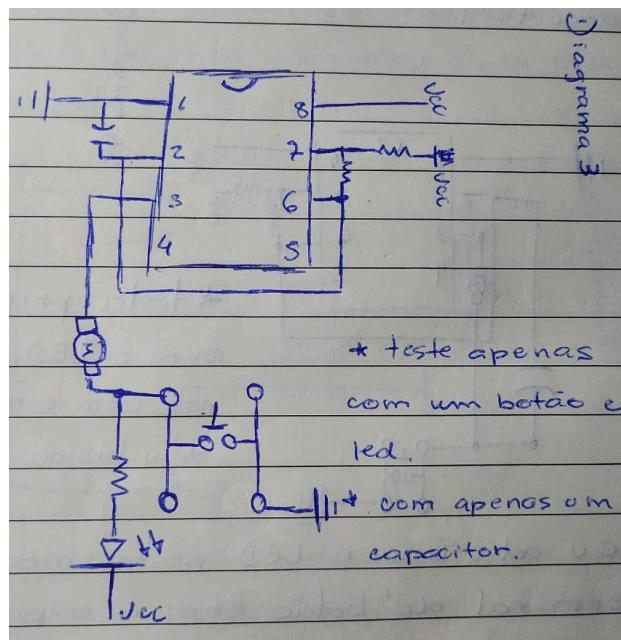


Figura 3: Primeiros testes de funcionamento do NE555.

A fase de testes foi conduzida de forma incremental: os circuitos eram primeiro desenhados em diagramas manuais, depois montados em protoboard e, finalmente, avaliados em conjunto com motores e LEDs. Diversas configurações foram experimentadas até se chegar a um primeiro protótipo funcional composto por três circuitos NE555, cada um responsável por controlar um LED, todos ligados ao mesmo motor vibratório. Embora não fosse a solução ideal, mostrou-se funcional para demonstrar a viabilidade do conceito. Posteriormente, a equipe identificou a possibilidade de utilizar o modo astável do NE555, o que permitiu reduzir o circuito a apenas um temporizador, diminuindo custos e simplificando a montagem.

Com a versão no modo monoestável, os componentes foram soldados em uma placa de testes. O projeto conta atualmente com 13 crianças participantes, das quais 7 possuem deficiência visual, que utilizaram o protótipo preso aos tornozelos.



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

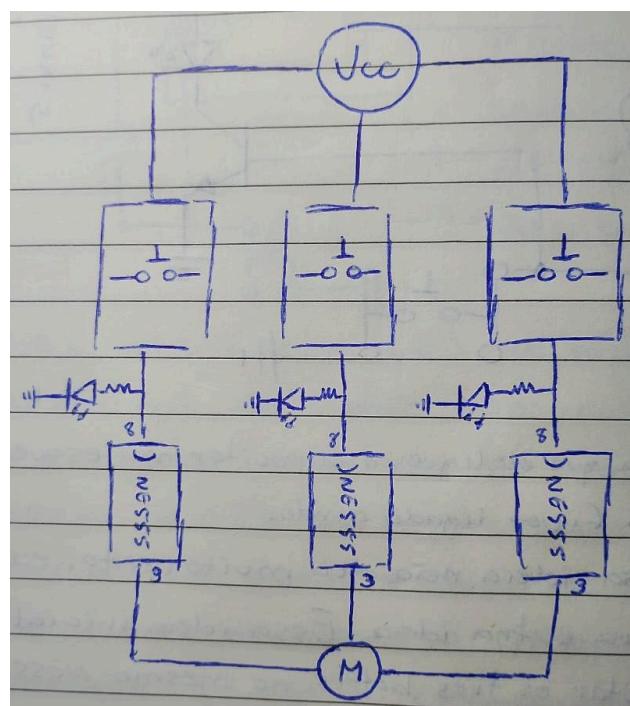


Figura 4: Diagrama de blocos utilizando o modo monoestável.

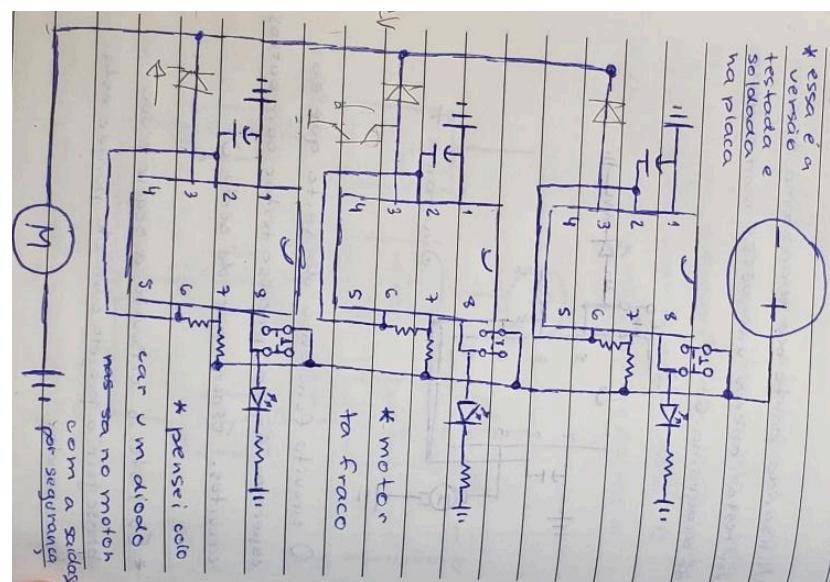


Figura 5: Diagrama do circuito seguindo o diagrama de blocos.



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

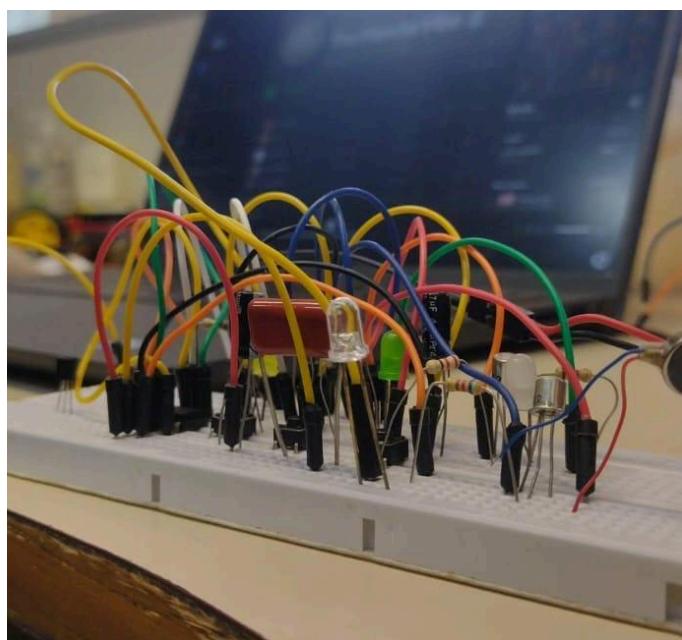


Figura 6: Circuito montado na protoboard.

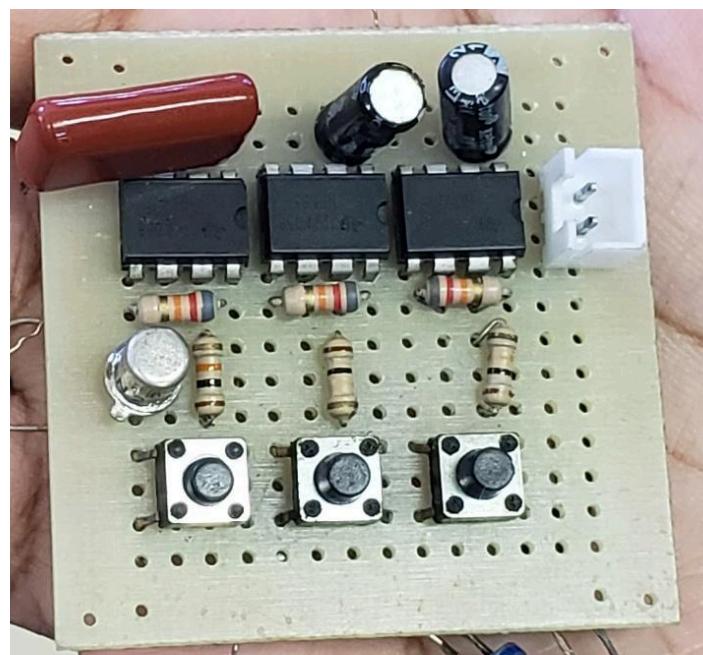


Figura 7: Circuito montado na placa.



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

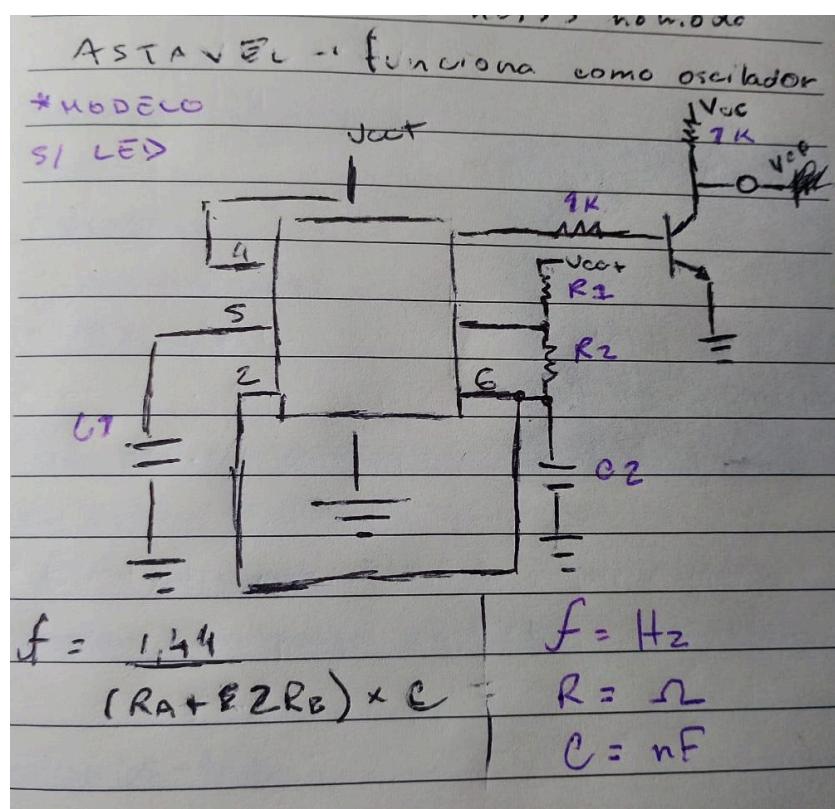


Figura 8: Diagrama do circuito no modo astável.

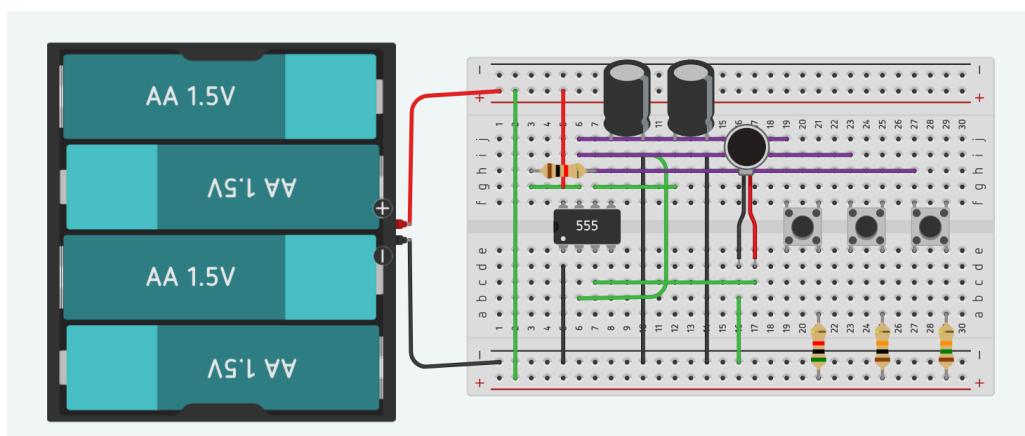


Figura 9: Circuito montado na protoboard na plataforma Tinkercad, em fase de testes.

Dessa forma, embora em fase inicial, a experiência evidencia o potencial da pulseira sensorial como recurso de tecnologia assistiva no ensino musical. Mais do que um aparato tecnológico, ela representa a convergência entre arte, ciência e inclusão,



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

reforçando a necessidade de incentivar projetos colaborativos que, mesmo diante de limitações, buscam transformar a realidade educacional e social.

RESULTADOS

Resultados parciais

Até o momento, não foram realizados testes com crianças, pois a pulseira permanece em desenvolvimento. Os experimentos iniciais concentram-se apenas na etapa de prototipagem e ajustes técnicos. Ainda assim, os resultados obtidos indicam potencial para ampliar a interação de alunos com atividades musicais no futuro, mesmo em fase experimental. Esse resultado preliminar reforça a relevância de soluções como esta, visto que, conforme destacam Garcia e Pianovski Vieira (2014), a tecnologia assistiva pode atuar como mediadora da aprendizagem e da inclusão educacional, ampliando as possibilidades de comunicação e percepção em diferentes contextos.

Apesar dos avanços, alguns desafios persistem, como a necessidade de desenvolver comportamentos adequados para os motores e a limitação de tempo e recursos, dado que o projeto é realizado de forma totalmente voluntária. Ainda assim, a equipe vem se fortalecendo: além da participação de uma estudante de engenharia eletrônica, recentemente um aluno de musicoterapia passou a integrar o grupo, ampliando o caráter interdisciplinar da proposta.

Discussão

A experiência com o desenvolvimento da pulseira dialoga com os estudos sobre educação musical inclusiva, que enfatizam a importância de novas estratégias



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

pedagógicas e metodológicas para favorecer a participação de alunos com deficiência em atividades coletivas.

Do mesmo modo, os estudos sobre tecnologia assistiva ressaltam que tais recursos não apenas superam barreiras sensoriais, mas também promovem maior autonomia e cidadania para os usuários (GARCIA; VIEIRA, 2014). Embora o projeto ainda esteja em fase inicial, já evidencia sua relevância tanto no campo técnico quanto no campo pedagógico, ao fomentar a colaboração entre áreas distintas, como engenharia eletrônica e musicoterapia. Assim, a pulseira deve ser compreendida não apenas como um dispositivo eletrônico, mas como um recurso educacional inclusivo na construção.

Perspectivas futuras

Na próxima etapa, a equipe pretende avançar para uma versão digital da pulseira, substituindo a lógica baseada em temporizadores analógicos por um microcontrolador ESP8266, que permitirá comunicação sem fio via Wi-Fi entre o maestro e as pulseiras. Essa atualização eliminará a necessidade de cabos e possibilitará a programação de diferentes padrões de vibração, tornando o dispositivo mais flexível e escalável. Além disso, está prevista a realização de testes em contexto educacional com um número maior de crianças, possibilitando uma avaliação prática mais ampla de sua aplicabilidade.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da pulseira sensorial reafirma o papel da tecnologia assistiva como mediadora da aprendizagem e da inclusão, ao possibilitar novas formas de participação em atividades musicais. Mesmo em fase inicial, o projeto evidencia como soluções de baixo custo e de fácil implementação podem gerar impactos



XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Construindo uma Engenharia Decolonial para a Soberania Digital e Popular

29 a 31 de outubro de 2025

Campinas - SP, Brasil

significativos na construção de ambientes educacionais mais acessíveis. A experiência também demonstra a relevância da interdisciplinaridade, integrando conhecimentos de engenharia eletrônica, musicoterapia e educação musical inclusiva.

Além de contribuir para a formação acadêmica dos envolvidos, a iniciativa materializa a missão social da universidade, ao aproximar ciência, arte e sociedade em torno de uma causa comum: a promoção da cidadania e da diversidade. Como apontam Garcia e Pianovski Vieira (2014), a tecnologia assistiva amplia as possibilidades de comunicação e aprendizagem, enquanto Rechdan e Chamon (2020) destacam a urgência de recursos inovadores para o ensino musical inclusivo. Nesse sentido, a pulseira sensorial representa não apenas um protótipo tecnológico, mas um passo concreto rumo a práticas pedagógicas mais justas e democráticas.

REFERÊNCIAS

GARCIA, Evelin Naiara; PIANOVSKI VIEIRA, Alboni Marisa Dudeque. Desafios contemporâneos: o uso da tecnologia assistiva como instrumento facilitador da aprendizagem. *Revista Linguagens, Educação e Sociedade*, Teresina, jul./dez. 2014.

Disponível em:
<https://periodicos.ufpi.br/index.php/lingedusoc/article/view/1166>. Acesso em: 25 jul. 2025.

RECHDAN, Nelson; CHAMON, Edna. Educação musical inclusiva: um estado do conhecimento. *Revista Científica Multidisciplinar*, Unitau, 2020. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/200901530.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

BRAGA, Newton C. **O circuito integrado 555 (ART011)**. *Instituto Newton C. Braga*, [s.d.]. Disponível em:
<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/592-o-circuito-integrado-555-art011>. Acesso em: 9 set. 2025.