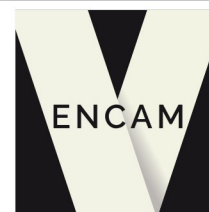




27 A 30 DE MAIO DE 2026

V ENCONTRO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE



Musicalmente Surdo: Tecnologia Assistiva para a musicalidade surda utilizando Pure Data e Processing

Leonardo Augusto Arruda¹

¹NICS - Unicamp

leonardo.arruda@nics.unicamp.br

RESUMO

PROBLEMA/QUESTÃO

A mediação tecnológica no ensino musical de pessoas surdas enfrenta um desafio crítico em ambientes virtuais: a ausência da percepção tátil das vibrações sonoras, recurso central em aulas de música presenciais. Para a comunidade surda — que vivencia a surdez como diferença cultural e linguística (Strobel, 2008) — a mediação por telas elimina esse estímulo tátil fundamental à percepção de pulso e ritmo, pois a música é multissensorial (Duarte, 2017). O problema reside na necessidade de Tecnologias Assistivas (TA) que traduzam a informação sonora para elementos visuais em tempo real, permitindo ao surdo acompanhar pulso e ritmo.

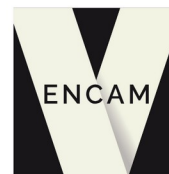
OBJETIVOS

Este trabalho descreve o desenvolvimento da ferramenta de TA "Musicalmente Surdo", utilizando Pure Data e Processing, para fomentar a acessibilidade e o condicionamento rítmico de estudantes surdos. Investiga-se como interfaces visuais podem auxiliar surdos na manutenção do pulso e em práticas musicais coletivas em ambientes virtuais.

MÉTODO

Utilizou-se o Pure Data para processamento de áudio em tempo real, integrado ao Processing para geração das representações visuais. Os áudios recebidos dos ambientes virtuais são enviados para o objeto [fiddle~], que realiza análise de pitch e intensidade por Transformada Rápida de Fourier (Kreidler, 2013). O projeto é composto por dois sub-patches: 1) Filters, que segmenta o espectro do áudio recebido em quatro canais de frequência (150–200Hz; 350–800Hz; 800–1500Hz; acima de 1900Hz); e 2) Connect, que





encapsula dados de frequência e intensidade em pacotes OSC (Open Sound Control), transmitidos via UDP para o ambiente Processing, que gera a interface gráfica interativa. A validação ocorreu com estudantes surdos em atividades remotas, adotando abordagem qualitativa com análise observacional das interações, considerando a manutenção do pulso coletivo e o engajamento rítmico como indicadores centrais.

RESULTADOS E/OU PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

TA traduziu sinais sonoros em circunferências dinâmicas por meio do Processing, mapeando quatro faixas de frequência para cores específicas (vermelho para graves, verde para médios, azul para médios-agudos e amarelo para agudos), enquanto a intensidade controlava o tamanho das formas. Os estudantes surdos visualizaram suas ações sonoras em tempo real e as dos demais participantes, atenuando o atraso da rede e a ausência de estímulos táteis. Foi observada autonomia na adequação ao pulso coletivo, o que promoveu a participação ativa em criações rítmicas, conforme Louro (2012), que destaca a importância da pulsação para o fazer musical. Esses achados alinham-se às proposições de Prometi (2020) e Strobel (2013), segundo as quais pessoas surdas percebem a música predominantemente por vias visuais e corporais.

CONCLUSÕES E/OU IMPLICAÇÕES

A integração entre Pure Data e Processing demonstra ser eficaz para a criação de TAs que promovem a inclusão social e o desenvolvimento cognitivo-musical de surdos, respondendo afirmativamente às questões propostas por Bersch (2017) para a validação de uma TA de acessibilidade. A validação confirmou a viabilidade da ferramenta como recurso pedagógico acessível, evidenciando a acessibilidade musical remota como paradigma necessário para a democratização do ensino e para a autonomia da Cultura Surda em espaços de criação coletiva e reafirmando a capacidade musical surda (Benassi, 2014).

PALAVRAS-CHAVE

Musicalidade Surda. Tecnologia Assistiva. Acessibilidade Musical.

REFERÊNCIAS

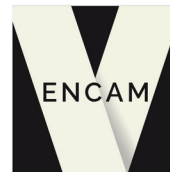
- Benassi, C. A. (2014). Além dos sentidos: Aprendizagem de música por surdos; mitos, verdades e possibilidades. *Revista Diálogos: Caderno Música, Arte e Cultura*, 2(1), [páginas do artigo]. Cuiabá.
- Bersch, R. (2017). *Introdução à Tecnologia Assistiva. Assistiva Tecnologia e Educação*.
- Duarte, E. G. (2017). *Uma ferramenta para a educação musical dos surdos [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas]*. Repositório da Unicamp. <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330995>
- Kreidler, J. (2013). *Loading...: Programming electronic music in pd* (2. ed., Vol. 1). Fuldaer Verlagsanstalt.
- Louro, V. (2012). *Fundamentos da aprendizagem musical da pessoa com deficiência* (1. ed.). Editora Som.



27 A 30 DE MAIO DE 2026

V ENCONTRO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE



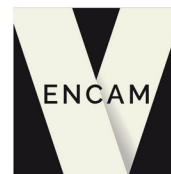
Prometi, D. (2020). Terminologia da língua de sinais brasileira: Léxico visual bilíngue dos sinais-termo musicais – Um estudo contrastivo. Editora da UnB.

Strobel, K. (2008). As imagens do outro sobre a cultura surda. Editora da UFSC. Strobel, K. (2012). Educação de Surdos. InterSaberes.



FAPITEC/SE
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA E À INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SERGIPE





Musically Deaf: Assistive Technology for deaf musicality using Pure Data and Processing

Leonardo Augusto Arruda¹

¹NICS - Unicamp

leonardo.arruda@nics.unicamp.br

ABSTRACT

RESEARCH QUESTION/PROBLEM

Technological mediation in music education for deaf people faces a critical challenge in virtual environments: the absence of tactile perception of sound vibrations, a central feature in in-person music classes. For the deaf community — which experiences deafness as a cultural and linguistic difference (Strobel, 2008) — mediation via screens eliminates this tactile stimulus, which is fundamental to the perception of pulse and rhythm, since music is multisensory (Duarte, 2017). The problem lies in the need for Assistive Technologies (AT) that translate sound information into visual elements in real time, allowing deaf individuals to follow beat and rhythm

OBJECTIVES

This study describes the development of the AT tool "Musicalmente Surdo", using Pure Data and Processing, to promote accessibility and rhythmic training for deaf students. It investigates how visual interfaces can assist deaf individuals in maintaining beat and in collective musical practices in virtual environments

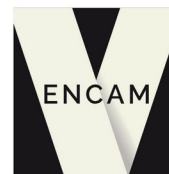
METHOD

Pure Data was used for real-time audio processing, integrated with Processing for generating visual representations. Audio received from virtual environments is sent to the [fiddle~] object, which performs pitch and intensity analysis via Fast Fourier Transform (Kreidler, 2013). The project consists of two sub-patches: 1) Filters, which divides the received audio spectrum into four frequency channels (150–200Hz; 350–800Hz; 800–1500Hz; above 1900Hz); and 2) Connect, which encapsulates frequency and intensity data into OSC (Open Sound Control) packets, transmitted via UDP to the Processing environment, which generates the interactive graphical interface. Validation was conducted with deaf students in remote activities, adopting a qualitative approach with observational analysis of interactions, considering the maintenance of collective rhythm and rhythmic engagement as central indicators.

RESULTS AND/OR MAIN CONTRIBUTIONS

The AT translated sound signals into dynamic circles using Processing, mapping four frequency bands to specific colors (red for bass, green for mid, blue for mid-treble, and yellow for treble), while intensity controlled the size of the shapes. Deaf students visualized their own sound actions in real time and those of the other participants,





mitigating network latency and the absence of tactile stimuli. Autonomy was observed in adapting to the collective beat, which promoted active participation in rhythmic creations, according to Louro (2012), who highlights the importance of beat for musical performance. These findings align with the propositions of Prometi (2020) and Strobel (2013), according to whom deaf people perceive music predominantly through visual and bodily channels.

CONCLUSIONS AND/OR IMPLICATIONS

The integration of Pure Data and Processing has proven effective for creating teaching aids that promote social inclusion and the cognitive-musical development of deaf individuals, affirmatively addressing the questions posed by Bersch (2017) regarding the validation of an accessibility teaching aid. The validation confirmed the tool's viability as an accessible pedagogical resource, highlighting remote musical accessibility as a necessary paradigm for the democratization of education and for the autonomy of Deaf Culture in spaces of collective creation, while reaffirming Deaf musical capacity (Benassi, 2014).

KEYWORDS

Deaf Musicality. Assistive Technology. Musical Accessibility

REFERENCES

- Benassi, C. A. (2014). Além dos sentidos: Aprendizagem de música por surdos; mitos, verdades e possibilidades. *Revista Diálogos: Caderno Música, Arte e Cultura*, 2(1), [páginas do artigo]. Cuiabá.
- Bersch, R. (2017). Introdução à Tecnologia Assistiva. *Assistiva Tecnologia e Educação*.
- Duarte, E. G. (2017). Uma ferramenta para a educação musical dos surdos [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas]. Repositório da Unicamp. <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330995>
- Kreidler, J. (2013). *Loading...: Programming electronic music in pd* (2. ed., Vol. 1). Fuldaer Verlagsanstalt.
- Louro, V. (2012). *Fundamentos da aprendizagem musical da pessoa com deficiência* (1. ed.). Editora Som.
- Prometi, D. (2020). *Terminologia da língua de sinais brasileira: Léxico visual bilíngue dos sinais-termo musicais – Um estudo contrastivo*. Editora da UnB.
- Strobel, K. (2008). *As imagens do outro sobre a cultura surda*. Editora da UFSC.
- Strobel, K. (2012). *Educação de Surdos*. InterSaberes.

