



ENSINO DE ACÚSTICA UTILIZANDO SINTETIZADOR ANALÓGICO

TEACHING ACOUSTICS USING AN ANALOG SYNTHESIZER

Thaís Ricardo Borges¹, Ernani Vassoler Rodrigues²,

¹ PPGEnFis/UFES - thaisricardo2@gmail.com

² MNPEF/Polo 12 - ernani.rodrigues@ufes.br

Resumo

No presente trabalho, apresentamos a construção de um sintetizador analógico produtor de sons com características variáveis e apresentamos também resultados preliminares de um levantamento de Representações Sociais a respeito do Timbre do som mediante Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) e construção de uma Rede Semântica de Similaridades. A presente pesquisa é etapa preliminar de construção de uma sequência didática para ensino de acústica que comporá o material instrucional de um mestrado em ensino de Física. A proposta de ensino é ancorada nas Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e inclui ações específicas dos alunos em seu desenvolvimento, apontando uso de especialidades e especialistas, conforme sugerido por seus proponentes.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades; Representações Sociais; Redes Semânticas.

Abstract

In this paper, we present the construction of an analog synthesizer that produces sounds with variable characteristics and also present preliminary results of a survey of Social Representations regarding the Timbre of sound through the Free Association of Words Technique (FWAT) and the construction of a Semantic Network of Similarities. The present research is a preliminary step in the construction of a didactic sequence for teaching acoustics that will be part of the instructional material for a Master's program in Physics Teaching. The teaching proposal is anchored in the Interdisciplinary Islands of Rationality and includes specific student actions in its development, pointing out the use of specialties and experts, as suggested by its proponents.

Keywords: Physics Teaching; Interdisciplinary Islands of Rationalities; Social Representations; Semantic Networks.

Introdução

As sociedades contemporâneas, especialmente as urbanas, são marcadas por uma presença ubíqua de tecnologias da informação, da comunicação e da automação (MARTINAZZO et al., 2014). Essas diferentes tecnologias vêm sendo utilizadas em diferentes campos da educação científica, incluindo o ensino de Física. Com especial destaque ao uso da placa Arduino, o recente crescimento de propostas com uso de tecnologias de automação e controle, que podem operar sem necessariamente estarem ligadas a um computador, ganha uma capilaridade (MOREIRA et al., 2018). A proliferação de propostas com Arduino remonta a um momento anterior, no qual se via a



difusão de tecnologias computacionais para o ensino da Física (ARAUJO; VEIT, 2004). Entretanto, os autores (*ibid.*) apontam um problema quando se confunde o desenvolvimento instrucional e a produção de conhecimento em ensino de Física. Desta forma, este trabalho tem por objetivo (a) apresentar o processo de construção de um aparato tecnológico para o ensino de Acústica (desenvolvimento instrucional) e (b) reportar dados preliminares de pesquisa sobre entendimentos coletivos acerca de aspectos da Acústica, que estamos utilizando para refinar a construção dos aparatos, de modo a subsidiar a confecção de um material instrucional vinculado ao MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), em desenvolvimento.

1. Fundamentação Teórica

1.1 As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades de Gerard Fourez

Os problemas concretos da contemporaneidade raramente são resolvidos a partir de uma abordagem “monodisciplinar” (ROSA, 2016). Por isso, aproximações interdisciplinares são necessárias para a utilização, em sala de aula, de questões que sejam concretas aos alunos e que permitam usos de diferentes especialidades disciplinares combinadas para produzir normas que atendam ao desenvolvimento de um projeto de ensino.

São presentes na literatura em ensino de Física, diferentes trabalhos focados em aprendizagem da Acústica, a partir de uma abordagem monodisciplinar. Dentre esses, podemos citar Souza *et al.* (2021), que utilizam o Arduíno para análise de interferência sonora e Santos, Molina e Tufale (2013) que utilizam guitarra e violão para análise espectral do som, dentre outros. Dado o caráter monodisciplinar dessas abordagens acima, ao pensá-las como propostas de ensino, identifica-se um aspecto normativo, no qual o aluno segue normas previamente definidas e moldadas a partir de uma visão voltada apenas para a disciplina de Física.

Em que pese ricas possibilidades de sequências didáticas com abordagens disciplinares, entendemos que uma abordagem interdisciplinar possui aspecto normativo diferente: as normas são construídas no processo de desenvolvimento através de negociações entre as partes envolvidas (FOUREZ, 1995), sem partir de um ponto de vista privilegiado de alguma disciplina específica, mas sim levantando junto às especialidades e aos especialistas o panorama normativo que atenda à solução de um problema concreto e culturalmente relevante aos alunos. Nesse sentido, a diferença normativa que separa abordagens disciplinares de interdisciplinares implica também pontos de partida diferentes: o do conceitual específico e o da situação concreta que se quer explorar. Com isso, Fourez sugere que racionalidades emergem, como ilhas, no processo coletivo de desenvolvimento de um projeto, nas chamadas Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades (IIR).

Em um análogo, a construção de uma casa necessita de diferentes especialistas: arquiteto, engenheiro civil, engenheiro hidráulico, eletricista, entre outros com suas normas específicas. Já a produção de um plano diretor urbano voltado a residências sustentáveis requer um ponto de partida sem privilégio de nenhuma das normas específicas, mas sim a integração de especialidades para que se chegue a novas normas. Enquanto a primeira combina disciplinas, a segunda integra saberes orientados a um problema.

Fourez trata o trabalho interdisciplinar a partir de etapas que integram ações, atores e especialidades (conhecimentos) no desenvolvimento de projetos. Pietrocola, Alves Filho e Pinheiro (2003) reforçam que as IIR de Fourez permitem a superação da rigidez disciplinar estabelecida nas escolas. Os autores (*ibid.*) propõem uma versão das etapas das IIRs de Fourez: primeiro a elaboração de um clichê da situação-problema; então o levantamento de um panorama espontâneo; seguida da consulta de normas e limitações; que permitam uma consulta a especialistas; seguida



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

de uma organização do saber, desempacotando “caixas pretas” do conhecimento; mirando-se a elaboração de um produto que marca o fechamento do ciclo de um projeto. No âmbito da Física, as IIR podem ser vistas em propostas que incluem a termodinâmica (BEZERRA; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017) e as transformações de energia (PRESTES; SILVA, 2008), o que aponta a viabilidade de utilização das IIR orbitando temas curriculares, mas explorando aproximações interdisciplinares. No presente trabalho, reportamos trechos de uma IIR em elaboração, versando sobre o som e a música na qual um aparato é construído para subsidiar o desenvolvimento de suas etapas por parte dos alunos. Paralelamente, no sentido de observar e interpretar a apropriação de elementos da Acústica, por parte do coletivo de alunos, nos valem de uma teoria psicossocial.

1.2 Representações Sociais e o Coletivo de alunos

Os processos psicossociais de lidar com as demandas da realidade permitem a emergência de representações que são compartilhadas por um coletivo de pessoas. Essas representações formam um conhecimento compartilhado, que conserva elementos que atravessam o tempo e que, ao mesmo tempo, acomoda uma dinâmica inerente a produções sociais. Proposta por Moscovici (2009), a Teoria das Representações Sociais (TRS) se ocupa fundamentalmente com a inter-relação entre sujeito e objeto e em como se dá o processo de construção do conhecimento compartilhado.

A observação das Representações Sociais (RS) emergentes de um grupo de alunos sobre um tema de ensino pode revelar traços daquilo que circula entre os estudantes. Uma vez que as IIR dependem de propostas ancoradas a situações culturalmente relevantes aos alunos e alunas, e considerando que a TRS permite observar a reconstrução do real atribuindo significações específicas (ABRIC, 1993), torna-se possível levantar, por meio de instrumentos metodológicos linguísticos, as RS dos alunos em relação ao som e a características associadas, como timbre, altura intensidade sonora.

2. Métodos e Materiais

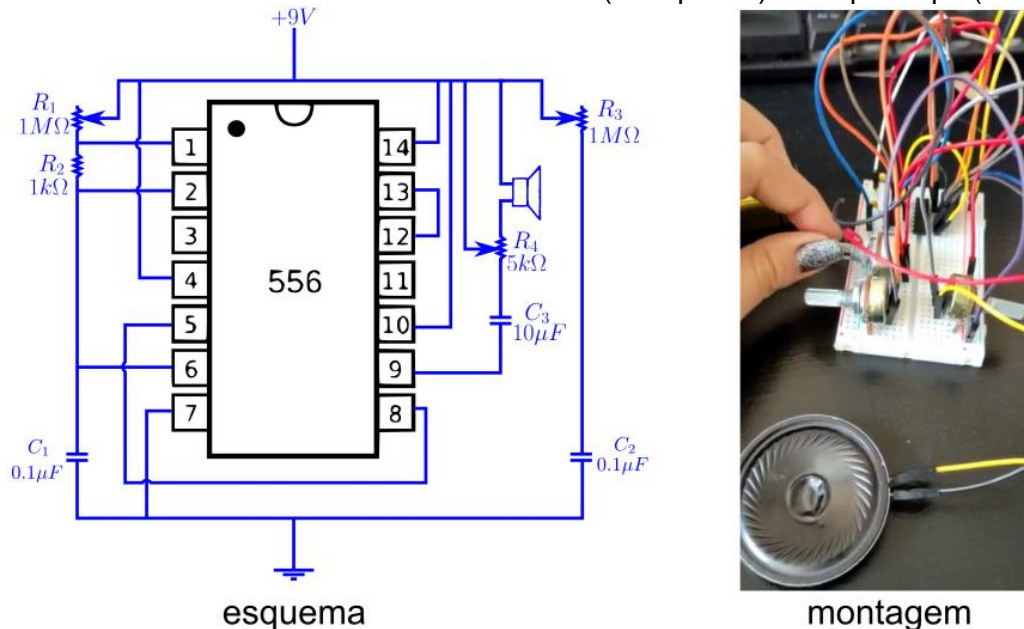
2.1 Um sintetizador analógico para o ensino de Acústica

Para a construção do sintetizador, utilizou-se dois osciladores VCO (do termo *Voltage Controlled Oscillator*) de baixo custo acoplados a resistores, capacitores e potenciômetros, conforme Figura 01, à esquerda, de modo a reproduzir um Atari Punk Console (ALLEN, 2009), ligado a um alto-falante e alimentado por uma bateria de 9V. A oscilação de um pulso no primeiro oscilador comanda parcialmente a oscilação no segundo. Variando-se a resistência elétrica nos potenciômetros indicados, tem-se uma variação sonora que muda tanto a frequência quanto o timbre.

O Atari Punk foi montado (Figura 01, à direita) em uma *protoboard* usando os seguintes componentes: um oscilador 556 (chip duplo temporizador), três potenciômetros, três capacitores, um resistor, uma bateria 9V, clipe de bateria, um altofalante de 8 Ohm e jumpers.



Figura 1: Sintetizador Atari Punk com seu circuito (à esquerda) e um protótipo (à direita)



Fonte: autoria nossa.

2.2 Levantamento de Representações Sociais via TALP

Os sujeitos de pesquisa foram 126 alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual do Espírito Santo, localizada na região da Grande Vitória, ES. A coleta de dados para a análise das RS sobre características sonoras se valeu da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) (GIACOMO, 1981). Esta técnica compõe o rol das chamadas técnicas projetivas, orientada pela hipótese de que estruturas sócio psíquicas emergem em um grupo, quando solicitados a se posicionarem sobre um objeto representacional.

Para desenvolver essa técnica, é solicitado aos sujeitos que forneçam as primeiras palavras (colhemos de forma escrita para facilitar a análise) quando lhes são expostos a um termo indutor. Os termos indutores utilizados foram Timbre (reportado a seguir) e Som, Intensidade, Frequência (em análise). Com as palavras evocadas em mãos, a análise se seguiu com o algoritmo de similaridade por porcentagem de co-ocorrência (RUSSELL; RAO, 1940) entre palavras evocadas, procedida com o ambiente estatístico R (TEAM, 2022) usando o pacote *igraph* (CSARDI; NEPUSZ, 2006) dedicado à representação e análise de redes complexas.

A escolha pela análise de redes complexas se dá por sua relação com sistemas complexos reais. O pensamento em redes comumente se remete a sistemas complexos. De maneira informal, um sistema complexo é uma grande rede de componentes relativamente simples, sem um controle central e na qual um comportamento complexo emergente é exibido (MITCHELL, 2006).

O comportamento global de um sistema complexo (da rede) é caracterizado em termos dos padrões formados e da informação que esses padrões podem processar. Entretanto o processo de formação de padrões e de processamento de informação é adaptativo ao Sistema. Por isso, os padrões de cada rede informam aspectos relativos somente a ela, sendo um rico objeto para análise que aqui utilizamos em representações culturais de um grupo em relação a um tema de ensino.

A rede de similaridade foi construída aqui tendo os nós com diâmetro proporcional à centralidade por vizinhança e as arestas com espessuras proporcionais ao índice de similaridade.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

3. Resultados e Discussões

3.1 Funcionamento do Atari Punk Console

A montagem do sintetizador analógico permitiu o funcionamento esperado, com um potenciômetro dedicado a variar a intensidade do som e os outros dois operando em conjunto, podendo variar a frequência do som desde de pulsos da ordem de unidades de Hertz até pulsos da ordem de dezenas de KHz. A variação dos pulsos combinados também permite nuances sonoras que podem estar relacionadas à forma de onda resultante. Etapas seguintes do estudo incluirão a análise espectral do som produzido pelo aparato para que seja discutida dentro do material instrucional a ser aplicado.

3.2 Rede de similaridades para a TALP com termo indutor “timbre”

A rede de similaridades para o termo indutor “timbre” possui 222 termos únicos com 151 tendo frequência igual a 1 e, por isso, retirados da análise dada a idiosincrasia inerente. Dos 71 termos restantes, 337 relações de co-ocorrência foram identificadas e estão representadas na Figura 2.

Dada a necessidade de um aspecto perceptivo do timbre, entendemos ser natural uma rede com periferia idiosincrática. O centro da rede é marcado por um elemento central (Voz) que está associado a verbos que denotam alguma ação com sonoridade (como Cantar, Falar e Gritar), as características perceptíveis do som (Agudo, Grave), a música de um modo geral (Melodia, Harmonia, Instrumento, Violão, Cantor), que do ponto de vista de Representações Sociais, são conexões marcada por elementos culturais.

Na periferia da rede, têm-se palavras com poucas conexões como Arma e Nobreza (Indicando elementos muito pessoais do indivíduo), Não Sei e Desconhecido (indicando que o aluno em questão não consegue fazer muitas associações ao termo indutor).



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

montado possa oferecer aos alunos uma oportunidade de desenvolver ambos os aspectos no processo de aprendizagem da Física.

Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a quem agradecemos. Agradecemos também ao MNPEF e ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física (PPGEnfis) do polo 12 e aos alunos e alunas que gentilmente aceitaram ser sujeitos desta pesquisa.

Referências

- ABRIC, J. A abordagem estrutural das representações sociais. Goiânia: AB, 1998.
- COUTINHO, M. P. L.; DO BÚ, Emerson. A técnica de associação livre de palavras sobre o prisma do software tri-deux-mots (version 5.2). **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, 2017.
- FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de Ciências?(Crisis in science teaching?). **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- CRUSOÉ, N. M. C. A teoria das representações sociais em Moscovici e sua importância para a pesquisa em educação. **Aprender-Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, n. 2, 2004.
- ABRIC, J.-C. Central system, peripheral system: their functions and roles in the dynamics of social representations. **Papers on social representations**, v. 2, p. 75–78, 1993.
- ALLEN, B. Circuit Bodging: Atari Punk Console. **Maxwell: Periodiek der Electrotechnische Vereeniging**, 13 (1), 2009, 2009.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, 2004.
- BEZERRA, J. DE S.; PEREIRA, R. N.; FIGUEIREDO, G. DE A. Um Bom Café: do bule ao paladar! **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, v. 1, n. Esp, 2017.
- CSARDI, G.; NEPUSZ, T. The igraph software package for complex network research. **InterJournal, complex systems**, v. 1695, n. 5, p. 1–9, 2006.
- DI GIACOMO, J.-P. Aspects méthodologiques de l'analyse des représentations sociales. **Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition**, 1981.
- FOUREZ, G. **A construção das ciências**. [s.l.] Unesp, 1995.
- MARTINAZZO, C. A. et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **Revista Perspectiva**, v. 38, n. 143, 2014.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

MITCHELL, M. Complex systems: Network thinking. **Artificial Intelligence**, v. 170, n. 18, p. 1194–1212, 2006.

MOREIRA, M. P. C. et al. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721–745, 2018.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 6. ed. [s.l.] Vozes, 2009.

PIETROCOLA, M.; DE PINHO ALVES FILHO, J.; DE FÁTIMA PINHEIRO, T. Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores De Ciências. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 131–152, 2003.

PRESTES, R. F.; SILVA, A. M. M. O ciclo dialético questionamento-argumentação-comunicação em uma proposta de estudo das questões energéticas na sala de aula de Física. **Anais do IX EPEF, 2008, Brasil.**, 2008.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2022.

ROSA, P. R. DA S. Um modelo para um trabalho interdisciplinar. **Revista Labore em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 3, 2016.

RUSSELL, P. F.; RAO, T. R. On habitat and association of species of anopheline larvae in south-eastern Madras. **Journal of the Malaria Institute of India**, v. 3, n. 1, 1940.

SOUZA, CÍCERO JAILTON DE MORAIS et al. Demonstração e análise da interferência acústica utilizando um “tubo de Quincke” e a plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.