



ARTIGO DE PESQUISA

Física acústica e a formação de professores: por um ensino-aprendizagem contextual, problematizador e interdisciplinar

Acoustic physics and teacher training: towards contextual, problematizing and interdisciplinary teaching-learning

Azevedo, J. S^{1*}, e Piol, S. M.¹

¹ Instituto em Ensino, Filosofia e História das Ciências pelas Universidades Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Bahia. e a Universidade Estadual de Feira de Santana –UEFS, Brasil.

*E-mail: jacsonsantosazevedo@gmail.com

Resumo: Este artigo almeja desenvolver uma pesquisa em física acústica em três clivagens, a saber: uma contextual, outra problematizadora e, por fim, uma interdisciplinar. A primeira e a última clivagem abordam a história e a filosofia da ciência por meio da reconstrução de aparatos históricos híbridos relacionados ao desenvolvimento da acústica, como, a título de ilustração, o Tubo de Kundt, o aparato de Lissajous e o fonógrafo de Martinville, bem como um recorte histórico de episódios controversos e do caráter interdisciplinar da acústica com a história da música, pois guardam uma relação muito estreita. Esse último caso pode ser exemplificado por meio das disputas e controvérsias envolvendo a solução analítica para corda vibrante no século XVIII. A segunda clivagem integra a pedagogia de Freire (1921-1997) e o conceito de paisagem sonora de Murray Schafer (1933-2021), ou seja, uma articulação entre a pedagogia crítica de Freire e os estudos das paisagens sonoras confeccionados pelo músico e educador canadense Schafer. Logo, visando contribuir para formação de professores, este artigo não pretende abordar soluções prontas e acabadas para os problemas que permeiam os docentes em física acústica, mas evocar reflexões críticas através de abordagens didáticas diferenciadas.

Palavras-Chaves: Ensino de Física. Física Acústica; História e Filosofia da Ciência; Paisagens Sonoras. Educação Crítica.

Abstract: This article aims to develop research in acoustic physics in three cleavages, namely: a contextual one, a problematizing one and, finally, an interdisciplinary one. The first and last cleavages approach the history and philosophy of science through the reconstruction of hybrid historical apparatuses related to the development of acoustics, such as, by way of illustration, the Kundt Tube, the Lissajous apparatus and the Martinville phonautograph, as well as a historical overview of controversial episodes and the interdisciplinary nature of acoustics with the history of music, as they have a very close relationship. This last case can be exemplified through the disputes and controversies surrounding the analytical solution for a vibrating string in the 18th century. The second cleavage integrates Freire's pedagogy (1921-1997) and Murray Schafer's (1933-2021) concept of soundscape, that is, an articulation between Freire's critical pedagogy and the studies of soundscapes carried out by the musician and educator Canadian Schafer. Therefore, aiming to contribute to teacher training, this article does not intend to address ready-made solutions to the problems that permeate teachers in acoustic physics, but to evoke critical reflections through different didactic approaches.

Keywords: Physics Teaching. Acoustic Physics; History and Philosophy of Science; Soundscapes; Critical Education.

Citação: Azevedo, J. S *et. al.*, Física acústica e a formação de professores: por um ensino-aprendizagem contextual, problematizador e interdisciplinar. (2026). Cad. Fís. UEFS, 24(01):1302.1-08.

Recebido: 23/04/2026
Aceito: 15/05/2026
Publicado: 29/05/2026



Copyright: © 2026, pelos autores. Publicação em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Problemática

A física acústica é apresentada, em geral, de maneira árida e pouco atraente, sem um ensino contextualizado e interdisciplinar que poderia incluir aspectos culturais e sócio-históricos relacionados à música e seu desenvolvimento. Ao tomar os estudos das ondas sonoras percebe-se um ensino quase única e exclusivamente calcado em análises gráficas, matematizações de fenômenos físicos ondulatórios ou mesmo atividades experimentais verificacionistas, em roteiros fechados, com pouca abertura voltada para incursões investigativas por parte dos estudantes. Embora reconheçamos a importância da construção de gráficos e de um tratamento matemático inerente ao estudo da física acústica, com este artigo, pretendemos alargar os horizontes para questões relacionadas a paisagens sonoras, música, cultura e confecção de aparatos híbridos, que correspondem a experimentos históricos imbricados ao desenvolvimento do estudo das ondas sonoras e da música.

Dialogando com a proposta supracitada, Monteiro Júnior, Medeiros e Medeiros (2003) propõem, no âmbito da educação matemática, um estudo de progressões

geométricas conectado com a compreensão de escalas cromáticas na razão $\sqrt{12:2}$ e a incorporação da música no ensino de física por meio de tubos sonoros (PEREZ BAPTISTA, 2013). Sendo assim, na contramão do ensino tradicional, baseado somente no livro didático e no quadro de giz, os autores buscaram exemplificar com o uso da música que é possível construir novas trilhas didáticas direcionadas para uma maior interdisciplinaridade da física acústica.

Nesse sentido, Monteiro Júnior (2012) relata uma experiência didática bem-sucedida com licenciandos do curso de física, por meio da elaboração de uma cadeira/disciplina totalmente voltada para o conceito de paisagens sonoras, baseada na dialogicidade freireana e, segundo o autor, sem precedentes nos cursos de graduação de física. Como resultado final o autor descreve o salto qualitativo e conceitual que os estudantes alcançaram quando da confecção de trabalhos de pesquisa voltados para decifração das paisagens sonoras selecionadas pelos próprios educandos, bem como a elaboração de consciências acústicas e melhorias dos ambientes sonoros investigados.

O ensino de física também é marcado pela equivocada centralidade que o docente faz do livro de texto em suas práticas em sala de aula, conforme indica Moreira (2018), ao levantar um debate sobre os desafios do ensino de física na contemporaneidade e a implementação de diversos recursos instrucionais almejando uma aprendizagem significativa crítica. Por conseguinte, essa cultura “livresca”, dogmática e não crítica acaba por atingir o ensino da física acústica.

De fato, segundo Monteiro Júnior e Carvalho (2011), partindo da análise de livros didáticos aprovados pelo PNLEM (2006), os resultados apontados descrevem um quadro alarmante para o estudo da ciência acústica na educação básica. Dentre os problemas elencados pelos autores nos livros didáticos, podemos frisar a distorção de conceitos importantes como timbre (MONTEIRO JÚNIOR, 2010), a presença de figuras que fortalecem concepções equivocadas a respeito da propagação do som, o uso ilustrativo da história e da filosofia que compõe o “enredo” do desenvolvimento da acústica e, principalmente, a total ausência de uma abordagem que flertasse com a concepção de paisagens sonoras. Destaca-se ainda que, em um estudo anterior, Monteiro Júnior e Medeiros (1998) já apresentavam análises preocupantes para livros didáticos quando a temática era essencialmente a mesma, demonstrando que não houve avanços significativos no intervalo de tempo considerado.

Nota-se, de acordo com o quadro introdutório supracitado, por um lado, um ensino de física acústica marcado por aulas expositivas excessivamente concentradas nos livros didáticos, no quadro-de-giz, na fala do docente como o grande repositório de respostas (MOREIRA, 2017), ou mesmo em atividades experimentais que simplesmente comprovam fenômenos oriundos de teorias estabelecidas. Por outro lado, tal quadro também permite um convite à ação/reflexão/ação para a inclusão de aspectos mais interdisciplinares e problematizadores no ensino da física acústica, quais sejam: uma viagem mais motivadora e crítica da história da acústica por meio da reconstrução de experimentos sonoros híbridos cruciais no registro de vibrações (MEDEIROS; MONTEIRO JÚNIOR, 2001); a introdução dos educandos/as na concepção das paisagens sonoras; intervenções nas paisagens sonoras investigadas visando seu aperfeiçoamento e, por último, um ensino de física acústica dialógico, perpassando pela música, pela cultura e pautado para formação de uma educação sonora crítica e não “bancária” (FREIRE, 1975).

Em vista disso, este trabalho comunica-se com uma proposta de inovação no ensino-aprendizagem da física acústica, por meio de atividades investigativas e, sendo assim, na construção de significados para conceitos científicos, imerso na ciência acústica e da música. Como exemplo, podemos trazer as concepções alternativas associadas à altura e

volume, além de conceitos como frequência e período de uma onda sonora, potência sonora, oscilações harmônicas, energia sonora, paisagens sonoras, ecologia acústica, dentre outros. Isto é, voltado para o ensino de física, esta proposta de trabalho vai permitir que o estudo da física acústica movimente-se por caminhos ainda pouco explorados uma vez que, de acordo com Monteiro Júnior (2012), tal ramo da física carece de uma abordagem problematizadora/crítica no sentido freireano, sendo comumente ensinadas pelas velhas fórmulas “decóreas”, sendo assim, uma educação fortalecedora da aprendizagem mecânica e para testagem em detrimento de uma aprendizagem não-arbitrária, não-literal e crítica (MOREIRA, 2000).

Dito isto, nosso objeto de pesquisa é desenvolver estratégias didático-pedagógicas no ensino-aprendizagem da física acústica que contemplem aspectos problematizadores, contextualizados e interdisciplinares em tal ciência. Quer dizer, nosso objeto repousa, pensando em seu caráter problematizador, no qual é viável lançar mão do conceito de paisagens sonoras cunhado por Schafer (2001, p. 23), no qual esta é compreendida como o “campo de estudo acústico” e, ainda conforme o autor, no qual qualquer ambiente ou evento ouvido pode ser caracterizado como uma paisagem sonora a ser analisada pelos sons emitidos que transportam “sua individualidade, quantidade e preponderância” (SCHAFER, 2001, p. 25).

A contextualização da física acústica pode ocorrer com o uso de reconstruções híbridas de equipamentos históricos, que forneçam o desenrolar da formulação de tópicos importantes da teoria e da experimentação do som, segundo Medeiros e Monteiro Júnior (2001). Por fim, a ciência da música liga-se com a física e a matemática ao propiciar uma comunicação com a cultura, assim como de tópicos da história da música que cruzam com referenciais físico-matemáticos, ou ainda o usufruto de instrumentos musicais na consolidação de uma perspectiva interdisciplinar (LIMA; DAMASIO, 2019; MONTEIRO JÚNIOR; MEDEIROS; MEDEIROS, 2003; MONTEIRO JÚNIOR, 2012).

2. Questão da partida: formulando estratégias didáticas

Diante do exposto, lançamos a seguinte questão de partida: como desenvolver estratégias didáticas problematizadoras, contextualizadas e interdisciplinares no ensino-aprendizagem da física acústica?

Da questão de partida, podemos evocar algumas questões subsequentes, quais sejam: imbuídos de um referencial freireano, como traçar um ensino-aprendizagem da física acústica não “bancário”? Considerando a escassez de pesquisas e produtos educacionais no Brasil em física acústica, que contemplem o uso de paisagens sonoras (MONTEIRO JÚNIOR, 2012), quais os caminhos a enveredar na elaboração de atividades pedagógicas que almejem uma aprendizagem crítica? E, finalmente, de que modo podemos fazer uso de experimentos históricos híbridos (MEDEIROS; MONTEIRO JÚNIOR, 2001) e de aspectos relevantes da ciência da música com sua interface matemática (MONTEIRO JÚNIOR; MEDEIROS; MEDEIROS, 2003; PEREZ BAPTISTA, 2013) como recurso instrucional, visando um ensino-aprendizagem da física acústica, respectivamente, mais contextualizado e interdisciplinar?

Elaborada e pensada como uma pesquisa diferenciada no ensino de física, nossa proposta de investigação no ramo da acústica pretende contribuir para enfrentar o entendimento hegemônico de educação como transferência de conhecimento. Ou seja, que devemos “depositar” nos estudantes, em nosso caso, conceitos e princípios físicos considerados prontos e acabados, assumindo que os estudantes são tábulas rasas, desprovidos de conhecimentos prévios (FREIRE, 1996).

Com base na questão de partida evocada, o objetivo do presente artigo é demonstrar, de posse de um marco teórico freireano, dos estudos acústicos de Schafer, de atividades investigativas e de tópicos da ciência da música, que o ensino-aprendizagem da física acústica pode ser mais problematizador, contextualizado e interdisciplinar.

Definido o objetivo deste artigo, vamos elencar algumas medidas ou ações que visam à execução do nosso projeto de pesquisa, quais sejam:

1) Utilizar atividades experimentais investigativas através da construção de aparatos históricos híbridos relacionados ao desenvolvimento da acústica, em consonância com um ensino-aprendizagem da física acústica contextualizado.

2) Analisar paisagens sonoras por meio da visita a espaços públicos e/ou privados, munidos de equipamentos de medição como decibelímetros (sonômetros) e frequencímetros, para estabelecer um estudo das paisagens sonoras, bem como de possíveis intervenções em tais ambientes sonoros, em harmonia com nossa proposta de um ensino-aprendizagem da física acústica problematizador e crítico.

3) Explorar a ciência da música, em uma autêntica interface entre física e música. Ou seja, um diálogo interdisciplinar, por ventura mediado pela linguagem matemática na compreensão das grandezas físicas envolvidas, no estudo das escalas de igual temperamento ou cromáticas.

3. Uma nova abordagem teórica para o ensino-aprendizagem de física acústica

Monteiro Júnior (2012) desenvolveu uma pesquisa pioneira no ensino de física acústica e educação matemática na qual aspectos culturais, musicais, históricos, sociológicos, políticos e, portanto, não somente relacionados a ciência física, são inseridos em um estudo schafariano das paisagens sonoras para uma compreensão mais problematizadora de ambientes acústicos investigados e sob uma ótica da pedagogia crítica de Freire.

Para ilustrar, no estudo sonoro de um caixa eletrônico, tomado como paisagem sonora em investigação, um grupo de licenciandos de física da Universidade Estadual Paulista (UNESP–Ilha Solteira) se muniu de um arrouço teórico-metodológico, que compreendeu uma consistente contextualização histórica que remetia aos primórdios do liberalismo econômico clássico até a fase mais avançada do capitalismo financeiro, também contando com uma análise gráfica dos sons produzidos por um caixa eletrônico no instante em que era realizado um saque em dinheiro. Ao final da investigação, os licenciandos passaram a aguçar suas percepções da realidade a partir da escuta das paisagens sonoras.

Muito embora pioneiras e, infelizmente, com pouca capilaridade nas salas de aula, as experiências didáticas diferenciadas como as desenvolvidas por Monteiro Júnior (2012), que ainda contam com mais análises de paisagens sonoras de licenciandos de física e matemática, permitem a audácia em inovar no ensino de acústica atualmente caracterizado por um “bancarismo” e em atividades experimentais verificacionistas. Por conseguinte, comumente voltado para uma aprendizagem memorística e mecânica (MORAIRA, 2012), quando deveria ser um momento de perscrutação dos fenômenos acústicos, de participação ativa e colaborativa dos estudantes, de uma aprendizagem ativa por meio de atividades investigativas.

Desse modo, ao enfatizar uma inserção histórica a respeito do desenvolvimento da física acústica fazendo uso da reconstrução de experimentos híbridos, almejamos uma contextualização sócio-histórica pensada no âmbito de uma educação sonora mais ampla como o Fonógrafo do inventor francês Leon de Martinville (1817-1879) e a Chama Manométrica do físico alemão Karl Koenig (1832-1901) (MEDEIROS; MONTEIRO

JÚNIOR, 2001). Tal perspectiva histórica não pode ser tomada com espanto, por já ser uma realidade estabelecida no ensino das ciências, mesmo admitindo a existência de um debate sobre sua eficácia (MATTHEWS, 1995), ou mesmo sobre qual história e filosofia da ciência deve ser incorporada como estratégia didático-pedagógica no ensino de física (BASTOS FILHO, 2012; MARTINS, 2007). Contudo, reconhecendo a importância de um tratamento histórico da física acústica, que perpassa por debates a respeito da natureza da ciência acústica e musical, a reconstrução de equipamentos experimentais adaptados pode desempenhar um papel crucial. Este processo não apenas descreve a “trama” e as disputas ou o desenrolar da música ocidental articulada com a história da física e da matemática (BROMBERG, 2012; LOMBARDI, 2009). Tomando como exemplo o problema da corda vibrante enfrentado por físicos e matemáticos durante o século XVIII e seus desdobramentos a partir da série de Fourier (MONTEIRO JÚNIOR, 2010), tal abordagem poderia se revelar um recurso didático enriquecedor, que contribuiria para contextualização dos estudos do som.

3.1 Paisagens sonoras: clivagem problematizadora em freire

Contando não somente com uma clivagem sócio-histórica condutora de uma contextualização para formação crítica dos educandos, o ensino-aprendizagem da física acústica deve também perpassar por uma abordagem problematizadora por meio do estudo schafferiano de paisagens sonoras (SCHAFER, 2001). Problematizadora a partir da concepção crítica freireana, segundo a qual o educador não toma o educando como “vasilhas” nas quais preenchemos com conteúdo pronto, em um simples exercício de inculcação. Segundo Freire (1996), o ensino não pode ser concebido como mera transferência de conhecimento, mas, quando pensado como uma prática libertadora, emancipatória, almejando a desconstrução da dicotomia opressor/oprimido, deve partir da realidade do educando e, posto isto, tomar suas concepções prévias como gênese do processo educativo transformador (FREIRE, 1967, 1975; NETO, 1983).

A perspectiva freireana busca propiciar um manancial teórico que, articulado com o conceito de paisagens sonoras, confeccionado pelo músico e educador canadense Raymond Schafer, a realidade social do educando pode ser capturada e transformada a partir do estudo de seus ambientes acústicos e dos eventos sonoros associados (VALENTE, 2013). Sendo assim, conforme definição de Schafer (2001, p. 366), paisagem sonora é:

“[o] ambiente sonoro. Tecnicamente, qualquer porção do ambiente sonoro vista por como um campo de estudos. O termo pode referir-se a ambientes reais ou a construções abstratas, como composições musicais e montagem de fitas, em particular quando consideradas como um ambiente”.

A paisagem sonora do educando passa a ser o habitat no qual a escuta é o principal veículo de percepção da realidade. Com isso, pretendemos incentivar um estudo mais político dos ambientes sonoros, muito além da abordagem técnico-científica da física acústica, embora este trabalho a valorize. Nesse sentido, em sua pesquisa com estudantes de matemática de Barra dos Bugres/MT, Monteiro Júnior (2012, p. 263-271) sinaliza favoravelmente na melhoria das paisagens sonoras investigadas como um mecanismo de formação política dos educandos, forjando consciências sonoras e ouvidos pensantes. Transplantado para outras paisagens sonoras tais como parques, sítios, feiras livres, ambientes arborizados, espaços de festa ruidosos, entre outros ambientes sonoros, oferece um imenso laboratório aberto para um estudo sistemático dessas paisagens sonoras. Tal

estudo de física acústica deve incluir outros conceitos schafarianos que auxiliarão na pesquisa das paisagens sonoras tais como marco sonoro, ecologia acústica, paisagem sonora hi-fi ou lo-fi, ambiente sonoro, espaço acústico, ruído, evento sonoro, projeto sonoro e esquizofonia (SCHAFFER, 2001, p. 363-368).

3.2 Interface: física, matemática e música

A ciência da música também demarca sua posição neste artigo pela sua forte afinidade com a física acústica quando consideramos aspectos físicos da música como som, ruído, timbre, período, frequência, intervalo, potência sonora, intensidade sonora, ressonância, nível sonoro, entre outros. Entretanto, nosso recorte é voltado para construir uma autêntica interface entre física e música. Muito embora não dispenseemos o tratamento quantitativo que tal diálogo usufrui, o que entendemos como ‘autêntica interface’ é no sentido de priorizar, a título de ilustração, o uso de instrumentos musicais nas abordagens didáticas (LIMA; DAMASIO, 2019; MONTEIRO JÚNIOR; MEDEIROS; MEDEIROS, 2003). A associação de sons graves e agudos com suas respectivas frequências, a captura de sons, notas musicais e intervalos produzidos por distintos instrumentos musicais acompanhada de uma análise de seus timbres (MONTEIRO JÚNIOR; MEDEIROS, 1998), que fortalece um diálogo interdisciplinar entre professores/as de física e música em órbita da educação musical, e também, por ventura, apelando para um interessante quadro histórico em torno de tópicos interdependentes entre música, física e matemática, no qual o desenvolvimento da música ocidental repousa (ABDOUNUR, 2003, p. 62-65, p. 79-87; GRILLO; BAPTISTA, 2013; LOMBARDI, 2009; PEREZ BAPTISTA, 2013).

Em uma mão, não almejamos substituir o papel fulcral do professor/a de música no qual se faz presente uma sólida educação musical que, comumente, uma formação em física não contempla. Em outra mão, existem iniciativas que pretendem aproximar os fundamentos da física acústica da formação inicial dos músicos. Basso, Farina e Jaureguiberry (2016) não poupam esforços em delinear uma metodologia alternativa, que familiarize músicos em formação com a linguagem científica da acústica, privilegiando aspectos físicos e fisiológicos do som, complementando com exercícios de escuta que identifique características anteriormente estudadas e, por último, explorando módulos breves e compactos, englobando quatro etapas em uma espiral crescente, a saber, geração, propagação, percepção e música, sendo essa última, caracterizada pela análise musical envolvendo um tratamento mais cultural.

Nesse esforço de integração, Grillo, Oliveira e Costa (2016) apresentam um quadro teórico da física acústica, que perpassa por conceitos relacionados à natureza do som, frequência, intensidade, pressão e nível de intensidade sonora. Esse quadro privilegia também aspectos elementares da acústica musical, passíveis de ser adicionados na abordagem proposta, tais como a afinação de instrumentos, o estudo da escala natural (diatônica e cromática) e da escala igualmente temperada (diatônica e cromática). Já Perez (2016) retrata a importância da apreensão dos intervalos musicais como um recurso instrucional eficaz no combate aos erros de afinação e na apropriação da linguagem musical, levantando ainda algumas ressalvas sobre o uso de tecnologia neste processo de apreensão. Também Silva e Nobre (2020) elaboraram e aplicaram uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com enfoque em aspectos e fenômenos da ondulatória, que se aportam em paródias conceituais, valendo-se, dentre outros recursos didáticos, da música. Isto é, os conceitos, experimentos e tratamentos evidenciados admitem uma maior acessibilidade aos professores de física, sem o risco de penetrar em um terreno excessivamente técnico da ciência da música e, ao mesmo tempo, incrementa a motivação ao

ensino-aprendizagem da física acústica, pensada a partir de uma clivagem interdisciplinar.

4. Considerações Finais

A ponta de lança deste artigo foi apresentar uma proposta alternativa voltada para formação inicial e continuada de professores de física por meio de três clivagens: contextual, problematizadora e interdisciplinar. A estrutura do artigo permitiu abrir novos horizontes no tocante aos estudos da física acústica e elencou alguns desdobramentos futuros, pretendendo aperfeiçoar a mão de obra que trabalha com física. Esperemos que este artigo possa lançar mão de novas propostas para formação de professores de física, em regência e formação inicial, que se encontram em contato direto com estudantes. Embora sequências ou experiências didáticas para turmas de física da educação básica sejam muito importantes tal como a construção de instrumentos musicais caseiros que articulam artes e física (ALVES et al., 2023), é imprescindível o desenvolvimento de mais artigos e materiais direcionados para formação de professores/as de física que, conforme apontam Silva e Pojar (2023), apesar do número de cursos de licenciatura em física tenha dilatado entre 2005 e 2020, o quantitativo de formandos e titulados decresceu vertiginosamente. Logo, combater a evasão na licenciatura em física também passa pela construção de uma leitura crítica da formação dos professores através de práticas e abordagens inovadoras no âmbito dos currículos desses cursos, uma vez que as desistências dos estudantes, além de pautadas por motivações econômicas, são alicerçadas no descontentamento, no desencantamento e na decepção com os cursos.

Referências

- ABDOUNOR, O. J. Da matemática à música: um passeio numérico através dos sons. In: ABDOUNOR, O. J. Matemática e música: o pensamento analógico na construção de significados. 3ª edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2003. Capítulo 1, p. 1-94.
- ALVES, T. R. A.; SANTOS, D. Z.; CORREIA, M. J. Acústica: sintonizando artes e física por meio da construção de instrumentos musicais. *A Física na Escola*, v. 21, p. 220704 (1-6), 2023
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. Carvalho, A. M. P. C. (Org.). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- BASSO, G.; FARINA, A.; JAUREGUIBERRY, F. Ensiñando acústica a los músicos. *Metal*, n. 02, p. 29-40, 2016.
- BASTOS FILHO, J. B. Qual história e qual filosofia da ciência são capazes de melhorar o ensino de física? In: PEDUZZI, L. O. Q. et al. (Org.). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRRN, 2012. Capítulo 3, p. 65-84.
- BROMBERG, C. Música e história da matemática. *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, v. 6, p. 1-15, 2012.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira em Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 03, p. 765-794, 2018.
- FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 2ª edição. Porto: Afrontamento, 1975.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. 25ª edição. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª edição. São Paulo: Atlas S.A., 2008.
- GIL-PEREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, n. 11, n. 02, p. 197-212, 1993.
- GRILLO, M. L.; BAPTISTA, L. R. Uma abordagem interdisciplinar da acústica musical. In: CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA, 44., 2013, Valladolid. *Anais [...]*. Valladolid: TecniAcústica, 2013.
- GRILLO, M. L.; OLIVEIRA, C. B. M. M.; COSTA, S. N. Fundamentos da acústica ambiental e musical no ensino de física. In: GRILLO, M. L.; PEREZ, L. R. (Org.). *Física e Música*. 1ª edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. Capítulo 3, p. 21-36.
- LIMA, D. O.; DAMASIO, F. O violão no ensino de acústica: uma proposta com o enfoque histórico-epistemológico em uma unidade de ensino potencialmente significativa. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 3, p. 818-840, 2019.
- LOMBARDI, A. M. Música e revolução científica. *Scientific American Brasil: Conquistas da Física*, v. 1: Gênios que moldaram o mundo, p. 16-25, 2009.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

- MARTINS, A. F. P. História e a filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 01, p. 112-131, 2007.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 03, p. 164-214, 1995.
- MEDEIROS, A.; MONTEIRO JÚNIOR, F. N. A reconstrução de experimentos históricos como ferramenta heurística no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. Anais [...]. Atibaia: ENPEC, 2001.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A. Distorções conceituais nos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. Ciência & Educação, v. 5, n. 02, p. 1-14, 1998.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A. Síntese ou distorção: como os livros didáticos apresentam o conceito de timbre? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. Atas [...] Porto Alegre: ABRAPEC, IF/UFRGS, 1999, p. 1-15.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Matemática e música: as progressões geométricas e o padrão de intervalos da escala cromática. Bolema, v. 16, n. 20, p. 1-18, 2003.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N. Somando funções trigonométricas: uma reconstrução didática do conceito de timbre a partir de duas experiências pedagógicas. Bolema, v. 23, n. 36, p. 597-624, 2010.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; CARVALHO, W. L. P. O ensino de acústica nos livros didáticos de física recomendados pelo PNLEM: análise das ligações entre física e o mundo do som e da música. Holos, v. 1, ANO. 27, p. 137-154, 2011.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N. Educação sonora: encontro entre ciências, tecnologia e cultura. 2012. 315 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade do Estado de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru/SP.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 2000, Lisboa (Peniche). Atas [...]. Lisboa: ENCONTRO, 2000, p. 33-45. Versão revisada e extendida.
- MOREIRA, M. A. Al final, qué es aprendizaje significativo? Revista Currículum, n. 25, p. 29-56, 2012.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino de física na educação contemporânea. Revista do Professor de Física, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.
- MOREIRA, M. A. Ensino de física no século XXI: desafios e equívocos. Revista do Professor de Física, v. 2, n. 03, p. 80-94, 2018.
- NETO, D. D. Ensino de física e a concepção freireana da educação. Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- PEREZ BAPTISTA, M. L. G. As escalas natural e temperada. In: PEREZ BAPTISTA, M. L. G.; BAPTISTA, L. R. P. L. (Org.). A Física na Música. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2013. Capítulo 5, p. 37-42.
- PEREZ, L. R. Os intervalos musicais. In: GRILLO, M. L.; PEREZ, L. R. (Org.). Física e Música. 1ª edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. Capítulo 1, p. 13-15.
- PRANDI, F.; WURM, G. Equipamiento de laboratorio de bajo costo: “Tubo de Rubens”. Revista de Enseñanza de la Física, v. 25, n. 1-2, p. 79-87, 2012.
- RUI, L. R. A física na audição humana. Textos de Apoio ao Professor de Física, v. 18, n. 1, 2007.
- SCHAFER, R. M. A afinação do mundo: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora. São Paulo: Editora UNESP, 2001.
- SILVA, F. D. J.; NOBRE, F. A. S. Paródias conceituais e uma unidade de ensino potencialmente significativa como recursos didáticos para o estudo do movimento ondulatório. Experiências em Ensino de Ciências, v. 15, n. 1, p. 411-428, 2020.
- SILVA, F. A.; POJAR, R. A evasão nos cursos de licenciatura em física: um olhar através das histórias de vida. Caderno de Física, v. 21, n. 02, p. 2601 (1-16), 2023.
- VALENTE, H. A. D. Paisagens sonoras, trilhas musicais: retratos sonoros do Brasil. Per Musi – Revista Acadêmica de Música, n. 28, p. 239-249, 2013.

Isenção de responsabilidade/Nota do editor: As declarações, opiniões e dados contidos em todas as publicações são exclusivamente de responsabilidade do(s) autor(es) e colaborador(es) individual(is) e não do Caderno de Física da UEFS e/ou o(s) editor(es). O Caderno de Física da UEFS e os editores isentam-se de responsabilidade por qualquer dano a pessoas ou propriedades resultante de quaisquer ideias, métodos, instruções ou produtos mencionados no conteúdo.