

“Vivemos em um ambiente poluído?” Uma sequência didática sobre Acústica no Ensino Médio com enfoque CTS

Rodrigo Torquato da Silva Jr¹, Roberto Barreto de Moraes², Deise Miranda Vianna^{1,2,3}

¹ Programa de Pós-graduação em Ensino de Física / Instituto de Física / UFRJ, torquatofis@gmail.com

² Programa de Pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde / IOC / Fiocruz, rbarmoraes@gmail.com

³ Instituto de Física / UFRJ, deisemv@if.ufrj.br

Resumo

No presente trabalho apresentamos uma sequência de ensino investigativa sobre acústica aplicada em uma escola pública do Ensino Médio no Rio de Janeiro com o enfoque CTS em que se investigou a poluição sonora nos ambientes internos e externos da escola. A poluição sonora é um problema ambiental comum às grandes cidades e está presente no cotidiano dos estudantes. Algumas escolas são construídas na beira de estradas e ficam expostas a fontes de ruídos que tornam o ambiente nocivo à saúde. Para investigar as propriedades do som, foram utilizados aplicativos e programas de computadores para analisar diferentes tipos de ruídos registrados pelos estudantes. Com o uso de uma Digital Audio Workstation (DAW), alguns ruídos foram analisados para auxiliar na construção do conceito de timbre e altura de um som. Os estudantes foram apresentados às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre os níveis de pressão sonora de referência para ambientes externos e internos e, com a ajuda de um aplicativo de celular, coletaram dados sobre a intensidade sonora em diferentes regiões do colégio e produziram um mapa sonoro. A atividade culminou com a produção de vídeos e cartazes alertando sobre os riscos associados à poluição sonora que foram divulgados pela escola.

Palavras-chave: Ensino por investigação, CTS, Acústica.

Contextualização

As contradições socioambientais causadas pelo desenvolvimento das grandes cidades de modo desordenado e pouco centradas nos cidadãos que nelas habitam relacionam-se diretamente à não promoção do bem-estar social e ao agravamento dos problemas ambientais tanto em escala local quanto global.

O processo de urbanização das grandes cidades brasileiras, como no caso da cidade do Rio de Janeiro, tem influência direta nos aspectos de mobilidade urbana. O “ideário rodoviário” desenvolvido ao longo do século XX resultou na construção de vias expressas, túneis e viadutos, em um processo decisivo para a expansão das cidades em direção aos subúrbios. A implantação de infraestruturas de transporte rodoviário em contextos urbanos é frequentemente associada a problemas ambientais, seja pelo bloqueio visual, pela interferência na insolação, ventilação e alterações do microclima urbano, assim como pela emissão de poluentes e ruídos sonoros por veículos automotores.

Nesse sentido, nas grandes cidades brasileiras, devido ao crescimento desordenado e à falta de planejamento urbano, o impacto da poluição sonora está presente em todos os lugares, incluindo locais onde são desenvolvidas atividades sensíveis, como o caso das escolas. Esses ambientes estão, muitas vezes,

localizados inadvertidamente em áreas expostas a fontes de ruído externo, como o trânsito de grandes avenidas (Oiticica e Gomes, 2004).

Devido a essa “ideologia rodoviarista” que permeou as políticas públicas dos municípios brasileiros por décadas a fio, não é incomum ver prédios escolares ao lado das principais vias urbanas nas cidades brasileiras, como é o caso da Autoestrada Lagoa-Barra, uma das vias automotivas mais transitadas do município do Rio de Janeiro, que fica às margens do CIEP 303 Ayrton Senna da Silva, uma escola pública estadual localizada entre os bairros da Rocinha e São Conrado (Figura 1).



Figura 1. Foto aérea da área externa ao CIEP 303 Ayrton Senna da Silva, em que pode se observar a Autoestrada Lagoa-Barra, uma das vias automotivas mais movimentadas do município do Rio de Janeiro, às margens da escola.

Fonte: Rede Faetec [editada pelos autores]

A poluição sonora se apresenta de maneira sutil, invisível e permanente, e por isso mesmo é tão perigosa, dado que seus efeitos não são imediatos, mas em longo prazo e de efeito prolongado. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o ruído excessivo prejudica gravemente a saúde humana e interfere nas suas atividades cotidianas e corriqueiras. Segundo a entidade, a poluição sonora ocupa o segundo lugar no *ranking* como maior causadora de doenças, atrás apenas da poluição atmosférica e à frente da poluição das águas. Em todo o mundo, estima-se que em torno de 5% da população mundial tem dificuldades auditivas incapacitantes (OMS, 2019).

Em ambiente escolar, níveis sonoros elevados não afetam somente a saúde humana daqueles que trabalham no local como professores e demais funcionários, mas também prejudicam a qualidade da comunicação verbal e no desempenho dos estudantes, interferindo na concentração, na escrita, no desenvolvimento da fala, no aprendizado e compreensão da leitura (Silva, 2015).

Isto posto, é importante levar todas essas problemáticas de Acústica e ruído ambiental também à sala de aula e aos conteúdos de Física transmitidos aos estudantes de Ensino Médio. O ensino de Ciências permite trabalhar a relevância dos conteúdos que precisam ser abordados, relacionando-os com questões sociais, ambientais ou mesmo com valores e hábitos culturais, momento em que pode “(...) proporcionar o desenvolvimento de novas consciências e ampliar de forma mais plena as potencialidades da vida na sociedade e no ambiente” (Moraes, 2006, p. 44).

O Ensino CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) na Educação Básica visa à promoção da educação científica dos cidadãos, assegurando a aquisição de conhecimentos, habilidades e valores para a vida em sociedade, propiciando aos educandos uma leitura crítica do mundo, e a consequente democratização das decisões em temas sociais que envolvem ciência e tecnologia (Auler, Dalmolin e Fenalti, 2009). Nessa perspectiva, é importante desvelar os mitos que atravessam as práticas ambientais e científico-tecnológicas do tema para se evitar posturas reducionistas por parte dos estudantes no trato das questões socioambientais, como é o caso das altas intensidades de ruído sonoro, que tanto cercam seus cotidianos.

Por ser um problema presente constantemente na vida dos estudantes, a poluição sonora se apresenta como um problema a ser investigado e compreendido de maneira mais ampla e aberta. A partir da identificação da poluição sonora como um problema ambiental presente no dia a dia dos estudantes, é possível trabalhar o tema com problematizações envolvendo medições de níveis de pressão sonora e a caracterização do ambiente do ponto de vista da qualidade sonora.

Em uma sala de aula em que são privilegiados o diálogo e a reflexão dos alunos sobre os assuntos científicos é possível pensar na formação de um cidadão crítico e capaz de tomar decisões de maneira autônoma. De acordo com Sasseron (2015), “Alfabetização Científica, ao fim, revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento.” Para alcançar a Alfabetização Científica é preciso pensar não só na estrutura da sala de aula, mas também no currículo e na preparação das aulas.

O diálogo daquilo que é visto em sala de aula com as situações que se mostram importantes na vida do estudante é um poderoso motivador para as investigações e para que a SEI a ser desenvolvida tenha sucesso. O encontro do conhecimento científico com a realidade vivida na sociedade promove um ambiente mais propício para o desenvolvimento das atividades na escola.

Descrição da experiência relatada

A atividade investigativa apresentada neste trabalho foi planejada e produzida para ser aplicada na escola estadual CIEP 303 Ayrton Senna da Silva, localizada entre os bairros de São Conrado e Rocinha e que atende, majoritariamente, alunos oriundos da comunidade da Rocinha.

Os CIEPs (Centros Integrados de Educação Pública) são escolas públicas do Rio de Janeiro que possuem estruturas padronizadas e foram planejadas dentro do projeto educacional de Darcy Ribeiro, então Secretário de Educação do Estado do Rio de Janeiro durante o governo de Leonel Brizola na década de 1980. O projeto original para os CIEPs tinha como objetivo a construção de centros educacionais que funcionariam em tempo integral e atenderiam a população do Rio de Janeiro oferecendo educação, esporte, saúde e lazer.

A arquitetura dos CIEPs apresenta construções em concreto sem nenhum tipo de revestimento. As salas possuem tetos e paredes que favorecem a reverberação das ondas sonoras, tornando as salas de aula ambientes mais ruidosos que o normal (Castro, 2009). Além disso, as salas de aula foram projetadas ao redor dos corredores de maneira que todo o ruído gerado pela aglomeração de pessoas é transmitido para dentro das salas de aula sem qualquer outra saída.

As questões arquitetônicas da escola seriam suficientes para construir uma discussão rica com os estudantes acerca da poluição sonora, no entanto, existem outros fatores que tornam a questão da poluição sonora mais urgente quando são observados os arredores da escola.

O CIEP 303 Ayrton Senna da Silva foi construído às margens da Autoestrada Lagoa-Barra, uma das mais movimentadas avenidas da cidade do Rio de Janeiro. Em dias de semana, no horário comercial, a via fica completamente congestionada com o excesso de veículos e produz ruídos sonoros intensos que podem ser registrados dentro das salas de aula da escola.

Em frente à escola, situa-se ainda o Complexo Esportivo da Rocinha, que oferece atividades esportivas como natação, judô e futebol a partir das 7h da manhã. Ao passo que nos fundos da escola encontra-se também um estacionamento de ônibus escolares que começam suas manobras às 6h da manhã e só encerram as atividades às 18h. Com tamanha geração de ruídos nos arredores do CIEP em questão, a qualidade sonora da escola passa se tornar um problema central a ser investigado.

A comunidade da Rocinha é uma das maiores da América Latina e é residência da maior parte dos alunos do CIEP 303 Ayrton Senna da Silva. Em geral na comunidade as casas são construídas de alvenaria com fachadas muito próximas umas às outras (por vezes até compartilhando paredes) e com muitas unidades em pouco espaço. Assim, os ruídos produzidos nas casas normalmente são escutados pelos vizinhos em função da proximidade das residências.

Por ser uma região da cidade em que o poder público não se faz presente costumeiramente, problemas com o excesso de ruídos são comuns nessas regiões. Os bailes funks e as serestas costumam produzir ruídos acima do nível aceitável para uma região residencial à noite (e normalmente duram a noite inteira). Somados às questões da arquitetura da região, nota-se que a poluição sonora é um problema latente pertencente ao cotidiano dos estudantes da escola.

Sequência de Ensino por Investigação

A sequência didática foi aplicada em turmas do 3º ano do Ensino Médio em duas aulas de 100 minutos cada, com diversas atividades investigativas sendo propostas para os estudantes.

O problema inicial proposto foi a investigação de ruídos nos ambientes em que os alunos passam parte do seu tempo: o professor sugeriu que registrassem ruídos do seu cotidiano, através de recursos tecnológicos disponíveis como aplicativos de seu celulares, e enviassem os arquivos com as gravações realizadas por e-mail antes do início da primeira aula. Os registros enviados envolviam sons de avenidas, ruídos de uma sala de estar, música intensa de uma igreja vizinha, sons de chuva, além de diversos outros sons do cotidiano dos alunos e alunas.

No início da primeira aula, o professor utilizou um programa de computador para abrir os arquivos enviados pelos alunos e, com o auxílio de uma caixa de som, os reproduziu. Os estudantes foram questionados a respeito da familiaridade daqueles sons, as respostas confirmaram a presença daqueles ruídos em seus cotidianos, e constatou-se que muitas vezes os estudantes não percebiam voluntariamente a existência desses sons.

O professor introduziu então o problema que seria investigado pela turma através de um questionamento: “Vivemos em um ambiente poluído?”. Os estudantes lembraram que existem diversos tipos de poluição, que a poluição sonora seria um destes tipos, e que para responder à pergunta seria necessário investigar melhor as propriedades do som.

O programa de áudio utilizado foi uma *Digital Audio Workstation* (DAW), que é comumente utilizada para o processamento de sons na área de produção musical. Com este programa é possível investigar e processar diversas características do som gravado. Uma das ferramentas disponíveis é o equalizador, que permite a representação do som de maneira gráfica, apresentando a intensidade sonora tanto por tempo quanto também por frequência em um dado instante.

Na Figura 2 encontra-se a representação de um dos registros apresentados pelos alunos. O som gravado por um dos estudantes foi o ruído de uma avenida em que estão pessoas conversando e em um determinado momento um som de buzina proveniente de uma motocicleta pode ser percebido. É possível verificar na Figura 2 os instantes em que ocorrem picos de intensidade sonora quando a buzina é acionada. Esse tipo de representação apresenta características (temporais) importantes de uma onda sonora.



Figura 2. Intensidade x tempo: Ruídos sonoros de uma avenida movimentada.

Fonte: Os autores

Uma outra maneira de representar um som é através da apresentação gráfica da intensidade sonora de cada frequência que compõe aquele som. Para observar esta representação em uma DAW é preciso abrir um *plugin* equalizador. Assim, o programa irá apresentar as intensidades de cada uma das frequências que compõem aquele ruído naquele instante (através de uma FFT). Na Figura 3 encontra-se a representação da intensidade por frequência em um instante do ruído de rua movimentada registrada pelos estudantes.

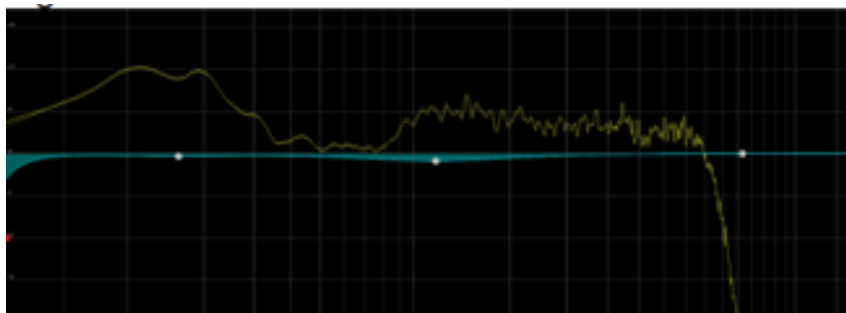


Figura 3. Registro instantâneo das frequências que compõem o som do ruído de rua movimentada.

Fonte: Os autores

A partir da discussão e observação dos diferentes gráficos de intensidade por frequência produzidos pelo programa foi possível identificar características que definem um ruído e diferenciam os ruídos de um som melódico de um instrumento musical, por exemplo. O professor apresentou como exemplos gravações dos sons produzidos por um trompete e por uma guitarra. Os alunos foram questionados quanto às diferenças nos gráficos produzidos por sons de instrumentos musicais e por sons de ruídos.

Uma breve sistematização foi feita sobre o conceito de altura de um som, em que as notas gravadas de um trompete foram apresentadas através da representação espectral de sua intensidade. É possível perceber que o som gravado é composto por diversas frequências (chamadas de harmônicos) e que a frequência fundamental caracteriza a altura daquela nota (Figura 4).



Figura 4. Representação das frequências que compõem notas musicais em um trompete.

Fonte: Os autores

O professor sugeriu então a leitura de um texto sobre poluição sonora¹, e debateu com os estudantes alguns problemas relacionados ao assunto. Os alunos dividiram experiências sobre a quantidade de ruídos que estão submetidos durante o dia. Relatos sobre uma avenida muito movimentada que corta a comunidade da Rocinha (a Estrada da Gávea) e que possui alto fluxo de ônibus, carros, caminhões e motos, gerando altos níveis de ruído sonoro. Igrejas e festas (bailes funks) surgiram na discussão como fontes de ruídos em horários noturnos, gerando desconforto e atrapalhando o sono.

Para finalizar o primeiro encontro, os alunos foram instruídos a fazer algumas medições do nível de pressão sonora em diferentes ambientes da escola utilizando um aplicativo de celular. Os estudantes constataram que os ambientes escolares possuíam níveis de intensidade sonora acima do adequado nos corredores, banheiros e nas salas de aula, chegando em certos momentos a apresentar 80 dB dentro de sala de aula – mesmo com os alunos em silêncio.

A partir dos dados coletados, o professor solicitou que os alunos repetissem em casa as medições feitas na escola, e que retornassem com os novos dados obtidos no próximo encontro (que ocorreria em uma semana). A investigação feita em casa agora seria realizada com mais conhecimentos sobre o som e a coleta de dados seria feita com o aplicativo já baixado nos celulares.

¹ <https://www.invivo.fiocruz.br/saude/poluicao-sonora/> (Acessado em 20 nov 2023)

No início do segundo encontro o professor fez uma apresentação com os principais resultados obtidos na aula anterior e introduziu o conceito de intensidade sonora. Foram mostrados aos estudantes informações a respeito das normas² da ABNT sobre a medição de níveis de intensidade sonora em ambientes externos e internos e os níveis adequados para escolas e salas de aula.

Os alunos foram então organizados em grupos e o professor propôs a construção de um mapa sonoro da escola. A construção do mapa sonoro foi feita através de medições realizadas pelos estudantes em locais estratégicos. A partir dos dados coletados, os alunos puderam colorir a imagem fornecida (representada na Figura 5) e produzir um mapa sonoro com os espaços mais ruidosos e menos ruidosos da escola.

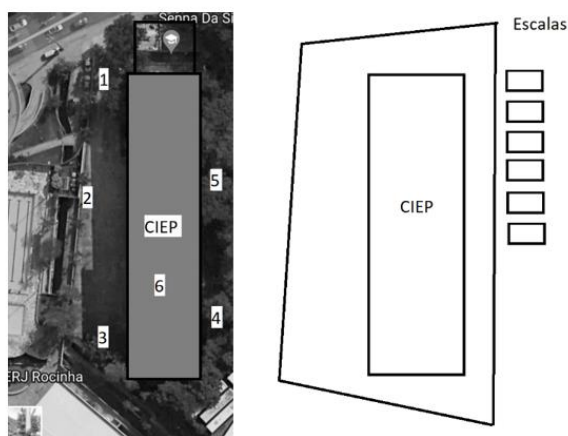


Figura 5. Imagens utilizadas para referência na construção do mapa sonoro da escola.

Fonte: Os autores

Após a construção do mapa sonoro, o questionamento inicial foi retomado: “Vivemos em um ambiente poluído?” Os estudantes puderam concluir que a qualidade sonora da escola não estava de acordo com os níveis de intensidade sonoras adequados. Para finalizar os encontros, os alunos produziram comunicações através de cartazes e vídeos alertando a comunidade escolar sobre os riscos da poluição sonora.

Discussão

O estudo das ondas sonoras e do som muitas vezes está relacionado com a cinematografia ou com a música, deixando de lado aspectos importantes deste conteúdo que possui relação direta com problemas que a sociedade enfrenta cotidianamente.

O problema da poluição sonora é pertinente e oferece oportunidades de aprendizagens colocando o estudante como ator central nas atividades em sala de aula, construindo ferramentas argumentativas que auxiliarão na tomada de decisão consciente sobre assuntos que afetam a saúde do indivíduo.

² ABNT NBR 10151:2019: “Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral”, e ABNT NBR 10152:2017: “Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.”

A SEI desenvolvida promoveu o engajamento dos alunos na atividade e possibilitou que uma avaliação acerca da Alfabetização Científica seja realizada através de uma posterior análise dos indicadores da alfabetização científica.

Além dos conhecimentos adquiridos, a Abordagem CTS pode auxiliar os estudantes no desenvolvimento de competências que serão úteis no seus cotidianos, como a capacidade de analisar situações problemáticas e procurar possíveis soluções de forma responsável, para que no futuro, ao enfrentar decisões difíceis relacionadas às melhores práticas ambientais, como no caso do respeito aos níveis sonoros confortáveis para a vida em sociedade, poderão propor ações que minimizem os impactos da poluição sonora.

Cidades pensadas e construídas para automóveis foram elaboradas a partir de uma compreensão limitada de meio ambiente como natureza apartada do ser humano, que colocou a sociedade em uma posição isolada, desconexa do meio que a cerca.

A degradação ambiental em todas as suas formas é uma preocupação cada vez mais presente em todo o mundo, sendo uma realidade que necessita de ser alterada e ultrapassada. Isto implica uma mudança urgente na Educação Básica, a fim de formar cidadãos críticos que busquem as melhores condições socioambientais possíveis para a existência humana em suas comunidades e no planeta como um todo.

Referências

AULER, D., DALMOLIN, A. M. T., FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. Alexandria **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

CASTRO, C. D. M. S. O Espaço da Escola na Cidade – CIEP e Arquitetura Pública Escolar. **Dissertação de Mestrado**, FAU, UnB. 2009.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. Editora: Cengage Learning, 2020. p.1-20.

MORAES, R. **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. 2ª edição. Editora Ijuí: Ijuí/RS, 2006.

OITICICA, M. L. G. R, GOMES, M. L. B. O estresse do professor acentuado pela precariedade das condições acústicas das salas de aula. **Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Florianópolis, Brasil, p. 2539-2546, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Data and statistics**. Dinamarca, 2019.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SILVA, M. T. Educação Sonora. **Revista Cadernos de Gestão e Empreendedorismo, Rio de Janeiro**, v. 3, n. 2, 2015.