

IMPACTO FISIOLÓGICO DA POLUIÇÃO SONORA: UMA ANÁLISE INTEGRADA DAS QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM E MEDIDAS DE INTENSIDADE SONORA, ATRAVÉS DA METODOLOGIA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Millena Lima Ferreira ¹
Laércia Maria Bertulino de Medeiros ²

RESUMO

O presente estudo desenvolveu um produto educacional para o Ensino Médio, abordando conceitos de som, fisiologia auditiva e poluição sonora, com base na abordagem didática dos Três Momentos Pedagógicos (3MP). O produto compreende uma sequência de ensino, incluindo duas sugestões de roteiros experimentais, aplicáveis dentro e fora da sala de aula, e foi implementado em uma turma de segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Humberto Lucena, em Campina Grande-PB. Os dados foram coletados através de atividades em sala e um formulário *online* do Google, e a sequência de ensino foi desenvolvida em dez aulas, com frequência de duas aulas por semana. Esta pesquisa visou conscientizar estudantes sobre os efeitos prejudiciais da poluição sonora na saúde e reduzir a lacuna no estudo do sistema auditivo, promovendo uma interação eficaz entre professor e aluno por meio da dialogicidade entre saberes tradicionais e conhecimento científico. Como resultado, o produto educacional demonstrou ser uma estratégia eficaz no ensino da Ondulatória, especialmente na interação entre onda sonora e ouvido, e indicou potencial para estudos interdisciplinares entre Física e Biologia. A utilização de experimentos interativos, simulações e aplicativos em 3D foi fundamental para aproximar os estudantes de um tema intuitivo, geralmente abordado de forma conteudista e matematizada, contribuindo significativamente para o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Acústica, intensidade sonora, poluição sonora, sequência de ensino, ensino de física.

INTRODUÇÃO

O início de cada ano letivo representa um desafio para os professores, que enfrentam turmas diversas e suas respectivas heterogeneidades. Em tempos de questionamento científico, docentes de Ciências, especialmente de Física, frequentemente ouvem dos alunos: “Para que estudar Física?”. Embora ocorram frequentes avanços nas Ciências e Tecnologia, enfrentamos diariamente um desafio significativo na aprendizagem: a falta de motivação e desinteresse dos estudantes,

¹ Professora de Física na rede estadual da Paraíba – SEE/PB, millenalferreira@gmail.com;

² Professora de Psicologia e da Pós Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, laercia.medeiros@servidor.uepb.edu.br;



agravados pelo crescente uso de fones de ouvido em sala de aula, inclusive durante avaliações.

O uso de recursos tecnológicos, como fones de ouvido, integra nossa cultura. Muitos utilizam-nos para ouvir música durante exercícios, deslocamentos ou até mesmo para estudar. Na escola, esse hábito cresce, pois o ambiente propicia socialização, troca de experiências e autoconhecimento. Para Grinspun (2007 apud Oliveira, 2013) essa noção de pertencimento é essencial na maturação do jovem e as relações estabelecidas com os amigos são mais igualitárias do que aquelas estabelecidas com os pais, além de envolverem escolhas e comprometimento. Acreditamos que a influência das relações de amizade possa estar relacionada ao uso frequente de fones de ouvido em ambientes escolares.

Esse uso constante de fones de ouvido pode estar associado à falta de concentração, dificuldades de aprendizagem e exposição a altos níveis de ruído, gerando poluição sonora e problemas de saúde, tais como dor de cabeça, hipertensão e perda auditiva. Segundo a otorrinolaringologista Tatiana Alves Monteiro, do Hospital Sírio-Libanês em São Paulo: “Todo e qualquer ruído perturbador ou indesejado que afeta os seres humanos e mesmo a vida selvagem está poluindo o meio ambiente” (Bernardo, 2022).

O ouvido pode suportar, sem danos ao sistema auditivo, sons de até 80 decibéis de maneira contínua. No entanto, recomenda-se não ultrapassar 40 decibéis para garantir segurança auditiva. Adolescentes, por serem usuários constantes, exageram no volume, sem perceber o risco de danos auditivos a longo prazo, incluindo zumbido. Na representação em *decibel*, uma multiplicação na intensidade sonora equivale a uma soma. Quando a intensidade sonora é multiplicada por 2, ou seja, “dobrada”, aproximadamente 3 decibéis são acrescidos ao nível de intensidade sonora (Santos, 2019).

O zumbido é um sinal de alerta precoce para perda auditiva, e o excesso de barulho gerado pelo uso inadequado de dispositivos tecnológicos pode agravar o problema. Em uma reportagem publicada no jornal Folha de Londrina (Pereira Filho, 1999), o médico otorrinolaringologista Dr. Ricardo Borges afirma que a sensação de ouvir ruídos sem que exista uma fonte no ambiente que gere tal ruído, também conhecido como “zumbido fantasma”, afeta 17% das pessoas no mundo, sendo o terceiro pior problema de saúde, em primeiro e segundo lugar estão a “dor” e a “tontura”, respectivamente.

Conforme a Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15) da Portaria MTB nº 3.214/1978 (Brasil, 2020), o limite de exposição a ruído contínuo é de 85 decibéis por até



oito horas diárias. Para cada acréscimo de cinco decibéis, o tempo máximo de exposição é reduzido pela metade.

Apesar da proibição do uso de fones de ouvido em sala de aula estabelecida pelo Regimento Escolar, os alunos continuavam a utilizá-los. Além disso, até o ano passado, o uso de celulares era permitido, mas com a promulgação da Lei nº 15.100/2025 (Brasil, 2025), essa prática foi proibida. A partir de agora, a escola cumprirá rigorosamente a legislação, restringindo o uso de celulares a situações excepcionais, como atividades pedagógicas específicas.

Nesse contexto, o professor desempenha um papel crucial. É essencial que o professor oriente os estudantes a adotarem hábitos saudáveis e a usarem os dispositivos móveis de forma responsável, o que terá um impacto positivo e significativo no desempenho acadêmico e no desenvolvimento de habilidades críticas para o sucesso em seus estudos e carreiras profissionais futuras. A compreensão dos alunos pelos professores requer uma abordagem dialógica, como sugerem Freire e Shor (1986), é preciso que a fala do professor não seja uma fala imponente, que limite a manifestação dos alunos, gerando como reações o silêncio e a sabotagem.

A escola desempenha um papel fundamental na formação de hábitos saudáveis dos alunos, incluindo orientação sobre uso responsável de dispositivos eletrônicos como fones de ouvido. Assim, podemos dizer que, durante a preparação dos estudantes tanto no sentido cognitivo quanto à sua formação do caráter, devemos levá-los a uma reflexão sobre suas atitudes que refletem em seu comportamento, uma vez que a escola tem também uma estrutura sociocultural, como bem colocado por Magalhães (2004 apud Oliveira, 2013).

A análise dos conteúdos curriculares deve considerar a realidade local, permitindo uma conexão entre a experiência vivida pelos estudantes e os conteúdos apresentados nos materiais didáticos e meios de comunicação. Cabe à escola aproximar a comunidade escolar do seu entorno, possibilitando que o conjunto social se torne agente ativo nas ações e decisões locais. Dessa forma, o estudante sai da condição de espectador e assume a sua condição de agente social capaz de articular, problematizar e intervir em sua comunidade pela junção dos saberes científicos e tradicionais (Santos, 2023). Para Freire (1987) é quando os alunos se sentem mais desafiados que tendem a criar novas compreensões de novos desafios que vão surgindo, dessa forma, os educandos vão sendo problematizados como seres no mundo que buscam responder aos desafios.



Durante muito tempo, na educação básica, a abordagem dos conceitos de som e em especial o estudo da acústica apresentou-se de maneira descontextualizada e com uma linguagem matemática inacessível para a maioria dos educandos. Este cenário foi modificado com as recomendações dos PCN + de Física (Brasil, 1999), que apontam para um ensino interdisciplinar e fortemente ligado às questões da modernidade, bem como ao mundo da informação e da tecnologia, tendo, como um dos Temas Estruturadores, os conteúdos de som, imagem e informação (Carneiro, 2021).

Para Vasconcelos e Brito (2014), a educação problematizadora é aquela capaz de fazer com que o oprimido tome consciência de sua condição e da relevância de se ter consciência disto, ou seja, da importância de ser um cidadão que sabe que já foi inconsciente (alienado) e reconhece as implicações dessa alienação. Entende-se que somente assim será possível a educação de indivíduos capazes de agir criticamente e de fazer uso das informações que o processo educacional lhes dá para transformar efetivamente a realidade em seu próprio benefício.

Considerando a poluição sonora um problema invisível entre os jovens e a educação científica como uma ferramenta essencial para a conscientização, propomos a seguinte questão de pesquisa: Como podemos promover a conscientização sobre os impactos negativos da poluição sonora entre estudantes através do ensino de Física?

O presente estudo visou conscientizar os estudantes sobre os impactos negativos que a poluição sonora traz à saúde, utilizando-se da dialogicidade entre o saber tradicional e o conhecimento científico através do ensino de Física. Para alcançar esse objetivo, foram desenvolvidas atividades focadas em: relacionar altura do som com frequência das ondas sonoras; descrição da anatomia do ouvido humano; compreensão da percepção auditiva; mensuração da intensidade sonora em diferentes ambientes escolares; manuseio de decibelímetros; desenvolvimento de habilidades em trabalho em equipe, pesquisa e análise de dados; aperfeiçoamento de habilidades de escrita, comunicação e apresentação; identificação de fontes de poluição sonora; exposição dos impactos negativos da poluição sonora e conscientização da comunidade escolar sobre a importância da redução da poluição sonora.

Este trabalho objetiva fornecer aos estudantes conhecimentos sobre os efeitos nocivos da poluição sonora na saúde, abordando conceitos fundamentais de som, fisiologia auditiva e poluição sonora. Empregando o aplicativo Sound Meter, desenvolvemos estudos sobre intensidade sonora em salas de aula, propondo uma



Justifica-se esta pesquisa pelo desenvolvimento do ensino de som nas salas de aula da educação básica, visando mudanças de hábitos que minimizem a poluição sonora, contribuindo para o ensino de Física e a Educação Ambiental.

Com base no referencial teórico que orientou nossa pesquisa, apresentaremos a seguir as etapas das atividades contempladas no produto educacional proposto. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) destacam que a polissemia do termo conteúdo e seu emprego no cotidiano escolar pode levar à interpretação dicotômica de que o conteúdo do conhecimento universal sistematizado constitui apenas produto dado, sem



Na última aula do segundo momento pedagógico, foi realizado um experimento que permitiu visualizar o comportamento da onda sonora para cada tipo de som emitido, e os estudantes tiveram a oportunidade de manipulá-lo. Posteriormente, ainda nesta aula, foi exibida uma reportagem sobre a poluição sonora, abordando os limites permitidos e o dispositivo de medição da intensidade sonora, o que serviu como uma transição para o terceiro momento pedagógico, aplicação do conhecimento. Após a apresentação da reportagem, os alunos tiveram acesso ao aplicativo que seria empregado para realizar as medições. Receberam orientações sobre como utilizá-lo e, em seguida, realizaram o download em seus dispositivos.



Durante o terceiro momento pedagógico, compreendido entre as aulas 6 e 10, os alunos realizaram as medições e coleta de dados. Neste período, foram apresentadas tabelas que relacionam níveis sonoros e seus efeitos, bem como a tabela da NR15, que estabelece o tempo máximo de exposição permitido. Essa dinâmica proporcionou o embasamento necessário para a aula 10, na qual foi realizada uma retomada do questionamento inicial e desenvolvidas estratégias para solucionar o problema em questão.

A avaliação final, realizada na aula 10, teve como objetivo avaliar se os estudantes haviam modificado sua compreensão sobre a relação entre altura e volume, além de identificar se estavam cientes dos riscos associados à exposição a ruídos e destacar a importância da temática ambiental nas aulas de Física. A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002). Nossa relação com o meio ambiente ganha cada vez mais evidência. Para entender os problemas e agir sobre eles, a educação ambiental é extremamente necessária (Santos, 2023).

REFERENCIAL TEÓRICO

A melhoria no ensino de física está diretamente relacionada à formação continuada do professor, pois é por meio dela que o docente se atualiza sobre as últimas teorias da aprendizagem, desenvolve suas habilidades e práticas em educação, e reflete sobre sua prática pedagógica, visando melhorar o ensino e o aprendizado de seus alunos, em consonância com as necessidades do século XXI. É fundamental compreender os processos de aprendizagem humanos e desenvolver métodos de ensino mais eficazes, com o objetivo de criar ambientes de aprendizagem mais favoráveis. A partir do conhecimento de novas teorias da aprendizagem, o professor poderá alcançar resultados mais significativos.

Diversas teorias da aprendizagem existem, cada uma apresentando uma perspectiva única sobre o processo de aprendizagem humano. Entre as teorias mais relevantes, destacam-se a teoria behaviorista, a teoria cognitiva e a teoria social cognitiva. É fundamental que o docente tenha conhecimento das diferentes teorias, a fim de selecionar a mais apropriada para cada situação de aprendizagem específica. Compreendendo a realidade onde este estudo foi realizado, sentimos curiosidade em saber



o que os alunos conheciam sobre os malefícios causados pela poluição sonora. Apoiadas nas ideias da dialogicidade no ensino e na investigação temática de Paulo Freire, optamos por um processo de formação que conscientizasse e transformasse a realidade dos participantes. Foi assim que chegamos aos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco.

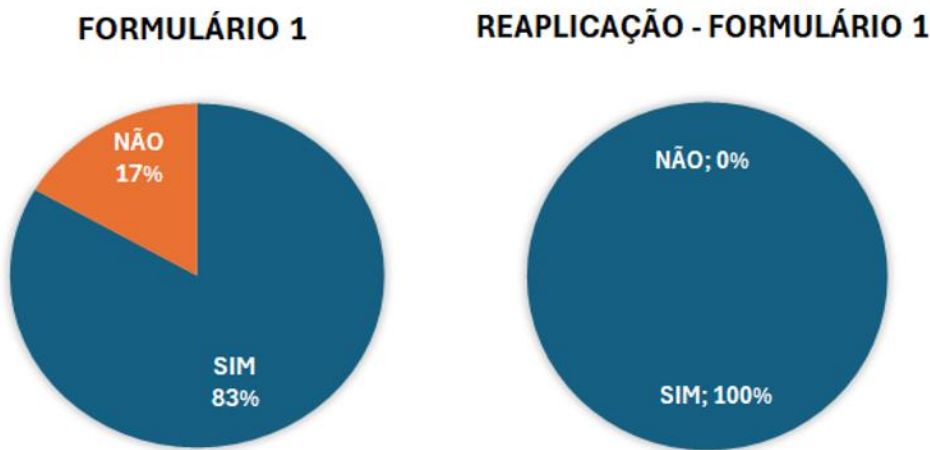
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência de ensino foi aplicada de 15 de outubro à 12 de novembro de 2024, em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, no turno da tarde, em uma escola pública regular de Campina Grande - PB.

A intervenção foi desafiadora devido à proximidade do fim do ano letivo e ao calendário escolar concorrido. A realidade da comunidade escolar nos obrigou a adaptar e reorganizar algumas etapas planejadas, o que não contradiz a relação horizontal entre professor-aluno preconizada por Freire.

Os resultados da aplicação e reaplicação do questionário demonstraram um aumento na percepção da poluição sonora como mal (Figura 1).

Figura 1 – Reconhecimento da poluição sonora como um mal invisível entre os alunos



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Analisando os 44% dos 18 alunos que apresentaram evolução em suas concepções sobre poluição sonora (Figura 2), observamos que 11% mencionaram problemas como estresse, insônia e impactos na saúde física e mental, conceitos ausentes nas respostas iniciais, mas presentes após a intervenção. Outros 33% dos dados apresentados na Figura



2 são particularmente positivos, pois refletem a absorção de conceitos discutidos durante as aulas, como propagação de ondas, intensidade sonora, frequência, fontes de poluição e conscientização.

Figura 2 – Análise da evolução das respostas após a intervenção educacional
COMPARAÇÃO PRÉ E PÓS-INTERVENÇÃO



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Considerando os resultados obtidos e os desafios enfrentados, a intervenção mostrou-se eficaz, mesmo que 56% dos alunos não tenham apresentado evolução (Figura 2). A pesquisa encontrou obstáculos comuns na realidade escolar, como infraestrutura inadequada, cancelamentos, eventos e ausências frequentes. A análise das respostas mostrou que uma parcela dos alunos não se esforçou para responder ao questionamento na reaplicação do formulário, repetindo uma frase anterior. Na segunda aplicação, as respostas foram similares, com um caso de resposta extremamente concisa. Além disso, a ausência desses alunos em algumas aulas da sequência pode ter contribuído para esse resultado. Outro obstáculo foi a falta de cinco alunos na segunda aplicação do questionário, incluindo três que haviam apresentado respostas inicialmente promissoras, devido a uma convocação para uma reunião com a direção escolar. Diante disso, a experiência é considerada bem-sucedida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência de ensino promove um planejamento estruturado, alinhando objetivos e atividades, estimula o desenvolvimento gradual de conceitos e habilidades, e



oferece um cenário educacional inovador, conforme relatado pelos estudantes na avaliação final do nosso projeto. Com base na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, o produto educacional demonstrou ser uma estratégia eficaz no ensino da Ondulatória, uma vez que os alunos envolvidos na presente pesquisa, em sua maioria, não conheciam os conceitos básicos da Ondulatória e demonstraram evolução, como podemos ver na análise dos resultados, especialmente na interação entre onda sonora e ouvido. Além disso, o produto indica potencial para estudos interdisciplinares entre Física e Biologia. A utilização de experimentos interativos, simulações e aplicativos em 3D foi fundamental para aproximar os educandos de um tema intuitivo, geralmente abordado de forma conteudista e matematizada, contribuindo significativamente para o processo de ensino e aprendizagem.

A incorporação de temas ambientais nas aulas de Física do Ensino Médio é fundamental para uma formação científico-tecnológica integral. A poluição sonora, abordada em nossa atividade didática, demonstrou ser um tema relevante para o nível médio, promovendo participação ativa, engajamento e conscientização sobre questões sociais e ambientais. Para Vasconcelos e Brito (2014), a educação problematizadora é aquela capaz de fazer com que o oprimido tome consciência de sua condição e da relevância de se ter consciência disto, ou seja, da importância de ser um cidadão que sabe que já foi inconsciente (alienado) e reconhece as implicações dessa alienação. Entende-se que somente assim será possível a educação de indivíduos capazes de agir criticamente e de fazer uso das informações que o processo educacional lhes dá para transformar efetivamente a realidade em seu próprio benefício.

A abordagem da acústica por meio da temática da poluição sonora proporciona um ensino mais significativo e relevante, aumentando o interesse dos alunos, pois permite conectar conceitos fundamentais a situações cotidianas, incluindo o ambiente escolar.

Verificou-se que metodologias inovadoras são eficazes em nossa sociedade globalizada, criando um ambiente propício para participação ativa e crítica dos alunos, e transformando-os em participantes engajados. Para Freire (1987) é quando os alunos se sentem mais desafiados que tendem a criar novas compreensões de novos desafios que vão surgindo, dessa forma, os educandos vão sendo problematizados como seres no mundo que buscam responder aos desafios. É fundamental ressaltar que, além de fomentar a formação dos alunos, também é necessário que os professores passem por um processo de capacitação contínua, especialmente em áreas interdisciplinares como Física e Biologia. Outro aspecto relevante é a infraestrutura escolar, que pode interferir no



sucesso da pesquisa, necessitando de soluções criativas para superar limitações de acesso à internet.

Analisando a aprovação da metodologia utilizada, verificamos que os alunos não apenas a aprovaram, mas também sugeriram sua aplicação em ambientes externos à escola. Além disso, observamos que estudantes tímidos começaram a participar mais ativamente após atividades interativas.

A importância da contextualização no ensino e o ambiente dialógico proporcionado pela estratégia de ensino utilizada permitiram que os alunos identificassem a ciência em seu cotidiano, promovendo um avanço na forma de pensar e uma aprendizagem mais significativa. Este progresso foi evidenciado na análise dos resultados do presente estudo, por meio das atividades desenvolvidas ao longo da sequência de ensino. Notadamente, os alunos passaram a fornecer respostas que demonstravam compreensão da relação entre a intensidade sonora, especialmente em ambientes urbanos, e a qualidade de vida. Por exemplo, eles citaram o ruído de motos, um tema que anteriormente gerava risos, mas agora é abordado com seriedade e compreensão. Durante as aulas em que exploramos a percepção auditiva por meio do aplicativo Mozaik Education e da dinâmica do experimento "Estátua", os alunos expressaram surpresa ao descobrir a importância do labirinto para a audição e o equilíbrio. Uma análise comparativa das respostas antes e depois da aplicação do formulário revelou que 44% dos estudantes passaram a reconhecer a poluição sonora como um problema ambiental e de saúde pública, e refletiram sobre a responsabilidade individual na redução dessa poluição. Assim, a sequência de ensino em questão contribuiu para uma maior conscientização entre os estudantes sobre os efeitos nocivos da poluição sonora e visa inspirar professores de física a adotarem abordagens participativas e interativas.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, André. **Poluição sonora: um problema do barulho (e de saúde pública).** Disponível em: <https://saude.abril.com.br/medicina/poluicao-sonora-um-problema-do-barulho-e-de-saude-publica>. Acesso em: 1 maio 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 dez. 2012.

BRASIL. **Norma Regulamentadora No. 15 (NR-15).** PORTARIA N.º 3.214, 08 DE JUNHO DE 1978. (DOU de 06/07/78 - Suplemento). "Aprova as Normas



Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho”. 2020.

BRASIL. Presidência da República. **LEI Nº 15.100, DE 13 DE JANEIRO DE 2025.** “Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica”. Brasil, 2025.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CARNEIRO, Jéssika Lapa Falcão. **O ensino do som como fenômeno situado:** o que contam professores de um Programa de Residência Pedagógica em Física. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia:** o cotidiano do professor. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. (Coleção Educação e Comunicação).

MOZAIK DIGITAL EDUCATION AND LEARNING. **O ouvido e o aparelho auditivo.** Cenas 3D (conteúdo interativo). Disponível em: <https://www.mozaweb.com/pt/lexikon.php?cmd=getlist>. Acesso em: 9 out. 2024.

OLIVEIRA, Denilson Alves de; CAMARGO, Akemi Teramoto de. **Poluição sonora:** o uso de fone de ouvido. Artigo, 2013. Disponível em: < http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uepg_cien_artigo_denilson_alves_de_oliveira.pdf>. Acesso em: 26 abril 2024.

PEREIRA FILHO, Edson. **Um tormento chamado zumbido 'fantasma'.** Matéria publicada na Folha de Londrina em 31 de dez de 1999. Disponível em: <https://www.bonde.com.br/saude/corpo-mente/um-tormento-chamado-zumbido-fantasma-84526.html>. Acesso em: 23 abril 2024.

SANTOS, Bernúbia Almeida; COSTA, Maria Helena Carvalho da; VIANA-BARBOSA, Celso José. **Interação professor-aluno em sala de aula:** uma visão a partir de uma ferramenta para análise de discurso. Artigo. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10471/13/48.pdf>. Acesso em: 21 junho 2024.

SANTOS, Márcia Maria. **Educação Ambiental para o Ensino Básico.** São Paulo: Contexto, 2023. 144 p.

VASCONCELOS, Maria Lúcia; BRITO, Regina Helena Pires de. **Conceitos de Educação em Paulo Freire:** Glossário. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes; São Paulo, SP: Mack Pesquisa – Fundo Mackenzie de Pesquisa, 2014.

