



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE FÍSICA

ROSIANE BARATA CORRÊA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS EM AMBIENTE VIRTUAL E
REAL**

ANANINDEUA-PA

11/2022

ROSIANE BARATA CORRÊA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS EM AMBIENTE VIRTUAL E
REAL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciatura em Física, pela Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Junior.

ANANINDEUA-PA

11/2022

ROSIANE BARATA CORRÊA

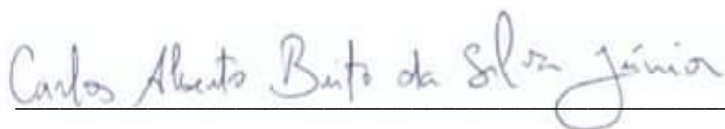
UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS EM AMBIENTE VIRTUAL E REAL

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciatura em Física, pela Universidade Federal do Pará.

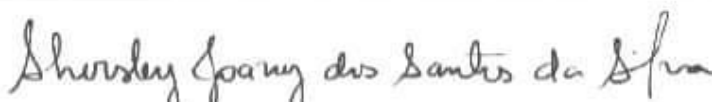
Conceito Final: Excelente

Aprovado em: 30/11/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior
Orientador – FACFIS/CANAN/UFPA



Profa. Dra Shirsley Joany dos Santos da Silva
Examinadora Interna – FACFIS/CANAN/UFPA



Prof. Dr. Vicente Ferrer Pureza Aleixo
Examinador Interno – FACFIS/CANAN/UFPA

ANANINDEUA-PA

11/2022

FICHA CATALOGRÁFICA

<http://bcficat.ufpa.br/>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C824p Corrêa, Rosiane Barata.
Uma proposta de ensino de ondas sonoras em ambiente virtual
e real / Rosiane Barata Corrêa. — 2022.
56 f.

Orientador(a): Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua, Curso de
Física, Ananindeua, 2022.

1. Sequência Didática (SD). 2. Três Momentos
Pedagógicos (3MP). 3. Ondas Sonoras . 4. App Sound Meter .
5. Decibelímetro . I. Título.

CDD 530

Aos meus amados pais Ricardo e Vitória pelo apoio incondicional durante a minha trajetória acadêmica.

Ao meu querido tio João Batista Corrêa (in memoriam) que sempre acreditou nos meus sonhos, mas se foi tão cedo sem ter a oportunidade de ver a minha conquista e deixando eterna saudade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ser essencial em minha vida, meu refúgio e minha fortaleza na hora da angústia.

À minha querida família que jamais deixou de incentivar, que sempre me deu força nos momentos de dificuldade, principalmente, aos meus amados pais Ricardo e Vitoria por terem acreditados em mim, por terem sonhado comigo e feito o impossível para a realização desse sonho.

À minha amada filha Lohandra Almeida que apesar de ser tão pequena, sempre me incentivou e compreendeu muito bem minha ausência durante parte da sua infância. “Menina dos meus olhos” que me orgulha a cada dia.

À minha querida “prima irmã”, Missilene Barata, por todo o apoio prestado durante toda a minha jornada acadêmica, pelas vezes que saiu da sua zona de conforto para ajudar no que eu precisava. Eternamente grata.

Ao Prof. Esp. Tiago dos Santos Dias, orientador do meu primeiro Estágio Supervisionado que hoje se tornou um grande incentivador dos meus sonhos, amigo e parceiro de projetos. Profissional excelente a quem eu me inspiro todos os dias.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, minha imensa gratidão pela dedicação e sabedoria em transmitir seus conhecimentos, por toda a paciência em acompanhar este trabalho com tanta gentileza e profissionalismo. Meu muito obrigado!

À Universidade Federal do Pará- UFPA pela grande oportunidade concedida para a realização de um sonho.

A todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial, aos professores Prof. Dr. Vicente Ferrer, Prof. Ms. Antônio Gomes, Profa. Dra. Shirsley dos Santos, Profa. Dra. Darlene Teixeira e Profa. Dra. Luciana Gonzalez, pelo profissionalismo e sempre estarem dispostos a ajudar e passar seus conhecimentos. Meus muitíssimos agradecimentos.

Aos colegas da turma de graduação 2017 por terem me recebido tão bem, pelos incentivos e trocas de conhecimentos, por terem concedido um leque de novas amizades, em especial, aos amigos Eliezer e Alexsandro que sempre estiveram do meu lado. Jamais esquecerei.

Não poderia deixar de agradecer ao meu amigo Emerson Ferreira da turma de 2016, pelo grande apoio prestado durante o curso e principalmente durante a produção deste trabalho. Por ter tido toda paciência possível para me ouvir durante as inúmeras vezes que mudei o tema da pesquisa e fiquei confusa, por acreditar verdadeiramente em mim e me passar grande segurança para eu continuar. Minha eterna gratidão!

Em fim, meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram e torceram pela realização desse sonho.

”Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”

Paulo Freire (2005)

ROSIANE BARATA CORRÊA

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS EM AMBIENTE VIRTUAL E REAL

RESUMO

Nem sempre os conteúdos apresentados em sala de aula despertam o interesse e atenção do aluno. O ensino de física, assim como qualquer outra ciência, requer estratégias metodológicas que busquem interligar o contexto sociocultural do aluno com os conceitos teóricos estudados, para que assim, desperte sua curiosidade e promova a construção de novos conhecimentos. Além de proporcionar um ensino mais prazeroso. Neste sentido, este trabalho visa elaborar uma proposta metodológica de ensino de ondas sonoras em ambiente virtual e real que seja mais atraente e interessante para o aprendizado do aluno. Para tanto, buscou-se fundamentos em referenciais teóricos recentes, a fim de contextualizar a temática da pesquisa. Com relação aos procedimentos metodológicos, foi elaborada uma sequência didática (SD) com embasamento nos três momentos pedagógicos (3MP), abordando o conteúdo das ondas sonoras (som) e poluição sonora por meio da ferramenta tecnológica do Smartphone e *App Sound Meter Smart Tools*., que funciona como um *decibelímetro* para calcular em unidades de decibéis o nível de intensidade sonora de determinados ambientes, possibilitando executar uma atividade investigativa a ser adotada por professores e alunos para facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, foi importante para conscientizá-los sobre as consequências causadas devido à poluição sonora relacionada à saúde humana.

Palavras chaves: Sequência didática (SD); Três Momentos Pedagógicos (3MP); Ondas sonoras; App Sound Meter; Decibelímetro.

ROSIANE BARATA CORRÊA

A PROPOSAL FOR TEACHING SOUND WAVES IN A VIRTUAL AND REAL ENVIRONMENT

ABSTRACT

The contents presented in the classroom do not always arouse the interest and attention of the student. Physics teaching, like any other science, requires methodological strategies that seek to interconnect the student's sociocultural context with the theoretical concepts studied, so that, thus, arouse their curiosity and promote the construction of new knowledge. In addition provide a more pleasurable teaching. In this sense, this work aims to develop a methodological proposal for teaching sound waves in a virtual and real environment that is more attractive and interesting for student learning. For that, foundations were sought in recent theoretical references, in order to contextualize the research theme. Regarding the methodological procedures, a didactic sequence (DS) based on the three pedagogical moments (3PM) was elaborated, addressing the content of sound waves (sound) and noise pollution through the technological tool of the Smartphone and *App Sound Meter*, which works as a decibel meter to calculate in decibel units the sound intensity level of certain environments, making it possible to carry out an investigative activity to be adopted by teachers and students to facilitate the teaching-learning process. Also, make them aware of the consequences caused due to noise pollution related to human health.

Keywords: Following teaching; Three Pedagogical Moments (3PM); Sound waves; App Sound Meter; Decibel meter.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Fluxograma dos 3MP..... | 19 |
| Figura 2: Organograma das Etapas dos 3MP's..... | 20 |
| Figura 3: Representação da propagação do som..... | 23 |
| Figura 4: Níveis de intensidade sonora.. .. | 25 |
| Figura 5: Gráfico de Impactos de ruídos à Saúde | 27 |
| Figura 6: Medições via App Sound Meter Smart Tools..... | 31 |
| Figura 7: Gráfico de conversação normal a 1 metro | 32 |
| Figura 8: Gráfico de toque de telefone. | 32 |
| Figura 9: Tela principal do Sound Meter dB | 33 |
| Figura 10: Histórico de gravações Sound dB | 33 |
| Figura 11: Tela principal do Db medidor de som | 34 |
| Figura 12: Histórico do Db medidor de som | 34 |
| Figura 13: Caixa de Som. | 37 |
| Figura 14: Charge Poluição Sonora. | 38 |
| Figura 15: Vídeo do Youtube. | 38 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Impactos de ruídos à Saúde | 27 |
| Quadro 2: Etapas da atividade | 36 |
| Quadro 3 : Medições do ambiente | 40 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| APP | Aplicação ou Aplicativo |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| CTS | Ciência Tecnologia e Sociedade |
| DB | Decibéis |
| ENCI | Ensino de Ciência por Investigação |
| ERE | Ensino Remoto Emergencial |
| LDBEN | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional |
| 3MP | Três Momentos Pedagógicos |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| SEI | Sequencia De Ensino Investigativo |
| SD | Sequencia Didática |
| TDIC | Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação |
| TIC | Tecnologia da Informação e Comunicação |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 2.1. O Ensino de Física a partir dos PCN's | 17 |
| 2.2. Ensino de Física por Investigação | 18 |
| 2.3. Ondas Sonoras | 21 |
| 2.3.1. Qualidades Fisiológicas do Som..... | 22 |
| 2.3.1.1. Altura do Som..... | 22 |
| 2.3.1.2. Timbre..... | 23 |
| 2.3.1.3. Intensidade e Nível Sonoro..... | 23 |
| 2.4. Poluição Sonora | 24 |
| 2.5. Atividades Experimentais para o Ensino de Física | 28 |
| 2.6. Recursos Tecnológicos para o Ensino de Física | 29 |
| 2.6.1. A utilização do <i>smartphones</i> (celular) para o Ensino de Ondas Sonoras..... | 30 |
| 2.6.2. O <i>funcionamento</i> do <i>App no smartponhe</i> , conforme as informações do Fabricante (adaptado)..... | 30 |
| 3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 35 |
| 3.1. Proposta Metodológica | 35 |
| 3.2. Procedimentos Metodológicos | 35 |
| 3.2.1. Etapa 1 - Reunião com a direção da escola e com os pais para autorização do uso do celular durante a atividade | 36 |
| 3.2.2. Etapa 2 - Aplicação da Atividade..... | 36 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 41 |
| REFERÊNCIAS | 43 |
| ANEXOS | 47 |

1. INTRODUÇÃO

Na busca por melhorias no ensino, a educação brasileira, em especial o ensino de física, tem apresentado estratégias formuladas para superar as metodologias tradicionais baseadas em transmissão de informação sem criticidade, as quais vêm sendo questionadas por não ser mais satisfatória a realidade escolar. A necessidade de inovar a prática docente se intensificou durante a pandemia da covid-19, em que o ensino precisou adotar novas alternativas e o uso das tecnologias atuais se tornou a principal ferramenta para o desenvolvimento do ensino remoto emergencial - ERE.

Em vista disso, várias propostas de ensino de física estão sendo desenvolvidas através de atividades que exigem a participação plena do aluno, no sentido de relacionar os fenômenos naturais com a realidade atual para a construção e apropriação do conhecimento científico.

Tais propostas de ensino buscam seguir as orientações estabelecidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais+ (PCN+) que são diretrizes elaboradas para nortear a prática pedagógica na educação básica. De acordo com os PCN+, o ensino de Física, no nível médio, deve buscar: “construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002, p. 59).

Nesta linha de pensamento, atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta que: “Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir” (BRASIL, 2018, p. 61). Por tanto, é necessário que o professor busque contextualizar os conceitos teóricos que estão sendo apresentados ao aluno com acontecimentos ocorrentes no meio em que este aluno está inserido, no intuito de provocar o seu pensamento crítico, tornando-o um ser ativo e participativo dentro e fora da sala de aula.

Nessa perspectiva, Michelotti, Lovato e Loreto (2020) acreditam que as atividades práticas e experimentais estimulam e despertam o interesse do aluno e com isso tornam o ensino mais prazeroso. Pois, possibilita uma relação entre aluno e professor, a qual favorece a definição de conceitos e a construção de novos conhecimentos. Nessa mesma direção, Moro e Rossatto (2019) comprovam que: “o uso das tecnologias digitais na educação pode proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor-aluno interativa e dialógica” (MORO E ROSSATTO 2019, p. 298)

Uma das estratégias usadas para favorecer a construção do conhecimento científico e promover no aluno o pensamento crítico da realidade que o cerca, é o ensino por investigação, defendido por diversos pesquisadores, tais como: Carvalho (2013) e Sá (2009). Esses pesquisadores propõem o uso de atividades investigativas a fim de promover no aluno o desenvolvimento das habilidades cognitivas e o raciocínio. Nesse sentido, as atividades investigativas devem partir da exposição de um problema inicial, valorizando os conhecimentos prévios, apresentados através de materiais significativos para o aluno, pois assim, poderá despertar o seu interesse para aprender.

Em 2021, em um trabalho de pesquisa no qual foi desenvolvida uma atividade investigativa sobre o tema “som”, os autores relatam que:

O envolvimento dos alunos no trabalho de pesquisa nos permite inferir que a situação problema foi encarada pelos alunos como um verdadeiro problema a ser investigado e, em relação ao aprendizado de Física, foi possível observar a abordagem dos conceitos relacionados ao som durante as apresentações, como pretendido no planejamento, em vários momentos dos trabalhos apresentados. (DE FIGUEIREDO, 2021).

Conforme o fragmento, o ensino de física por investigação favorece a aprendizagem dos alunos, pois possibilita um ambiente de interação, no qual o aluno passa a ser um investigador e o professor mediador e organizador do processo. Dessa forma, as atividades investigativas abrem espaço para discussões, promovendo o engajamento e a autonomia de aluno.

Diante de todo esse contexto, o presente trabalho buscou apresentar uma proposta metodológica para o ensino de ondas sonoras (som) e poluição sonora, com o objetivo de facilitar o processo de ensino aprendizagem através de aulas mais atraente e interessante para os alunos. Para tanto, foi elaborada uma sequência didática, utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos (3MP) como base metodológica.

Essa sequência foi ordenada para abordar o tema de “som”, com a finalidade de medir o nível de intensidade sonora por meio da utilização do *Smartphone* e *App Sound Meter Smart Tools*, de modo a relacionar o tema abordado com a questão social: poluição sonora e seus efeitos na realidade local. A referida proposta de ensino foi elaborada para ser aplicada em turmas do 2º ano do ensino médio de rede pública estadual.

Como a proposta deste trabalho é apresentar uma atividade que pode ser desenvolvida tanto em ambiente virtual, quanto em ambiente real, se faz necessário, a utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), como programas e aplicativos que podem ser utilizados para dar suporte às aulas, exemplo: Socrative, Google Meet, Zoom entre outros.

Para o desenvolvimento deste trabalho, esta pesquisa foi dividida em quatro capítulos: o primeiro capítulo trata-se da introdução. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, que contextualiza a temática da pesquisa, apresentando trabalhos recentes e relevantes. O terceiro capítulo é a apresentação da metodologia e procedimentos metodológicos, que integra a atividade investigativa, experimental e tecnológica no ensino de Física e, por fim, o quarto capítulo, apresenta as considerações finais, destacando as perspectivas futuras, bem como, a relevância dessa proposta metodológica para o ensino de física e para possíveis resoluções de problemas na sociedade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico do presente trabalho é composto por seis tópicos, na seguinte ordem: O Ensino de Física a partir dos PCNs, Ensino de Física por Investigação, Ondas Sonoras, Poluição Sonora, Atividade Experimental para o Ensino de Física e, por fim, Recursos Tecnológicos para o Ensino de Física.

2.1. O Ensino de Física a partir dos PCNs

Em dezembro de 1996, é promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) com o número 9394/96, que define e regulariza a organização da educação brasileira, inspirada nos princípios da liberdade e solidariedade humana. Em complementação a LDB é elaborado os PCNs, como recomendação para o sistema de ensino.

Para os PCNs do ensino médio, a Física é compreendida como o campo de conhecimento basilar para a formação da cultura contemporânea. Dessa forma, deve ser apresentada como:

Um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presente tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolve, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. (BRASIL, 2002, p. 56).

Nesse sentido, o ensino de Física deve estar diretamente relacionado à construção do conhecimento científico, através dos processos naturais e tecnológicos como instrumento para a compreensão do mundo. No entanto, é necessário trabalhar as competências do ensino de forma integrada a outras áreas de conhecimento, pois: “as competências em física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competência de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos”. (BRASIL, 2002, p. 56).

Nesse contexto, Freitas (2021) destaca que a BNCC: “estipula na área de ciências da natureza e suas tecnologias a necessidade de formação para os desafios contemporâneos com viés cidadão, fortalecendo o pensamento crítico e responsável em diversos cenários” (FREITAS, 2021, p. 03). Ainda segundo o autor, embora as orientações da BNCC evidenciem a necessidade de mudanças na ação educativa, o que ainda se percebe é que há resistência por parte de alguns professores que preferem trabalhar com o ensino teórico tradicional. Em alguns casos, essa preferência está ligada a dificuldade de ensinar de outras maneiras, à dificuldade de acompanhar os avanços tecnológicos ou até mesmo pela carga

horária excessiva. Isso acaba gerando no aluno o mau desempenho nas atividades, a falta de interesse pela disciplina e, principalmente, uma visão alterada do que é ciência, pois o ensino não oferece a condição necessária para a compreensão do conteúdo.

Mirana (2016) acredita que os alunos apresentam essa concepção negativa do ensino de Física por acharem a disciplina difícil de compreender, desinteressante e desmotivadora. Para a autora, esta visão equivocada dos alunos é consequência do distanciamento entre as aulas teóricas e as aulas práticas, ou seja, atividades que interliguem os conceitos teóricos à realidade do aluno.

Conde (2021) refere-se à física como uma ciência essencial para desenvolvimento tecnológico e que deve ser apresentada de maneira que facilite a compreensão dos conteúdos, principalmente daqueles que exigem mais esforço para aprender. “A aprendizagem da Física implica que os alunos compreendam conceitos e princípios do mundo natural que, muitas das vezes, não são visíveis, tais como as ondas sonoras, a energia ou os átomos” (CONDE, 2021, p 8).

Diante do exposto, pode-se considerar então, a atividade experimental e investigativa como possível solução para o ensino-aprendizagem da disciplina de física. Já que a prática experimental potencializa o senso investigativo dos alunos despertando o interesse, a criatividade e a curiosidade para novas descobertas e, assim, torna prazeroso o ato de aprender.

2.2. Ensino de Física por Investigação

Há alguns anos o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) tem se tornado tema de discussão por diversos pesquisadores que defendem a estratégia de ensino voltada para atividades investigativas. Nos últimos anos, essa estratégia de ensino tem acompanhado o progresso da tecnologia e apresentado grandes avanços contribuindo de forma significativa para o ensino ciência, principalmente para o ensino de física.

Azevedo (2006) define a atividade investigativa como uma estratégia importante para a construção de conhecimento científico em geral. O autor ainda menciona que essa estratégia busca apresentar questões e problemas abertos para serem investigados e que é necessária uma atenção maior na aplicação da atividade, pois:

[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica. Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. (AZEVEDO, 2006, p. 21).

Para Carvalho (2013) o ensino por investigação deve partir da exposição de um problema inicial, buscando relacionar o conteúdo com situações vivenciadas no cotidiano. Nesse sentido, a autora propõe o EnCI através de sequências de ensino investigativas (SEI),

na qual as atividades devem ser planejadas:

[...] do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições para trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (CARVALHO, 2013, p. 9).

Ainda segundo Carvalho (2013), não deve ser apresentado qualquer tipo de questão como um problema a ser investigado, se faz necessário contextualizar o problema com a realidade do aluno, de maneira que os motive a investigar. Dessa forma, todas as atividades desenvolvidas a partir do problema devem induzir o aluno ao conhecimento do conteúdo, possibilitando que esse aluno levante hipóteses e argumente de forma crítica a respeito do problema investigado.

Desde 1991, Delizoicov e Angotti defendem o uso de atividades investigativas como uma das ferramentas importantes para a construção do conhecimento científico e, nessa perspectiva, os autores apresentam uma sequência didática (SD) denominada de “Três Momentos Pedagógicos”, ver Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma dos 3MP.



Fonte: Delizoicov (1991).

A proposta dos 3MP's foi criada por Delizoicov e Angotti e apresentada pela primeira vez no livro Física em 1991 e, aprofundada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), enfatizando a importância da abordagem para a estrutura curricular da construção dos conceitos científicos que contrapõe ao modelo curricular tradicional apresentado no conteúdo das disciplinas.

Em 2014, Muenchen e Delizoicov apresentaram detalhes da origem da metodologia em seu trabalho de pesquisa. Logo adiante, Bonfim e Nascimento (2018) realizaram uma revisão literária na qual investigaram a produção acadêmica sobre a metodologia dos 3MP's.

Atualmente, essa metodologia tem sido inserida nas estratégias de ensino utilizadas por alguns professores para a construção do conhecimento científico a partir de situações reais. A proposta busca apresentar ao aluno o conhecimento científico para que ele possa conhecer, entender e intervir na realidade do mundo natural, social, político e econômico a fim de ajudar a solucionar tais problemas na sociedade.

De acordo com Carvalho (2021), os 3MP's é uma abordagem de ensino compreendida como uma atividade ativa, que busca priorizar o aluno, tornando-o protagonista do processo de ensino-aprendizagem. Por tanto é apresentada em três etapas descritas na Fig. 2.

Figura 2: Organograma das Etapas dos 3MP's



Fonte: Ritter (2017).

Primeiro momento: “problematização inicial” (PI), neste momento é apresentado ao aluno um tema gerador para ser debatido em sala de aula a fim de absorver o conhecimento prévio do aluno a respeito do tema proposto para depois introduzir o conhecimento científico.

Neste momento o professor apresenta situações reais vivenciadas pelos alunos desafiando a expor suas concepções sobre tal problema. Por tanto, o papel do professor no PI é fomentar discussões, questionamentos e dúvidas permitindo ao aluno uma leitura crítica da realidade.

Na concepção de Freitas (2021):

Existe a absoluta necessidade do levantamento das ideias prévias dos estudantes como primeira etapa no ensino de qualquer assunto. Isto fornecerá aos professores o ponto de partida para o planejamento de suas aulas e evidenciará, eventualmente, quais organizadores prévios ao assunto principal da aula devem ser apresentados aos estudantes para que ocorra a ancoragem adequada, garantindo a assimilação não-arbitrária do conteúdo. (FREITAS 2021).

Segundo momento: “organização do conhecimento” (OC), é o momento que introduz o conhecimento científico necessário para a compreensão da PI. É neste momento que o professor planeja e organiza o que irá trabalhar em sala de aula. Por tanto, neste momento o professor pode usar metodologia ativas e recursos didáticos disponíveis para a construção e apropriação do conhecimento.

Terceiro momento: “aplicação do conhecimento” (AC), representa as atividades que demonstram o conhecimento construído ao longo do processo, ou seja, é neste momento em que os alunos são habilitados a retornar à PI, articulando o conceito científico aprendido e aplicando o conhecimento em situações reais.

Freitas (2021) assegura que as atividades experimentais investigativas geram impactos positivos na aprendizagem do aluno. Nesse trabalho o autor faz uma comparação com as aulas tradicionais e ressalta que nas atividades investigativas o aluno se mostra mais motivado a aprender e consegue obter melhor compreensão dos conceitos físicos envolvidos.

Conforme Souza (2015), o estudo de ondas mecânicas é fundamental e necessário para que o aluno possa compreender vários fenômenos naturais, tais como o Som, pois também servirá como base para o entendimento em outras áreas da física.

De acordo com Steffani *et al* (2014): “o som é um tema fascinante e envolvente, que pode ser amplamente explorado por professores de ciências, de matemática, de física, de música ou de biologia, até porque, é um tema de grande interesse para a maior parte dos alunos” STEFFANI *et al.*, 2014, p. 2).

Diante das colocações da autora acerca desse assunto, apresentaremos no próximo capítulo o conteúdo de ondas sonoras suas definições e características.

2.3. Ondas Sonoras

Neste tópico serão abordados os principais conceitos que foram utilizados na aplicação: ondas sonoras, som e poluição sonora.

Conforme Halliday e Resnick (2009), ondas sonoras são ondas mecânicas e são estudadas pelas leis de Newton através da acústica, a qual engloba a propagação de ondas

sonoras de qualquer frequência e em qualquer meio. As ondas mecânicas podem ocorrer de dois tipos essenciais, sendo ondas longitudinais, nas quais as oscilações são paralelas à direção a sua propagação e as ondas transversais que por sua vez envolvem oscilações perpendiculares à direção em que a onda propaga. De modo geral, denomina-se onda sonora como sendo qualquer onda longitudinal.

O som é produzido por uma fonte sonora que se propaga em meios materiais podendo ser sólidos, líquidos e gasosos no qual estabelece uma série de distúrbios mecânicos relacionados entre si que podem sensibilizar nossa audição.

Segundo Diniz (2020), as ondas sonoras apresentam vibrações cujas frequências audíveis podem impressionar o ouvido humano na faixa de 20 Hz até 20.000 Hz e esse intervalo varia de acordo com a idade de cada pessoa. Quando a onda possui frequência inferior a 20 Hz é denominada de infrassom, quando ela possui frequência superior a 20.000 Hz denomina-se de ultrassom.

Carrasco e Azevedo Jr (2003) classificam em grupos as vibrações mecânicas e as ondas associadas. O primeiro denominado de ultrassom, é o qual a frequência é considerada baixa, não sendo possível o som ser percebido pelo ouvido humano, já o segundo grupo, é o do som, considerado o espaço da audição humana, essa faixa é conhecida como áudio frequência e, por fim, o terceiro grupo conhecido como ultrassom, que possui frequência muito alta, no qual o ouvido humano também não consegue perceber o som.

Em relação às propriedades da onda sonora, a velocidade de propagação depende do meio se comportando de forma particular em cada um deles. Nos sólidos pelo fato das partículas se encontrarem mais próximas umas das outras a onda se desloca com uma velocidade mais elevada se comparada ao deslocamento nos líquidos que por sua vez se deslocam mais rapidamente que nos gases pelo mesmo motivo anteriormente mencionado. (SILVA FILHO 2022, p 13).

2.3.1. Qualidades Fisiológicas do Som

O som possui três tipos de qualidades fisiológicas sendo: altura, timbre e intensidade.

2.3.1.1. Altura do Som

A altura é a característica que nos leva a avaliar se o som é “grave” ou “agudo”, pois é a frequência de vibração da fonte sonora considerada baixa ou alta. Por tanto um som pode ser considerado mais agudo, quando maior for sua frequência, e será considerado mais grave quanto menor for sua frequência.

De acordo com Diniz (2020), essa relação entre altura e frequência foi comprovada por Hooke em 1681, através de uma experimentação na qual, apertou-se um cartão contra os

dentadas de uma roda dentada em rotação, chegando à conclusão de que quanto maior a frequência do giro, mais agudo seria o som produzido.

2.3.1.2. Timbre

Segundo Rodrigues (2022), o timbre possibilita distinguir uma mesma nota musical, tocada numa mesma altura, identificando qual instrumento está produzindo o som, como exemplo: o violão, o piano, a flauta e até mesmo pela voz humana. Essa diferenciação dos sons é feita pelos perfis dos sons emitidos, pois possui relação com o espectro que envolve uma onda sonora.

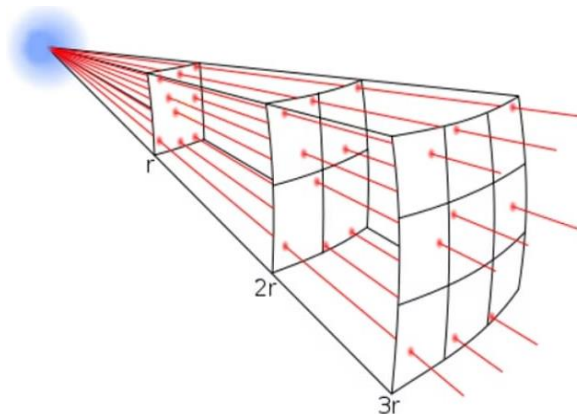
Santos (2022) diz que para compor uma nota tocada por qualquer instrumento musical, ocorre a emissão de diferentes sons de frequências múltiplas os quais se contrapõem e os sons de frequência menores formarão o som fundamental e os sons com frequências múltiplas, constituirão os harmônicos.

2..1.3. Intensidade e Nível Sonoro

De acordo com Halliday e Resnick (2009), a intensidade está relacionada com a energia que a onda transporta através de uma área em um determinado tempo e pode variar para mais ou para menos de uma distância da fonte real de forma bastante complexa. Nesse caso, o alto-falante é um dos exemplos de fonte que pode emitir som somente em certas direções, a variação ocorre e o som emitido produz eco retornando às ondas sonoras originais (HALLIDAY 2012).

A Fig. 3 é a representação de uma onda sonora de alta amplitude de um som intenso produzido. Os sons considerados de grandes intensidades transferem grandes quantidades de energias por segundo, pois quanto maior for à quantidade de energia por unidade de tempo que a onda transporta, maior será a intensidade sonora.

Figura 3: Representação da propagação do som.



Expressando matematicamente a intensidade sonora é proporcional ao quadrado da amplitude de onda, como mostra a Eq. 1.

$$I = \mu V \omega^2 A^2 \quad (1)$$

Como a intensidade está relacionada à amplitude que é o principal denominador do volume do som, ela nos permite classificar se o som é franco ou forte, no entanto não depende só da amplitude, mas também da sua velocidade e da sua frequência.

Para cada frequência, existe uma intensidade mínima abaixo da qual o observador não percebe o som. Esta intensidade mínima é chamada de limiar da sensação auditiva para a frequência considerada. Por outro lado, existe uma intensidade na qual a sensação auditiva é acompanhada de uma sensação dolorosa, esta intensidade chamada de limiar da sensação dolorosa. O intervalo entre estas duas sensações é chamado de intervalo de audibilidade. (CALIXTO, 2004, p. 37).

Define-se a intensidade de uma onda sendo o quociente entre a variação da energia que atravessa uma superfície de forma perpendicular à direção da propagação e área da superfície na unidade de tempo, como mostra a Eq. 2.

$$I = \Delta E / (A \cdot \Delta t) \quad (2)$$

Para que o som seja considerado auditivo a intensidade mínima deve ser aproximadamente 10^{-12}W/m^2 . Caso essa intensidade ultrapassa 1W/m^2 ela causará efeitos dolorosos.

Quando uma *onda sonora* entra no ouvido, ela produz *vibrações* do tímpano que, por sua vez, produzem *oscilações* nos músculos ossos dos ouvidos médio, chamados ossículos. Essas *oscilações* são finalmente transmitidas ao ouvido interno, que está cheio de líquido; o movimento no líquido desse fluido perturba as células capilares no ouvido interno, as quais transmitem impulsos ao nervo que se liga ao cérebro, transportando a informação de que existe um som. (YOUNG e FREENDMAN, 2008, p. 143).

A medida da intensidade sonora é através de uma escala logarítmica, sua unidade de medida no sistema internacional de medidas é dada em W/m^2 e mede a razão entre uma determinada grandeza física e um valor de referência.

Para calcular o nível sonoro de um som é mais comum utilizarmos a unidade de Bell (β) escolhida em homenagem ao físico Alexander Graham Bell inventor do telefone. A letra grega β denota o nível sonoro de som expresso na escala decibel (dB), definida na Eq. 3.

$$\beta = (10 \text{ dB}) \cdot \log (I/I_0) \quad (3)$$

Onde: I_0 é o valor da referência, no qual determina o limite da audição dado por 10^{-12}W/m^2 .

A Fig. 4 apresenta os níveis de intensidade sonora de alguns sons e os efeitos causados por eles, onde observa-se que os sons desagradáveis ao sistema auditivo humano, são aqueles que possuem maior nível de intensidade, quando essa intensidade atinge certa faixa como por

exemplo 60dB, pode causar risco de danos a saúde.

Figura 4: Níveis de intensidade sonora..

| Níveis de ruído em decibéis | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|
| Conforto acústico | Muito baixo | 0 dB | | Limiar do som | |
| | | 5 dB | Passarinho cantando | | |
| | | 10 dB | Cochicho | | |
| | | 15 dB | Torneira pingando | | |
| | | 20 dB | Conversa normal | | |
| | Baixo | 25 dB | | Limite para o sono | |
| | | 30 dB | Biblioteca | | |
| | | 35 dB | Enfermaria | | |
| | | 40 dB | | | |
| | Moderado | 45 dB | | | |
| 50 dB | | Aspirador de pó ligado | | | |
| Moderado | 55 dB | Bebê chorando | Irritação | | |
| Moderado alto | 60 dB | | Irritação aumenta consideravelmente | | |
| Riscos de danos à saúde | Moderado alto | 65 dB | Cachorro latindo | | |
| | | 70 dB | | | |
| | | 75 dB | Sala de aula | | |
| | | 80 dB | Piano | | |
| | Alto | 85 dB | Telefone tocando | Tolerâncias de exposição | |
| | | 90 dB | Secador de cabelos | | 8h |
| | | 95 dB | Motocicleta | | 4h |
| | | 100 dB | Cortador de grama | | 2h |
| | Muito alto | 105 dB | Caminhão | | 1h |
| | | 110 dB | Pátio no intervalo das aulas | | 30 min |
| | | 115 dB | Banda tocando | | 15 min |
| | | 120 dB | Disparo de revólver | | 7 min |
| | | 125 dB | Auto-falante | | |
| | | 130 dB | Britadeira ligada | | |
| | 135 dB | Avião decolando | | | |
| | 140 dB | | | | |

Fonte: Adaptado de Freitas (2021).

Junior (2021) descreve que os ruídos acima de 55 dB começam a provocar no indivíduo um leve estresse, podendo causar dependência e durável desconforto. Quando esse nível se aproxima de 65 dB o estresse se torna degradante com desequilíbrio bioquímico, nesse caso, aumenta o risco de infarto, derrame cerebral, infecções e osteoporose. O nível em 80 dB provoca liberação de morfina biológica no corpo, provocando prazer e quadro de dependência e, aproximadamente em 100 dB, pode ocorrer alguns danos irreversíveis à audição. Nesse caso pode-se então dizer que o fenômeno ocorrente é a poluição sonora.

2.4. Poluição Sonora

A poluição sonora é um dos grandes problemas enfrentados em diversos setores da sociedade moderna, principalmente nos centros urbanos, onde se concentra grande parte das tecnologias atuais. A poluição sonora é definida como um conjunto de vários ruídos desagradáveis derivados de uma ou mais fontes sonoras que se propagam ao mesmo tempo em um determinado ambiente, que de modo contínuo pode causar sérios problemas à saúde humana e desconforto ao bem-estar da sociedade.

Ainda que para algumas pessoas a poluição sonora pareça algo inofensivo, a Organização Mundial da Saúde- OMS considera como um problema de saúde pública, uma vez que o barulho indesejável pode afetar o ser humano de várias formas, seja a questão fisiológica ou mental. Pois além de prejudicar o funcionamento do aparelho auditivo, gera estresse, provoca distúrbios nervosos, causa insônia, ansiedade, falta de atenção, dentre outros problemas.

De acordo com a Organização das Nações Unidas- ONU a poluição sonora é o terceiro grande problema ambiental do mundo. No Brasil, a legislação federal conta com um conjunto de leis através da CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece a política nacional do meio ambiente, dentre as resoluções estão:

Resolução CONAMA 1/90 - estabelece critérios, padrões, diretrizes e normas regulamentadoras da poluição sonora;

Resolução CONAMA 2/90 - estabelece normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo, que possa vir a interferir na saúde e bem-estar da população;

Resolução CONAMA 17/95 - ratifica os limites máximos de ruído e o cronograma para seu atendimento determinados no artigo 2º da Resolução CONAMA nº 08/93, excetuada a exigência estabelecida para a data de 1º de janeiro de 1996;

Resolução CONAMA 20/94 - institui o Selo Ruído como forma de indicação do nível de potência sonora medido em decibel, dB (A), de uso obrigatório a partir deste Resolução para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento.

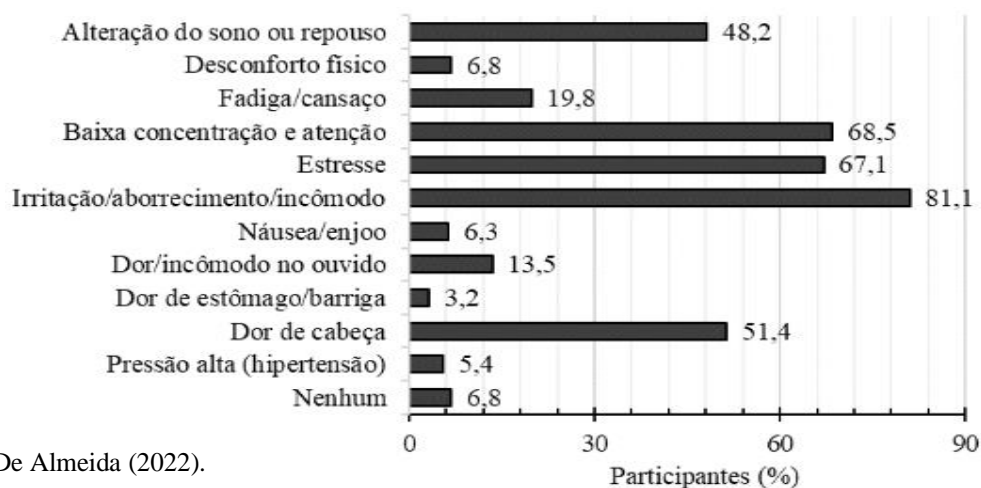
Segundo OMS, até em 2017, estimasse que na união europeia, pelo menos 1 milhão de pessoas consideradas saudáveis perderam suas vidas em decorrência de possíveis problemas ambientais, incluindo os ruídos. Por tanto, para evitar problemas temporários ou permanentes no organismo como o todo, a OMS recomenda para o sistema auditivo humano um nível máximo de 50 decibéis (dB). É importante ressaltar que vários fatores como intensidade, frequência, local e tempo de exposição influenciam diretamente nos impactos do ruído na audição, como indicado no quadro 1.

Quadro 1: Impactos de ruídos à Saúde

| Volume | Reação/sensação | Efeitos negativos | Locais/ambientes |
|--|---|---|---|
| Até 50 dB | Confortável (Limite da OMS) | Nenhum | Escritório |
| Acima de 50 dB | O organismo humano começa a sofrer impactos do ruído. | | |
| De 55 a 65 dB | A pessoa fica em estado de alerta, não relaxa. | Diminui o poder de concentração e prejudica a produtividade no trabalho intelectual. | Agência bancária |
| De 65 a 70 dB (início das epidemias de ruído) | O organismo reage para tentar se adequar ao ambiente, minando as defesas. | Aumenta o nível de cortisona no sangue, diminuindo a resistência imunológica. Induz a liberação de endorfina, tornando o organismo dependente. Aumenta a concentração de colesterol no sangue. | Bar ou restaurante lotado |
| Acima de 70 | O organismo fica sujeito a estresse degenerativo além de abalar a saúde mental. | Aumentam os riscos de enfarte, infecções, entre outras doenças sérias. | Praça de Alimentação em shopping centers Ruas de tráfego intenso |

Fonte: Adaptado de Calixto (2004).

A pesquisa realizada recentemente por De Almeida (2022) concluiu que o ruído é considerado prejudicial à saúde por 81,1 % dos participantes, no resultado do seu trabalho, o autor apresentou um gráfico que mostra os principais sintomas relacionados a este fator, ver o gráfico na Fig.5.

Figura 5: Gráfico de Impactos de ruídos à Saúde

Fonte: De Almeida (2022).

Apesar das orientações e normas estabelecidas sobre os sons dos ambientes, é necessário o desenvolvimento da conscientização pessoal sobre os impactos causados nesses ambientes. Por tanto, torna-se importante o seu monitoramento e controle, considerando que a perda da audição a maior das justificativas para esse controle.

2.5. Atividades Experimentais para o Ensino de Física.

A utilização de experimentos para o desenvolvimento das aulas de física é de grande importância no que diz respeito à construção de conceitos. Cada vez mais vem sendo realizadas as atividades experimentais a fim de possibilitar melhor visualização e compreensão de conceitos abstratos. Para Alves (2000):

Seu papel no contexto escolar é oferecer a oportunidade ao estudante de conscientizar-se de que seus conhecimentos anteriores são fontes que ele dispõe para construir expectativas teóricas sobre um evento científico. Isto significa que a atividade experimental deve se constituir de tarefas que permitam gerar uma negociação sobre conhecimento, na constituição de valores coletivos para a construção do saber físico. A atividade experimental deve ser entendida como um objeto didático, produto de uma Transposição Didática de concepção construtivista da experimentação e do método experimental, e não mais um objeto a ensinar (PINHO ALVES, 2000, p.262).

Machado (2021) recomenda que na prática experimental o professor deverá ter como objetivo principal, a transformação do aluno de um agente passivo para um agente ativo, a fim de permitir que esse aluno questione, levante hipóteses e investigue o experimento que está sendo realizado. É citado ainda pela autora a necessidade da utilização do experimento de forma livre e aberta para que o aluno consiga descobrir e realiza-lo da melhor forma possível para a construção do seu conhecimento.

De acordo Streich et al (2020) existem diversas formas de se trabalhar a prática experimental utilizando experimentos que possuem um custo acessíveis tanto para o professor quanto para os alunos. Neste trabalho os autores apresentam experimentos como, por exemplo: o telefone com fio, a demonstração de fenômenos ondulatórios com molas e em cubas d'água, a observação dos fenômenos de ressonância a partir de instrumentos musicais entre outros. Pois a partir desses experimentos é possível abranger os conceitos de frequência, amplitude, comprimento, difusão das ondas sonoras e propagação das ondas sonoras em diferentes materiais.

No estudo de Freitas (2019), o autor apresenta uma montagem experimental denominada “Tubo de Diretividade Sonora”, onde se utiliza de materiais de baixo custo, para reproduzir e observar fenômenos de nível de pressão sonora, frequência, comprimento de

onda e superposição de ondas.

Um trabalho muito interessante que vale citar é o trabalho de Caldas (2017), no qual a autora se propõe a ensinar ondas sonoras para alunos surdos através de uma metodologia abordando o conteúdo de acústica e com a utilização de atividades experimentais. Este trabalho chama bastante atenção pelo fato de promover a inclusão de alunos surdos tornando o aprendizado compreensivo e prazeroso. Para sua pesquisa a autora usou como principais referências os pressupostos de Veronica Aparecida Pinto Lima e a teoria da aprendizagem significativa de Marco Antônio Moreira e Ausubel.

Lerias (2016) apresenta na sua dissertação intitulada: “*A física da música e a pluralidade didática*” uma sequência didática com o objetivo de explorar significativamente os conteúdos de ondulatória e acústica, utilizando a música como agente motivacional. Onde utilizou-se diversos recursos, que vão “desde quadro giz, a inventos, instrumentos musicais, experimentos, softwares, simuladores, imagens, animações, vídeo aulas, músicas, poesias e alguns aspectos epistemológicos da física da música” (Lerias, 2016, p.6).

O trabalho de Carvalho (2016) intitulado: *Acústica e Cidadania: Uma abordagem CTS para o Ensino Fundamental*, também sugere atividades com experimentos práticos de baixo custo, assim como a utilização de aplicativos para smartphones como facilitadores do aprendizado. Neste trabalho o autor propõe um manual didático para o ensino de Acústica no qual apresenta o enfoque CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade).

2.6. Recursos Tecnológicos para o Ensino de Física

A inserção da cultura digital em praticamente todos os aspectos sociais trouxe uma gama de possibilidades de inovação. No sistema educacional, essa nova realidade proporcionou novos espaços de integração e novas estratégias na prática pedagógica dos professores. De acordo com Silva (2018):

O avanço tecnológico segue a passos largos e constantes, gerando impactos e mudando de forma radical o modelo de sociedade que se tinha até meados do século XX. Hoje as mudanças são constantes, pois a cada novo avanço tecnológico, cada novo produto de software, mesmo um simples aplicativo, pode apresentar uma maneira diferente de experimentar o mundo. Neste novo cenário, ter acesso às tecnologias digitais da informação e comunicação é um diferencial para a aquisição de conhecimentos, pois se estaria incluído na sociedade da informação (SILVA 2018, p. 22).

Conforme Moraes (1997): “O simples acesso à tecnologia, em si, não é o aspecto mais importante, mas sim, a criação de novos ambientes de aprendizagem e de novas dinâmicas sociais a partir do uso dessas novas ferramentas” (MORAES 1997, p.53).

Souza (2015) apresenta o trabalho intitulado *O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica*, no qual a autora utiliza o TDIC's para atividades experimentais através de jogos e simulações computacionais, possibilitando novas formas de aprendizagem do conteúdo proposto.

Cardoso (2019) também faz uso da tecnologia digital como importante ferramenta de aprendizagem do ensino de física onde apresenta o trabalho intitulado: *Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no ensino de física: um estudo sobre associação de resistores*.

O pesquisador Brasileiro Antônio Moreira tem realizado diversas pesquisas no ensino de Física e apresentado seus trabalhos em conferências e publicações, defendendo a grande importância da centralização do ensino no aluno e associado ao uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como forma de facilitar a construção do conhecimento científico Moreira (2018).

2.6.1. A utilização do *smartphones* (celular) para o Ensino de Ondas Sonoras

Durante o período de pandemia da covid-19, o *smartphone* (celular) se tornou uma das mais importantes ferramentas das tecnologias de informação e comunicação (TICs) aliada à educação.

Freitas (2021) apresenta dados do relatório do Comitê Gestor da Internet no Brasil onde mostra que o uso do aparelho celular se tornou comum entre a população em geral e ressaltou que 97% dos estudantes brasileiros utilizam o *smartphones* para acessar a internet.

Segundo Guede (2015) a utilização do *smartphones* pode substituir de forma confiável alguns equipamentos de laboratório por se tratar de um aparelho moderno e equipado. Com relação a isso o autor destaca: “Os *smartphones* atuais podem ser considerados verdadeiros computadores de bolso, uma vez que, alguns têm poder de processamento e memória similares a computadores do tipo *desktop*” (GUEDES, 2015, p. 1).

Contudo, o aparelho celular apresenta inúmeras possibilidades para o ensino educacional, uma das possibilidades da sua utilização para o ensino de física é a capacidade de medir em unidades de decibéis o nível de intensidade sonora através de aplicativos de medição nele instalados que possuem várias versões de *Sound Meter*. Serão descritos os cinco app's pesquisados para esta proposta

2.6.2. O funcionamento do App *Sound Meter* no *smartponhe*, conforme as informações do Fabricante (adaptado)

Na medição do nível de intensidade sonora em dB, os *App's Sound Meter (medidor de som)* usam o microfone que está embutido no celular e calibrado para a voz humana (300-3.400 Hz, 40-60 dB) a qual, de acordo com as informações dos fabricantes dos celulares, não exige microfone de alto desempenho. Nesse caso, os valores máximos são limitados podendo não reconhecer som muito alto (acima de 100 dB). O valor Máximo varia de acordo com o modelo do aparelho, como por exemplo: Moto G4, máximo de 94 dB; Galaxy S6, máximo de 85 dB e LG K52, máximo de 95 dB. Entretanto, ainda assim a utilização do aparelho é bem confiável e útil para a realização da atividade.

De acordo com Freitas (2021) os aparelhos celulares possuem um microfone capacitivo composto por uma membrana e placa condutora que fica atrás da membrana, a medida que a onda sonora o atinge, essa membrana se flexiona e a diferença de potencial entre a membrana e a placa se altera, ocorrendo detecção sonora.

Para o uso do aplicativo, basta pesquisar na plataforma Google Play Store e realizar o download, funciona em celular, tablets entre outros aparelhos com sistema android e está disponível forma gratuita. O primeiro aplicativo a ser pesquisado foi o *Sound Meter Smart Tools*, versão 1.7.14. O aplicativo possui diversas funções, e apresenta uma estética muito atraente. Com o App baixado, aparecerá a seguinte tela, ver Fig. 6 onde mostra a descrição do nível de intensidade sonora em determinados ambientes.

Figura 6: Medições via App Sound Meter Smart Tools.



Fonte: Elaboração própria (2022).

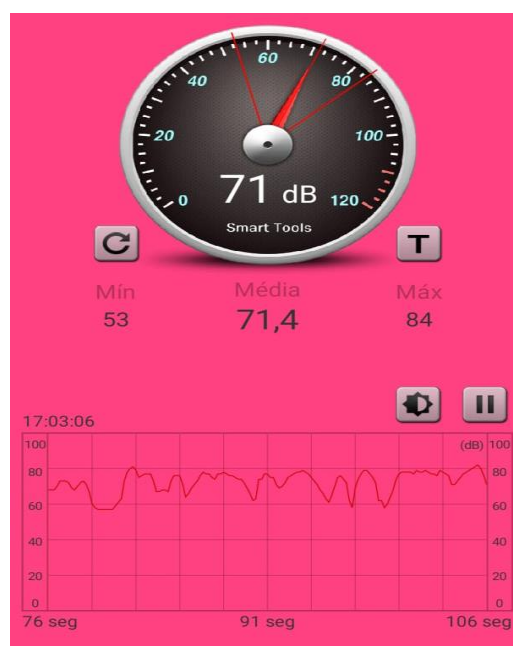
Com o App configurado no modo efeito sonoro, conforme o nível de intensidade altera a cor da tela também altera como pode ver nas Fig. 7 e 8, onde mostra o mínimo, o máximo, a média e o gráfico da variação do som. É possível voltar para a tela anterior clicando no T que aparece do lado direito da tela, bem como zerar a medição clicando na figura de voltar que aparece no lado esquerdo da tela.

Figura 7: Gráfico de conversação normal a 1 metro



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 8: Gráfico de toque de telefone.

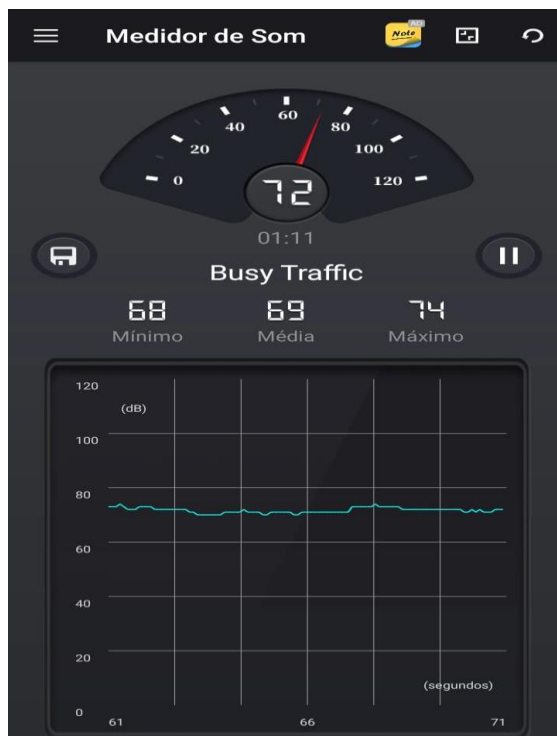


Fonte: Elaboração própria (2022).

Como é possível observar nas Fig. 7 e 8, o gráfico da mostra a variação do nível de intensidade em relação ao tempo, também permite pausar a medição, selecionar o tempo de duração do gráfico de linha, selecionar o modo invertido que aponta o microfone para a fonte sonora e calibrar o vetor de pressão do som.

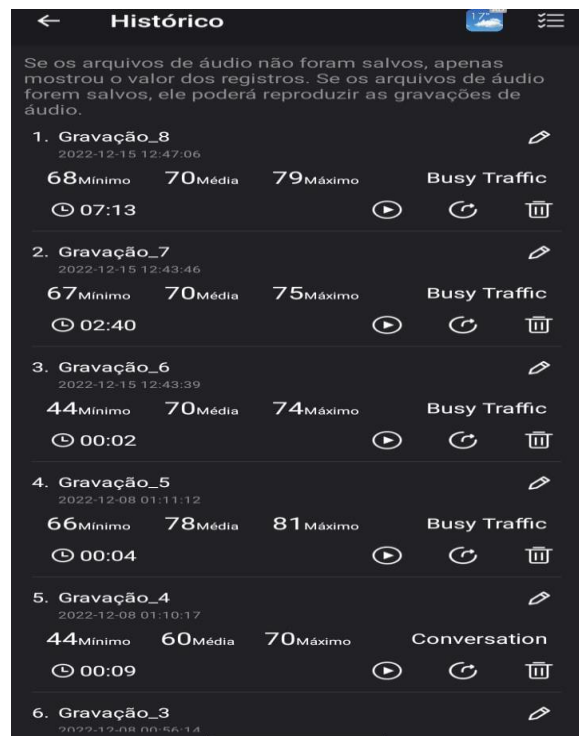
Outro aplicativo que foi pesquisado é o *Sound Meter dB*, este aplicativo é bem interessante e semelhante ao *Sound Meter Smart Tools*, possui uma tela com bastante informações, como por exemplo: a descrição do ambiente, apresenta os valores máximo, média e mínimo, o gráfico da intensidade relacionada ao tempo e um cronometro do tempo de medição, como mostra na Fig. 9. É possível também alterar a cor da tela e pausar a medição. Uma função muito útil do aplicativo é que ele permite salvar as medições no histórico e compartilhar a gravação, por outro lado, o aplicativo não apresenta a descrição do ambiente no idioma em português, o que pode dificultar a leitura e observação, ver Fig. 10.

Figura 9: Tela principal do Sound Meter dB



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 10: Histórico de gravações Sound Meter dB



Fonte: Elaboração própria (2022).

O terceiro aplicativo pesquisado foi o **decibelímetro Db medidor de som** versão: 2.6.4. Ao analisar este aplicativo pode constatar que ele é um dos melhores no que diz respeito às diversas funções apresentadas por ele. O aplicativo possui semelhança aos dois aplicativos analisados anteriormente. Apresenta uma leitura muito simples e completa, mostra o gráfico, a descrição do ambiente no idioma em português, mostra o valor mínimo, a média e o máximo, tem diversas possibilidades de alterar a cor da tela, permite calibrar, salvar e

compartilhar os valores das medições, porém como ponto negativo, o app possui muitos anúncios constantemente, o que gera certo estresse para quem está fazendo o seu uso.

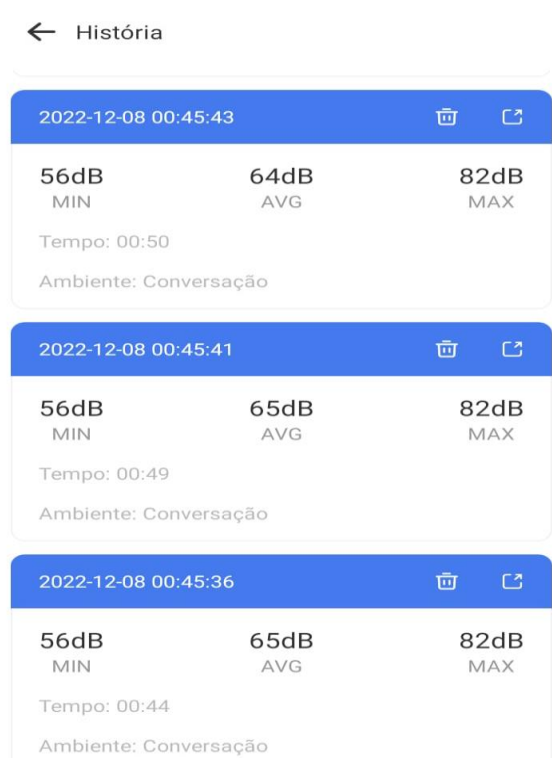
As Fig. 11 e 12 mostram o aplicativo em funcionamento.

Figura 11: Tela principal do Db medidor de som



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 12: Histórico do Db medidor de som



Fonte: Elaboração própria (2022).

Ao pesquisar e experimentar cada um dos três aplicativos mencionados, conclui-se que ambos podem ser muito úteis para o desenvolvimento das atividades escolares. No entanto, para a realização da proposta metodológica apresentada neste trabalho, optou-se pela utilização do aplicativo Sound Meter Smart Tools, embora o app não possua a opção de salvar e compartilhar as medições, é possível registrar printando a tela do celular, no mais, o aplicativo possui uma maneira muito fácil para manuseá-lo, facilitando a leitura e compreensão no momento da experimentação.

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo serão abordados dois tópicos. O primeiro descreve a proposta metodológica. O segundo descreve os procedimentos metodológicos.

3.1. Proposta Metodológica

A proposta metodológica deste trabalho teve como base a dinâmica dos 3MP abordando o tema das ondas sonoras (som) e poluição sonora, através de uma sequência didática que pode ser aplicada tanto em ambiente virtual quanto em ambiente real, em turmas do 2º ano do ensino médio da rede pública estadual. As ações desenvolvidas por meio da sequência didática buscam promover uma investigação dos fenômenos físicos do cotidiano do alunado. Por tanto, foi organizada em três etapas os 3MP's: problematização inicial (PI), organização do conhecimento (OC) e aplicação do conhecimento (AC).

Na perspectiva de facilitar a assimilação do conteúdo por meio de aulas mais atraentes e interessantes para aluno, a estrutura geral dessa proposta, contempla a utilização de diversos recursos didáticos, tais como: computador, projetor (data show), quadro branco, pincel, vídeos; questionários, atividade experimental, plataforma para aulas síncronas (Google Meet, Zoom) e Smartphone. É importante ressaltar que a estruturação da proposta contou também com a elaboração de planos de aulas, visto que o mesmo possui grande importância para que se alcancem os objetivos no processo de ensino aprendizagem.

Um dos principais recursos utilizados para essa proposta de ensino foi o Smartphone que serve como um decibelímetro por meio do *App Sound Meter Smart Tools*, capaz de medir em unidades de decibéis o nível de intensidade sonora de determinados ambientes. Este aplicativo equivalente a um decibelímetro é uma ferramenta que funciona em celular, tablets entre outros aparelhos com sistema android, e está disponível para download na plataforma Google Play store de forma gratuita.

3.2 Procedimentos Metodológicos

O procedimento metodológico foi dividido em fases. A primeira trata-se do encontro com a direção da escola e com os pais dos alunos para autorização do uso do celular durante as atividades. Na segunda etapa, acontecerá a aplicação da atividade.

3.2.1. Etapa 01– Encontro com a direção da escola e com os pais para autorização do uso do celular durante as atividades

Embora o advento dos *smartphones* tenha permitido inúmeras possibilidades para a inclusão digital, a Lei 2.547/2007 veda o uso de aparelhos eletrônicos portáteis, sem fins educacionais

em sala de aula ou quaisquer outros ambientes em que estejam sendo desenvolvidas atividades educacionais nos níveis fundamentais, médio e superior nas escolas públicas do país. Por outro lado, como ferramenta aliada à educação, vale ressaltar que a utilização do smartphone se encontra prevista na BNCC como alternativa para a apropriação das tecnologias digitais, mas, que deve ser utilizado de forma responsável durante as aulas.

Nesse contexto, promoveremos um encontro com a direção da escola e com os pais dos alunos para autorização do uso do aparelho celular durante a realização desta atividade.

3.2.2. Etapa 02 – Aplicação da Atividade

A aplicação da atividade se divide em três momentos; 3MP's, ver o Quadro 2.

Quadro 2: Etapas da atividade

| Momento | Descrição | Atividades |
|-----------------------|--|--|
| 1º momento pedagógico | -Avaliação a respeito da disciplina de física e investigação: levantamento do conhecimento prévio e hipóteses sobre o tema som através da exposição de uma situação-problema; som e poluição sonora. | - Aula expositiva virtual ou real, com uso de imagens e/ ou objetos para demonstrações. |
| 2º momento pedagógico | -Desenvolvimento teórico sobre ondas sonoras: som e seus efeitos, destacando os fenômenos envolvidos, os conceitos, as características e as propriedades. | - Aula expositiva virtual ou real, com uso de figuras ilustrativas, livros, apostilas e plataformas de simulações. |
| 3º momento pedagógico | -Atividade prática investigativa retornando a situação-problema levantada na primeira etapa da metodologia. -Aplicação do conhecimento em situações reais. | -Atividade investigativa- experimental sobre a intensidade do som, com o uso do smartphone e o aplicativo decibelímetro para medir o nível de intensidade sonora em determinados ambientes. - Apresentar medições dados da medição para o professor e para os colegas de turma. -Apresentar sugestão para resolução da problemática inicial. Questionário sobre a metodologia desenvolvida. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

1º Momento Pedagógico– Problematização Inicial (PI)

Neste primeiro momento (PI), a atividade deve partir da definição e exposição de um problema a ser investigado e discutido entre alunos e professor. Este é o momento em que devem ser apresentadas situações relacionadas à realidade dos alunos, instigando-o a

compartilharem o que já sabem sobre o assunto. Por tanto, nesse momento, o professor como mediador, tem o papel de levantar questionamentos a fim de provocar a curiosidade do aluno e, assim, fortalecer a discussão.

A aplicação nesse momento será feita em apenas uma aula de 45 minutos (virtual ou real). Inicialmente, será realizada a chamada para o controle de quantos alunos participarão desta aula e explicado que a aula iniciará com uma nova metodologia e que é importante a participação de todos na aplicação da atividade. Antes de apresentar qualquer conteúdo específico da disciplina, é importante analisar a concepção dos alunos a respeito da disciplina. Por tanto, será aplicado um questionário com perguntas básicas sobre a disciplina de física para seja respondido de forma imediata (em caso de aulas virtuais, a o questionário poderá ser respondido via aplicativo Socrative Student, no qual o professor poderá acompanhar as respostas dos alunos).

Após o questionário, a atividade inicia-se com a apresentação da imagem de uma caixa de som, ver a Fig. 13, como problematização da proposta.

Figura 13: Caixa de Som.



Fonte: (Store, s.d.)

Neste momento, será feita a pergunta:

O que você ver nessa imagem?

Após a resposta, será feito a seguinte pergunta:

O que é Som?

A intenção dessas perguntas é levantar os conhecimentos prévios dos alunos. Certamente todos já viram uma caixa de som, mas talvez não consigam definir por completo o que é som do ponto de vista científico. Por tanto, o que se espera é que os alunos comecem a levantar hipóteses e refletir sobre o assunto respondendo as perguntas de forma mais honesta possível,

pois esse instrumento é importante para a preparação de aulas futuras.

Após cada pergunta, será disponibilizado um tempo de 05 minutos para que todos possam expor sua concepção a respeito do assunto. Em seguida, será exibida uma charge que impõe uma crítica à poluição sonora, ver a Fig. 14.

Figura 14: Charge Poluição Sonora.



Fonte: (Arionauro 2020).

Em seguida, é exibido um trecho de 14 segundos de um dos episódios do desenho animado do Pica Pau, no qual o personagem menciona: “Eu não aguento”, se referindo ao incômodo causado devido ao barulho, ver a Fig. 15.

Figura 15: Vídeo do Youtube.



Fonte: (Cenas legais, 2021).

E feito mais um questionamento.

Você já vivenciou situações semelhantes a essas? Comente.

Com essa pergunta, esperamos instigar o aluno ao conhecimento de senso comum expondo sua opinião a respeito da poluição sonora, principalmente com relação aos efeitos causados por ela na sociedade e relatar situações que eles possam ter vivenciado no seu dia a dia. Para essa pergunta o tempo estimado será de 15 minutos, tempo suficiente para que todos argumentem, expondo seu ponto de vista, tornando esse momento numa breve discussão do assunto.

Tendo realizado este momento, a proposta segue para a próxima atividade que será realizada na aula seguinte, no segundo momento pedagógico.

2º Momento Pedagógico– Organização do Conhecimento (OC)

No segundo momento (OC), será introduzido o conhecimento científico relacionado ao problema levantado inicialmente. É nesse momento que: “os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da PI são sistematicamente estudados sob a orientação do professor” (DELIZOICOV, 2005, p. 143). Nesse momento, os alunos começam a compreender a respeito da problematização inicialmente apresentada pelo professor.

A aplicação nesse momento será feita em uma aula de 45 minutos (virtual ou real). A aula iniciará com a chamada para o controle de quantos alunos participarão desta aula. Em seguida, explicado que a aula terá a continuação do assunto da aula anterior e que, mais uma vez é importante a participação de todos na aula. Após essa informação, a aula inicia com a apresentação dos conceitos de ondas sonora. Nesse momento, o professor irá ministrar uma aula voltada para a explicação científica, detalhando o que são ondas sonoras, como se propagam, seus níveis de intensidades e suas características. Para isso, o professor deverá fazer uso de materiais que apresentem conceitos do assunto, tais como: apostilas, livros e figuras ilustrativas, até mesmo o uso do data show para facilitar a compreensão (sugestão do uso da plataforma Phet Simulation). Durante esta aula, o professor deverá enfatizar sobre a poluição sonora e seus efeitos, de modo que o aluno entenda o que é e como acontece.

O objetivo dessa aula é que os alunos passem a conhecer os conceitos de Som e Poluição sonora e que a partir de então, a aula torne um momento de interação entre professor e aluno, debatendo a respeito desse problema social. E por fim, como atividade para a próxima aula será solicitado para que todos baixem o *App Sound Meter Smart Tools*, e que utilize em locais de sua preferência para medir o nível de intensidade sonora do ambiente, fazer anotações necessárias no quadro 3 e apresentar os resultados na aula seguinte.

Quadro 3: Medições dos ambientes.

| Descrição do ambiente | Período | Nível de Intensidade Sonora (dB) | Reação/efeitos |
|-----------------------|---------|----------------------------------|----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fonte: Elaboração própria (2022).

3º Momento Pedagógico– Aplicação do Conhecimento (AC)

No terceiro momento (AC) ocorre a sistematização do conhecimento, onde retorna a PI, no sentido de aplicar o conhecimento científico em situações reais do cotidiano, para resolver tais problemas, conforme ANGOTTI e DELIZOICOV (1991), este momento:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (ANGOTTI e DELIZOICOV, 1991, p. 131).

Nesta aula, os alunos terão novamente a chamada e um tempo de 45 minutos de aula. De acordo com combinado na aula anterior, os alunos já devem chegar com os resultados obtidos das suas experimentações realizadas através do *App Sound Meter Smart Tools*, nos cinco diferentes ambientes. A partir de então, cada aluno irá apresentar e relatar sobre sua experimentação, destacando o que foi possível observar durante a realização da atividade, além de expor sugestões para o problema inicial. Após a apresentação dos alunos, o professor deve ressaltar novamente sobre os riscos de danos à saúde decorrente da poluição sonora e frisar a respeito das leis responsáveis por fiscalizar e assegurar o silêncio. Dessa forma, a aula deve se tornar num momento de construção de conhecimento científico e conscientização humana.

E para finalizar a aula, será aplicado um questionário para levantamento da concepção dos alunos a respeito da metodologia desenvolvida.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivando melhoras para o ensino na área da Física, apresentamos a proposta de construção da SD de um ambiente de ensino mais atraente e prazeroso para o aluno, facilitando a construção do conhecimento, bem como instigando a conhecer, entender, intervir e aplicar o conhecimento adquirido nos fenômenos físicos que ocorrem no seu cotidiano.

Tendo em vista o papel do professor para a construção do conhecimento científico mediante aos avanços tecnológicos, depositamos expectativas na realização desta proposta, de modo que as orientações estabelecidas nos PCNs estejam cada vez mais presentes no dia a dia escolar do aluno, aumentando a sua motivação e facilitando a construção do processo de ensino-aprendizagem.

Essa perspectiva também se justifica pela relevância das atividades investigativas e experimentais para o ensino de física, em especial, para o conteúdo de som e poluição sonora que trata-se de algo muito corriqueiro na sociedade. Além disso, o conhecimento torna-se fundamental para o desenvolvimento da conscientização do que pode ou não ser prejudicial à saúde, no caso, a poluição sonora.

Acreditamos que tal proposta possa servir como indicador de que é necessário estabelecer um ambiente direcionado aos estudantes e sua possibilidade de construir o próprio conhecimento, onde o professor terá o papel de mediador e as tecnologias servirão como ferramentas facilitadoras.

Nesse viés, é importante ressaltar que as tecnologias tem sido uma das grandes aliadas no processo transformador educacional, principalmente em tempos pandêmicos, em que foi necessária a adaptação do ensino emergencial, se distanciando do modelo tradicional, onde, muitas vezes, o assunto de ondas sonoras é negligenciado, apesar de ser um conteúdo que pode ser facilmente contextualizado devido está presente na realidade do aluno.

Assim, este modelo de ensino que interliga as metodologias ativas - TDICs para auxiliar na construção de novas formas de ensinar e aprender se mostrou confiável e eficiente. Visto que novas metodologias necessitam serem inseridas no processo de ensino e aprendizagem, para que aluno possa desenvolver seu senso crítico e construir seu conhecimento percebendo o sentido e a relevância destes para a sociedade.

É evidente que as transformações são necessárias, seja pra acompanhar o progresso da tecnologia, ou simplesmente para fugir do ensino tradicional. Olhando pelo lado do ensino da física é necessário fornecer ao indivíduo o conhecimento científico para a compreensão do

mundo natural, através dos seus princípios, fenômenos e aplicabilidade associada à tecnologia e ao mundo contemporâneo, bem como identificar e aplicar intervenções científicas-tecnológicas mediante as situações-problemas presentes no cotidiano, a fim de resolvê-las.

Por fim, acreditamos que a realização da atividade proposta neste trabalho, trará grandes benefícios para o ensino de Ondas Sonoras, promovendo o entendimento do que é som e seu processo de propagação, que na maioria das vezes, não é compreendido e torna-se algo abstrato na concepção de grande parte dos alunos.

REFERÊNCIAS

_____. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>.

ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

ARIONAURO, C. (s.d.). *Charge Poluição Sonora*. Fonte: Publicado pelo blog do Cartunista Arionauro, Disponível em: <https://images.app.goo.gl/Ffz7WvLXCcCWdYmbA>. Acesso em 21 novembro de 2022.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. In: CARVALHO, A. M. P de (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: THOMSON, 2006.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos; DO NASCIMENTO, William Júnior. Os três momentos pedagógicos no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Pesquisa**, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – Etapa do Ensino Médio**. Brasília: 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias: Física**. Brasília: 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.

CALDAS, G. G. **Atividades experimentais de Acústica para o ensino de Física: Uma Proposta na Inclusão de Surdos**. Belém: UFPA, 2017.

CALIXTO, Wesley Pacheco; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. Poluição sonora. **V Fórum Nacional de Educação Ambiental**, 2004.

CARDOSO, Roberto Kennedy et al. **Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no ensino de física: um estudo sobre associação de resistores**. 2019. Dissertação de Mestrado. PPGECE; Ensino de Ciências Exatas.

CARRASCO, E. V. M.; AZEVEDO JÚNIOR, A. P. Avaliação Não Destrutiva De Propriedades Mecânicas De Madeiras Através De Ultra-Som: Fundamentos Físicos e Resultados Experimentais, *Cerne, Lavras, Minas Gerais*. 2003. v. 9, n. 2, p. 178-191. Disponível em: www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num17/pag%2043-57.pdf

Carvalho, A. M. P. de (Org). (2013) *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1a. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning.

CARVALHO, R. M. **Acústica e Cidadania: Uma abordagem CTS para o Ensino Fundamental**. Juazeiro: UNIVASF, 2016.

CARVALHO, Raquel; DE-CARVALHO, Plauto; MIRANDA, Sabrina. O ensino de ciências por investigação à luz da aprendizagem significativa. **Bnciclopédia biosfera**, v. 18, n. 35, 2021.

CONDE, Bruno Jorge Mendes. **Das concepções alternativas às concepções científicas com metodologias ativas de aprendizagem e utilização de simuladores: uma intervenção didática para a aprendizagem da Física do som**. 2021. Tese de Doutorado.

DE ALMEIDA, Sâmia Maria Barros. Panorama da poluição sonora em João Pessoa e os efeitos adversos na saúde. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. 51-72, 2022.

DE FIGUEIREDO MELO, Ruth Brito et al. O uso do smartphone no ensino de física: relato de uma experiência em ondulatória. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 37366-37380, 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 4ª ed. São Paulo, Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio. Resultados da pesquisa em Ensino de Ciências: comunicação ou extensão?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 364-378, 2005.

DINIZ, Elane Vieira et al. O estudo de ondas mecânicas através de abordagem investigativa com enfoque na aplicação tecnológica. 2020.

ENSINO Remoto Emergencial: a oportunidade da escola criar, experimentar, inovar e se reinventar. SINEPE/RS, Porto Alegre, 17 abr. 2020. Disponível em: <https://www.sinepe-rs.org.br/noticias/ensino-remoto-emergencial-a-oportunidade-daescola-criar-experimentar-inovar-e-se-reinventar>.

Freire. (2005). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

FREITAS, P. H. **Tubo de Diretividade Sonora (TDS): Confecção de um modelo experimental para o estudo da Acústica**. Araranguá: UFSC, 2019.

FREITAS, Renan Gustavo Beloni. Manual de experimentos de física utilizando um smartphone. 2021.

GOUVEIA, M. S. F. Cursos de ciências para professores de 10 grau: elementos para uma política de formação continuada. Campinas. Tese (Doutorado em Educação – Metodologia de Ensino) - Universidade Estadual de Campinas, 1992.

GUEDES, A. G. Estudo de ondas estacionárias em uma corda com a utilização de um aplicativo gratuito para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 2502-1-2502-5, 2015.

HALLIDAY e RESNICK. *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. V.2. 9ª. Edição, 2012.

HALLIDAY, D; RESNICK, JeardWalker. *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. Trad. Tec. Ronaldo Sérgio de Biasi. v. 2, RJ: LTC, 2009.

JUNIOR, R. L. B.; DIAS, L. F. R.; PELLI, A. Poluição sonora, legislação pertinente e estudo de caso. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 2637-2651, 2021.

LEGAIS, C. (17 de jun de 2021). 1 video (14 segundos). Eu Não Aguento, Eu Não Aguento, Eu Não Aguento (Pica Pau). Fonte: Publicado pelo canal Cenas Legais, Disponível em: <https://youtu.be/CExs6maEdl0> Acesso em 25 novembro de 2022.

LERIAS, W. R. **A Física da Música e a pluralidade didática**. Campo Mourão: UTFPR, 2016.

MACHADO, Amanda Louise. **Atividades experimentais no ensino de Física: aplicações com estudantes de inclusão na educação de jovens e adultos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MICHELOTTI, A.; LOVATO, F. L.; DA SILVA LORETO, E. L. Uma proposta de ensino do eletromagnetismo por meio de atividades experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 1, 2020.

Mirana, V. P. Effects of Computer Simulations and Constructivist Approach on Students' Epistemological Beliefs, Motivation and Conceptual Understanding in Physics. *International Conference on Research in Social Sciences, Humanities and Education*. 89–93, 2016.

MORAES, M. C. Subsídios para Fundamentada do Programa Nacional de Informática na Educação. Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura, 1997, p. 53-57.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

MORO, F. T.; ROSSATTO, S. A. APP GeoGebra Graphing Calc: articulações da Matemática e tecnologias na Educação Básica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática. Passo Fundo*, v. 2, n. 2, p. 294-309, 2019.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física". **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, p. 617-638, 2014.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XII, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2010.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environnement. 2003. Disponível em: < <http://www.who.int/home.page/>

PINHO ALVES, J. Atividades experimentais: do Método a Prática Construtivista. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

Resolução Conama nº. 001. 1990 a. Dispõe sobre o controle da poluição sonora. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0190.html.

Resolução Conama nº. 002. 1990b. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0290.html

Resolução Conama nº. 017. 1995. Ratifica disposições sobre a emissão de ruído veicular. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama/res/res95/res1795.htm

Resolução Conama nº. 020. 1994. Instituí o selo ruído. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=161>

RITTER, Denise. O ensino de probabilidade geométrica: desafios e possibilidades. 2017.

- RODRIGUES, F. D., *et al.* Relação da frequência sonora emitida por uma corda e a temperatura: uma proposta para o ensino de acústica através dos três momentos pedagógicos. 2022.
- ROSA, C. W., *et al.* O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2012.
- SÁ, E. F. (2009). **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- SANTOS, B. M.; DA SILVA, H. E.; ROSA, R. C. Relato de Experiência: Atividades lúdicas e experimentais para o ensino de ondas. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 327-351, 2020.
- SANTOS, L., *et al.* Sequência didática: explorando a física na música. 2022.
- SILVA FILHO, L. J. A música e a aprendizagem dos conceitos de ondas sonoras. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.
- SILVA, W. A., *et al.* Tecnologias digitais no processo ensino-aprendizagem: habilidades necessárias para a construção do conhecimento científico no estado de Roraima. 2018.
- SOUZA, E. J., *et al.* O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica. 2015.
- STEFFANI, M. H., *et al.* “Vendo o som” com o uso das Novas Tecnologias de Informática e Comunicação.
- STORE, M. (s.d.). *Imagem Alto-Falante CM-400 portátil com Bluetooth preto e vermelho 110V/220V*. Fonte: Publicado pela Loja Oficial Mercado Livre : <https://www.mercadolivre.com.br/alto-falante-mondial-cm-400-portatil-com-bluetooth-preto-e-vermelho-110v220v/p/MLB18247621>.
- STREICH, Kenia Regina; JÚNIOR, Luiz Fernando Macedo Morescki; STREICH, Kirsti Emeli. O Ensino dos Fenômenos Ondulatório Mecânicos: um estudo acerca dos experimentos propostos em livros didáticos de Física do Ensino Médio. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 1, n. 10, p. 52-52, 2020.
- YOUNG, H. D. Física II: *Termodinâmica e Ondas*. 12ª ed. SP: Addison Wesley, 2008.

ANEXO I
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA O USO DO CELULAR NAS
ATIVIDADES

**Termo de autorização para uso do aparelho celular durante as atividades
escolares**

Eu _____, Diretor(a) da
escola _____, sito à Rua/Avenida
nº _____
Bairro: _____ Telefone: _____ Cidade: _____
CEP: _____ Endereço eletrônico: _____
autorizo a utilização do aparelho celular durante as atividades escolares realizadas pelo (a)
professor(a) _____
referente a disciplina de Física.

_____, _____ de _____ de _____.

Assinatura e carimbo do Diretor (a) da Instituição de Ensino

ANEXO II
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PAIS PARA O USO DE CELULAR DURANTE
AS ATIVIDADES

**Termo de autorização para uso do aparelho celular durante as atividades
escolares**

Eu, _____,
portador (a) do RG: _____ e do CPF: _____, residente
na cidade de _____, na qualidade de responsável legal
do(a) aluno (a) _____, autorizo-
o(a) a fazer uso do aparelho celular durante as atividades escolares realizadas pelo professor
(a) _____, no período
das suas aulas referente a disciplina de Física.

_____ de _____ de _____

Assinatura do responsável legal do aluno (a)

ANEXO III
PLANO DE ENSINO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO ANANINDEUA
FACULDADE DE FÍSICA (FACFIS)

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

| | | |
|--|---------------------|--------------------------------|
| Componente Curricular: Física | Semestre: 8º | Ano de referência: 2022 |
| Graduando: Rosiane Barata Corrêa | | Matricula: 201674140020 |
| Orientador: Prof . Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Junior | | Faculdade de física |

PLANO DE AULA 2022

1. Nível de Ensino:

3º Ano do Ensino Médio

2. Área do conhecimento:

Ciência da Natureza e suas Tecnologias

3. Modalidade/aplicação:

Ambiente Virtual e Real

4. Temática:

Ondas Sonoras: Estudo de Som e Poluição Sonora através da metodologia dos 3MP.

5. Objetivos:

Geral:

- ❖ Fornecer o conhecimento da física como uma ciência basilar para a compreensão do mundo natural, através dos seus princípios, fenômenos e aplicabilidade associada à tecnologia e ao mundo contemporâneo, bem como identificar e aplicar intervenções científicas-tecnológicas mediante as situações-problemas presentes no cotidiano, a fim de resolvê-las.

Específico:

- ❖ Enfrentar situações problemas e buscar a resolução através dos conhecimentos de fenômenos físicos e das tecnologias atuais;

- ❖ Identificar a presença da física e discutir sobre a sua importância no cotidiano;
- ❖ Reconhecer a importância da tecnologia na construção do conhecimento científico e na compreensão do mundo contemporâneo
- ❖ . Promover a apropriação da cultura digital.

6. Conteúdos:

- ❖ Ondas sonoras
- ❖ Som e suas características
- ❖ Níveis de intensidade sonora
- ❖ Poluição sonora

7. Recursos e Materiais didáticos:

Recursos:

- ❖ Computador;
- ❖ Celular;
- ❖ Aparelho de som;
- ❖ Celular;
- ❖ Vídeos;
- ❖ Charge;
- ❖ Aplicativos e plataformas digitais (*App Sound Meter*, Google Meet, Zoom, Socrative Student).

Materiais didáticos:

- ❖ Quadro branco;
- ❖ Pincel;
- ❖ Questionários;
- ❖ Apostilas;
- ❖ Livros.

8. Carga Horária Total:

3 horas em sala e horas externas

9. Estratégia Metodológica:

A metodologia terá caráter investigativo, no intuito de desenvolver o senso crítico do aluno, tornando-o um ser ativo e participativo dentro e fora da sala de aula.

Nesta metodologia será trabalhada a dinâmica dos três momentos pedagógicos (3MP)

abordando o tema das ondas sonoras (som) e poluição sonora, através de uma sequência didática que pode ser aplicada tanto em ambiente virtual quanto em ambiente real, As ações desenvolvidas por meio da sequência didática buscam promover uma investigação dos fenômenos físicos do cotidiano, através de suas características e aplicabilidades.

O procedimento metodológico se divide em duas etapas:

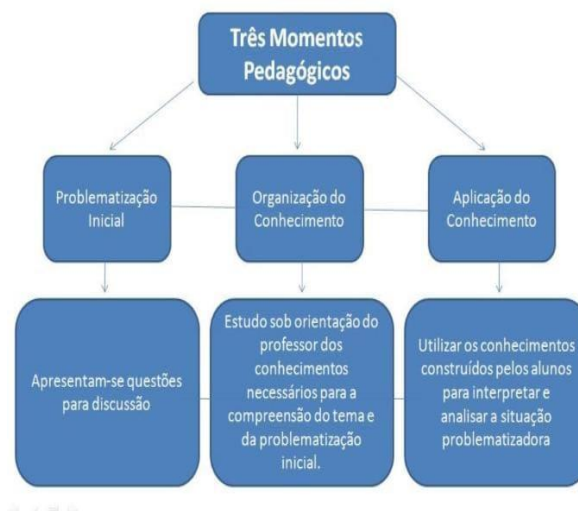
ETAPA 1

Trata-se do encontro com a direção da escola e com os pais dos alunos para autorização do uso do celular durante as atividades.

ETAPA 2

Acontecerá à aplicação da atividade acontecerá em três momentos que se referem aos 3MP.

Metodologia dos 3MP.



Fonte: RITTER (2017)

Primeiro Momento

Avaliação a respeito da disciplina de física e investigação: levantamento do conhecimento prévio e hipóteses sobre o tema som através da exposição de uma situação-problema; som e poluição sonora.

Aula expositiva virtual ou real, com uso de imagens e/ ou objetos para demonstrações.

Duração da aula é de 45 minutos.

Será aplicado um questionário com perguntas básicas sobre a disciplina de física.

Apresentado a imagem de um aparelho de som como problematização da proposta e feito as

perguntas:

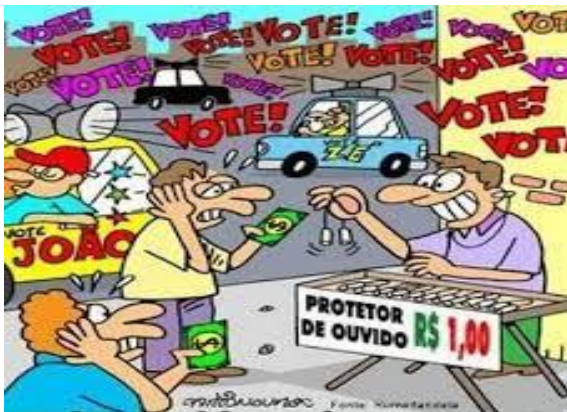
O que você vê nessa imagem?

O que é Som?



Fonte: (Store, s.d.)

Logo em seguida será apresentada uma charge e um trecho de um vídeo do youtube:



Fonte: (Arionauro 2020).



Fonte: (Cenas legais, 2021)

E feito mais um questionamento.

Voce ja vivenciou situações semelhantes a essas? Comente.

Segundo Momento

Desenvolvimento teórico sobre ondas sonoras: som e seus efeitos, destacando os fenômenos envolvidos, os conceitos, as características e as propriedades.

Neste momento será introduzido o conhecimento científico relacionado ao problema levantado inicialmente. É nesse momento que: “os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados sob a orientação do professor” (DELIZOICOV, 2005, p. 143). Nesse momento, os alunos começam a compreender a respeito da problematização inicialmente apresentada.

Aula expositiva virtual ou real, com uso de figuras ilustrativas, livros, apostilas e plataformas de simulações, duração da aula é de 45 minutos.

Terceiro Momento

Atividade prática investigativa retornando a situação-problema levantada na primeira etapa da metodologia.

Aplicação do conhecimento em situações reais.

Neste momento ocorre a sistematização do conhecimento, onde retorna a problematização inicial, no sentido de aplicar o conhecimento científico em situações reais do cotidiano, para resolver tais problemas.

Atividade investigativa- experimental sobre a intensidade do som, com o uso do smartfhone e o aplicativo decibelímetro para medir o nível de intensidade sonora em determinados ambientes.

- Apresentar medições dados da medição para o professor e para os colegas de turma.

-Apresentar sugestão para resolução da problemática inicial.

Questionário sobre a metodologia desenvolvida.

Duração da aula é de 45 minutos.

10. Método avaliativo:

O método avaliativo consiste na plena participação dos alunos nas atividades, no comprometimento e responsabilidades com as tarefas realizadas..

11. Referencias Bibliográficas:

ENSINO Remoto Emergencial: a oportunidade da escola criar, experimentar, inovar e se reinventar. SINEPE/RS, Porto Alegre, 17 abr. 2020. Disponível em: <https://www.sinepe-rs.org.br/noticias/ensino-remoto-emergencial-a-oportunidade-daescola-criar-experimentar-inovar-e-se-reinventar>.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XII, 2010a, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2010.

SANTOS, Bianca Martins; DA SILVA, Hélio Evangelista; ROSA, Rayane Casimiro. Relato de Experiência: Atividades lúdicas e experimentais para o ensino de ondas. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 327-351, 2020.

ANEXO IV
QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO INICIAL PARA AVALIAR A CONCEPÇÃO
DOS ALUNOS SOBRE A DISCIPLINA DE FÍSICA

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO | | |
|---|---------------|---------------------------|
| Disciplina: | Turma: | Ano de referência: |
| Escola: | | Inep: |
| Professor(a): | | Contato: () |
| <p>1. Você gosta de Física? Por quê? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>2- Existe diferença entre a Física e a Matemática? Comente sua resposta. <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>3- Você já participou de alguma feira de ciência na sua escola? Como foi? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Nunca teve</p> <p>4- O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?</p> <p>5- Você consegue identificar a Física em algo do seu cotidiano? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p> <p>6- Você vê alguma utilidade em aprender física? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p> <p>7- Quais dificuldades você costuma ter ao estudar física?</p> <p>8- Pretende fazer algum curso superior? Qual?</p> | | |

ANEXO V
LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE A METODOLOGIA
DESENVOLVIDA

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO | | |
|---|---------------|---------------------------|
| Disciplina: | Turma: | Ano de referência: |
| Escola: | | Inep: |
| Professor(a): | | Contato: () |
| <p>1. Qual seu nível de satisfação com a metodologia aplicada? <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Médio</p> <p>2. Como você avalia os recursos tecnológicos utilizados? <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssimo</p> <p>3. Como você classifica o tipo de material didático usado nas atividades? <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssimo</p> <p>4. Qual foi a maior dificuldade que você teve ao realizar a metodologia? <input type="checkbox"/> Falta de acesso a internet <input type="checkbox"/> Dificuldade em compreender o conteúdo <input type="checkbox"/> Não saber lidar com o recurso tecnológico <input type="checkbox"/> Outro <input type="checkbox"/> Nenhuma</p> <p>5. Qual o nível de conhecimento adquirido durante as atividades desenvolvidas <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Médio</p> <p>6. O que você achou mais interessante durante a realização das atividades?</p> <p>7. Você gostaria de participar mais de atividades iguais as que foram desenvolvidas?</p> <p>8. O que você sugere para melhorar as aulas de Física?</p> <p>9. Com essas atividades você consegue identificar a Física em algo do seu cotidiano?</p> <p>Faça uma crítica ou dê uma sugestão.</p> | | |