

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
INSTITUTO/DEPARTAMENTO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 28

REVENIL ALVES DE SOUZA

A MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Alfenas/MG
2023

REVENIL ALVES DE SOUZA

A MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada como parte dos requisitos para Exame de Qualificação pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/MNPEF, polo Universidade Federal de Alfenas/MG. Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio. Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães.

Alfenas/MG
2023

RESUMO

A demanda por uma educação participativa dos discentes na prática do ensino de física tem se tornado uma temática constante nos recintos escolares. A efetivação dos conhecimentos teóricos só terão importância na realidade se forem resultados de uma experiência vivenciada e vivida na prática. Neste trabalho, pretendeu-se desenvolver a aplicação de uma metodologia de ensino de física com o uso da música como recurso didático no ensino médio de uma escola pública estadual. Utilizou-se como base teórica os Três Momentos Pedagógicos e como ferramenta metodológica, a Euritmia de Dalcroze que proporcionaram o desenvolvimento de uma sequência didática de 20 aulas no tema Acústica a aplicadas no ensino médio A sequência didática é apresentada, bem como a sua aplicação em 2 turmas do 1º ano. Os resultados iniciais são apresentados, bem como a discussão destes e a reflexão do pesquisador.

Palavras-Chave: Recurso didático; Música; Ensino Médio; Física.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 2.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS DE DELIZOICOV.....	10
2.1.1 PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL.....	11
2.1.2 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	12
2.1.3 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	12
2.1.4 EURITMIA DE DALCROZE.....	13
CAPÍTULO 3.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 O ENSINO DE FÍSICA E MÚSICA.....	17
3.2 FÍSICA ACÚSTICA.....	22
3.2.1 CONCEITOS TEÓRICOS HISTÓRICOS.....	22
3.2.2 QUALIDADE DO SOM.....	24
3.2.3 VIBRAÇÃO DA CORDA DO INSTRUMENTO MUSICAL.....	25
3.2.4 INTERVALOS ACÚSTICOS E OS MATEMÁTICOS GREGOS.....	29
3.2.5 ESCALAS MUSICAIS.....	30
3.2.6 INTERDISCIPLINARIDADE DA ACÚSTICA.....	31
3.2.7 ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA MÚSICA.....	33
CAPÍTULO 4.....	34
4.1 PROBLEMA, OBJETO E OBJETIVOS DA PESQUISA.....	34
CAPÍTULO 5.....	34
5. METODOLOGIA PROPOSTA.....	35
5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA	35

5.2 DESENVOLVIMENTO.....	36
5.3 COMPETÊNCIA 1.....	37
5.4 COMPETÊNCIA 2.....	37
5.5 COMPETÊNCIA 3.....	37
CAPÍTULO 6.....	38
6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	38
6.1 AULA 1.....	38
6.2 AULA 2.....	40
6.3 AULAS 3 e 4.....	42
6.4 AULA 5.....	46
6.5 AULA 6 e 7.....	48
6.6 AULAS 8, 9 e 10	49
CAPÍTULO 7.....	51
7. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	51
7.1 RELATO DAS OBSERVAÇÕES.....	51
7.2 DESCRIÇÃO AULA POR AULA.....	51
7.3 AULA 1 - TURMA 3.....	51
7.4 AULA 1 - TURMA 4.....	53
7.5 AULA 2 - TURMA 3.....	55
7.6 AULA 2 - TURMA 4.....	56
7.7 AULA 3 e 4 - TURMA 3.....	57
7.8 AULA 3 e 4 - TURMA 4.....	59
7.9 AULA 5 - TURMA 3.....	60
7.10 AULA 5 - TURMA 4.....	62
7.11 AULA 6 e 7 - TURMA 3.....	64
7.12 AULA 6 e 7 - TURMA 4.....	66
7.13 AULA 8 - TURMA 3.....	67

7.14	AULA 8 - TURMA 4.....	68
7.15	AULA 9 - TURMA 3.....	69
7.16	AULA 9 - TURMA 4.....	70
7.17	AULA 10 - TURMA 3.....	71
7.18	AULA 10 - TURMA 4.....	72
	CAPÍTULO 8.....	73
	8 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	73
8.1	ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS.....	74
8.2	ANÁLISE DO REGISTRO DIÁRIO.....	77
8.3	ANÁLISE DA AVALIAÇÃO FORMATIVA EM GRUPO.....	78
8.4	ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO.....	82
	CRONOGRAMA.....	84
	REFERÊNCIAS.....	86

1. INTRODUÇÃO

Quando eu era criança, nas décadas de 70 e início dos anos 80, recordo-me do meu primeiro contato com a música. Uma vez que passei a maior parte desse período em uma fazenda na zona rural, nossos dias começavam com os sons do rádio. Naquela época, o rádio era a principal fonte de entretenimento para as famílias. O que mais me marcou foram os programas que apresentavam o autêntico estilo sertanejo raiz. Embora eu não tivesse contato direto com um instrumento musical naquela época, eu observava meu saudoso pai tocando solos de violão e eu ficava impressionado com sua simplicidade musical, alimentando minha curiosidade.

Já no final dos anos 80, eu estava com 15 para 16 anos. Minha família toda teve um envolvimento profundo com o cristianismo protestante, o que me proporcionou uma exposição mais regular à música. Os cultos nas igrejas protestantes são centrados na musicalidade e quase diariamente estávamos envolvidos em reuniões com elementos musicais. Minha irmã mais velha e eu formamos uma dupla musical nesses cultos e nossas apresentações eram frequentes e significativas.

Minha aptidão musical continuou a crescer, através de apresentações de canto, tanto em grupos quanto de forma individual. Esse desenvolvimento me levou a assumir a responsabilidade de liderar jovens na área musical, cargo que mantive desde o início dos anos 90 até o ano de 2015.

Além disso, em 2009, dei início ao curso de licenciatura em Física, após ter conquistado uma bolsa de estudos por meio do Enem, e o concluí em 2011. Em seguida, iniciei minha carreira como professor, começando a lecionar no início de 2016, logo após ser aprovado no concurso do estado de Minas Gerais.

Em fevereiro de 2017, dei início ao curso de Licenciatura em Música, que concluí no segundo semestre de 2021. Foi nesse período que aprofundei meu conhecimento na educação musical e nas diversas possibilidades musicais, incluindo instrumentos como violão, teclado, contrabaixo e aprimorando minha percepção musical.

Acredito firmemente que a música representa a mais sublime expressão da beleza, como sugerido por Schopenhauer, que afirmava que "a música é a mais elevada expressão

artística e serve como a melhor maneira de nos conduzir ao entendimento do universo" (1788-1860).

Tenho dedicado esforços significativos e profunda reflexão para encontrar maneiras eficazes de unir a música e a Física em uma prática educacional coerente. A musicalidade possui um incrível poder de evocar lembranças e estimular o raciocínio, conectando-nos a momentos, lugares e pessoas de maneira única.

Hoje, com minha formação superior em Física e Música, estou empenhado em aprimorar minha abordagem educacional, buscando torná-la ainda mais eficaz na integração dessas duas disciplinas essenciais no âmbito da educação.

Com efeito, a prática educacional é uma via de mão dupla, na qual o professor desempenha o papel de ensinar, mas também de aprender com os alunos. Essa abordagem deve ser o alicerce fundamental da educação. No entanto, muitas vezes, esse princípio essencial escapa do foco central, deixando lacunas significativas, especialmente no contexto da educação dialógica proposta por Paulo Freire. Nessa perspectiva, é fundamental que os estudantes desempenhem um papel de protagonismo (FREIRE, 1987, pág. 81 e 84).

Ao analisar as metodologias educacionais, que enfatizam a autonomia e a colaboração dos alunos na aprendizagem, nem sempre o que é proposto coincide com o que é efetivamente praticado. Nessa perspectiva, o Conteúdo Básico Comum (CBC), argumenta que a Física escolar deve se aproximar cada vez mais do mundo real e das situações cotidianas (CBC DE FÍSICA, pág. 5), a qual muitas vezes encontra obstáculos devido a diversos fatores que podem influenciar, incluindo questões políticas, ambientais, sociológicas, religiosas, históricas, entre outras.

Portanto, é importante que a prática educacional se esforce para alinhar suas metas com os princípios pedagógicos fundamentais, promovendo a participação ativa dos alunos, sua autonomia e a conexão com a realidade, apesar dos desafios que podem surgir devido a esses diversos fatores externos.

A análise desses fatores na educação pública revela claramente uma problemática enraizada na abordagem tecnicista de formação. Essa tendência visa estabelecer um sistema educacional orgânico e funcional, no qual se busca modelar o comportamento humano por meio do uso de técnicas e recursos metodológicos específicos (LUCKESE, 2003). No entanto, essa abordagem frequentemente aliena os estudantes e os direciona para uma

educação que está longe de ser libertadora e reflexiva em relação ao seu papel transformador em uma sociedade igualitária.

Conforme Paulo Freire enfatizou, a prática educacional deve ser uma "práxis", ou seja, a reflexão e ação dos seres humanos para transformar a sociedade (FREIRE, 1987, pág. 20). Isso implica explorar todas as possibilidades de aprendizado e envolver os alunos de forma ativa e crítica no processo educacional. A abordagem tecnicista, ao contrário, muitas vezes reduz a educação a um conjunto de técnicas e procedimentos que não estimulam a reflexão crítica e a participação ativa dos alunos na transformação de sua realidade.

Portanto, superar essa abordagem tecnicista e promover uma educação verdadeiramente libertadora e reflexiva requer um esforço significativo para repensar e reformular os sistemas educacionais, colocando os estudantes no centro do processo de aprendizado e capacitando-os a se tornarem agentes de mudança em uma sociedade mais justa e igualitária.

Ademais, a rejeição ao ensino de Física é, de fato, um problema presente e muitas vezes resulta da maneira como a disciplina é apresentada aos alunos. Ela frequentemente se desenrola de forma descontextualizada em relação à realidade, quando a educação se baseia em métodos tradicionais que enfatizam o uso excessivo de resolução de exercícios dos livros didáticos, adotando uma abordagem de repetição e centrada na "solução de problemas" essencialmente quantitativos (POZO E CRESPO, 2006, pág. 47).

É importante reconhecer que é difícil para os alunos estabelecerem conexões significativas com a Física quando ela é ensinada de maneira isolada e desvinculada de suas experiências cotidianas. Para superar essa barreira, é fundamental adotar abordagens pedagógicas que partam de modelos análogos e simples, permitindo aos alunos compreenderem os princípios fundamentais antes de abordar problemas mais complexos. Isso envolve contextualizar o ensino de Física para que os alunos possam interiorizar o conteúdo de forma significativa.

Em resumo, a rejeição ao ensino de Física pode ser atenuada quando a disciplina é apresentada de maneira mais envolvente, relevante e contextualizada, permitindo que os alunos façam conexões com o mundo ao seu redor e compreendam como os princípios físicos se aplicam às situações do dia a dia. Isso não apenas torna o aprendizado mais acessível, mas também pode aumentar o interesse e a motivação dos alunos pela Física.

Assim, a aquisição de conhecimento demanda investimento de tempo e um olhar atento para aquilo que se busca alcançar. Na esfera da educação, é essencial implementar com dedicação estratégias que incorporem uma ampla variedade de recursos didáticos e promovam a reflexão sobre o papel transformador do ensino. Isso envolve a utilização de instrumentos e abordagens que integrem teoria e prática, tornando a aprendizagem um processo dinâmico, contextualizado e enraizado nas circunstâncias sócio-históricas.

Deste modo, a ideia apresentada visa adotar uma abordagem inovadora. Ela propõe explorar uma nova trajetória a partir do desejo de promover transformações mútuas, com ênfase em uma educação ativa na qual os estudantes desempenham um papel participativo no processo de aprendizagem. Nesse contexto, a música se revela como um recurso pedagógico de grande potencial, capaz de exercer um poder transformador e influenciar positivamente toda a sociedade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Vários teóricos da educação, tanto estrangeiros quanto brasileiros, têm exercido e continuam a exercer influência significativa sobre a educação no Brasil. Ao desenvolver um campo de conhecimento, eles se utilizam de diversas teorias e filosofias da educação.

Nesta investigação, como ponto de partida, utilizam-se referências bibliográficas relacionadas tanto aos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov [(DELIZOICOV et al., 2007, p. 200 a 2002), quanto a uma abordagem voltada para a musicalidade da Eurytmia de Dalcroze (JAQUES - DALCROZE, 1945) .

2.1 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS DELIZOICOV

Demétrio Delizoicov Neto, formado em Licenciatura em Física e doutorado em educação pela USP, com ênfase em Ensino-aprendizagem, desenvolveu a metodologia denominada os Três Momentos Pedagógicos (3MP), nas suas observações do filósofo e educador Paulo Freire (UREL, 2022, Apud BONFIN et al., 2018, p. 188).

Figura 1 - Demétrio Delizoicov Neto



Fonte: Youtube

Os 3MP, segundo Delizoicov (2007), se fundamentam na abordagem da problematização inicial, apresentando questões para discussão aos estudantes, estimulando o uso de conhecimentos prévios sobre a temática proposta. No segundo momento, os discentes organizam os conhecimentos, com orientação do professor, para melhor compreender o tema. Já no terceiro momento, aplicam os conhecimentos de forma prática, resolvendo problemas pesquisados. Essa metodologia fomenta a participação ativa dos alunos, desenvolvendo habilidades de análise crítica e aplicação prática do conhecimento adquirido.

Nesta perspectiva, os 3MP são assim estruturados pelo autor supracitado.

2.1.1 PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Na abertura da temática proposta, são apresentadas situações reais da convivência dos alunos, isto é, algo que eles já presenciaram ao entorno através de sua cultura. Aliado ao conhecimento prévio dos alunos, o educador atua como facilitador introduzindo conhecimentos de teorias científicas. No processo dialógico, são desafiados a participar contribuindo com seu ponto de vista sobre conceitos apresentados para problematização. Assim, o professor analisa “pistas” sobre o que os alunos sabem ou que pensam, através de fragmentos de pensamentos e abordagem contextualizada do assunto proposto (Delizoicov et al., 2007).

Assim, como apresentado por Delizoicov et al. (2007), nesta primeira abordagem a função coordenadora do professor concentra-se mais em questionar posicionamentos - até mesmo fomentando a discussão das distintas respostas dos alunos - e lançar dúvidas sobre o assunto, do que em responder ou fornecer explicações. Ademais, o objetivo é aflorar

perspectivas diversas direcionando ao conhecimento científico, pré estabelecido pelo educador.

Logo, o objetivo nesse primeiro momento problematizador é apresentar o tema desprovido de conceitos centrados no educador (Delizoicov et al., 2007), propondo um momento dialógico, ou seja, procura-se gerar situações de discussão de um problema que precisa ser enfrentado na busca de possíveis soluções.

2.1.2 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Nesse segundo momento pedagógico, na égide da organização do conhecimento, são selecionados diversos mecanismos didáticos para compreensão dos temas da problematização inicial (Delizoicov et al., 2007). Sob orientação do professor, as mais variadas atividades são empregadas com o objetivo de desenvolver determinado conceito científico (Delizoicov et al., 2007). São utilizadas: resolução de problemas; exercícios, como proposto em livros didáticos; análise de situação de problemas através de pesquisa nos meios digitais e na comunidade; visita de campo; e outros.

Entretanto, segundo o autor (Delizoicov et al., 2007), existe crítica quanto ao uso excessivo de exercícios na formulação de abordagem de aprendizagem pelos docentes.

“ Não raramente há uma supervalorização da abordagem de problemas e exercícios desse tipo pela prática docente, em detrimento da localização e formulação de problemas de outra espécie, tais como os caracterizados no momento anterior e aqueles cuja abordagem é sugerida no momento seguinte” (DELIZOICOV et al., 2007 - Pág 201).

2.1.3 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Por fim, tem-se a aplicação do conhecimento na abordagem dos 3MP. Sendo o objetivo neste momento sistematizar e aplicar o conhecimento que vem sendo adquirido pelo aluno durante a aplicação da proposta didática (Delizoicov et al., 2007). Nesta fase, espera-se que o aluno consiga intervir de forma autônoma na sua realidade, propondo soluções aos vários problemas enfrentados pela sociedade, tanto no âmbito local, estadual e global.

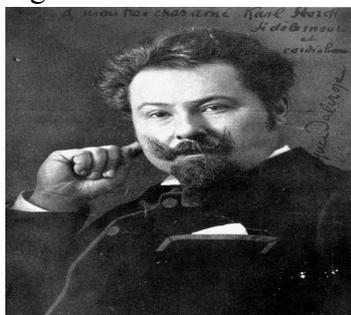
Portanto, sistematizar e aplicar o conhecimento de forma a intervir na realidade, possui a potencialidade da contextualização científica com situações reais. Além disso, é um uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações envolvidas no tema,

para melhor entendê-las, uma vez que essa é uma das metas a serem atingidas com o processo de ensino-aprendizagem das Ciências.

2.2 EURITMIA DALCROZE (1945)

Émile Henri Jaques-Dalcroze (1945), artista, compositor, renomado educador musical suíço nascido em 1865, fez uma contribuição significativa para o campo da pedagogia musical através de seu inovador método de ensino conhecido como "Euritmia", que significa 'bom ritmo' pois 'eu' significa bom e ritmia se refere a fluxo rio ou movimento (Mantovani, 2009).

Figura 2 - Foto de Dalcroze



Fonte: Wikimedia Commons (domínio público)

Inspirado pela crença de que o movimento corporal é uma parte intrínseca da musicalidade, Jaques-Dalcroze desenvolveu uma abordagem revolucionária que unia a música, o ritmo e a expressão física. Seu método buscava uma conexão mais profunda entre a mente, o corpo e a música, utilizando exercícios rítmicos e de improvisação para desenvolver a percepção musical e a coordenação motora dos alunos (Dalcroze, 1945).

Segundo Madureira et al. (2023, apud Toni 2015), às inovadoras propostas de Dalcroze fizeram sua primeira aparição no Brasil por meio da tradução realizada por Sá Pereira e publicada em 1924, na revista modernista Ariel (MADUREIRA, 2023). Tal feito ocorreu no contexto do texto intitulado "A Menina e o Conservatório". Ao longo da divulgação desse trabalho, tanto o editor da revista, Mário de Andrade, quanto Sá Pereira, manifestaram sua admiração e interesse pelo estudo da Rítmica, considerando-a "[...] um dos avanços técnicos mais significativos no ensino musical contemporâneo" (Madureira 2023, apud Andrade 1987, p. 192).

Essas inovações na abordagem da musicalidade proposta por Dalcroze serviriam de inspiração para a implementação de práticas de ensino de música de forma mais abrangente

nas escolas (FONTERRADA, 2008, p. 124). Esse movimento guardou semelhanças com o projeto concebido por Villa-Lobos no âmbito do Plano Musical da Superintendência Educacional e Artística (SEMA) durante o governo Vargas (VALE, 2012, p. 21).

A pedagogia de Jaques-Dalcroze enfatizava a importância de sentir a música através do movimento, permitindo que os estudantes internalizassem os ritmos e as nuances melódicas de uma maneira mais envolvente e intuitiva (FONTERRADA, 2008, p. 131). Seu método tornou-se amplamente popular, especialmente no treinamento de músicos jovens e na formação de professores de música. As aulas de Eurytmia de Jaques-Dalcroze eram interativas e dinâmicas, encorajando os alunos a explorar o espaço, experimentar diferentes ritmos e expressar suas emoções por meio do corpo. Esse enfoque holístico na educação musical influenciou muitas abordagens pedagógicas subsequentes e deixou um legado duradouro no campo da educação musical (FONTERRADA, 2008, p. 136).

Nesse contexto, Dalcroze introduziu diversas abordagens para oferecer aos alunos de música oportunidades de aprendizado por meio da rítmica, estabelecendo um conjunto de princípios direcionadores (Gomes, 2020).

1) Todo ritmo é movimento; 2) Todo movimento é material; 3) Todo movimento necessita de espaço e tempo; 4) O espaço e o tempo estão ligados pela matéria que os atravessa num ritmo eterno; 5) Os movimentos da criança bem pequenas são puramente físicos e inconscientes; 6) É a experiência física que forma a consciência; 7) A perfeição dos meios físicos produz a inteligibilidade da perfeição intelectual; 8) Regular os movimentos e desenvolver a mentalidade rítmica. De onde se retiraram outras conclusões: I) Aperfeiçoar, regular e encadear com elasticidade os movimentos em diferentes nuances, formando um todo, é desenvolver a mentalidade rítmica; II) Aperfeiçoar a força e a leveza dos músculos regulando as proporções do tempo nas suas relações com a dinâmica, é desenvolver o sentido rítmico-musical e o sentido da quadratura. Aperfeiçoar mais especialmente os músculos do aparelho respiratório é favorecer a liberdade absoluta das cordas vocais e criar a sonoridade nas diversas nuances reguladas pelo sopro é favorecer ao sentido do fraseado um agente mecânico leve e inteligente; III) Aperfeiçoar a força e a leveza dos movimentos regulando as proporções do espaço (movimentos combinados e atitudes estáticas) é desenvolver o sentido do ritmo plástico que, por sua vez é um complemento do ritmo musical (JAQUES - DALCROZE. 1945, p. 113).

Além de seu impacto na pedagogia musical, Émile Jaques-Dalcroze também se destacou como um precursor na música contemporânea, compondo diversas obras que ganharam reconhecimento na Suíça, França e Alemanha. Entre suas criações notáveis estão sua primeira ópera-cômica, *La Soubrette*, que ele escreveu aos meros 16 anos de idade, bem como *Suisse romande* (Suíça francesa), *Impressions tragiques* para orquestra, pequenas melodias e estudos rítmicos. Além disso, ele deixou um legado de 50 estudos miniaturas de

métrica e ritmo para piano, canções sem palavras para expressão corporal, vocalizações, exercícios de entonação e marchas rítmicas (Mateiro, 2012, p. 38).

Apesar de o conceito exposto na perspectiva da musicalidade eurítmica de Dalcroze ser subjetivo em relação aos princípios da Física, no que concerne ao movimento, tempo, matéria, espaço, experiência física, aprimoramento dos meios físicos, elasticidade, dinâmica, força, métrica musical e outros elementos, eles guardam uma relação, tal como delineado por Arthur Schopenhauer, que afirmou:

... o mundo fenomênico, ou natureza, e a música com duas expressões distintas da mesma coisa a qual é a única intermediadora da analogia de ambos, e cujo conhecimento é exigido para reconhecer tal analogia. A música, portanto, caso vista como expressão do mundo, é uma linguagem universal no mais supremo grau, que está até mesmo para a universalidade dos conceitos como aproximadamente estes estão para as coisas particulares (Arthur Schopenhauer, p. 344).

Portanto, é importante reconhecer que, embora a física tenha sua própria linguagem e conceitos científicos, ela também incorpora elementos históricos e artísticos que contribuem para sua beleza tanto de forma objetiva quanto subjetiva. Essa abordagem interdimensional enriquece os processos pedagógicos, indo além do desenvolvimento racional (do logos) e abraçando também o domínio das emoções (pathos), da corporeidade (eros) e da espiritualidade (mytho), como destacado pela SEE MG (2022, p. 6).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O ser humano é inerentemente dotado de características distintas, o que implica que cada um de nós é um indivíduo único que adquire conhecimento por meio da interação. Essa abordagem socioconstrutivista, inspirada na teoria de Vygotsky, postula que a fonte de conhecimento emerge da interação entre o sujeito e o objeto (Vygotsky, 1982, p. 28, apud Ivic, 2010, p. 16). Nesse sentido, essa influência cultural ocorre de maneira mútua, uma vez que o desenvolvimento das habilidades cognitivas é o resultado da interação constante entre o indivíduo e o ambiente circundante.

Nessa perspectiva, podemos afirmar que o processo histórico-cultural se baseia nos princípios fundamentais delineados por Souza:

Ao examinar a perspectiva histórica ocidental, com um olhar voltado para a música ancestral, podemos identificar em cada uma de suas eras a expressão da vida

humana, bem como os elementos políticos, sociais e econômicos que espelham o progresso no contexto artístico da sociedade em que se insere. Esses elementos estão entrelaçados com a forma de abordar a ciência. Essa conjuntura de mudança, intrinsecamente ligada ao curso da história, se une a diversas facetas da capacidade humana de aprendizado e desenvolvimento (2013, p. 8).

Analisando essa abordagem, chegamos à seguinte dedução: tanto a Física quanto a Música espelham a existência humana dentro de seu contexto temporal. Nessa perspectiva, citando as palavras de Rezende (1971, p.17), "a arte testemunha o modo de pensar, sentir e viver do ser humano enquanto ser 'histórico', influenciado pela civilização na qual está inserido, reagindo psicologicamente e artisticamente de acordo com ela".

Diante desse cenário, é possível afirmar que a evolução do pensamento e das ações humanas ao longo de várias eras constitui um conjunto entrelaçado de estruturas sociais, características étnicas, influências políticas, crenças religiosas e outros fatores relevantes (Souza, 2013).

Quando nos referimos às expressões musicais, estamos abrangendo uma variedade de capacidades sensoriais exploratórias que podem enriquecer o processo de aprendizagem da Física. Isso ocorre devido à singularidade de sua interferência e influência, representando a essência do mundo em uma dimensão projetada ao longo da história da civilização (Vieira, 2023).

Assim, é crucial reconhecer as interações entre Física e a música, a fim de promover o avanço e a compreensão das distintas conexões. Essa abordagem metodológica capacita uma prática de aprendizagem substancial, permitindo a síntese efetiva do conhecimento. Consequentemente, essa integração se traduz na união harmoniosa de diversos domínios de conhecimento de maneira interdisciplinar.

Com o objetivo de situar o leitor na relevância social do tema explorado neste trabalho, buscaremos aqui uma discussão concisa sobre a problemática interdimensional envolvendo a interação entre Física e Música, bem como sua abordagem em artigos de pesquisa sobre o ensino de Física.

3.1 O ENSINO DE FÍSICA E A MÚSICA

No estudo de Galian et al. (2015), foi explorada a construção de um ambiente propício para a aprendizagem. O trabalho se baseou em princípios que delineiam a dinâmica entre professor e aluno, visando a promoção de uma educação dialógica que enriqueça o processo de aprendizagem científica no contexto do ensino fundamental.

De acordo com Galian et al. (2015), o estudo explorou a pesquisa vinculada às práticas educacionais de uma educadora, buscando compreender sua abordagem no contexto escolar. O foco da pesquisa concentrou-se em uma escola no interior de São Paulo. Durante o estudo, foram observadas 20 aulas de ciência química ministradas por essa educadora, uma professora de longa experiência e alta estima na escola, devido à sua atuação por décadas no ensino. As observações foram realizadas com o objetivo de analisar o método de ensino empregado pela educadora junto aos alunos.

Conforme os resultados da pesquisa, a abordagem didática da educadora não se mostrou propícia ao diálogo com os alunos. Essa atitude deriva, em parte, de uma convicção de que a imposição era mais importante que o diálogo, sustentando que o diálogo poderia enfraquecer a disciplina.

Assim, ficou clara a existência de uma resistência visível em relação a abordagens mais participativas por parte de alguns educadores, que se sentem limitados pelo conteúdo rígido a ser ensinado. No entanto, os levantamentos apresentados no artigo destacam que a educação alcança um significado verdadeiro quando a escola direciona os alunos a uma reflexão colaborativa, onde a ação é compartilhada entre ambas as partes.

No estudo de Paiva et al. (2015), foi conduzida uma investigação sobre as motivações de diversos estudantes do ensino médio no que diz respeito ao aprendizado de Física. O objetivo da pesquisa foi compreender o processo motivacional dos alunos diante da disciplina de Física, a qual apresenta certa complexidade no contexto educacional brasileiro. Isso é especialmente relevante, considerando que a motivação desempenha um papel crucial na aprendizagem, cuja qualidade tem demonstrado declínio ao longo das últimas décadas, conforme dados apresentados por pesquisadores.

Baseados na Teoria da Autodeterminação (SDT), os autores consolidaram a percepção de duas dimensões distintas da motivação humana: intrínseca e extrínseca. Isso significa que

a motivação pode ser oriunda do próprio indivíduo (motivação intrínseca) ou ser influenciada pelo ambiente externo (motivação extrínseca).

Por meio da análise de várias turmas do ensino médio, totalizando aproximadamente 1.400 alunos, os pesquisadores aplicaram diversos questionários após conduzir pesquisas de campo. Esses questionários abordavam perguntas diretas sobre motivações pessoais e influências externas. Segundo os autores, a média de satisfação expressa pelos alunos em relação a fatores internos e externos foi notavelmente positiva em várias dimensões humanas, como aspectos emocionais, esforço, atenção, concentração, autocontrole, persistência, paciência, proatividade e emoções positivas.

Diversas pesquisas indicam que os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades para reter o que aprendem. Isso ocorre devido a uma combinação de fatores, incluindo aspectos emocionais, ambientais e até psicológicos. Existe uma grande preocupação em relação a como tornar o ensino de Física mais cativante e como garantir que o conhecimento adquirido perdure ao longo do tempo.

Em seu estudo, Pereira et al. (2015) traçaram uma abordagem que concentrou-se na observação de como o ambiente e as situações emocionais impactavam o processo de ensino-aprendizagem. Eles empregaram uma metodologia denominada "memorial científico-afetivo", que envolveu a criação de cenários através de questionários e a observação atenta das interações, com o objetivo de entender o conhecimento dos alunos sobre os conceitos físicos e como eles aprendem ao manipular determinados materiais.

Conforme destacado pelos autores, a dimensão afetiva proporcionou uma ampla variedade de oportunidades no que diz respeito à interação entre aluno e professor. Além disso, as situações construídas contribuíram para a consolidação dos conteúdos e para a compreensão mútua entre as partes envolvidas: a relação aluno-professor, as dinâmicas entre alunos e até mesmo a relação dos alunos com o ambiente escolar direcionado. Os resultados obtidos a partir das pesquisas indicaram de maneira satisfatória que a ênfase na afetividade desempenhou um papel significativo no progresso da aprendizagem.

Em um exame abrangente sobre a construção de conhecimento em sala de aula, com foco em um diálogo pedagógico significativo, Pacca et al. (2015) investigaram o desempenho de professores e alunos do ensino médio em uma escola pública. A abordagem adotada foi voltada para a perspectiva construtivista do diálogo educacional.

No estudo, são destacados diversos aspectos relacionados à educação dialógica no contexto do ensino de Física. Isso envolveu exemplos práticos em laboratório, a manipulação de dispositivos ópticos, incentivo a questionamentos que exploraram o motivo por trás de determinados resultados em situações físicas, especialmente em relação aos efeitos da dualidade da luz. Além disso, o preenchimento de questionários desempenhou um papel crucial na busca pela validação dos resultados obtidos no estudo.

A autora, mencionada anteriormente, destacou que a educação é uma troca de experiências e ressaltou que o ensino de Física adquire significado quando ocorre de maneira ativa por parte dos alunos. No decorrer do artigo, ela adotou a perspectiva de Paulo Freire, enfatizando a relação entre professor e aluno, onde a abordagem ampla preconiza que todos devem estar engajados no processo de aprendizagem.

Essa metodologia abarcou uma variedade de procedimentos tangíveis, os quais incorporaram as concepções prévias dos alunos em um contínuo processo de aprendizado e apreciação pelo ensino. Além disso, os resultados provenientes da aplicação dessa abordagem resultaram em uma análise substancial e enriquecedora do cenário de ensino e aprendizagem. Tanto as percepções dos alunos em relação à experiência, quanto as dos professores foram relatadas. Durante essa investigação, foram identificadas lacunas no aprendizado tanto por parte dos alunos, quanto dos educadores. No entanto, ficou evidente que essa metodologia gerou diversos avanços, uma vez que levou a um desenvolvimento significativo de raciocínio e construção de conceitos físicos relevantes.

No estudo de Santos et al. (2015), foram destacados o violão e a guitarra como recursos motivacionais no ensino de Física. Essa abordagem proposta contribuiu para uma aprendizagem prática instrumental, ao mesmo tempo que abrangeu a análise de equações e representações gráficas analíticas do espectro.

Dentro do contexto fornecido, ficou evidente que essa abordagem envolve uma metodologia prática em um ambiente laboratorial. Essa prática se concentrou no uso do violão, onde as frequências de cada casa foram analisadas, medidas e registradas em um programa computacional. Posteriormente, os resultados foram examinados, utilizando-se equações de Fourier para análise mais aprofundada.

De acordo com os autores mencionados, essa abordagem foi crucial, visto que a maioria dos alunos possuía instrumentos musicais, com destaque para o violão, em suas residências. Portanto, a implementação dessa metodologia foi direta e envolvente. Os

resultados obtidos foram altamente valiosos e forneceram uma rica fonte de dados, especialmente para os educadores que buscam abordagens práticas em laboratório no ensino da Física.

A utilização de uma variedade de recursos é essencial para aprimorar a compreensão dos conceitos de Física. Conforme mencionado por Lago (2015), por meio desses recursos, os educadores podem explorar uma ampla gama de tópicos físicos, como amplitude, frequência, ressonância, harmônicos e outros.

Além disso, é fundamental explorar o interesse dos alunos para promover uma aprendizagem significativa. Isso ocorre porque os alunos se sentem envolvidos no processo de construção do conhecimento aplicado.

A guitarra elétrica impulsionou a aprendizagem, e seu potencial eficaz pôde ser explorado ao aplicá-la em sala de aula. Isso se baseia no despertar da curiosidade dos alunos quando vêem o instrumento conectado a equipamentos de demonstração, juntamente com *software* e caixas amplificadas. Esse processo culminou em sua participação ativa como condutores das demonstrações, transformando-os em autores dos atos de aprendizado.

Ao mesmo tempo, durante esse processo, o professor apresentou a parte teórica, que incluiu representações gráficas do instrumento, por meio de equações e análise de espectros de dados. Dessa forma, a guitarra elétrica proporcionou um meio envolvente para sua aplicação em sala de aula, contribuindo efetivamente para a compreensão dos conteúdos de física.

No estudo de Zaczéski et al. (2015), uma análise abrangente foi apresentada sobre a história do violão e sua evolução tanto em termos práticos quanto históricos. A pesquisa revelou suas principais características: como o braço, as pestanas, os captadores, as cordas e a ressonância que ocorre por meio de sua caixa de ressonância. Essas análises foram conduzidas com base em equações físicas predefinidas que foram desenvolvidas ao longo da história.

Os autores elaboraram uma análise abrangente ao explorar a dimensão histórico-cultural do instrumento e suas transformações ao longo dos séculos. Eles descreveram como o ser humano alterou os materiais e como a cultura influenciou a aplicação do instrumento.

Tornou-se evidente, porém, que os avanços físicos dos materiais ao longo da história desempenharam um papel fundamental na melhoria de sua qualidade acústica. Isso culminou em uma conexão vibrante entre aspectos históricos, geográficos, filosóficos e outros conteúdos relacionados. Isso destacou a interdisciplinaridade que a música oferece para o enriquecimento da humanidade.

Visando integrar teoria com prática, Souza et al. (2015) introduziram o ensino de física através da música. Em suas propostas, eles buscaram uma abordagem prática, uma vez que o ensino de física frequentemente é encarado como um desafio pelos estudantes, que muitas vezes prefeririam evitar a matéria. Diante dessa problemática, a sugestão foi a criação de instrumentos de baixo custo, tornando o estudo da física mais atrativo. Esses instrumentos poderiam ser, por exemplo, violões, instrumentos de percussão e outros.

A aplicação dessa abordagem de construção estaria alinhada com o ensino de acústica e outras matérias correlatas relacionadas à ondulatória.

Conforme os educadores mencionados anteriormente, essa abordagem prática possibilitou a interdisciplinaridade ao incorporar conceitos práticos, culturais e históricos. Apesar da obrigação estabelecida pela lei de 2008 (Vale, 2012, p. 19), de ensinar música nas escolas, as abordagens práticas muitas vezes não alcançam o ideal de uma educação que visa formar indivíduos completos. É fundamental tratar essa questão de maneira igualitária, levando em consideração a amplitude da experiência humana, especialmente no que se refere à sensibilidade.

Também no contexto de uma abordagem histórica, mas agora associada à abordagem experimental, Kummenauer et al. (2014) apresentaram uma proposta intrigante no que se refere à promoção da aprendizagem significativa no ensino de física.

De acordo com os autores, uma das dificuldades enfrentadas pelos alunos ao aprender física estava relacionada à rejeição ou dificuldade em compreender o conteúdo, uma vez que muitas vezes era apresentado de maneira desconexa de sua realidade. Portanto, o projeto foi concebido a partir da ideia de permitir que os alunos experimentassem a física por meio da música. Essa abordagem prática envolveu a utilização de diversos instrumentos musicais e também abriu a possibilidade para que os alunos construíssem seus próprios instrumentos musicais.

Essa proposta teve como base o estudo da acústica, uma vez que estava fortemente ligada à música. Além disso, essa abordagem teve a capacidade de abranger outros conteúdos físicos, proporcionando ao educador a oportunidade de explorar diversos tópicos com os alunos. Como antecipado, os resultados desse projeto foram bastante convincentes, uma vez que a musicalidade teve o poder de envolver diversos sentidos humanos, contribuindo para uma compreensão mais ampla. Os dados coletados por meio de formulários de pesquisa, tanto antes como depois da implementação do projeto, ou através de diálogos, demonstraram uma melhora na aprendizagem significativa proposta.

Assim, a análise dessa literatura teve como objetivo desenvolver, neste estudo, uma abordagem da Física alinhada com as diretrizes apresentadas nos documentos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, p. 9 e 10). Inegavelmente, os artigos apresentados corroboram com diversos aspectos das 10 competências da BNCC, tais como a apreciação e aplicação dos conhecimentos históricos acerca do mundo físico, social, cultural e digital, o estímulo à curiosidade intelectual, a valorização das diversas formas de expressão artística, entre outros.

3.2 FÍSICA ACÚSTICA

Neste tópico, abordaremos os conceitos históricos e a fundamentação teórica/científica do som. Nas ciências físicas, o som é explorado no âmbito da Ondulatória, onde encontramos um tópico dedicado à acústica.

Abordaremos alguns pontos cruciais da evolução histórica dos conceitos relacionados à ondulatória e sua constituição. Nesse contexto, exploraremos eventos históricos que desempenham um papel significativo na melhoria de nossa compreensão científica, tanto no aspecto teórico, quanto prático sobre a acústica.

3.2.1 CONCEITOS TEÓRICOS HISTÓRICOS

Uma orquestra, ballet, ópera ou musical é uma das apresentações musicais mais complexas e belas. Composta por instrumentos de sopro, cordas, instrumentais e percussão corporal. Essa variedade e número de instrumentos criam sons e movimentos que evocam uma tremenda sensação de êxtase e tons celestiais na maioria dos membros da plateia.

Seja em uma orquestra ou em um show do seu artista preferido, a música tem um papel primordial na nossa cultura. Os primeiros instrumentos musicais de que se tem registro datam em torno de 35 a 40 mil anos atrás. Tratavam-se de flautas fabricadas com ossos de aves. A descoberta da música na cultura Neandertal foi feita em 2009 por pesquisadores alemães (ARTUSO, 2013). Em um estudo arqueológico, eles encontraram uma pequena flauta feita com osso, como se pode ver na imagem a seguir.

Figura 3 - Fragmento de três flautas de marfim

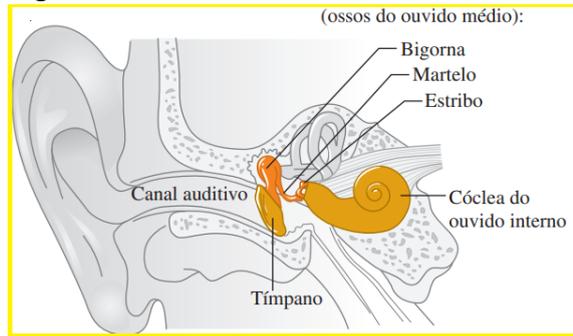


Fonte: (Foto: H. Jensen/Universidade de Tübingen)

De acordo com Hewitt (2011), o som produzido por objetos e instrumentos são sons através da vibração do meio material. Em um piano, em um violino, guitarra ou violão, o som é emitido e produzido pela vibração das cordas; em um instrumento de sopro, por exemplo, saxofone, o som é produzido pela palheta. Nossa voz é resultado da vibração das cordas vocais. Somos rodeados por uma grande orquestra de sons através das vibrações do ar no nosso planeta. Mas o que é o som?

Halliday (2016), descreve que o som é uma sensação auditiva que nossos ouvidos são capazes de detectar. Esta sensação é produzida pelo movimento organizado das moléculas que compõem o ar. Sendo uma onda mecânica, o som possui características regidas pelas Leis de Newton, existe em materiais ou meios específicos como: a água, o ar e as rochas. No caso, quando uma onda atinge a orelha, o tímpano vibra e envia impulsos ao cérebro, produzindo a sensação sonora, vide figura 4.

Figura 4 – O ouvido humano



Fonte: Young e Freedman (2015)

Uma das especificidades do som é a sua velocidade de propagação. Sendo obtida através da equação da velocidade (V), proporcional a variação de espaço (Δs), dividido pela variação de tempo (Δt).

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (I. 1)$$

Como o som se propaga através de moléculas, sua velocidade vai depender do meio de propagação, sendo influenciado pela temperatura do ambiente de medição. Assim, quanto maior a temperatura, maior será a velocidade do som, porque há uma maior vibração das moléculas nesse meio.

Exemplificando, no ar à temperatura de 0 °C, a velocidade do som é de 330 m/s; a 15 °C, é de 340 m/s (Paraná, 2000).

Ademais, o som não se propaga no vácuo, porque não há moléculas.

A equação fundamental para cálculo da velocidade, estabelece que será proporcional ao comprimento da onda (λ) e frequência (f).

$$v = \lambda \cdot f \quad (I. 2)$$

3.2.2 QUALIDADE DO SOM

A audição humana é capaz de identificar se o som é agudo ou grave, bem como as características da fonte e a intensidade do som. O espectro audível pelo ser humano varia de 20 Hz a 20.000 Hz. Um som é dito grave quando sua frequência é baixa; agudo, quando alta. Halliday (2016), afirma que existe algo no som além da frequência, f , do comprimento de onda, λ e velocidade, v : a intensidade. A intensidade de uma onda sonora está relacionada à

quantidade de energia que ela transporta para certa região do espaço. Matematicamente podemos escrever:

$$I = \frac{P}{A} \quad (I. 3)$$

Existe uma região do espectro sonoro, abaixo de 20 Hz até 0 Hz, que é denominado infrassons; e a região acima de 20.000 Hz de ultrassons. Assim, dentre os fatores que influenciam na interpretação da sensação auditiva do homem estão a distância do ouvinte em relação à fonte sonora, à intensidade do som e à estrutura fisiológica.

3.2.3 VIBRAÇÃO DA CORDA DO INSTRUMENTO

De acordo com Cavalcante (2013), em uma aplicabilidade sobre acústica, é necessário entender antes sobre o conceito de onda estacionária e particularmente sobre ressonância. Dessa forma, ondas estacionárias são formadas a partir de uma superposição de duas ondas idênticas, porém em sentidos opostos que, como resultado, determinam um padrão estacionário de vibração. Quando o músico posiciona o dedo para formar uma nota no violão ou violino, por exemplo, e coloca a corda para vibrar, pulsos de onda são produzidos. Essas ondas vão ser refletidas nos dois extremos, cavalete e o dedo do músico.

Figura 5 – Músico tocando as cordas do violão



Fonte: UFJF

Agora, vamos supor duas ondas harmônicas propagando-se em direções iguais e com fase inicial igual a zero. As funções dessas ondas são dadas por:

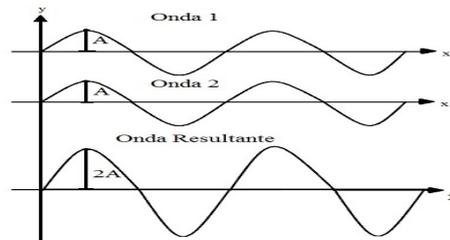
$$y_1(x, t) = A \sin(kx - \omega t) \quad (I. 4)$$

e

$$y_2(x, t) = A \sin(kx - \omega t) \quad (I. 5)$$

Pelo princípio da superposição, é possível numa corda vibrante realizar uma combinação linear de duas ondas progressivas harmônicas da mesma frequência. Se as ondas também tiverem o sentido oposto, a mesma amplitude e a mesma fase inicial, então a onda resultante será uma onda estacionária.

Figura 6 - Princípio da superposição



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

As ondas superpostas não se afetam mutuamente e se somam algebricamente para produzir uma onda resultante.

De acordo com o princípio da superposição, a onda resultante é dada por:

$$y_R(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) \quad (I. 6)$$

$$y_R(x, t) = A \cdot \text{sen}(K \cdot x - \omega \cdot t) + A \cdot \text{sen}(K \cdot x + \omega \cdot t) \quad (I. 7)$$

Como as ondas possuem a mesma amplitude (A), então:

$$y_R(x, t) = A \cdot [(\text{sen}(K \cdot x - \omega \cdot t) + \text{sen}(K \cdot x + \omega \cdot t))] \quad (I. 8)$$

Utilizando a identidade trigonométrica:

$$\text{sen}\alpha + \text{sen}\beta = \text{sen}\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right) \quad (I. 9)$$

Fazendo $\alpha = (K \cdot x - \omega \cdot t)$ e $\beta = (K \cdot x + \omega \cdot t)$ implica que:

$$\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right) = K \cdot x \text{ e } \left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right) = \omega \cdot t \quad (I. 10)$$

Portanto, a equação final da onda estacionária será:

$$y_R(x, t) = [2 \cdot A \cdot \text{sen}(K \cdot x)] \cdot \cos \omega \cdot t \quad (I. 11)$$

O fator $[2 \cdot A \cdot \text{sen}(K \cdot x)]$ pode ser considerado a amplitude do movimento de um ponto da corda correspondente a uma posição x , ou seja, a amplitude varia de acordo com a posição. Por exemplo, os pontos que não vibram, denominados de nós, pontos de amplitude zero, são os que possuem $\text{sen}(K \cdot x) = 0$. Logo, a solução para equação seria:

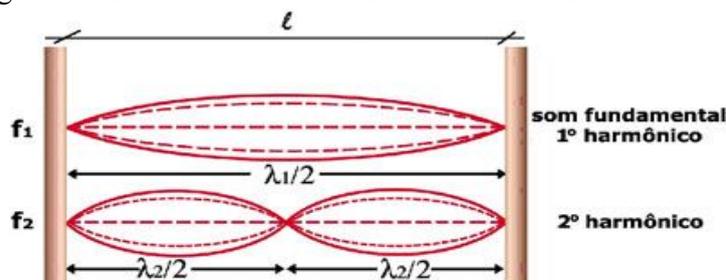
$$K \cdot x = n \cdot \pi \text{ em que } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (I. 12)$$

Fazendo $K = \frac{2\pi}{\lambda}$ e substituindo na solução acima, obteremos:

$$x = n \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ em que } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (I. 13)$$

Percebemos que a distância entre dois nós vizinhos é a metade do comprimento de onda ($\frac{\lambda}{2}$).

Figura 7 - Onda estacionária e seus harmônicos em uma corda



Fonte: Jornal de Física.

Já que os pontos intermediários correspondem aos antinós, pontos de amplitude máxima, possuem $|\text{sen}(K \cdot x)| = 1$ e a solução para a equação $K \cdot x = n \cdot \pi$ fica sendo:

$$K \cdot x = (n \cdot \frac{1}{2}) \text{ em que } n = 1, 2, 3, \dots \quad (I. 14)$$

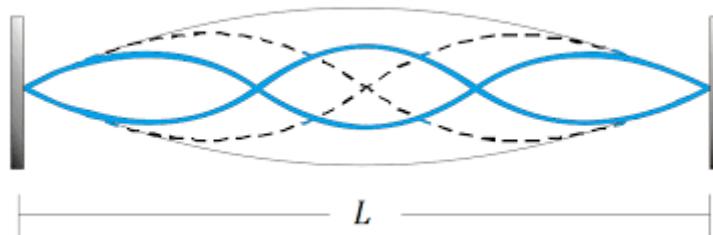
Fazendo $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ e substituindo na solução acima, obteremos:

$$x = \left(n\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} \text{ em que } n = 1, 2, 3, \dots \quad (I. 15)$$

Com isso, verifica-se que a distância entre dois antinós vizinhos é também a metade do comprimento de onda $\frac{\lambda}{2}$ e se encontram no ponto médio dos nós mais próximos.

Ao analisarmos os modos de vibração em uma corda vibrante, na figura 8, temos que para o primeiro harmônico ou modo fundamental ($n = 1$), a relação do comprimento da corda L com o comprimento de onda fica sendo $L = 1\frac{\lambda}{2}$ e para o terceiro harmônico ($n = 3$) fica $L = 3\frac{\lambda}{2}$.

Figura 8 - Possibilidade de ondas estacionárias em uma corda de comprimento l com ambas as extremidades fixas; estão representadas os modos em que $n = 1, 2$ e 3 .



Fonte: Física UFMG

Dessa forma, uma expressão geral do comprimento da corda L em função do comprimento de onda (λ) seria:

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ em que } n = 1, 2, 3, \dots \quad (I. 16)$$

Caso isolarmos o λ e utilizarmos a equação da velocidade de propagação (I. 2), $v = \lambda \cdot f$, logo, a expressão das frequências de ressonância seria igual a:

$$f = n\frac{v}{2L} \text{ em que } n = 1, 2, 3, \dots \quad (I. 15)$$

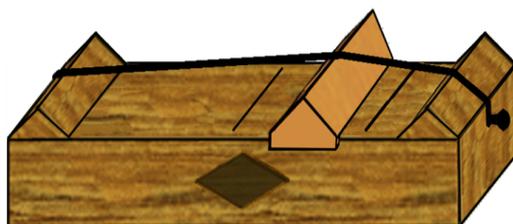
A série harmônica corresponde ao conjunto de todos os modos de vibração possíveis e n é denominado de número harmônico n ésimo harmônico.

3.2.4 INTERVALOS ACÚSTICOS E OS MATEMÁTICOS GREGOS

A partir do século VI a.C. os matemáticos gregos, discípulos de Pitágoras, observaram que dois sons provocaram uma sensação agradável quando a razão entre suas frequências é “simples”, isto é, formada de números inteiros e pequenos, com $\frac{3}{4}$, por exemplo. Entretanto, se essa for “complexa”, como $\frac{137}{171}$, a sensação será desagradável (Newton 2016, pág. 157).

Diversos intervalos acústicos foram definidos com o uso de um instrumento conhecido por monocórdio, que tinha, em sua versão mais simples, uma única corda (de tripa) esticada sobre uma caixa oca de aberturas. Uma peça móvel, comprimida pela corda, podia deslizar sobre uma escala graduada construída sobre a caixa, dividindo a corda em duas partes (Newton 2016, pág. 157).

Figura 9 - Ilustração do monocórdio de Pitágoras



Fonte: Clubes Obmep

Quando a corda era tangida sem a presença da peça móvel, produzia-se determinado som. Colocando-se essa peça no meio da corda, cada metade dela emitia um som de uma oitava acima do primeiro. Quando a peça dividia a corda na razão três para dois, os sons emitidos pelas duas partes determinavam o intervalo acústico de uma quinta. Do mesmo modo, o monocórdio era usado para observar outros intervalos acústicos.

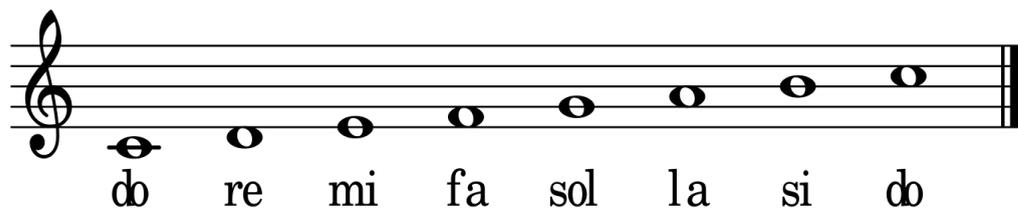
Assim, ampliando o nosso olhar sobre o tema e a contextualização histórica entre acústica teórica e prática, esse instrumento rudimentar apresenta a relação fundamental do princípio intervalar musical sonoro. Cujo processo coloca no centro da questão as escalas musicais.

3.2.5 ESCALAS MUSICAIS

Escala musical é uma sequência de notas musicais dispostas em ordem crescente ou decrescente de frequências convencionais, havendo entre elas intervalos acústicos bem definidos. A sua representação específica, característica do som, configuram elementos importantes a serem estudados no âmbito da Física e na Música. Assim, as composições musicais carecem de representação simbólica própria da Música como a Física do som e sua representação dos fenômenos sonoros.

Portanto, chama-se gama o conjunto de notas dentro de uma oitava. A gama representada no pentagrama da figura 8 é denominada escala natural. Nessa escala, as gamas se sucedem, mantendo as denominações das notas e a sequência de intervalos.

Figura 10 - Representação de escala musical natural



Fonte: Encrypted

Segundo (Dantas, 2019), na Música ocidental, especificamente, usa-se a notação diastémica, em que os sons são representados por simbologia gráfica sendo possível mensurar intervalos de frequências de diferentes notas musicais.

A grafia tradicional da Música ocidental teve sua origem por volta do século IX. A notação musical ocidental teve origem nos neumas (“sinais” em Grego). Neste período ainda não se grafavam as alturas bem definidas das notas musicais e a representação era feita a partir de sinais colocados sobre os textos que indicavam o contorno melódico que uma determinada sílaba deveria ser cantada.

O surgimento da escrita relaciona-se ao próprio desenvolvimento da música. A partir do momento em que as ideias de um compositor assumem esse caráter físico, a criação passa por esse processo de racionalidade decorrente do planejamento que a notação musical possibilita, contribuindo para criação de uma música mais complexa, como no caso do surgimento da polifonia vocal do séc. XI e XII (Weber, 1995).

Portanto, isso é possível com a notação atual, que ao longo da história proporcionou uma representatividade do som, contribuindo o olhar físico e matemático na relação intervalar com exatidão às tonalidades, às durações, às intensidades e suas variações. Como representado na notação atual na figura 11 a seguir.

Figura 11 - Figuras musicais representativas das durações temporais relativas

Nome	Som	Silêncio	Duração
Semibreve			1
Mínima			1 / 2
Semínima			1 / 4
Colcheia			1 / 8
Semicolcheia			1 / 16
Fusa			1 / 32
Semifusa			1 / 64

Fonte: Dantas (2018)

3.2.6 INTERDISCIPLINARIDADE EM ACÚSTICA

A acústica é uma área fascinante da Física, que se dedica ao estudo do som e suas complexidades. No entanto, sua complexidade não se limita apenas ao som em si, mas também se estende a uma vasta gama de disciplinas científicas que se combinam para fornecer uma compreensão completa do mundo acústico como: a psicoacústica, a organologia, a fisiologia, a etnomusicologia e outros (Parncutt, 2012).

Um dos pilares fundamentais da acústica é a Física. A Física desempenha um papel crucial na descrição das propriedades físicas do som, como sua velocidade de propagação, frequência, amplitude e como ele interage com o ambiente. Ao compreender as leis da Física que regem o som, os acústicos podem prever como ele se comporta em diferentes situações.

A psicoacústica é outra área importante da acústica, que se concentra na percepção auditiva e no processamento do som pelo cérebro humano (LAZZARINI, p. 33). Compreender como nosso cérebro interpreta os sinais sonoros, incluindo limiar de audição, tempo, volume, mascaramento auditivo e fenômenos psicofísicos, é essencial para projetar sistemas de áudio eficazes e compreender como as pessoas experimentam o som.

A organologia é um campo que classifica e estuda instrumentos musicais, tanto da forma física, quanto da forma sonora. A análise detalhada da estrutura e do funcionamento de

instrumentos musicais é crucial para entender como eles produzem os sons e como podem ser aprimorados (Medeiros, p. 1).

A fisiologia também desempenha um papel importante na acústica, pois se concentra no estudo do sistema auditivo humano. A anatomia do ouvido, a transdução do som em sinais neurais e a resposta do sistema auditivo são aspectos cruciais para compreender como os seres humanos percebem e interpretam o som (Artuso et al. 2013, p. 295).

A teoria musical é um componente essencial, já que fornece um conjunto de ferramentas para analisar a música em termos de harmonia, melodia, ritmo e tonalidade. A compreensão desses elementos é vital para a apreciação da música e a pesquisa em acústica musical (DANTAS, 2019).

Segundo Carvalho (2014, p. 23), não menos importante, a etnomusicologia explora a relação entre a música e a cultura, investigando as diferentes práticas musicais em diversas sociedades e culturas ao redor do mundo. O termo foi criado pelo pesquisador holandês Jaap Kunst, em 1950. Nesta perspectiva, isso enriquece nosso entendimento da diversidade musical e das maneiras pelas quais o som é usado como uma forma de expressão cultural.

O processamento de sinais desempenha um papel fundamental na análise e manipulação de dados sonoros. Existe uma gama enorme de *software* livre para edição de áudio como o *Audacity*, *Sound Forge*, *WavePad* e outros (Cortes, 2022). Eles permitem a criação de técnicas avançadas de análise acústica, síntese de som e desenvolvimento de tecnologias de áudio.

Por fim, a construção de instrumentos é um campo que combina conhecimentos de engenharia e *design* para criar instrumentos musicais que produzam sons desejados. A escolha dos materiais, formas e técnicas de construção desempenham um papel vital na criação de instrumentos com características sonoras específicas.

Em resumo, a acústica é uma área verdadeiramente multidisciplinar que une várias disciplinas científicas diferentes. Essa interdisciplinaridade é essencial para desvendar os mistérios do som e da música, permitindo-nos apreciar e compreender melhor o papel fundamental que o som desempenha em nossas vidas e em nossa cultura. Através da colaboração entre essas disciplinas, os acústicos continuam a avançar nosso conhecimento e aprimorar nossa experiência com o mundo sonoro que nos rodeia.

3.2.7 ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA MÚSICA

A música é uma linguagem universal que transcende fronteiras culturais e geográficas. Ela é uma manifestação artística que se baseia em uma rica tapeçaria de componentes sonoros, cada um dos quais contribui para a experiência musical de maneira única. Vamos explorar alguns desses elementos musicais fundamentais e como métodos matemáticos, como as séries de Fourier, auxiliam na análise e compreensão da música.

Timbre é a qualidade sonora distintiva que nos permite diferenciar entre um violino e um piano, mesmo quando ambos tocam a mesma nota. É a textura sônica que torna cada instrumento ou voz única. O timbre é resultado da combinação complexa de harmônicos e parciais, que são frequências que se somam à frequência fundamental do som. As séries de Fourier, um conjunto de técnicas matemáticas, permitem desmembrar um sinal sonoro complexo em seus componentes harmônicos, revelando a assinatura tímbrica exclusiva de cada instrumento (YOUNG e FREEDMAN, 2015, p. 159).

Ritmo é a pulsação subjacente que dá vida à música. Segundo Camargo (2015, p. 22), estudos comprovam que um bom treinamento rítmico contribui para o desenvolvimento humano de maneira geral. Ele organiza o tempo e dita a sequência de eventos sonoros. Através da análise matemática do ritmo, podemos identificar padrões, como batidas, compassos e figuras rítmicas, que dão forma à música e influenciam a sensação de movimento.

A altura está relacionada à percepção de “agudo” ou “grave” de um som e é diretamente determinada pela frequência das ondas sonoras. Notas musicais mais agudas têm frequências mais altas, enquanto notas mais graves têm frequências mais baixas. Essa relação é uma parte fundamental da teoria musical e é crucial para a criação de melodias e harmonias. Young (2015) ainda afirma que a amplitude da pressão também desempenha um papel na determinação do som. Em termos comparativos de amplitude e pressão diferentes, o resultado final terá um som mais grave.

Consonância e dissonância são conceitos musicais que descrevem a estabilidade ou tensão das combinações de notas. A consonância é agradável e estável, enquanto a dissonância é tensa e instável. O fenômeno de batimento, que ocorre quando duas frequências próximas interagem, é uma parte importante dessa discussão. A análise matemática pode ajudar a entender como essas relações funcionam e por que algumas combinações de notas são mais agradáveis do que outras.

Nessa ótica, as séries de Fourier desempenham um papel de extrema importância na análise musical, possibilitando-nos decompor um sinal sonoro complexo em suas componentes harmônicas. Um sinal sonoro não apenas representa a frequência do som que ouvimos, mas sim uma série de outras frequências que se combinam com o sinal, conhecidas como harmônicos. Isso não apenas auxilia na compreensão do timbre de um instrumento, mas também na criação de efeitos sonoros, na síntese de novos sons e até mesmo na compressão de arquivos de áudio (Viola et al, 2022).

Em resumo, a música é uma fusão de elementos sonoros complexos que cativam nossos sentidos e emoções. A análise matemática, incluindo o uso de séries de Fourier, nos oferece uma janela para desvendar os segredos por trás da música, permitindo-nos apreciar ainda mais sua beleza e explorar novas fronteiras na criação musical. Ela une a ciência e a arte, destacando como a matemática desempenha um papel fundamental na compreensão profunda e na expressão da linguagem universal que é a música.

4. PROBLEMA, OBJETO E OBJETIVOS DA PESQUISA

Dada a necessidade de um Ensino de Física mais conectado com a realidade do estudante e que proporcione momentos dialógicos em detrimento da centralização na exposição de conteúdos, o objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento do produto de uma unidade de Ensino de Física utilizando-se a música como tema e também como recurso didático.

A partir das seguintes questões de pesquisa:

- Quais conteúdos sobre música poderiam ser abordados no Ensino Médio, de maneira que os estudantes pudessem compreender conceitos físicos e pudessem conectá-los com sua realidade cotidiana?
- Quais conceitos devem ser considerados e quais recursos podem ser utilizados para a elaboração de práticas coerentes com o uso da música?
- Quais os limites e possibilidades de uma unidade de Ensino utilizar a música para o aprendizado do tema?

Os objetivos específicos se desdobraram em:

- Realização de uma revisão bibliográfica sobre ondas sonoras, acústica, instrumentos e seus efeitos;

- Realização de uma revisão bibliográfica sobre unidades de Ensino de Física com tema de música no Ensino Médio;
- Realização de uma revisão bibliográfica sobre recursos didáticos no Ensino de Física;
- Construção de uma Unidade de Ensino de Física (produto) que abordou os conceitos físicos relacionados à música: ondas sonoras, acústica, instrumentos e seus efeitos; bem como se utilizou músicas, no aspecto sonoro para o estudo de casos de aplicação dos conceitos físicos;
- Aplicação da Unidade de ensino (produto) proposta em salas de aula do Ensino Médio em Escolas públicas;
- Avaliação qualitativa dos resultados;

5. METODOLOGIA PROPOSTA

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA

Com base no Currículo Referência de Minas Gerais (2018), o propósito desta sequência didática foi criar uma variedade de situações de ensino que permitiriam revisitar os conteúdos em várias oportunidades ao longo do ciclo escolar. Isso implica em um planejamento que englobe diferentes formas de organização, incluindo projetos didáticos, atividades contínuas e sequências instrucionais.

A abordagem metodológica proposta por Delizoicov (2002) nos Três Momentos Pedagógicos, assim como a Eurytmia de Dalcroze (1945), ressaltam a necessidade de uma estratégia de ensino capaz de conferir um significado mais profundo à aprendizagem de disciplinas como Física ou o núcleo das ciências naturais (Física, Química e Biologia).

Desse modo, partindo do referencial dos Três Momentos Pedagógicos e da Eurytmia, serão ferramentas fundamentais para conduzir o estudo sobre as propriedades das ondas mecânicas e eletromagnéticas. Isso inclui a exploração de suas manifestações, a discussão acerca dos riscos associados à intensidade sonora, bem como os benefícios e aplicações no cotidiano, focalizando em particular nas ondas mecânicas.

Foram utilizadas algumas ferramentas tecnológicas nesta sequência didática como: a plataforma *Seneca*, *Kahoot* e *Audacity*.

Segundo a doutora Belham, em entrevista à Revista Brasil (2019), a *Seneca* é uma plataforma de recursos para estudantes do ensino fundamental e médio. Suas principais vantagens incluem: ser completamente gratuita; Metodologia inovadora baseada em

neurociências; Atividades personalizadas. Ela é uma plataforma amplamente utilizada, contando com mais de 6,5 milhões de estudantes e mais de 350 mil professores. Algumas vantagens apresentadas em planilhas automatizadas são: tempo de estudo diário; notas em cada conteúdo; quantidade de tópicos estudados; quantidade de respostas corretas e incorretas; As tarefas atribuídas pelos professores.

Belham (2019) afirma que a metodologia foi desenvolvida por neurocientistas britânicos de Oxford e Cambridge, que criaram algoritmos inteligentes de acordo com como o cérebro dos jovens funciona. Assim, Seneca *Learning* motiva e engaja os estudantes, fazendo com que eles aprendam mais. Cobrindo o conteúdo do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, além de materiais de preparação para o ENEM.

O *Kahoot*, uma plataforma de aprendizagem, lançada em 2013, na Noruega, baseada em jogos, denominados de "*Kahoots*", voltada para a produção, disseminação e exposição de jogos para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de habilidades e conteúdos educativos (Bezerra e Lima, 2020, p. 3). É um jogo baseado em respostas dos estudantes que transforma temporariamente uma sala de aula em um game show. O professor desempenha o papel de um apresentador do jogo e os alunos são os concorrentes. O computador do professor conectado a uma tela grande mostra perguntas e respostas possíveis e os alunos dão suas respostas o mais rápido e correto possível em seus próprios dispositivos digitais (WANG, 2015, p. 221).

Saidelles (2018), afirma que o *Audacity* é um editor e gravador de áudio distribuído gratuitamente, tendo como característica possibilitar a criação de diversos produtos áudio, como música, documentários, *podcasts*. O *software* possibilita para o usuário: Capturar som ao vivo, transformar gravações analógicas em gravações digitais; editar arquivos em formato Ogg Vorbis, Flac, MP3 e WAV; cortar, copiar, colar, juntar sons e faixas de áudio; Aplicar Efeitos.

Assim, ao final dessa SD, a meta é que os estudantes adquiram uma compreensão sólida dos fenômenos ondulatórios e das múltiplas aplicações associadas a eles. Além disso, é fundamental que os alunos desenvolvam um entendimento nítido de que o som, em sua essência, representa uma forma de onda mecânica e sua conexão intrínseca com o mundo da música.

5.2 DESENVOLVIMENTO

Essa sequência didática (SD) foi concebida como um conjunto progressivo de tópicos, destinados a alcançar objetivos específicos proposto, sendo cuidadosamente estruturada e organizada para a aplicação nos diversos formatos de ensino médio, como Ensino Médio em Tempo Integral, Regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA). O propósito principal é permitir que os professores auxiliem os estudantes na compreensão do processo de transferência de energia por meio de ondas, sem a transferência de matéria associada. Adicionalmente, o docente deverá estar apto a explicar conceitos como frequência, período, comprimento de onda e amplitude, assim como compreender os fenômenos relacionados a essas propriedades das ondas.

5.3 COMPETÊNCIA 01 (CRMG, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

5.4 COMPETÊNCIA 02 (CRMG, 2018)

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

5.5 COMPETÊNCIA 03 (CRMG, 2018)

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Material de apoio pedagógico para aprendizagem significativa - sequência didática (SD).

ANO DE ESCOLARIDADE - 1º ano - 1º bimestre

REFERÊNCIA - Ensino Médio

COMPONENTE CURRICULAR - Física (BNCC), Ciências da natureza e Práticas experimentais (Eixos Formativos).

ÁREA DE CONHECIMENTO - Ciências da natureza e suas tecnologias.

6.1 AULA 1

TEMA DE ESTUDO: ondulatória

DURAÇÃO: 50 minutos

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

a. OBJETIVO DE ENSINO

Familiarizar os estudantes sobre o comportamento das ondas; compreender que as ondas transportam energia sem transporte de matéria; refletir e explicar o que significa a frequência, o período, o comprimento de ondas e a amplitude de uma onda; Discutir e saber usar na solução de problemas simples, tanto ondas mecânicas e eletromagnéticas.

b. ATIVIDADE INICIAL:

Caro(a) Professor(a), sugerimos que você comece a aula agrupando os estudantes como uma estratégia para revisar os conteúdos e avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema a ser abordado. A primeira aula será conduzida de forma expositiva e dialógica, utilizando um projetor para exibir os slides que estão anexados a este documento. Durante essa apresentação, abordar os conceitos fundamentais da ondulatória, como a definição de ondas, perturbação e a propagação de energia. Também explore tópicos como: classificação, frequência, amplitude, intensidade, comprimento de onda, timbre e velocidade das ondas.

É importante explicar aos alunos que essa aula faz parte de uma sequência didática mais ampla e que você usará a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, sob uma perspectiva Eurítmica. Nesse sentido, os alunos serão avaliados ao longo de todo o processo, com o uso de formulários em cada etapa para acompanhar o progresso.

Certifique-se de transmitir aos alunos que essa sequência didática visa aprofundar o entendimento dos conceitos de ondulatória. A exploração dos Três Momentos Pedagógicos e a abordagem Eurítmica serão ferramentas valiosas para enriquecer o aprendizado. Além disso, ao comunicar a avaliação contínua, os alunos estarão cientes da importância do engajamento e participação em todas as etapas do processo.

c. DESENVOLVIMENTO:

Neste segundo momento, recomendamos que o(a) professor(a) projete os slides e conduza algumas perguntas instigantes, tais como: "O que você entende por som? Por que alguns sons são mais agradáveis do que outros? Por que certas músicas têm a capacidade de nos emocionar enquanto outras não? Como os sinais são transmitidos para nossos dispositivos eletrônicos, como *smartphones*?" e "Por que as torres de sinal de TV, rádio e outros meios de comunicação geralmente são posicionadas nas partes mais altas dos edifícios?"

Em seguida, prossiga com a explanação: "Existem diversas situações em que podemos observar a manifestação de ondas em ambientes como lagos e outros meios. Vamos explorar alguns exemplos: Quando enxergamos objetos, nossos órgãos visuais estão sendo estimulados por ondas luminosas. No entanto, devido às limitações de nosso sistema visual, não conseguimos perceber outras ondas do mesmo tipo de luz, como as ondas utilizadas em telecomunicações, como as ondas de rádio, televisão e micro-ondas para comunicação via satélite."

"Além disso, somos capazes de ouvir música, vozes e sons devido às ondas sonoras. De maneira semelhante às ondas luminosas, nossos sistemas auditivos não conseguem captar ondas do mesmo tipo de som, como os ultrassons."

"Para além da luz e do som, que são as ondas mais perceptíveis em nosso cotidiano, encontramos outros exemplos, como as ondas que se formam na superfície da água quando algo cai nela, ou as ondas que surgem em uma corda esticada quando agitamos uma de suas extremidades."

Essa abordagem interativa e ilustrativa certamente ajudará os alunos a compreenderem os conceitos de ondas de maneira mais concreta e prática.

d. FECHAMENTO:

É interessante perceber que há uma conexão íntima entre ondas e música. De fato, uma composição musical nada mais é do que uma combinação de ondas sonoras. As ondas sonoras pertencem à categoria das ondas mecânicas, o que significa que elas necessitam de um meio material para se propagar e têm um padrão longitudinal.

Em nosso entorno, somos constantemente imersos em uma sinfonia de sons desordenados, que são os ruídos do ambiente. No entanto, para que um som seja reconhecido como música, as ondas sonoras que o compõem precisam estar organizadas em uma estrutura específica, envolvendo frequências bem definidas, variações na amplitude e comprimento de onda, tudo isso formando um padrão discernível para os ouvintes.

Portanto, a transformação de um som em música envolve uma organização cientificamente fundamentada e padronização. É por meio dessa organização que as ondas sonoras se convertem em uma experiência agradável para quem as escuta, transformando-se em uma forma de expressão artística que pode evocar emoções e conexões profundas com quem a aprecia.

e. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

A avaliação deverá ser processual, observando o envolvimento dos estudantes com a aula. Você pode pedir que os estudantes elaborem um relatório com a descrição dos resultados, contrapondo-os com as previsões propostas, além de pontos de discussão.

f. RECURSOS:

Projektor, computador, slides, quadro branco e caneta.

6.2 AULA 2

TEMA DE ESTUDO: Ondas

DURAÇÃO: 50 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

Caro(a) Professor(a), recomendamos iniciar a aula propondo uma atividade em que os alunos sejam agrupados para uma visita guiada pela comunidade. Essa abordagem visa não apenas retomar conteúdos anteriores, mas também identificar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao tema que será abordado. Durante essa saída, sugerir que os alunos observem atentamente as torres de transmissão, analisando aspectos como localização, quantidade e distância entre elas. Essa atividade visa promover a interação entre os membros da turma.

Além disso, peça aos alunos que também observem as redes de transmissão de internet presentes nos arredores e os questione se identificam alguma antena de transmissão no ambiente.

Em círculo, conduza uma discussão sobre a visita, incentivando os estudantes a compartilharem suas observações. Nesse momento, seu papel será o de mediar diversas narrativas que surgirão nos relatos dos alunos. Aproveite essa oportunidade para introduzir conceitos fundamentais relacionados a ondas, como energia mecânica e eletromagnética, frequência, período, comprimento de onda e amplitude.

Essa abordagem permitirá uma exploração mais aprofundada dos fenômenos ondulatórios, contribuindo para uma compreensão mais sólida por parte dos alunos.

Diálogo com o cotidiano:

Existem diversas situações em que podemos identificar a presença de ondas em meios como lagos e outros ambientes. A seguir, apresentaremos alguns exemplos elucidativos:

Quando observamos objetos, nossos órgãos visuais são estimulados por ondas luminosas. No entanto, devido às limitações do nosso sistema visual, não conseguimos perceber outras ondas do mesmo tipo, como aquelas utilizadas nas telecomunicações, tais como ondas de rádio, televisão e micro-ondas empregadas em comunicações via satélite.

A capacidade de ouvir música, vozes e sons em geral, deriva das ondas sonoras. Similarmente às ondas luminosas, nossas capacidades auditivas são restritas a determinados tipos de ondas sonoras, impedindo-nos de captar aquelas que correspondem ao ultrassom, por exemplo.

Para além da luz e do som, que representam as ondas mais presentes em nosso cotidiano, encontramos outras manifestações, como as ondas geradas na superfície da água quando algum objeto é lançado nela, ou aquelas que surgem em uma corda tensionada ao agitarmos uma das suas extremidades.

Trilhando o caminho das ciências:

É fascinante perceber a conexão entre as ondas e a música. De fato, uma composição musical pode ser entendida como uma combinação de ondas sonoras. As ondas sonoras, por sua vez, são um tipo de onda mecânica, o que significa que requerem um meio material para se propagar e assumem um formato longitudinal. Esse fenômeno faz com que estejamos constantemente cercados por uma sinfonia de sons desordenados, manifestando-se como ruídos diversos.

Contudo, para que um som seja classificado como música, é necessário que as ondas sonoras que o constituem estejam organizadas em um padrão específico de frequência, variação de amplitude e comprimento de onda. Esse arranjo harmonioso é reconhecível aos ouvintes e distingue a música dos demais sons. Assim, a música transcende a mera casualidade dos ruídos cotidianos e adquire um significado mais profundo.

De uma perspectiva científica, essa padronização é fundamental para caracterizar e criar uma experiência auditiva agradável para os ouvintes. A capacidade de organizar as ondas sonoras de maneira coerente é o que permite que a música nos toque emocionalmente e nos proporcione uma experiência estética única.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

A avaliação deverá ser processual, observando o envolvimento dos estudantes com a aula. Você pode pedir que os estudantes elaborem um relatório com a descrição dos resultados, contrapondo-os com as previsões propostas, além de pontos de discussão.

6.3 AULA: 3 e 4

TEMA DE ESTUDO: ondas

DURAÇÃO: 100 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas através da plataforma *Seneca*

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

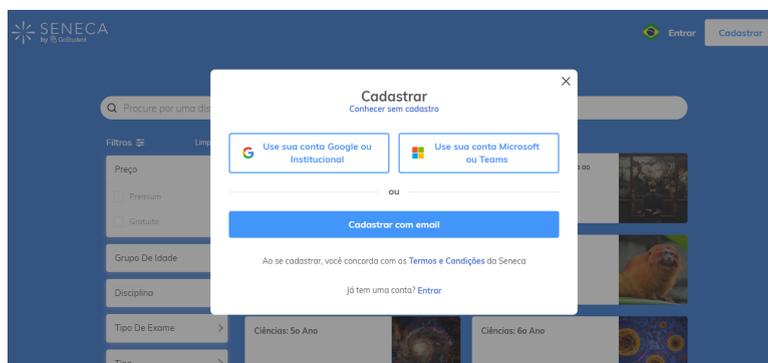
Caro(a) professor(a), dê boas-vindas aos estudantes e peça que eles relembrem o que fizeram na aula passada. Inicie uma narrativa, pedindo que eles contribuam contando, na forma de uma história, o que foi realizado. Comece com “ Na aula passada, eu cheguei aqui na sala e projetei no quadro o *software Audacity* sobre ondas, depois...” Permita que os estudantes contribuam com a construção da história a partir das memórias ou consultando os registros que eles realizaram nos cadernos. Anuncie que nesta aula o foco será compreender o conceito contextualizado de ondas. Compartilhe com os estudantes que a estratégia da aula será exploração de atividade virtual.

b. DESENVOLVIMENTO:

Conduza a turma até o laboratório de informática e distribua os estudantes em duplas para que possam, juntos, realizar a atividade “fenômeno ondulatório” na plataforma *Seneca*.

Oriente os estudantes a que façam *login* na plataforma através de abertura de uma guia do Google digitando *Seneca Learning*. Faça *login* através do ícone cadastrar com *e-mail* colocando os nomes, (nome do estudante 1) no campo nome e sobrenome (nome do estudante 2).

Figura 12 - Cadastro no *Seneca*



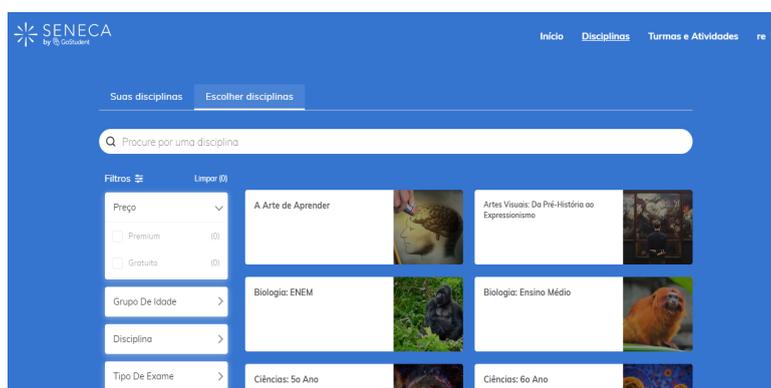
Fonte: autor (2023).

Complete o cadastro com telefone e uma senha pessoal de no mínimo oito caracteres e concorde com os termos e condições de uso da plataforma.

Na segunda parte, “logar” como estudante e completar o cadastro. Na terceira parte do cadastro, procurar a escola ou colocar “não achei a escola” (não tem problema!). Completar o cadastro colocando *e-mail* do pai ou responsável (se não tiver *e-mail* do pai ou responsável o sistema aceita simulação de qualquer *e-mail*) e concorde que tem mais de 13 anos.

O Aluno entrará numa página da plataforma como a imagem a seguir.

Figura 13 - Cadastro no *Seneca*.

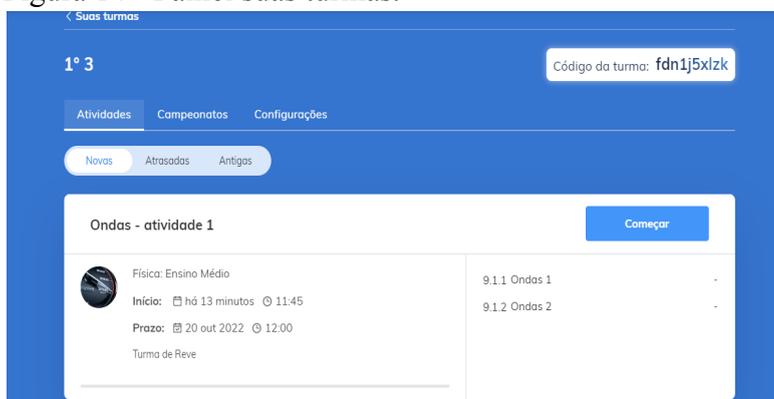


Fonte: autor (2023).

Orientar os estudantes a irem na parte superior do *site* e abrirem o ícone turmas e atividade. O sistema vai pedir o código da turma, fornecer o código aos estudantes para acesso à turma.

Orientar os estudantes a começarem a atividade, como na figura 13.

Figura 14 - Painel suas turmas.



Fonte: autor (2023).

RECURSOS:

Sala de informática, com dispositivo que tenha acesso a *internet*. O acesso à plataforma *Seneca* pode ser executado em sistemas *iPads*, *Chromebooks*, *PC*, *Mac*, *Linux* e *smartphones* através de aplicativo.

Acesso ao aplicativo e *site*: <https://senecalearning.com/pt-BR/>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.senecalearning.app>

SUGESTÃO PARA O PROFESSOR:

Para ter acesso a conta do *Seneca* para professor, crie sua conta do mesmo jeito proposto para aluno e acesse como professor. Ao acessar a conta, crie a turma no lado superior direito, crie atividades escolhendo o conteúdo e compartilhando o código da turma. Para passo a passo acesse o vídeo através do *link* do *Youtube*: <https://www.youtube.com/watch?v=I7wSUsV5wck>

Saiba mais:

A *Seneca* é uma plataforma *on-line* gratuita com milhares de atividades desenvolvidas para melhorar a aprendizagem dos alunos e facilitar seu acompanhamento pedagógico pelos professores. Segundo os desenvolvedores do *site*, a ferramenta foi criada em 2018, em colaboração com a Universidade de Oxford, afirmando que *Seneca* usa metodologias ativas, neurociência e inteligência artificial e beneficia mais de 5 milhões de professores e estudantes do ensino fundamental e médio.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

Acompanhar resultados através da planilha do excel gerado no programa, participação, determinação e outros.

Figura 15 - Planilha de resultados.

Estudante	Progresso	Tempo de estudo	Média	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	2.1.1
. <Unknown>	X	16min	63%	67%	63%	56%	67%	-
ana, yasmin	X	31min	80%	100%	67%	83%	83%	64%
Aparecida, Janaina	X	40min	91%	78%	100%	63%	100%	100%
Bento, Rafael	X	42min	91%	89%	100%	83%	100%	100%
Fernandes, isabely	X	23min	95%	89%	100%	92%	100%	-
gustavo, pedro	X	-	-	-	-	-	-	-
Lopes, Addressa	X	23min	43%	89%	50%	35%	20%	20%
nogueira, sarah	X	23min	92%	100%	100%	86%	83%	-
ph, Yago	X	25min	86%	100%	100%	83%	83%	75%

Fonte: autor (2023).

6.4 AULA 5

TEMA DE ESTUDO: ondas e som

DURAÇÃO: 50 min

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória e acústica - *Kahoot!*

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas, propriedades e efeitos das ondas sonoras.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

Prezado(a) Professor(a), os jogos estão presentes na vida das pessoas, principalmente como atividade constante entre os adolescentes. O uso dos jogos em ambientes escolares permite melhorar a capacidade de adquirir conhecimento e ajudar na quebra da monotonia dos estudantes que ficam passivos na maioria das aulas. Além disso, estimula o raciocínio lógico e a compreender regras. Assim, a plataforma *Kahoot* permite ao professor criar questionários a fim de motivar a aprendizagem, ou usar questionários de variados temas já pré estabelecidos no programa. Portanto, o objetivo desta aula será desenvolver nos estudantes a autonomia dos conteúdos já apresentados de forma lúdica com música proporcionando um clímax propício à aprendizagem.

b. DESENVOLVIMENTO:

- Professor(a), conduza a turma até a sala de informática e os organize em duplas.
- Oriente-os a acessar o site *kahoot.it* pelo *PC* ou através do navegador do celular (podem também baixar o aplicativo em sua loja *android*, *Iphone* e outros).
- Acesse sua conta de professor, previamente configurada, com a atividade proposta com a temática ondas e música.
- Gere o código (pin) de acesso e oriente os alunos a entrar na atividade.
- O estudante precisa criar um avatar de acesso, oriente para que coloque o nome da dupla ou algo identificável.
- Alerta-os que o jogo tem uma pontuação maior, aproximadamente 1.000 pontos, para quem responder mais rápido as perguntas.
- Logo após todos apresentarem o acesso na projeção, dê início ao jogo, lendo as perguntas e discutindo as respostas apresentadas na tela.
- No final da última pergunta, apresente o resultado da dupla campeã.

RECURSOS:

Sala de informática, com dispositivo que tenha acesso a *internet*. O acesso à plataforma *Kahoot* pode ser executado em sistemas *iPads*, *Chromebooks*, *PC*, *Mac*, *Linux* e *smartphones* através de aplicativo.

SUGESTÃO PARA O PROFESSOR:

Para ter acesso à conta do *Kahoot* para professor, crie sua conta e acesse como professor. *link* do *site*, <https://kahoot.com/what-is-kahoot/>. Ao acessar a sua conta gratuita, crie atividades ou escolha conteúdo sobre o tema para jogar com sua turma.

Para passo a passo de como criar conta gratuita acesse o vídeo através do *link* do *Youtube*: https://www.youtube.com/watch?v=ckBZJk_sYRc

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

O processo avaliativo deverá ser processual e contínuo, abrangendo todas as atividades. Iniciativa, criatividade, cooperação, sensibilidade e alegria. A participação e o empenho durante as atividades, também deverão ser considerados no processo avaliativo.

6.5 AULA 6 e 7

TEMA DE ESTUDO: Som

DURAÇÃO: 100 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: acústica/som

HABILIDADE(S): Desenvolver a conscientização corporal e coordenação motora dos alunos; explorar a relação entre movimento corporal e música numa concepção física.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

O objetivo desta aula é desenvolver a sensibilidade musical baseada nos movimentos, onde o aprendizado ocorra por meio da música e por meio da escuta ativa. Numa perspectiva das ciências, todo processo gestual é fundamental para a sensibilização da consciência rítmica sendo o corpo e voz os nossos primeiros instrumentos musicais. Assim, é preciso elencar e entender que o mesmo corpo que ouve e que faz música como um corpo que aprende música e física, buscando uma vivência holística que integre corpo, movimento, espaço e música, desenvolvendo assim a musicalidade de cada sujeito no ambiente sonoro.

b. DESENVOLVIMENTO:

- Caro professor (a), explique o objetivo da aula.
- Apresente brevemente Émile Jaques-Dalcroze e sua abordagem à educação musical.
- Conduza-os aos exercícios de aquecimento, como alongamento e relaxamento muscular.
- Reproduza a peça musical, O sol - Vitor Kley, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YVJijQIuaIA>.

- Instruir os alunos a moverem seus corpos de acordo com o ritmo e o sentimento da música.
- Encorajar a improvisação e a expressão individual.
- Introduzir atividades que envolvam a correspondência entre movimento e ritmo.
- Utilize jogos e padrões rítmicos para desenvolver a coordenação.
- Divida os alunos em grupos pequenos e peça que criem uma pequena performance eurítmica baseada na peça musical.
- Cada grupo apresenta sua performance.
- Conduzir uma discussão em grupo sobre as experiências dos alunos durante a aula.
- Explorar como a eurítmica de Dalcroze pode aprimorar a compreensão da música e física.
- Resumir os principais pontos da aula.
- Deixar espaço para perguntas dos alunos.

c. SUGESTÃO PARA O PROFESSOR:

As sugestões metodológicas devem ser aplicadas e adaptadas de acordo com a realidade da escola atuante, levando em conta o espaço físico, instrumentação disponível para as aulas, faixa etária e outras adequações necessárias.

d. RECURSOS:

Sala ampla, aparelho de som, instrumentos musicais e outros.

e. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

O processo avaliativo deverá ser processual e contínuo, abrangendo todas as atividades. Iniciativa, criatividade, cooperação, sensibilidade e alegria. A participação e o empenho durante as atividades, também deverão ser considerados no processo avaliativo.

6.6 AULA : 8, 9 e 10

TEMA DE ESTUDO: Ondas

DURAÇÃO: 150 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas através do *software Audacity* ou *Sound Forge*

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

Professor (a), inicie a aula lembrando aos estudantes que eles têm participado de situações de aprendizagem em que o estudo de ondas é o tema principal. Anuncie que nesta aula eles aprofundarão seus conhecimentos sobre ondas através da edição de áudio com o *software Audacity*. Explique que o *Audacity* é um *software* gratuito de edição de áudio para melhorar a qualidade do áudio. Com ele é possível gravar sons, capturar áudio de outros *softwares*, criar e adicionar sons por síntese, abrir arquivos de diversos formatos, convertê-los para outro tipo de formato de arquivo, salvá-los e até realizar mixagem no formato mono ou estéreo. Além disso, é possível visualizar o espectro do áudio quanto a intensidade, comprimento de onda, velocidade e timbre.

b. DESENVOLVIMENTO:

- Reúna os estudantes na sala de informática para que eles possam gravar um pequeno áudio no formato de mp3 em seus celulares sobre a temática de ondas. Esse áudio deve ser enviado e salvo no *Google drive* para que o estudante possa baixar no computador para edição no *Audacity*.
- Na sequência, reproduza alguns trechos de tutorial sobre o programa disponível no *youtube* (<https://www.youtube.com/watch?v=hUE-wZxChtw>), para que os estudantes compreendam os comandos básicos.
- Através do projetor, explique as funções básicas ao estudante, como abrir o arquivo, cortar, ampliar, colocar efeitos e outro.
- De modo a contextualizar o assunto sobre ondas e despertar o interesse, relembre pontos importantes dos conceitos apresentados na aula anterior.

- Após compreender os comandos necessários para realizar a atividade de edição do áudio no programa *Audacity*, oriente aos estudantes a realizar a edição do arquivo.
- Oriente aos alunos que usem fone de ouvido para que o grupo não atrapalhe o outro. Solicitar previamente que o aluno traga fone de ouvido.
- Seja solícito, circulando entre os alunos, prestando orientações individuais aos alunos que têm maior dificuldade.
- Para finalizar o projeto, os alunos podem salvar os arquivos em plataforma de *podcast* no formato mp3. Sugestão de *streaming* de áudio (<https://soundcloud.com/>), que compartilha de forma gratuita.
- Compartilhar nas plataformas digitais da escola como; *whatsapp, facebook, instagram* e tik tok.

RECURSOS:

Computadores conectados à *internet*, quadro e projetor de multimídia. *Software* para *download* em: <https://www.audacityteam.org/download/>.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

Um dos principais elementos que podem ser avaliados nessa aula é a determinação dos estudantes e criatividade de forma autônoma em assuntos digitais. Valorize os estudantes que se mantiverem concentrados até o final.

7. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática construída neste trabalho foi aplicada pelo professor/pesquisador em uma escola pública de Alfenas - MG, para duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio. O quantitativo no Diário Digital, Sistema Mineiro de Administração Escolar (SIMADE), é de 80 alunos.

7.1 RELATO DAS OBSERVAÇÕES

7.2 DESCRIÇÃO AULA POR AULA

7.3 Aula 1- Turma: 3

Data: 29/03/2023

Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas

Alunos Presentes: 32

Relato da aula: Enquanto os estudantes regressavam após o período de almoço, o professor se colocou junto à entrada da sala, amavelmente solicitando que tomassem assento, levando em consideração o ritmo de cada um. É provável que o educador esteja ciente do considerável cansaço e da diminuição dos resultados de aprendizado quando as aulas ocorrem à tarde, especialmente logo após o almoço.

Cerca de cinco min após, por volta das 13h25min, o professor realizou a contagem dos alunos. Em seguida, apresentou o propósito de uma sequência didática sobre o tema "Ondulatória" que será implementada ao longo das próximas dez aulas, utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos. Também foi comunicado que todo o processo será objeto de avaliação. Respeitando o intervalo de 10 min na sala, após o intervalo, todos os alunos foram conduzidos à Sala 23, que é a sala de vídeo.

Dentro da sala de vídeo, onde o projetor havia sido previamente ajustado para os *slides* de apresentação, deu-se o início da abordagem problematizadora do tema das ondas. A Figura 20 ilustra uma cena da aula expositiva ministrada pelo professor.

Figura 16: Aula expositiva sobre conceitos básicos de Ondas.



Fonte: autor (2023).

O professor/pesquisador fez as seguintes perguntas: O que vocês entendem por som? Porque existem sons mais agradáveis do que os outros? Porque uma música tem a magia de nos tocar e outras nem tanto? Vocês sabem o que é uma onda? Várias respostas

foram dadas pelos alunos. A aluna J. disse: “O som é uma manifestação das nossas emoções”. A aluna E. disse: ‘Onda é quando a gente joga uma pedra na água’. Nesse momento houve um pequeno tumulto de debates entre eles. Assim, foi chamada atenção para a descrição que seria feita.

Em continuidade, foram expostos os conceitos físicos em que onda mecânica é ocasionada por uma perturbação do meio que transporta energia sem transporte de matéria. Foi contextualizado e até corroborado pela aluna S. exemplificado sobre placas tectônicas e o tsunami ocorrido no Japão em 2011.

Na sequência foram expostos *slides* sobre a classificação das ondas, quanto à sua natureza, buscando gerar afeição e maior entendimento sobre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas e conceitos históricos sobre junção entre campos elétrico e magnético proposto por Maxwell (Hewitt, 2011, p. 462). Além da exemplificação de propagação do som e da luz.

Foi contextualizado a emissão dos sinais de rádios e experiência pessoal sobre frequência das rádios e comprimentos de ondas FM, AM, luz visível, microondas, raios-X e outros. Os alunos, pontualmente, interferiram às vezes para questionar e, às vezes, para concluir.

Quanto à forma de propagação das ondas, o professor/pesquisador, representou em gestos ondas transversais, direção perpendicular à direção da orientação e ondas longitudinais, propagação paralela à direção de propagação. Corroborando a análise dimensional da propagação.

Não menos importante, foi exposto quanto às variáveis das ondas. Isto é: amplitude da onda, frequência da onda, período da onda, comprimento de onda e velocidade da onda. Além disso, foram expostos a equação da frequência da onda, período da onda e velocidade de onda. Evidentemente, foram resolvidos dois exercícios exemplificativos usando as equações.

Como a sala estava pouco ventilada e os alunos estavam inquietos, com razão, por ser um horário à tarde em um dia com alta temperatura, a aula encerrou com o professor recapitulando, de forma resumida os principais pontos da aula.

7.4 Aula 1-Turma: 4

Ano: 1º

Horas-aula: 50min.

Assunto: Ondas

Alunos presentes: 28

Data:05/04/2023

Relato da aula: Ao sair da sala de aula da turma do 1^o3, dirigi-me à sala ao lado esquerdo, turma do 1^o4. Ao chegar na porta de entrada alguns alunos pediram para ir ao banheiro, entretanto, orientei aos mesmos que aguardassem a minha entrada em sala. Comprimentei os alunos com boa tarde e pedi para que alguns que estavam em pé para tomarem assento. Aguardei uns 2 min. Logo após, foi explicado o objetivo em que nas próximas 8 aulas seria aplicada uma sequência didática sobre a temática: Ondas e acústica, numa perspectiva dos três momentos pedagógicos, problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Além de que todo processo seria avaliado. Com a lista de chamada em mãos foi feita a chamada e na sequência todos os alunos foram conduzidos à sala 23, sala de multimídia.

Na sala de multimídia os alunos foram orientados a tomar assento nas cadeiras da frente, devido ao fato do tamanho da sala, evitando assim dispersão durante a apresentação da temática proposta. Assim, com o projetor previamente configurado nos *slides* de apresentação, foi dado o início da problematização do tema sobre ondas e acústica.

O professor/pesquisador fez as seguintes perguntas: O que vocês entendem por som? Porque existem sons mais agradáveis do que os outros? Porque uma música tem a magia de nos tocar e outras nem tanto? Vocês sabem o que é uma onda e suas manifestações? O aluno V. disse: “Olha professor: eu não sei o sentido do que é uma onda, mas deve ser como uma propagação no mar”; A aluna L. disse: “Onda é uma forma de energia, lembro da professora falar no 9^o ano”. A aluna T. concluiu que já tinha ouvido falar, mas que não lembrava mais. Neste momento, como forma de inserir o tema em discussão foi apresentado os *slides* e os tópicos que seriam estudados em aula.

Neste momento, como na turma 3, foram apresentados os conceitos fundamentais sobre as ondas e suas manifestações. Foi apresentado que uma onda transporta energia sem transporte de matéria e que as ondas possuem várias aplicações em nosso cotidiano como: Nos sons que ouvimos, na música produzida por um instrumento musical, nos sinais de TV, rádios e *smartphone*, na *internet WI-FI*; nos microondas e nas luzes.

Na sequência da aula expositiva foram apresentados os demais *slides* com conceitos representativos de ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas e sua forma de propagação. Sempre embasado com imagens exemplificativas do dia-a-dia. Além disso, o professor/pesquisador, buscou contextualizar em vários momentos sobre situações diárias,

exemplo: experiências pessoais sobre rádio comunitária e a função do transmissor em pequenas e longas distâncias e a diferença entre rádio AM e FM.

Para concluir, foi apresentado as equações do período, frequência e comprimento de onda e exemplificação com dois exercícios sobre os conceitos equacionais de frequência, período e comprimento de onda.

Ao perceber grande inquietação por parte de alguns alunos e já estar próximo o término da aula, foi aberta de forma rápida a palavra aos alunos, principalmente ao aluno M. V., por ser questionador e sempre apresentar o seu ponto de vista nas aulas de ciências da natureza. Contudo, não houve perguntas subjetivas ou conjecturas relativas à conclusão da aula, somente afirmativo sobre o tema.

7.5 Aula 2 - Turma: 3

Data: 03/04/2023

Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - pesquisa de campo

Alunos Presentes: 26

Relato da aula: Como na aula anterior, nesta segunda aula, aguardei os alunos entrarem em sala, logo após o almoço. Por ser um momento de saída da escola, para atividade de campo, fiz a chamada dos alunos que trouxeram o documento de autorização de saída, como recomendado pela gestão escolar. Logo após a conferência da documentação de autorização dos pais ou responsáveis para a participação do projeto (vide Anexo 1), 6 alunos que não trouxeram o documento de autorização e foram orientados a ficarem na biblioteca com o bibliotecário. Na sequência, expliquei o objetivo da atividade de pesquisa que iríamos fazer em aula sobre Paisagem Sonora, bem como a atividade seria relatado em um formulário contendo 6 perguntas sobre a temática de ondas e acústica.

1 - Na sua análise da paisagem sonora e eletromagnética, como é a transmissão de tv rádio e internet?

2 - Porque as antenas de tv, internet e rádio ficam sempre na parte mais alta dos prédios?

3 - O formato das antenas interferem no sistema de transmissão?

4 - Existem muitas antenas nos prédios, nas casas e torres no entorno?

5 - Observe a paisagem sonora. Como você caracteriza o som dos carros, passos e conversação dos colegas, pessoas na rua, construção ao entorno e outras curiosidades sonoras.

6 - Coloque alguma curiosidade, na sua visita guiada ao centro, sobre ondas sonoras e eletromagnéticas.

Ao sair para a caminhada observatória até a praça central, 500 m da escola Estadual Doutor Emílio Silveira, pedi aos 6 alunos que não trouxeram autorização dos Pais que ficassem na biblioteca.

Logo após, a turma foi conduzida até a praça central observando as torres de transmissão, antenas de tv e cabeamento de *internet* e via rádio, som de veículos, sons de construção, sons de pássaros e pessoas e outros.

Ao chegar na praça central, depois de 5 min, pedi aos alunos que se sentassem em grupo para que pudéssemos debater ou discutir alguns assuntos físicos observáveis pelos alunos.

A proeminência não era preocupar com conceitos corretos, a intenção era problematizar, numa perspectiva apresentada pelos estudantes. Isso ficou evidente, quando o aluno L. fez a seguinte pergunta: “Posso colocar que os sons dos carros são muito barulhentos?”, ao ler o questionário em forma afirmativa sobre sua observação sobre o barulho dos carros. O professor orientou-o que não queria uma análise pormenorizada do aluno, mas sim, o objetivo era refletir o que o aluno sabia sobre a temática em questão.

Depois de 15 min, aproximadamente, o professor/pesquisador pediu aos alunos que concluíssem as respostas do questionário e, na sequência, refletiu com os alunos sobre os temas propostos no formulário.

7.6 Aula 2 -Turma: 4

Ano: 1º

Horas-aula: 50min.

Assunto: Ondas e acústica - pesquisa de campo

Data:05/04/2023

Alunos Presentes: 22

Relato da aula: Em uma tarde de quarta feira, aproximadamente quinze horas e cinco minutos, o professor/pesquisador adentrou à sala de aula. Ao orientar alguns alunos a tomarem assento, o professor/pesquisador descreveu de forma oral o objetivo da aula, de que seria realizada uma atividade de campo sobre paisagem sonora. Recapitulou sucintamente alguns pontos apresentados na aula anterior sobre ondas e acústica, além de sua aplicação nos meios de comunicação.

Ao reafirmar a necessidade de confirmar a apresentação dos documentos de autorização para saída da escola, como orientado pela direção, o professor/pesquisador orientou dois alunos a ficarem na biblioteca com o bibliotecário.

Em seguida, os alunos foram conduzidos à praça de esportes (CEME), aproximadamente mil metros da Escola Estadual Dr Emilio Silveira. Durante o trajeto foram orientados a observar as torres de transmissão, antenas de tv e cabeamento de *internet* e via rádio, som de veículos, sons de construção, sons de pássaros e pessoas e outros.

Ao adentrar ao CEME foi entregue aos alunos um formulário contendo seis perguntas, nas perspectivas observadas sobre ondas e acústica.

1 - Na sua análise da paisagem sonora e eletromagnética, como é a transmissão de tv rádio e internet ?

2 - Porque as antenas de tv, *internet* e rádio ficam sempre na parte mais alta dos prédios?

3 - O formato das antenas interferem no sistema de transmissão?

4 - Existem muitas antenas nos prédios, nas casas e torres no entorno?

5 - Observe a paisagem sonora. Como você caracteriza o som dos carros, passos e conversação dos colegas, pessoas na rua, construção ao entorno e outras curiosidades sonoras.

6 - Coloque alguma curiosidade, na sua visita guiada ao centro, sobre ondas sonoras e eletromagnéticas.

A seguir, foram orientados, em grupos de 4 a 6 alunos, a preencherem o formulário sobre as observações realizadas durante o percurso. O professor/pesquisador reafirmou a necessidade de autonomia nas respostas, buscando a autonomia dos alunos em suas observações. Fato demonstrado através da aluna L. que perguntou: “Professor, existe alguma relação da altura e tamanho das antenas com o sinal de transmissão? Como vou responder isso?”. Foi enfatizado a necessidade que ela apresentasse o seu ponto de vista sobre o assunto e que posteriormente o professor estaria respondendo os questionamentos pertinentes sobre o assunto.

7.7 Aula 3 e 4 - Turma: 3

Data: 04/04/2023

Turma: 3 Ano: 1º

Horas-aula: 1h40min.

Assunto: Ondas e acústica - *Seneca Learning*

Alunos Presentes: 32

Relato da aula: A turma do 1º 3 tem sido uma turma em que o professor/pesquisador tem mais aulas semanais, num total de 6 aulas na semana, no currículo do Novo Ensino Médio na Modalidade Tempo Integral. Neste dia, quando chegou à sala, alguns alunos perguntaram: “Professor, hoje a gente vai na sala de informática?”. Com a cabeça fiz um sinal positivo e pedi para aguardarem o retorno dos demais alunos, como orientação proposta pela equipe gestora de 5 min de tolerância.

Após passar cerca de 5 min, o professor/pesquisador iniciou a explanação dos objetivos da aula, revisando o que foi trabalhado nas aulas anteriores. Comitadamente, foi reforçado a toda turma o deslocamento que fariam até a sala de informática e as orientações de acesso a uma guia do *Google* através de um *e-mail* institucional ou pessoal para realizarem a atividade reflexiva sobre Ondas e Acústica na plataforma *Seneca Learning*. Logo após, foram conduzidos até a sala de informática.

Ao chegar na sala de informática, foram orientados a se sentarem em duplas, devido ao quantitativo de computadores, num total de 16 duplas. O professor/pesquisador projetou no quadro branco da sala de informática o endereço de acesso aos alunos e escreveu também o endereço senecalearning.com/port-BR/ no quadro branco.

Na sequência, percorreu as mesas, orientando os alunos quanto ao *login* na plataforma da atividade sobre ondas e acústica. Os problemas mais recorrentes foram sobre não localizar o nome da escola, foram orientados a colocar “não achei minha escola”. A aluna B. perguntou: “Professor e *e-mail* do meu pai?”. Foi orientada a colocar qualquer *e-mail* neste dado de acesso.

Em seguida, depois de uns 10 min, os alunos começaram a responder os exercícios da plataforma sobre a temática proposta: Ondas 1 (conceitos fundamentais sobre fenômenos ondulatórios); ondas 2 (ondas periódicas, equação da onda, ondas em cordas e refração de pulso de uma onda); Fenômenos ondulatórios (interferência, reflexão, refração e exemplos de fenômenos ondulatórios); acústica (Ondas sonoras, características das ondas sonoras e intensidade das ondas sonoras).

Figura 17: Alunos do 1º3 realizando atividade no Seneca.



Fonte: Autor.

Comitadamente, o professor/pesquisador, projetou no quadro branco todos os alunos que estavam “logados” na plataforma e atualizando sempre a planilha para acompanhar o resultados e desenvolvimento dos alunos. Aliado a isso, foi feito acompanhamento individualizado, para que os alunos percebessem que no próprio conteúdo continha as respostas dos exercícios propostos.

Faltando 5 min para término da aula, 14h5min, os alunos foram comunicados sobre o término da aula e aqueles que não tinham terminado concluiriam na próxima aula. Aproximadamente, 8 alunos não haviam concluído a tarefa no sistema. Assim, foi feita a chamada administrativa e, logo após, eles foram conduzidos no retorno à sala de aula.

7.8 Aula 3 e 4 -Turma: 4

Ano: 1º

Horas-aula: 1h40min.

Assunto: Ondas e acústica

Data: 11/04/2023

Alunos Presentes: 26

Relato da aula: A turma do 1º4 tem sido uma turma em que o professor/pesquisador tem mais aulas semanais, num total de 6 aulas na semana, no currículo do Novo Ensino Médio na Modalidade Tempo Integral. Neste dia, quando ele chegou à sala, de antemão, foram orientados que iriam à sala de informática. Ao perceber um misto de alegria nos estudantes, o professor aguardou um pouco para a turma se acalmar.

Após passar cerca de 5min, o professor/pesquisador iniciou a explanação dos objetivos da aula, revisando o que foi trabalhado nas aulas anteriores. Comitadamente, foi reforçado a toda turma o deslocamento que fariam até a sala de informática e as orientações de acesso a uma guia do *Google* através de um *e-mail* institucional ou pessoal para realizarem a atividade reflexiva sobre Ondas e Acústica na plataforma *Seneca*. Logo após, foram conduzidos até a sala de informática.

Ao chegarem na sala de informática, foram orientados a se sentar em duplas, devido ao quantitativo de computadores, num total de 16 duplas. O professor/pesquisador projetou no quadro branco da sala de informática o endereço de acesso aos alunos.

Na sequência, percorreu as mesas, orientando os alunos quanto ao *login* na plataforma da atividade sobre ondas e acústica. Os problemas mais recorrentes foram sobre não localizar o nome da escola, foram orientados a colocar “não achei minha escola”. Em seguida, depois de uns 15 min, os alunos começaram a responder os exercícios da plataforma sobre a temática proposta.

Figura 18: Aluna realizando atividade no Seneca.



Fonte: Autor.

Comitadamente, o professor aplicador, projetou no quadro branco todos os alunos que estavam “logados” na plataforma e atualizando sempre a planilha para acompanhar o resultados e desenvolvimento dos alunos. Aliado a isso, foi feito acompanhamento individualizado, para que os alunos percebessem que no próprio conteúdo continha as respostas dos exercícios propostos.

Faltando 5 min para término da aula, 14h5min, os alunos foram comunicados sobre o término da aula, e aqueles que não tinham terminado concluiriam na próxima aula. Aproximadamente, 8 alunos não haviam concluído a tarefa no sistema. Assim, foi feita a chamada administrativa e logo após eles foram conduzidos no retorno à sala de aula.

7.9 Aula 5 - Turma: 3

Turma: 3 Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - Jogo digital *Kahoot*

Data: 05/04/2023

Alunos Presentes: 32

Relato da aula: Nesta aula foi realizado um “quiz” sobre Noções Gerais Sobre Ondas. Como de praxe, o professor/pesquisador esperou aproximadamente cinco min para os

alunos acalmarem, devido à volta do almoço. Logo após, foi explicado o objetivo da aula e a temática sobre noções gerais de ondas e que seria utilizado o jogo digital *Kahoot*. Ao fazer a lista de chamada, todos foram conduzidos até a sala de informática para realizarem a atividade proposta.

O professor iniciou a aula na informática fazendo *login* na sua conta pessoal do jogo *Kahoot*. Os alunos foram orientados a realizar a atividade em duplas, abrirem uma guia do *Google* e digitar *Kahoot.it*, ou acessar o aplicativo através do ícone criado na área de trabalho do computador. Dessa forma, foram orientados a entrar com o pin do jogo e com o primeiro nome de cada aluno da equipe (dupla).

O “quiz” apresentado continha 30 questões sobre diversos conceitos sobre ondas:

1. Ondas podem transmitir matéria?
2. Todas as ondas precisam de um meio para se propagar?
3. O que é a frequência de uma onda?
4. O que diferencia as ondas longitudinais das ondas transversais?
5. O som se propaga em diferente velocidade dependendo se o meio for líquido, sólido ou gasoso. Verdadeiro ou falso?
6. As ondas do som podem se propagar no vácuo?
7. Uma batida no tambor produz som, por que?
8. O é um tipo de onda.....
9. A onda transversal é aquela em que.....
10. Uma onda é...
11. Como se propaga o som no ar?
12. As ondas de mar são consideradas ondas...
13. A Luz pode viajar no espaço. Verdadeiro ou falso?
14. A luz é uma onda:
15. As ondas mecânicas podem ser longitudinais, transversais e mistas. Verdadeiro ou falso?
16. Todas as ondas eletromagnéticas são transversais. Verdadeiro ou falso?
17. Todas as ondas eletromagnéticas são transversais...
18. Exemplo de Onda Eletromagnética.
19. É uma onda mecânica.
20. No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas possuem:
21. Ondas tridimensionais se propagam em:
22. Todas as ondas eletromagnéticas são unidimensionais. Verdadeiro ou falso?

23. As ondas mecânicas são caracterizadas por...
24. As ondas ultra e infra sônicas.
25. As ondas de uma corda de violão são?
26. Ondas sonoras com frequências inferiores a 20 Hz.
27. Qual das alternativas a seguir apresenta EXCLUSIVAMENTE ondas?
28. Que tipo de ondas podem transmitir matéria?
29. O ouvido humano é sensível a todas as ondas sonoras. Verdadeiro ou falso?
30. Ondas sonoras com frequências entre 20 Hz e 20.000 Hz.

7.10 Aula 5 - Turma: 4

Ano: 1º

Horas-aula: 4

Assunto: Ondas

Data: 10/04/2023

Alunos Presentes: 26

Relato da aula: Nesta quinta aula, na turma do 1º4, foi realizado o “quiz” sobre noções gerais de Ondas, tanto eletromagnética quanto mecânica. O professor aplicador aguardou um período de tempo de aproximadamente 5 min para que os alunos pudessem acalmar. Na sequência foram orientados do deslocamento até a sala de informática para realizarem o jogo digital *Kahoot*. Logo após foi feita a lista de chamada de frequência, todos os alunos presentes foram conduzidos à sala de sala de informática.

Ao tomarem assento na sala de informática, o professor orientou-os a se sentarem em dupla ou trio, devido ao quantitativo de alunos maior do que a quantidade de computadores. Logo após, foram orientados a abrirem uma guia do *Google* e digitar o endereço de acesso ao jogo *Kahoot.it*. Na sequência, o professor percorreu todas as bancadas orientando os alunos e checando alguma dificuldade de acesso.

Ao observar que todos os alunos estavam “logados” no *site*, o professor/pesquisador acessou sua conta do aplicativo no *Google* e gerou o pin de acesso para os alunos. Foram orientados a acessar a atividade, colocar o pin e, na sequência, colocarem o primeiro nome de cada integrante da dupla.

O “quiz” contém 30 perguntas sobre diversos conceitos sobre ondas:

1. Ondas podem transmitir matéria?
2. Todas as ondas precisam de um meio para se propagar?

3. O que é a frequência de uma onda?
4. O que diferencia as ondas longitudinais das ondas transversais?
5. O som se propaga em diferente velocidade dependendo se o meio for líquido, sólido ou gasoso. Verdadeiro ou falso?
6. As ondas do som podem se propagar no vácuo?
7. Uma batida no tambor produz som, por que?
8. O é um tipo de onda.....
9. A onda transversal é aquela em que.....
10. Uma onda é...
11. Como se propaga o som no ar?
12. As ondas de mar são consideradas ondas...
13. A Luz pode viajar no espaço. Verdadeiro ou falso?
14. A luz é uma onda:
15. As ondas mecânicas podem ser longitudinais, transversais e mistas. Verdadeiro ou falso?
16. Todas as ondas eletromagnéticas são transversais. Verdadeiro ou falso.
17. Todas as ondas eletromagnéticas são transversais...
18. Exemplo de Onda Eletromagnética.
19. É uma onda mecânica.
20. No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas possuem:
21. Ondas tridimensionais se propagam em:
22. Todas as ondas eletromagnéticas são unidimensionais. Verdadeiro ou falso.
23. As ondas mecânicas são caracterizadas por...
24. As ondas ultra e infra sônicas...
25. As ondas de uma corda de violão são?
26. Ondas sonoras com frequências inferiores a 20 Hz.
27. Qual das alternativas a seguir apresenta EXCLUSIVAMENTE ondas?
28. Que tipo de ondas podem transmitir matéria?
29. O ouvido humano é sensível a todas as ondas sonoras. Verdadeiro ou falso?
30. Ondas sonoras com frequências entre 20 Hz e 20 000 Hz.

Dentro da apresentação do “quiz”, o professor/pesquisador, intervinha de forma pontual na representatividade de questão por questão. Às vezes, representado por gestos, a propagação da onda e dando dicas conectadas nas perguntas apresentadas anteriormente. Pra

não ficar monótono e gerar mais dinâmica na aula, as interferências dos alunos e do professor eram bem rápidas, 30 segundos ou menos.

Figura 18: Estudante jogando Kahoot.



Fonte: Autor.

Sintetizando, no final da aula, o “quiz” demorou em torno de 25 min, foi gerado o resultado no quadro com o pódio do primeiro ao terceiro colocado. O professor parabenizou os alunos pelo empenho e enfatizou incentivo à equipe do primeiro lugar.

7. 11 Aula 6 e 7 - Turma: 3

Data: 11/04/2023

Ano: 1º

Horas-aula: 100 min.

Assunto: som

Alunos Presentes: 32

Relato da aula: Na sexta aula da SD, os estudantes foram conduzidos à Sala 22, dedicada à música na escola, para participar de uma atividade relacionada à musicalidade corporal, seguindo a abordagem pedagógica de Dalcroze. Houve uma reorganização do horário com uma professora de Estudos Orientados, devido a necessidade de duas aulas na sequência.

Ao entrar na sala, os alunos receberam orientações para formar um círculo em cadeiras, mas devido ao calor e à agitação, alguns optaram por se sentar no chão. Havia uma mistura de entusiasmo entre eles, pois já sabiam sobre a atividade que iriam realizar, informados anteriormente em sua sala de aula.

O professor/aplicador explicou que estavam prestes a rever sobre acústica e explorar conceitos sonoros por meio da euritmia de Dalcroze. Ele enfatizou a importância de vivenciar

a música através do corpo, reconhecendo a proatividade como parte crucial do processo de aprendizado por meio de gestos e movimentos.

Em seguida, informou que usariam a música "O Sol" de Vitor Kley como base para essa experiência corporal. Explicou que a escolha da música estava relacionada ao tema solar, facilitando a compreensão dos conceitos físicos. O professor contextualizou a aula com a física, lembrando conceitos de onda eletromagnética e sua relação com a música para criar afinidade com o assunto. Uma aluna, L., questionou a necessidade da escolha da música, e o professor respondeu explicando que a partitura estava diretamente ligada a essa música. Provavelmente, a dúvida dela surgiu porque o professor já havia cantado a mesma música em uma aula anterior, ou não estava condicionado ao seu gosto musical.

Os estudantes receberam instruções para se levantarem e realizarem alguns exercícios de alongamento como preparação para experimentar a música através do movimento corporal. Começamos com exercícios simples de aquecimento, incluindo movimentos de braços, pernas e alongamentos ao som de uma música suave. Eles foram encorajados a se mover livremente, concentrando-se nos ritmos da música. Usando várias batidas para explorar noções de tempo e ritmo, os alunos praticaram uma variedade de movimentos, incluindo semínimas, colcheias e pausas.

Em seguida, introduzimos a peça musical proposta. Pedi aos alunos que internalizassem emoções e sentimentos por meio de seus movimentos, posicionando-se como parte do espaço físico. Alguns alunos foram além do ritmo, explorando as sutilezas da música, como dinâmicas e melodias, por meio de movimentos corporais.

Durante o processo de improvisação criativa, os alunos foram divididos em pequenos grupos e foi sugerido que apresentassem a música de maneira pessoal, refletindo humor, movimento e outros elementos que considerassem importantes. Isso destacou a ideia de que a percepção sonora pode ser relativa para cada pessoa, semelhante à exploração da Paisagem Sonora na aula anterior. A aluna A. se destacou em seu grupo, revelando seu lado artístico com excelente performance, mesmo sendo uma aluna agitada e com baixo desempenho durante o primeiro bimestre.

Após as apresentações, realizamos uma discussão em grupo sobre como a euritmia de Dalcroze nos ajudou a compreender melhor a música e a relação entre a proatividade na experiência corporal e espacial. Os alunos compartilharam suas experiências, alguns de forma tímida, evidenciando um processo de crescimento na aprendizagem proposta.

7.12 Aula 6 e 7 - Turma: 4

Data: 11/04/2023

Ano: 1º

Horas-aula: 100 min.

Assunto: som

Alunos Presentes: 32

Relato da aula: Na sexta aula de Educação Musical na turma do 1º ano do Ensino Médio, os estudantes foram conduzidos à Sala 22, um espaço dedicado à música na escola, para participar de uma atividade relacionada à musicalidade corporal, seguindo a abordagem pedagógica de Dalcroze. Nesta turma, o professor ministra duas aulas seguidas, conhecidas como aulas geminadas, tanto na terça-feira quanto na quarta-feira; neste dia, foi usada a aula originalmente planejada para uma terça-feira.

Ao entrarem na sala, os alunos receberam instruções para formar um círculo com as cadeiras. Apesar de ser algo comum para eles ocuparem esse espaço, havia uma mistura de entusiasmo entre eles, o que quebrava a monotonia das aulas e causava uma certa felicidade nos estudantes.

Figura 19 - Alunos em círculo para realizar a atividade.



Fonte: Autor.

O professor explicou aos alunos que estavam prestes a aprender sobre acústica e explorar conceitos sonoros por meio da eúritmia de Dalcroze. Ele enfatizou a importância de vivenciar a música através do corpo, reconhecendo a proatividade como parte crucial do processo de aprendizado por meio de gestos e movimentos.

Em seguida, informou que usariam a música "O Sol" de Vitor Kley como base para essa experiência corporal. Explicou que a escolha da música estava relacionada ao tema solar, facilitando a compreensão dos conceitos físicos. O professor contextualizou a aula com a

física, relembrando conceitos de onda eletromagnética e sua relação com a música para criar afinidade com o assunto. Uma aluna, R., corroborou afirmando que a música era muito interessante e que ela sabia tocar a música no violão, fato que foi incentivado e parabenizado pelo professor.

Os estudantes receberam instruções para se levantarem e realizarem alguns exercícios de alongamento como preparação para experimentar a música por meio do movimento corporal. Começaram com exercícios simples de aquecimento, incluindo movimentos de braços, pernas e alongamentos ao som de uma música suave. Foram encorajados a se mover livremente, concentrando-se nos ritmos da música. Usando várias batidas para explorar noções de tempo e ritmo, os alunos praticaram uma variedade de movimentos, incluindo semínimas, colcheias e pausas.

Em seguida, introduziram a peça musical proposta. Pediram aos alunos que internalizassem emoções e sentimentos por meio de seus movimentos, posicionando-se como parte do espaço físico. Alguns alunos foram além do ritmo, especialmente os alunos K. e L., explorando as sutilezas da música, como dinâmicas e melodias, por meio de movimentos corporais.

Durante o processo de improvisação criativa, os alunos foram divididos em pequenos grupos e sugeriu-se que apresentassem a música de maneira pessoal, refletindo humor, movimento e outros elementos que considerassem importantes. Isso destacou a ideia de que a percepção sonora pode ser relativa para cada pessoa, semelhante à exploração da Paisagem Sonora na aula anterior. Nesta turma, vários alunos se destacaram em seus grupos, revelando seu lado artístico com excelente desempenho, o que, acredito, se deve à temática propícia que quebra a monotonia enfrentada durante as nove aulas diárias.

Após as apresentações, realizaram uma discussão em grupo sobre como a euritmia de Dalcroze os ajudou a compreender melhor a música e a relação entre a proatividade na experiência corporal e espacial. Os alunos compartilharam suas experiências, alguns de forma tímida, evidenciando um processo de crescimento na aprendizagem proposta.

7.13 Aula 8 - Turma: 3

Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - *Software Audacity*

Data: 12/04/2023

Alunos Presentes: 30

Relato da aula: A aula foi iniciada lembrando aos alunos que eles têm participado e vivenciado situações de aprendizagem em que o estudo de ondas é o tema principal. Durante a aula foram lembrados os processos pormenorizados de ondas, refletindo sobre a apresentação dos *slides* da aula 1, tema e situação vivida da atividade de campo, em que eles podem ter uma percepção de forma prática conceitos de ondas. Furneci uma visão geral do assunto, contextualizando-o na área de pesquisa proposta nas atividades dos aplicativos *Seneca* e *Kahoot*.

Anunciei que nesta aula eles iriam aprofundar seus conhecimentos sobre ondas, através da edição de áudio do *software Audacity*. Foi frisado que, embora o professor/pesquisador tenha habilidades com o *software Sound Forge* para edição de áudio, será usado o *Audacity* por ser um aplicativo gratuito.

Com material impresso, sobre resumo e orientações passo a passo de como utilizar o *software*, solicitei à aluna E. que ajudasse a entregar a folha aos discentes. Expliquei que o *Audacity* é um *software* gratuito e já vem instalado nos computadores no pacote de aplicativos educativos da Secretaria de Educação de Minas Gerais. Com ele é possível gravar sons, capturar áudio de outros *softwares*, criar e adicionar sons por síntese, abrir arquivos de diversos formatos, convertê-los para outro tipo de formato de arquivo, salvá-los e até realizar mixagem no formato mono ou stereo. Foi frisado que quando salvar o áudio de saída do arquivo, não salvá-lo no formato mp3, pois pode perder qualidade do áudio. Somente o produto final deve ser salvo em mp3.

Foram abordados os conceitos físicos do espectro do áudio, que podem ser visualizados no aplicativo, quanto à intensidade, comprimento de onda, velocidade e timbre. Para melhor compreensão do assunto foi apresentado as ferramentas na parte superior do aplicativo, funções que podem dar maior ênfase para visualizar essas variáveis.

7.14 Aula 6 - Turma: 4

Turma: 4 Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - Software Audacity

Data: 12/04/2023

Alunos Presentes: 27

Relato da aula: Em continuação a aplicação da sequência didática, nesta sexta aula foi realizada uma atividade prática na sala de computação sobre o *software Audacity*. Os processos detalhados da manifestação das ondas foram lembrados durante a aula, com base na apresentação do *slide* da aula 1, situação de aprendizagem durante a atividade de campo e embasamento teórico como as plataformas *Seneca* e jogo digital *Kahoot*.

Tendo como base esses parâmetros propostos, os alunos foram incentivados a recordar os conceitos fundamentais sobre a manifestação das ondas, como amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade. E mais, nesta introdução ao *Audacity*, os alunos foram incentivados a fazer perguntas e participar de discussão para consolidar seus conhecimentos sobre o tema de ondas.

Com material impresso, uma folha frente e verso, contendo o resumo passo a passo como utilizar o programa *Audacity*, pedi ao aluno G. que entregasse a folha aos colegas. Expliquei que o *Audacity* é um *software* gratuito e já vem instalado nos computadores no pacote de aplicativos educativos da Secretaria de Educação de Minas Gerais. Com ele é possível gravar sons, capturar áudio de outros *softwares*, criar e adicionar sons por síntese, abrir arquivos de diversos formatos, convertê-los para outro tipo de formato de arquivo, salvá-los e até realizar mixagem no formato mono ou stereo. Foi frisado que quando salvar o áudio de saída do arquivo, não salvá-lo no formato mp3, pois pode perder qualidade do áudio. Somente o produto final deve ser salvo em mp3.

Foram abordados os conceitos físicos do espectro do áudio, que podem ser visualizados no aplicativo, quanto à intensidade, comprimento de onda, velocidade e timbre. Para melhor compreensão do assunto, foi apresentado as ferramentas na parte superior do aplicativo, funções que podem dar maior ênfase para visualizar essas variáveis.

7.15 Aula 9 - Turma: 3

Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - *Software Audacity*

Data: 13/04/2023

Alunos Presentes: 28

Relato da aula: Nesta aula os alunos foram conduzidos à sala de informática para realizarem a gravação do pequeno áudio em formato de mp3. O objetivo era que os alunos fizessem na prática a gravação do seu próprio *podcast*.

O professor lembrou aos alunos a situação de aprendizagem que estão vivenciando sobre ondas e ondulatória e o objetivo da aula é usar o *software Audacity* na construção e edição de áudio. Orientou-os a formar equipes de quatro a cinco alunos e a pesquisarem no *Google* um pequeno texto, de aproximadamente cinco min, sobre a temática ondas.

Na sequência, foram reproduzidos alguns trechos do tutorial sobre o *Audacity*, disponível no *youtube*, para que os alunos pudessem compreender alguns comandos básicos do programa. Aliado a isso, o professor/pesquisador foi parando o vídeo pontualmente e explicando algumas funções básicas aos estudantes como: abrir, cortar, ampliar, colocar efeitos, além de apresentar no aplicativo as ferramentas no menu superior.

Após essa explicação breve, o professor/pesquisador orientou os alunos a realizarem o resumo do texto escolhido, cronometrando cerca de 15 min para eles concluírem a atividade proposta. Durante o processo de resumo, o professor/pesquisador circulou nas bancadas tirando dúvidas quanto à interpretação dos textos e fórmulas utilizadas pelos alunos. A orientação é que o foco fosse em termos conceituais e aplicados no dia-a-dia.

Por fim, o professor/pesquisador falou que eles podiam gravar os seus áudios, obedecendo a sequência das equipes. A aluna G. sugeriu: “Professor, posso gravar o meu áudio no *Whatsapp* e editar no computador?” Sim, confirmou o professor/pesquisador, sugerindo aos demais alunos, que aqueles que quisessem usar outras ferramentas para gravação e edição do áudio, poderiam fazer isso. Assim houve um silêncio na sala e obedecendo a ordem das equipes estabelecida pelo professor/pesquisador, os alunos foram gravando os seus áudios.

No fim da aula, o professor/pesquisador escreveu a sequência das equipes que iriam apresentar o seu *podcast* na próxima aula na sala de vídeo. Orientou-os quanto ao tempo disponível para cada equipe e a relação de organização de fluidez dos conceitos físicos aprendidos durante as aulas.

7.16 Aula 9 - Turma: 4

Turma: 4 Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - *Software Audacity*

Data: 12/04/2023

Alunos Presentes: 26

Relato da aula: Como programado no plano de aulas da sequência didática, nesta sétima aula os alunos foram até a sala de informática para realizarem uma pesquisa complementar e gravar um áudio em formato de compartilhável (mp3). O objetivo foi que os alunos fizessem na prática a gravação de um *podcast* contendo as principais reflexões que aprenderam durante as aulas da sequência didática proposta.

Ao serem conduzidos à sala de informática e tomarem assento, o professor/pesquisador lembrou aos estudantes que eles têm vivenciado momentos e situações de aprendizagem sobre ondas e ondulatória e o objetivo da aula era usar o programa *Audacity* na construção e edição de áudio. Na sequência, foram orientados a formar equipes de 4 a 5 alunos para elaboração de um texto de quatro a cinco min sobre a temática ondas.

Em continuidade, foi reproduzido um pequeno vídeo, disponível no *youtube*, com tutoriais sobre *Audacity*. O propósito era que os alunos pudessem compreender alguns comandos básicos do programa, aliado a uma nova abordagem com recursos tecnológicos de vídeo aula. Comitadamente, o professor/pesquisador foi parando o vídeo pontualmente e explicando alguns comandos básicos aos estudantes como: abrir, cortar, ampliar, colocar efeitos, além de apresentar no aplicativo as ferramentas no menu superior.

Após essa breve introdução dos comandos básicos do programa, o professor/pesquisador orientou os alunos a realizarem o resumo de texto escolhido, propondo os temas no quadro, ou temas que os alunos quisessem pesquisar, dentro da temática proposta, ondas e ondulatória. Durante o processo de resumo, o professor circulou nas bancadas tirando dúvidas quanto à interpretação dos textos e fórmulas utilizadas pelos alunos. A orientação era que o foco fosse em termos conceituais e aplicados no dia-a-dia.

Ao término da aula, o professor registrou a ordem das equipes que iriam apresentar seus *podcasts* na sala de vídeo durante a próxima aula. Ele também forneceu diretrizes sobre o tempo disponível para cada equipe e a importância de manter uma organização fluente dos conceitos físicos adquiridos ao longo das aulas.

7.17 Aula 10 - Turma: 3

Turma: 3 Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas e acústica - apresentação

Data: 14/04/2023

Alunos Presentes: 25

Relato da aula: Na conclusão dessa sequência didática, como forma de aplicação do conteúdo e conhecimento aprendido sobre ondas, o professor conduziu os alunos até a multimídia. O objetivo era envolver os estudantes de forma mais dinâmica e oferecer uma experiência de aprendizagem interativa sobre o tema de ondas sonoras.

Ao adentrar a sala e aguardar todos tomarem assento, expliquei aos alunos que aquela aula seria a apresentação do áudio em formato de *Podcast* sobre ondas sonoras e magnéticas, com intuito de transmitir conhecimento e estimular o interesse de todos pelo assunto.

Para iniciar a apresentação, foi pedido para que a equipe 1 tomasse frente ao acesso ao *site* com finalidade de apresentar a gravação do áudio. De forma humorada e dinâmica, todas as 4 equipes fizeram suas apresentações, decorrendo o seu tópico escolhido dentro da temática proposta de ondas.

Durante a apresentação do *podcast*, os alunos compartilharam diversos exemplos e histórias interessantes relacionadas a ondas sonoras, que foram corroboradas pelo professor, de como os nossos ouvidos captam as ondas sonoras e como diferentes frequências sonoras resultam em diferentes sons. Também foi mencionada a aplicação das ondas sonoras na comunicação, como o funcionamento dos telefones e o uso de microfones e alto-falantes.

Ao longo da apresentação entre uma equipe e outra, fiz pausas estratégicas para estimular a reflexão e debate em sala sobre suas dificuldades e habilidades na elaboração e gravação do áudio *podcast*. O objetivo foi incentivar os alunos a discutirem entre si sobre aplicações das ondas no cotidiano e a compartilharem suas experiências pessoais relacionadas ao tema e gravação do *podcast*.

Ao final da aula, foi aberto espaço para perguntas e esclarecimentos. Os alunos se mostraram entusiasmados, fazendo questionamentos pontuais. Isso gerou uma discussão rica e permitiu que os próprios alunos esclarecessem algumas dúvidas adicionais.

7.18 Aula 10 - Turma: 4

Turma: 4 Ano: 1º

Horas-aula: 50 min.

Assunto: Ondas

Data: 13/04/2023

Alunos Presentes: 27

Relato da aula: Concluindo essa sequência didática na turma do 1º4, na aplicação do conteúdo e conhecimento aprendido sobre ondas, o professor conduziu os alunos até a sala de multimídia. O objetivo foi proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizagem interativa sobre o tema de ondas sonoras.

Ao adentrar a sala e orientar a todos tomarem assento em grupos, expliquei aos alunos que o objetivo da aula era a apresentação do áudio em formato de *Podcast* sobre ondas sonoras e acústica, corroborando com os momentos de aprendizagem que temos vivenciado durante essa sequência.

Para iniciar a apresentação, foi pedido para que a 1ª equipe chegasse à frente e também acesso ao *site* com finalidade de apresentar a gravação do áudio. De forma organizada e dinâmica, todas as 3 equipes fizeram suas apresentações, decorrendo o seu tópico escolhido dentro da temática proposta de ondas.

Durante a apresentação das equipes do *podcast*, os alunos compartilharam diversos exemplos e histórias interessantes relacionadas a ondas sonoras. Como exemplo da aluna R. que apresentou um recorte sobre os riscos de ouvir fone de ouvido com intensidade muito alta, além de como os nossos ouvidos captam as ondas sonoras e como diferentes frequências sonoras resultam em diferentes sons. Também foi mencionada a aplicação das ondas sonoras na comunicação, como o funcionamento dos telefones e o uso de microfones e alto-falantes.

Ao longo da apresentação entre uma equipe e outra, fiz pausas estratégicas para estimular a reflexão e debate em sala sobre suas dificuldades e habilidades na elaboração e gravação do áudio *podcast*, aliado a isso, a predisposição que eles tinham em usar outras ferramentas tecnológicas. O objetivo foi incentivar os alunos a discutirem entre si sobre aplicações das ondas no cotidiano e a compartilharem suas experiências pessoais relacionadas ao tema e gravação do *podcast*.

Ao final da aula, foi aberto espaço para perguntas e esclarecimentos. Os alunos se mostraram entusiasmados, fazendo questionamentos pontuais. Isso gerou uma discussão rica e permitiu que os próprios alunos esclarecessem algumas dúvidas adicionais. Além disso, os alunos foram elogiados, pelo professor/pesquisador, pelo desempenho, esforço e criatividade na elaboração da atividade proposta.

8. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, exploraremos a avaliação qualitativa dos resultados da aprendizagem e a eficácia desta abordagem educacional. Utilizamos várias fontes de dados, incluindo diários

de classe, registros pessoais, questionários, participação dos alunos nas atividades e o interesse deles pelo conteúdo. Além disso, analisamos o questionário relacionado à visita guiada sobre ondas, o formulário *Seneca Learning* e o *Kahoot*. Nossa análise concentrou-se principalmente na identificação de registros que evidenciassem o progresso da aprendizagem ao longo de todas as etapas da sequência didática.

O tipo de investigação realizado nesta proposta de ensino-aprendizagem foi caracterizado como sendo uma pesquisa exploratória que tem como objetivo Análise de Conteúdo, proposta por Laurence Bardin e alguns parâmetros de autonomia atribuídos por Góis (2016).

8.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS

A avaliação das concepções prévias dos estudantes ocorreu em duas fases distintas. Inicialmente, foram realizados debates em sala de aula, fazendo uso de apresentações em *slides* (Anexo 2) como uma ferramenta para abordar o tópico central que serviu como ponto de partida para a problematização inicial. Em seguida, durante a pesquisa de campo, elaborou-se um questionário conceitual, ver pág. 38, cap 6 item b, para investigar a percepção dos alunos sobre o sistema de transmissão, bem como para conduzir análises relacionadas à paisagem sonora.

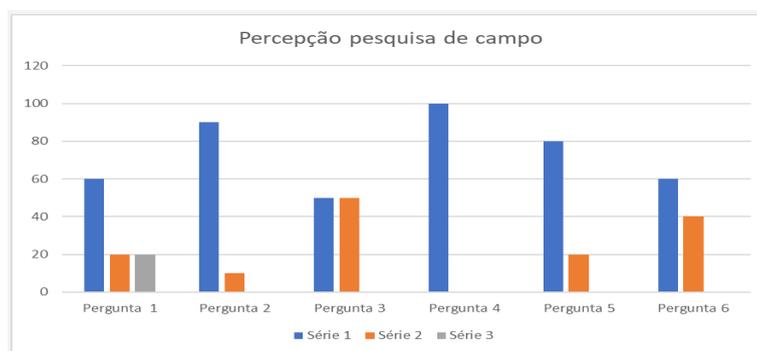
A primeira questão apresentada para discussão com os alunos envolveu os conceitos físicos relacionados às ondas. Nessa fase inicial, quando o professor introduziu o tópico de maneira desafiadora, a maioria dos estudantes demonstrou um alto nível de engajamento. Esse envolvimento dos alunos ocorreu por meio de uma interação baseada em perguntas e respostas, o que estimulou a construção de conhecimento significativo. A abordagem teórica priorizou a incorporação dos conhecimentos prévios dos alunos.

Portanto, durante essa aula expositiva com ênfase na problematização inicial, foi claramente observada a troca de conhecimentos e a análise das concepções prévias das turmas em relação ao tema das ondas e da acústica. Além disso, ocorreram momentos de reflexão, questionamento e exposição, contribuindo para que os alunos adquirissem uma maior consciência da sua relação com o ambiente sonoro.

A segunda questão abordada para debate com os alunos foi a visita de campo até a praça central da cidade para análise da paisagem sonora. através de um formulário que contém seis perguntas:

Perguntas	Resposta dos alunos
1. Na sua análise da paisagem sonora e eletromagnética, como é a transmissão de TV e internet?	Satélite ou antena (60%) ondas (20%) não souberam (20%)
2. Porque as antenas de TV, internet e rádio ficam sempre na parte mais alta dos prédios?	melhorar o sinal (90%) não souberam (10%)
3. O formato das antenas interferem no sistema de transmissão?	Sim (50%) e não (50%)
4. Existem muitas antenas nos prédios, nas casas e torres no entorno?	sim (100%)
5. Observe a paisagem sonora. Como você caracteriza o som dos carros, passos e conversas de colegas, pessoas nas ruas, construção ao entorno e outras curiosidades sonoras?	Calmo (80%) barulhento (20%)
6. Coloque alguma curiosidade, na sua visita guiada ao centro da cidade, sobre ondas sonoras e eletromagnéticas.	O que interfere no tamanho de cada antena de transmissão? (60%) paisagem física (40%)

Figura 20 - Resultado pesquisa de campo.



Fonte: Autor.

Na primeira pergunta, que tratava das concepções prévias dos alunos sobre o sistema de transmissão de TV e *internet*, a maioria dos estudantes demonstrou ter algum conhecimento básico sobre o assunto. Essa compreensão pode ter sido influenciada pela apresentação inicial do professor/pesquisador ou pela bagagem escolar e experiência social dos alunos. No entanto, uma pequena porcentagem dos alunos apresentou respostas que pareciam descontextualizadas, às vezes lembrando apenas da exposição do professor sem uma justificativa plausível. Outra parte dos alunos não souberam responder a essa pergunta.

Na segunda pergunta, que abordava a localização das antenas na parte superior dos edifícios, os alunos demonstraram uma percepção correta quanto à necessidade de melhorar o

sinal de transmissão, evitando obstáculos. Eles também observaram a grande quantidade de antenas nos prédios. Quanto à sua localização, parece que essa concepção prévia dos alunos foi adquirida culturalmente, como evidenciado pelos comentários dos estudantes e pela forma como responderam à pergunta.

No entanto, na terceira pergunta, a maioria dos alunos teve dificuldade em desenvolver um raciocínio lógico em relação ao tamanho das antenas e à sua capacidade de transmissão. O professor/pesquisador explicou que, geralmente, antenas maiores têm a capacidade de captar um sinal mais forte e que cada antena tem uma frequência específica de captação. Parece que essa informação não foi compreendida ou retida pelos alunos, resultando em respostas que não refletiam um entendimento completo do conceito.

Na quinta pergunta, os alunos deram sua percepção em relação ao ambiente sonoro, com a maioria afirmando que o som na praça estava calmo, apesar do constante barulho de pessoas e veículos automotores. Ficou evidente que a avaliação do barulho era subjetiva para alguns alunos, já que, na opinião do professor/pesquisador, o ambiente estava bastante barulhento. Isso sugere que o conceito de barulho pode variar dependendo do estado de espírito e da idade das pessoas, o que demonstra a subjetividade da percepção do som.

A análise realizada sugere que, apesar de estarem imersos no mundo das tecnologias, uma parte significativa dos alunos não consegue fazer a conexão com a aplicação prática dessas tecnologias. Ou seja, eles têm dificuldade em traduzir o conhecimento tecnológico para uma linguagem física e concreta. Isso ficou particularmente evidente no fato de que a maioria dos alunos não conseguiu relacionar o tamanho das antenas com a faixa de frequência e a capacidade de captar um sinal mais forte.

Além disso, uma parte significativa dos alunos pareceu focar mais em questões de localização do que nos conceitos físicos que foram abordados durante a aula. Isso sugere que, para alguns alunos, houve uma falta de compreensão profunda dos conceitos físicos discutidos nessa aula, e eles se concentraram mais em aspectos práticos e observacionais. Essa análise destaca a importância de abordar conceitos físicos de maneira mais eficaz e relacioná-los diretamente à experiência prática dos alunos.

Com base nos pontos mencionados, podemos concluir que a visita guiada para identificação dos elementos sonoros presentes na paisagem, que incluem sons naturais, ruídos urbanos, antenas de transmissão e outras fontes sonoras, oferece valiosas perspectivas. Ao considerar esses aspectos propostos e realizados pelos alunos, podemos inferir que o objetivo dessa análise sonora é capacitar os alunos a adotar medidas apropriadas para preservar e

aprimorar a paisagem sonora, promovendo assim um ambiente acústico mais saudável e agradável.

Sintetizando, percebi essa aula como uma exemplificação excelente dos conceitos físicos, apesar das ondas e acústica serem conceitos abstratos, houve contextualização e problematização que colaboraram para que na maioria das situações a turma prestasse atenção e possivelmente muitos dos alunos vão associar alguns conceitos físicos em algum contexto ou aplicação mencionada em sala.

8.2 ANÁLISE DO REGISTRO DIÁRIO

Através da avaliação do registro no diário de classe, pôde-se acompanhar o avanço no processo de aprendizagem dos estudantes. Logo na primeira aula, já se notava o entusiasmo dos alunos, que participaram ativamente da abordagem expositivo-dialógica. Isso se deu, em grande parte, devido à ruptura da monotonia associada às aulas na sala de aula habitual. Ao término da aula, diversos comentários colaboraram nessa percepção.

No encontro subsequente, ao realizar a análise dos conhecimentos prévios dos alunos acerca da pesquisa de campo, tornou-se evidente que eles demonstravam interesse no tema, porém, apresentavam escassa compreensão embasada em fundamentos científicos.

Na abordagem Eurítmica proposta, que se concentrava em vivenciar a música e conceitos físicos por meio de uma abordagem corporal dos movimentos, o professor aplicador encontrou certa resistência. Isso se deve à complexidade de sair da zona de conforto, ou seja, abandonar uma abordagem centrada e expositiva, e conectar aspectos artísticos aos conceitos físicos. No entanto, é crucial observar que todo processo científico requer uma prática contínua do método para se tornar eficaz. Em relação ao desempenho qualitativo dos alunos, várias variáveis foram identificadas, como afetividade, dinâmica, criatividade e cumplicidade, que foram expressas durante o processo.

À medida que as aulas da sequência didática avançavam, era perceptível o crescimento do interesse e do envolvimento dos alunos. Mesmo que de maneira gradual, eles demonstraram uma certa familiaridade com o conteúdo, refletindo em uma participação mais ativa. Engajaram-se em todas as atividades, respeitando seus ritmos individuais de aprendizado, uma vez que compunham um grupo diversificado em termos de habilidades e conhecimentos.

No entanto, é relevante observar que existe uma sensação de fadiga entre os alunos, especialmente devido ao sistema de educação em tempo integral. Além disso, dependendo do

horário em que a sequência didática é implementada, como nos períodos da tarde, isso pode impactar o desempenho dos estudantes. Frequentemente, o professor responsável pode se sentir desapontado ao tentar elaborar atividades que abranjam uma variedade mais ampla de ações. Em muitas ocasiões, foi necessário ajustar o planejamento devido à dificuldade de cumprir o que havia sido proposto para a aula.

8.3 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO FORMATIVA EM GRUPO

Conforme destacado por Bloom (1976), a avaliação formativa requer a formulação de perguntas de maneira que os alunos organizem o conhecimento em etapas sequenciais como: recordar, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e criar. Dentro dessa abordagem, as ferramentas pedagógicas empregadas na avaliação formativa para o progresso desse projeto são direcionadas a esse propósito específico, motivando assim a análise dos resultados obtidos.

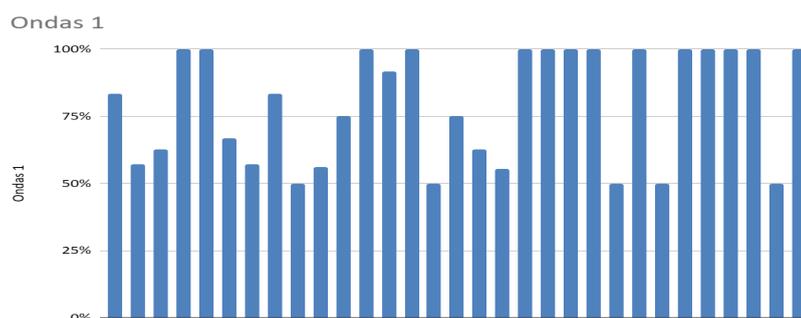
Na primeira atividade formativa, os alunos responderam a um questionário no *Seneca Learning*, abordando os principais tópicos sobre ondulatória: conceitos sobre ondas, fenômenos ondulatórios e acústica.

Durante essa aula, é importante destacar que, apesar da agitação inicial, os estudantes demonstraram um certo entusiasmo quando foram transferidos para um ambiente diferente do que passaram a maior parte do dia. Ao se acomodarem, experimentaram uma sensação de tranquilidade e concentração na atividade, especialmente após receberem a explicação do professor sobre como acessar o sistema *Seneca Learning*.

Outro aspecto relevante a destacar foi a dificuldade enfrentada por alguns estudantes ao acessar a plataforma e completar a atividade. Alguns deles não conseguiram concluir a tarefa durante uma única aula. Isso evidencia a desigualdade e diversidade de níveis de iniciativa e aprendizado entre os estudantes, algo que tem sido claramente perceptível ao longo deste bimestre durante as aulas.

Abaixo, na representação visual, apresentam-se os resultados do questionário gerado pelo programa em formato de planilha.

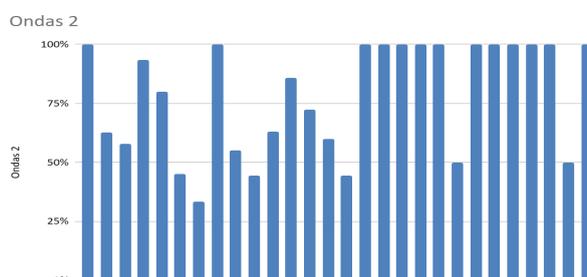
Figura 21 - Resultado respostas sobre ondas 1, aulas 3 e 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na figura 17, ondas 1, o tópico em discussão abordou os conceitos de ondas. Seu conteúdo incluía informações sobre o que é uma onda, o que as ondas transportam, a representação gráfica de uma onda, incluindo crista, vale, comprimento de onda e a classificação das ondas. A análise gráfica dos resultados do questionário revela que 50% dos estudantes obtiveram um desempenho considerado razoável, enquanto a outra metade, equivalente a 50%, demonstrou um conhecimento satisfatório dos princípios físicos relacionados a esse tema.

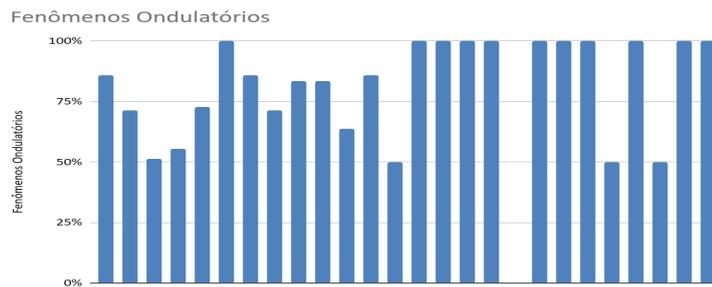
Figura 22 - Resultado das respostas sobre ondas 2, aulas 3 e 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na Figura 18, referente às ondas 2, aulas 3 e 4, os conceitos em estudo englobam a análise de amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade, incluindo suas equações associadas. Notou-se uma ligeira diminuição no desempenho de alguns alunos nesse contexto. Isso aponta para a tendência de que, quando são introduzidas equações e cálculos matemáticos, o rendimento dos alunos tende a diminuir.

Figura 23 - Resultado respostas sobre fenômenos ondulatórios, aulas 3 e 4.

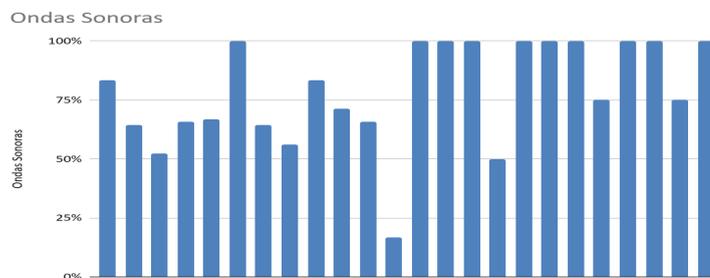


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na figura 19, relacionada aos fenômenos ondulatórios, aula 3 e 4, a atividade abordou conceitos fundamentais envolvendo fenômenos como difração, refração, reflexão e interferência e outros. Além de ter incluindo exemplos práticos desses fenômenos.

Ao analisar os resultados, observou-se um aproveitamento razoável por parte dos alunos, com uma taxa de compreensão superior a 50%. É importante destacar a disposição dos estudantes para lidar com conceitos novos, uma vez que o professor/pesquisador não havia previamente discutido esses tópicos em sala de aula. No entanto, a metodologia adotada na atividade facilitou a organização do conhecimento, como evidenciado ao longo da execução dessa tarefa.

Figura 24 - Resultado respostas sobre ondas sonoras, aulas 3 e 4.



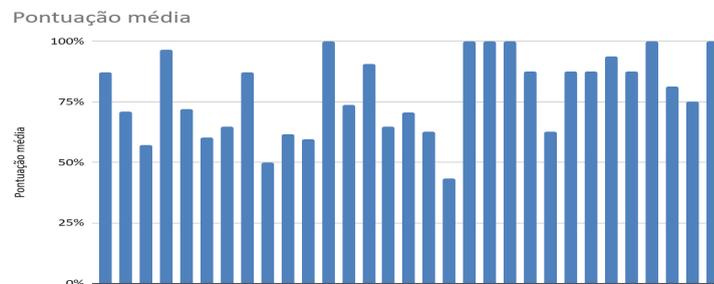
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na figura 20, ondas sonoras, aulas 3 e 4., última atividade do tópico, foi apresentado conceitos sobre as ondas sonoras, como: funcionamento da audição, limites da audição, telefone de barbante, diferentes espécies conseguem ouvir ondas sonoras de frequências diferentes, Características das Ondas Sonoras, intensidade, altura, timbre e outros.

Ao analisar o gráfico presente na figura 20, observou-se um ligeiro declínio nos resultados de alguns alunos. Não é possível determinar com precisão se esse pequeno decréscimo está relacionado ao cansaço ao final da atividade ou se está ligado à introdução de

conceitos científicos mais complexos. Além disso, é evidente que ocorreu um processo de construção de conhecimento ao longo da atividade, indicando que esta desempenhou satisfatoriamente seu papel nesse sentido.

Figura 25 - Resultado da pontuação média, aulas 3 e 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Considerando que o objetivo desta atividade no *Seneca Learning* era promover a organização do conhecimento por meio da introdução de conceitos previamente não discutidos e abordados de forma não científica, a abordagem dos conceitos relacionados às ondas se mostrou apropriada, conforme planejado.

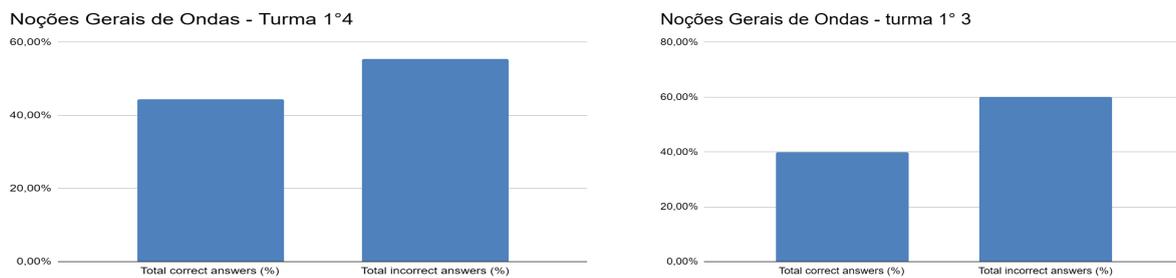
Ao analisar os resultados médios apresentados no gráfico da figura 21, é evidente que os estudantes demonstraram um potencial notável, uma vez que a maioria obteve pontuações superiores a 50%. Isso indica uma progressão positiva no aprendizado. Vale ressaltar que, em avaliações tradicionais, realizadas anteriormente por essas turmas, uma porcentagem significativa de alunos costumava obter resultados abaixo da média.

Em resumo, acredito que as análises feitas durante a primeira atividade formativa nas turmas são válidas, mas com algumas observações importantes: Notou-se uma falta de mobilidade de alguns alunos para acessar o computador, o que afetou o resultado final, uma vez que alguns não conseguiram concluir a atividade no tempo previsto. Além disso, houve uma passividade em resolver problemas simples, mesmo quando as respostas estavam claramente disponíveis no texto ou nas imagens dos tópicos. A fadiga e o cansaço também foram fatores relevantes, especialmente porque essa atividade ocorreu no sétimo horário de aula, considerando que a escola opera no regime de Ensino Médio em Tempo Integral. Por fim, observou-se uma certa dependência por parte de alguns alunos, quando, na realidade, a atividade visava promover a independência na aprendizagem dos estudantes.

Na segunda atividade formativa, que envolveu a realização do jogo digital *Kahoot*, uma análise detalhada dessa aula revelou que os alunos demonstraram um alto nível de

engajamento. Esta atividade de jogo digital proporcionou uma quebra significativa da monotonia que muitas vezes os alunos experimentam durante a maior parte das aulas, onde tendem a ser passivos e não participar ativamente do processo de aprendizagem. Isso se manifestou na diferença de comportamento dos alunos, pois enquanto em outras atividades podem se concentrar em copiar o conteúdo, na resolução de problemas muitas vezes enfrentam dificuldades na aplicação do conhecimento.

Figura 26 - Resultado sobre ondas 1° 4 e 1°3, aulas 3 e 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Por outro lado, na modalidade de aula com o jogo digital *Kahoot*, foi evidente a participação ativa dos alunos nas perguntas e o empenho em acertar as questões do “quiz”. Isso indica que atividades lúdicas e interativas podem ser eficazes para estimular o envolvimento dos estudantes e promover uma aprendizagem mais dinâmica e participativa.

8.4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO

No que se refere às variáveis de investigação, é possível inferir as seguintes observações:

- a) No contexto da evolução dos conceitos de Física sobre ondas, desde a participação dos alunos durante a sequência didática, análise da avaliação somativa em grupo, realização da atividade lúdica musical na abordagem Dalcroze, produção de *podcasts* e análise das respostas fornecidas pelos alunos durante a visita guiada, comparando-as com seus conhecimentos prévios desde o início, é possível inferir que os discentes alcançaram uma aprendizagem significativa e crítica. Essa observação encontra respaldo nas respostas e intervenções dos alunos ao longo da aplicação da sequência

didática. Além disso, a abordagem metodológica adotada no estudo proporcionou uma organização do conhecimento em uma dimensão descentralizada, dinâmica e tecnológica. Essa experiência também contribuiu para o crescimento acadêmico e o aprofundamento dos conceitos relacionados a ondas, promovendo uma perspectiva reflexiva embasada nos *feedbacks* gerados durante as aulas, tanto intrínsecos quanto extrínsecos.

- b) A abordagem escolhida para a ondulatória nesta sequência didática adotou uma perspectiva musical para debater os conceitos físicos. Nesse contexto, a análise observada pelo professor/pesquisador durante a atividade prática de gravação de *podcasts*, utilizando a ferramenta *Audacity*, em relação às ondas, promoveu reflexão e protagonismo notável por parte dos alunos. Muitas vezes, os alunos se sentiram impelidos a apresentar soluções, como na gravação de áudio usando outro meio proposto, que divergia do plano inicial do professor/pesquisador. Além disso, a atividade despertou entusiasmo em alguns alunos, como A. J., que expressou: "Professor, esta aula sobre gravação de *podcast* é muito divertida; deveríamos fazer mais vezes!" Contudo, em uma análise qualitativa, como em qualquer atividade em sala de aula, também se observou que alguns alunos que enfrentaram as mesmas dificuldades para gravação, apresentação, pesquisa e passividade durante as aulas. Entretanto, em retrospecto, a experiência dos alunos apresentarem o conteúdo por meio de um *podcast* foi muito positiva. Porquanto, os alunos participaram ativamente na atividade, demonstraram interesse pelo assunto e aproveitaram a oportunidade de aprender com aplicação do conhecimento. Além disso, o formato de *podcast* permitiu que fosse incorporado exemplos práticos e histórias, tornando o aprendizado mais significado, tangível e relevante.
- c) Com base no desenvolvimento da sequência didática, podemos afirmar que, à medida que avançávamos, foi possível observar um aumento gradual do interesse dos alunos em aprender. Isso se evidenciou através das perguntas e contribuições feitas por eles durante a implementação da sequência, bem como pelos *feedbacks* registrados em planilhas por meio de formulários.

- d) Ao analisar a abordagem escolhida, que integra a Física e a música, é evidente que a sequência de atividades desempenhou com sucesso seu papel de apresentar o estudo da ondulatória de maneira crítica e contextualizada. Isso se reflete nas respostas dos alunos durante as discussões na avaliação somativa em grupo, como por exemplo: "Eu não tinha percebido a importância do estudo do som e sua representação" e "Isso me fez repensar o uso de fones de ouvido com mais responsabilidade". Desde o início da abordagem, incluindo a visita guiada, a utilização de recursos como o *Seneca Learning* e o *Kahoot*, a atividade Eurítmica e a apresentação do *podcast* no contexto do estudo das ondas, seguindo a perspectiva dos Três Momentos Pedagógicos, essas atividades provaram ser excelentes meios de aprendizagem. Elas permitiram que os alunos se expressassem de forma livre e criativa, além de alcançar um público mais amplo ao compartilhar seu aprendizado com outros estudantes e com a comunidade escolar. Além disso, essa forma de comunicação desenvolve habilidades essenciais, como expressão oral e trabalho em equipe, que são fundamentais em diversos aspectos da vida dos alunos.
- e) Dessa forma, embora a SD tenha oferecido insights interessantes do ponto de vista do professor/aplicador, é crucial destacar várias variáveis subjetivas que surgiram durante o processo de implementação. Isso inclui a imaturidade das turmas, uma vez que se tratava de alunos do 1º ano do Ensino Médio; a burocracia para utilizar espaços externos durante as atividades; a limitação de ferramentas tecnológicas, como PCs e uma conexão de internet estável; o desafio trazido pela implementação do Ensino Médio em Tempo Integral, que resulta em cansaço excessivo nos alunos; e outros fatores relevantes a serem considerados.

CRONOGRAMA

1. Análise dos resultados da aplicação da unidade de ensino;
2. Redação da dissertação;
3. Exame de qualificação;
4. Defesa da dissertação.

REFERÊNCIAS

Artuso, A. R. **Física**/ Alysson Ramos Artuso, Marlon Wrublewski; ilustrações Dagoberto Pereira [et al.], Positivo, vol. 2:IL. Curitiba;. 2013.

Barbosa, R. G.; Batista, I. L. Desenvolvendo a criatividade nas aulas de Física. **Física na Escola**, v. 14, n. 1, 2016. Maio, pág. 59 a 61. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/index.php/edicoes/category/2-n-1-maio>>. Acesso em 06 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

Belucco, A.; Marcondes, D. W. C. 1, 2, 3 Gravando: registrando o áudio com qualidade em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Física**, v.33, n.2, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p641>>. Acesso em 12 jun. 2022.

Bezerra, Lima. **Revista Encantar** - Educação, Cultura e Sociedade - Bom Jesus da Lapa, v. 2, p. 01-12, jan./dez. 2020 Disponível em:><http://dx.doi.org/10.46375/encantar.v2.003><. Acesso em: 11 de set. 2023.

CARVALHO, A. C. O. **Guia de Estudo** - Percussão. Varginha: GEaD - UNIS/MG. 2014.

CORTES, ANDREA. Conheça os 7 melhores editores de áudio gratuitos . **Remessa online** disponível em:<<remessaonline.com.br>>. Acesso em 8 de set. 2023.

Crepalde, R. S.; Junior, O. G. A. A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: Da energia pensada à energia vivida. **Investigações em ensino de Ciência**, V18 (2), pp. 299-325, 2013. Disponível em > <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/132> >. Acesso em 12 jun. 2022.

BLOOM, B. S. e outros. **Taxionomia dos objetivos educacionais**. Ed. Globo, 1976. pg. 203.

DAL-FARRA, R. A.; LOPES, P. T. C. MÉTODOS MISTOS DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS. Nuances: Estudos sobre Educação, Presidente Prudente, v. 24, n. 3, p. 67–80, 2014. DOI: 10.14572/nuances.v24i3.2698. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/2698>. Acesso em: 26 ago. 2022.

Dantas, J. D. Cruz, S. S. Um olhar físico sobre a teoria musical. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 41 (1) 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0099>>. Acesso em 8 de set. 2023.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2007, p. 201 a 202.

EBC. Plataforma digital lançada no Brasil ajuda estudantes e professores. **Revista Brasil**. Disponível em:<Plataforma digital lançada no Brasil ajuda estudantes e professores | EBC Rádios>. Acesso em 8 de set. 2023.

Farias, F. A. O.; Leite, G. C. Contribuições da criação e uso de um blog com foco no ensino de Física. **Física na Escola**. Volume 14 n° 2, 2016 – outubro, pág. 52. <<http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/40-volume-14-n-2-outubro>>. Acesso em 20 jul. 2022.

FIORIN, A.V.; MARTINS, F. R.; SCHUCH, N.J; PEREIRA, E.B. Aplicações de redes neurais e previsões de disponibilidade de recursos energéticos solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.33, n.1, p.1309, 2011. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/09.pdf>> 20 jul. 2022.

FONTEERRADA, M. T. O. **De Tramas e Fios: Um Ensaio Sobre Música e Educação**. 2ª edição. São Paulo, Editora UNESP; Rio de Janeiro; Funarte, 2008.

Freire, P. **Pedagogia do oprimido**. 1987, pág. 22, 81 e 84. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_do_oprimido.pdf>. 10 mai. 2022.

Gomes, A. T.; Garcia, I. K. Aprendizagem significativa na EJA: Uma análise de evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia. **Investigações em ensino de Ciência**, v. 19, n. 2 (2014). Disponível em > <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/81>>. 15 jun. 2022.

GOMES, C. A. S. **Estética e Apreciação Musical**. Varginha: GEaD - UNIS/MG. 2020.

Gomes, L. C. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 407-441, ago. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n2p407/29993>>. 15 jun. 2022.

Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl. 1916-2010. **Fundamentos de física, volume 2 : gravitação, ondas e termodinâmica**. tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – 10. ed. Rio de Janeiro : LTC, 2016.

Lenz, J. A. Florczak, M. A. Atividades experimentais sobre conservação da energia mecânica. **Física na Escola**, v. 13, n. 1, pág. 17 a 18, maio de 2012. Disponível em <<http://www1.fisica.org.br/fne/index.php/edicoes/category/4-n-1-maio>>.

IVIC, Ivan. **Leve Semionovich Vygotsky**. Recife, PE: Editora Massangana, 2010.

Quintas, M. J.; e Carvalho, P. S. Ensino interativo na abordagem da eletricidade numa escola portuguesa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 839-860, dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p839>>. 15 jun. 2022.

Lazzarini, V. E. P. Music Department National University of Ireland, Maynooth. **Elementos de Música**. Disponível em:<[Lazzarini-Elementos_Acustica.pdf\(hugoribeiro.com.br\)](http://Lazzarini-Elementos_Acustica.pdf(hugoribeiro.com.br))>. Acesso em: 09 de set. 2023.

Lima, S. C.; Takahashi, E. K. Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 3501 (2013). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n3/a20v35n3.pdf>>. 15 jun. 2022.

Ludke, E.; Adornes, A. G. R.; Gomes, C. A.; Adornes, R. B. Um experimento para ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 1503 (2013). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n1/v35n1a19.pdf>>. 15 jun. 2022.

LUKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 2003.

MADUREIRA, J. R.; NICOLETTI, D. A. R. Jaques-Dalcroze e a Rítmica na educação infantil: apresentação e tradução de dois textos selecionados. **Revista Brasileira de História da Educação**. V. 23. 2023. Disponível em:< <https://doi.org/10.4025/rbhe.v23.2023.e253>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MADUREIRA, J. R.; LEITE, L. B. Jaques-Dalcroze: música e educação. **Diverso e Prosa**. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-73072010000100014>>. Acesso em 24 ago. 2023.

Martins, R. E. Geraldês, W. B.; Afonseca, U. R; Gouveia, L. M. B. CAPSI 2018. **18º Conferência da Associação Portuguesa de Sistema de Informação**. Uso o Kahoot como ferramenta de aprendizagem. Instituto Federal de Goiás. Disponível em:><https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6979/1/Slides%20IFG%20Kahoot.pdf>>. Acesso em: 14 de outubro de 2022.

Mateiro, T.; Ilari, B.; (Org.). **Pedagogias em Educação Musical**. – Curitiba: InterSaberes, 2012.–(Série Educação Musical). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5128442/mod_resource/content/0/PEDAGOGIAS_EM_EDUCACAO_MUSICAL-melhor.pdf>. Acesso em 02 de set. 2023.

Medeiro, L. L. **CURSO DE MÚSICA. TÉCNICO DE NÍVEL MÉDIO EM MULTIMÍDIA NA FORMA INTEGRADO**. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE – IFRN CAMPUS NATAL CIDADE ALTA. Disponível em:< <https://docentes.ifrn.edu.br/lourdeslima/disciplinas/Classificacao%20dos%20instrumentosHornbostel%20%20.pdf>>. Acesso em 8 de set. 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, [s. l.], 2022. Disponível em:<<https://drive.google.com/file/d/1I8T4Cody3pUScohWX4aQVGipgyWLKK8g/view>>. Acesso em: 14 out. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2022.

Ministério de Minas e Energia Secretaria de Energia Elétrica | Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico. **Boletim de Monitoramento do Sistema Elétrico - Junho - 2017**, pág. 24. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/4475726/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Junho+-+2017.pdf/0dd6b734-e3c2-4418-a6df-33d1a5087c86>>. Acesso em 06/08/2017.

Moro, F. T.; Neide, I. G.; Rehfeldt, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n.3, p.987-1008, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016.v33n3p987>. Acesso em: 14 de outubro de 2022.

NOCKO, CAIO MANOEL. SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO Superintendência da Educação Diretoria de Tecnologia Educacional Coordenação de Multimeios. **Software livre de produção**. Audacity. Curitiba – Paraná. Disponível em:> <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/tutoriais/audacity1.pdf><. Acesso em: 14 de out. de 2022.

Oliveira, P. M. C. *Resenha*, Energia e Matéria: Da Fundamentação Conceitual às Aplicações Tecnológicas. **Revista Brasileira do Ensino de Física**. vol.37 no.4 São Paulo Out./Dez. 2015 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172015000400801&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

Oliveira, T. E.; Araújo, I. S.; Viet, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (*Team-Based Learning*): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p.962-986, dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p962>>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

OLIVEIRA, T. E.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de ciências. **Física na Escola**, v.14, n.2, 2016. Disponível em: <<Http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/40-volume-14-n-2-outubro>>. Acesso em: 14 de Set. de 2022.

Paraná. **Física, Série Novo Ensino Médio**. 5º edição - Editora Ática, São Paulo, 2000. Disponível em: ><https://agencia.fapesp.br/musica-paleolitica/10685/><. Acesso em 24 out. 2022.

PARNCUTT, Richard. Musicologia Sistemática: a história e o futuro do ensino acadêmico musical no ocidente. **Em Pauta**, Porto Alegre, v. 20 n. 34/35, 145-185, janeiro a dezembro 2012. ISSN 1984-7491. Disponível em:><https://seer.ufrgs.br/EmPauta/article/download/39612/25314/156695><. Acesso em: 14 de Set. de 2022.

Pereira, M. M.; Abib, M. L. V. S. Memória, cognição e afetividade: um estudo sobre processos de evocação durante as aulas de Física do Ensino Médio. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 22, n. 4, p. 855-873, 2016. Disponível em:> <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160040003><. Acesso em 20 abr. 2022.

Picolo, A. P.; Buhler, A. J.; Rampinelli, G. A. Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de Física clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, 4306 (2014). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v36n4/v36n4a07.pdf>>. Acesso em 24 nov. 2022.

Pozo, J. I.; Crespo, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências, do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. **Artmed**, 5º edição, pág. 47.

Proposta curricular – **Conteúdo Base Comum de Física**, Ensino Médio. 2006, pag. 5. Disponível em >http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B467096A

5-B3B4-4DAE-B9D3-A7AF67D6E0C2%7D_PDF%20CBC%20Fisica.pdf>. Acesso em 06 jul. 2021.

Quintas, M. J.; e Carvalho, P. S. Ensino interativo na abordagem da eletricidade numa escola portuguesa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 839-860, dez. 2016. Disponível em: ><https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p839>>. Acesso em 06 jul. 2021.

REZENDE, Conceição. **Aspectos da Música Ocidental**. Belo Horizonte, MG: Imprensa da UFMG, 1971.

ROEHRIGS, S. A. G.; ASSIS, K. K.; CZELUSNIAKI, S. M. **A Abordagem CTS no Ensino de Ciências: Reflexões sobre os Sistemas de Educação da Educação Básica**. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2018/documentos/saeb_documentos_de_referencia-versao_1.0.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

Saidelles, T.; Schmitt, J. A. C.; Barin, C. S.; Ellensohn, R. M.; Santos, L. M. A. INVESTIGANDO AS POTENCIALIDADES DO USO DO SOFTWARE AUDACITY COMO FERRAMENTA DE FLEXIBILIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM. 24º Seminário Internacional de Educação, Tecnologia e Sociedade / Desenvolvimento de materiais educacionais com uso de novas tecnologias. Redin **Revista Educacional Interdisciplinar**. v. 8 n. 1 (2019): Disponível em:<seer.faccat.br>. Acesso em 11 de set. 2023

SCHOPENHAUER, Arthur. **O Mundo como Vontade e Representação**. Tradução de Jair Barbosa; São Paulo, Editora UNESP (FEU) Ltda, 2005.

Secretaria de Estado de Educação, Minas Gerais. Ensino Médio em Tempo Integral. **Documento Orientador EMTI - 2022**. Disponível em: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (educacao.mg.gov.br)>. Acesso em 10 de set. 2023.

SENECA LEARNING. Seneca | Estudos Eficientes, Divertidos e Gratuitos. Disponível em:>senecalearning.com<. Acesso em 10 de abr. 2023.

Soares, A. A.; Medina, R.R.; Carboni, A.; Costa, F. W. Usando as tecnologias da informação no ensino de Física: o blog da Lua. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n.3, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p1094/33007>>. Acesso em 10 de abr. 2023.

Souza, R. Os sistemas de energia solar fotovoltaica. **Introdução aos sistemas solares**, 2015. pág. 11. Blue Sol Energia Solar.

Souza; R. S.; Silva, A. P. B.; Araújo, T. S. James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: Reproduzindo as dificuldades do laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 3309 (2014). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v36n3/09.pdf>>. Acesso em 06 set. 2021.

SOUZA, A. A. **Guia de Estudo - História da música I**. Varginha, MG: GEaD – UNIS – MG, 2013.

UREL, D. É. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 4, n. 1, p. 49-59, 2022. Disponível em:<<https://doi.org/10.29327/269504.4.1-4>>. Acesso em 22 ago. 2023.

VALE; Ministério da Cultura. **A Música na Escola**. Panorama do Ensino Musical. p.19 a 32; Allucci e Associados Comunicações; São Paulo - 2012. Disponível em:<<http://www.amusica.naescola.com.br/pdf/AMUSICANAESCOLA.pdf>>. Acesso em: 27 de ago. 2023.

Vieira, F. K. Metafísica e música em Arthur Schopenhauer. **Diaphonía**, e-ISSN 2446-7413, v. 9, n. 2, 2023. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/371465010_Metafisica_e_musica_em_Arthur_Schopenhauer>. Acesso em: 27 de ago. 2023.

Villas, B. N.; Doca, R. H.; Biscuola, G. J. Física, Vol. 2: termologia, ondulatória, óptica. 3º edição - São Paulo: Saraiva, 2016. Dutra Dantas, Joseclécio; Silva Cruz, Sergio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº 1, e20180099 (2019) Disponível em:><http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0099>>. Acesso em 27/01/2023.

Viola, O. Piovesan, E. Música: um estudo físico matemático sobre o som através da série de Fourier e do núcleo de Fejér com o uso de ferramentas espectrais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20220175 (2022). Disponível em :> <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0175>>. Acesso em: 9 de Set. 2023.

Young, Hugh D. **Física II**, Sears e Zemansky: termodinâmica e ondas / Hugh D. Young, Roger A. Freedman; colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moisés Luiz. – 14. ed. – São Paulo:

Anexo 1-

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA SAÍDA DE ALUNOS SEM O RESPONSÁVEL

Eu, _____, na condição de responsável legal pelo(a) aluno(a) _____, matriculado na(o) _____ série/período, da professor/a _____, autorizo a sua saída no horário de encerramento de aula. Ciente que, assumo quaisquer riscos que possam ocorrer do trajeto da escola até o local do evento.

Saída da Escola:

1- sozinho.

2- acompanhado(a): _____.

, ____ de _____.

Responsável Legal

Anexo 2- Slides da Aula 1

Fonte: Centro Apoio (departamento pedagógico)



- O que vamos ver hoje:
- Definição de ondas
- Classificação de ondas
- Algumas propriedades de ondas

Definição : É uma **perturbação do meio** que se **propaga** transmitindo **energia**.

Ondas sonoras **Ondas** na superfície da água



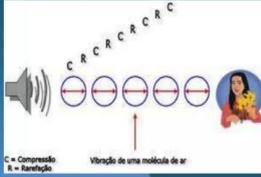
Classificação das ondas:

Quanto a **natureza** :

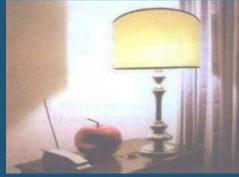
Ondas mecânicas: Necessitam de um **meio material** para se propagar.

Ondas eletromagnéticas: **Não** necessitam de um **meio material** para se propagar.

ONDAS



Som é um exemplo de onda mecânica



Luz é um exemplo de onda eletromagnética

ONDAS

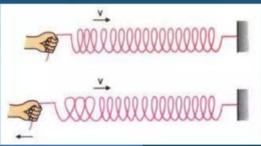
Classificação das ondas:

Quanto a forma de propagação:

Ondas transversais: Direção de propagação perpendicular a direção de oscilação.

Ondas longitudinais: Direção de propagação é a mesma (paralela) direção de oscilação

ONDAS



Ondas transversais



Ondas longitudinais

ONDAS

Classificação das ondas:

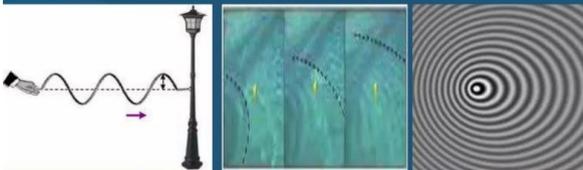
Quanto a direção de propagação:

Ondas Unidimensionais: Se propagam em uma direção

Ondas Bidimensionais: Se propagam em duas direções

Ondas Tridimensionais: Se propagam em três direções

ONDAS



Ondas numa corda: Unidimensionais

Ondas na superfície da água: Bidimensionais

Ondas sonoras: Tridimensionais



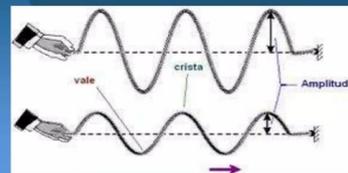
ONDAS

Descrição das ondas:

Ondas podem ser descritas usando um número de variáveis, incluindo: amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade:

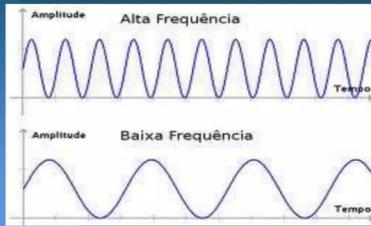
ONDAS

Amplitude (A): Grandeza que fisicamente está ligada com intensidade, a amplitude da onda é o ponto onde ela apresenta máxima ou mínima intensidade



ONDAS

Frequência (f): É o número de oscilações por unidade de tempo



ONDAS

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Onde:

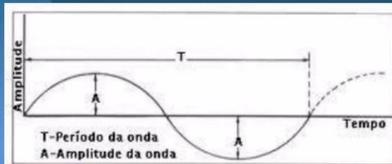
f → frequência [Hz] (Hertz)

n → número de voltas

Δt → intervalo de tempo [s] (segundos)

ONDAS

Período (T): É o tempo que uma onda leva para completar uma oscilação.



ONDAS

Onde:

T → é o período

f → é a frequência

$$T = \frac{1}{f}$$

ONDAS

Exercícios

Se uma régua passa a tocar a água 20 vezes em cada 5,0 segundos, provocando oscilações na sua superfície. Calcule a frequência e o período dessas oscilações.

ONDAS

Exercícios

Se uma régua passa a tocar a água 20 vezes em cada 5,0 segundos, provocando oscilações na sua superfície. Calcule a frequência e o período dessas oscilações.

ONDAS

Exercícios:

Os sucessivos toques da régua na superfície da água provocam ondas. Assim aplicamos o conceito de frequência e período.

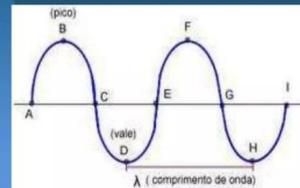
$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

$$f = \frac{20}{5} = 4 \frac{\text{oscilações}}{\text{segundo}}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{4} = 0,25s$$

ONDAS

Comprimento de onda (λ): É o comprimento entre duas cristas consecutivas ou entre dois vales consecutivos.





Centr APOIO Departamento Pedagógico

ONDAS

Equação fundamental das ondas: Essa equação nos serve para calcular a **velocidade** de **ondas** em um certo **meio**.

Centr APOIO Departamento Pedagógico

ONDAS

$$v = \lambda \cdot f$$

$$330 = \lambda \cdot 20$$

$$\lambda = \frac{330}{20} = 16,5m$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$330 = \lambda \cdot 20000$$

$$\lambda = \frac{330}{2,0 \cdot 10^4} = 1,65 \cdot 10^{-2}m$$

O comprimento de onda varia entre 16,5 m (som grave) e 16,5 mm (som agudo)

28

Centr APOIO Departamento Pedagógico

ONDAS

$$v = \lambda \cdot f$$

Onde:

- $v \rightarrow$ é a **velocidade** da onda [m/s] (metros por segundo)
- $f \rightarrow$ é a **frequência** da onda [Hz] (Hertz)
- $\lambda \rightarrow$ é o **comprimento** de onda [m] (metros)

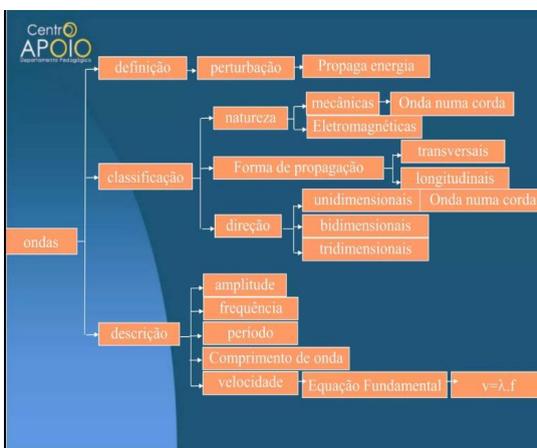
Centr APOIO Departamento Pedagógico

ONDAS

Exercício

O ouvido humano consegue ouvir **som** desde aproximadamente **20Hz** até **20 000Hz**. Considerando que o **som** se **propaga** no **ar** com **velocidade** de módulo **330m/s**, **qual** é o intervalo de **comprimento de onda** detectado pelo ouvido humano?

27





UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
INSTITUTO/DEPARTAMENTO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 28

REVENIL ALVES DE SOUZA

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

A MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Alfenas/MG
2023
REVENIL ALVES DE SOUZA

A MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: A Música Como Recurso Didático Para o Ensino de Física, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 28 – Universidade Federal de Alfenas/MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães.

6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Material de apoio pedagógico para aprendizagem significativa - sequência didática (SD).

ANO DE ESCOLARIDADE - 1º ano - 1º bimestre

REFERÊNCIA - Ensino Médio

COMPONENTE CURRICULAR - Física (BNCC), Ciências da natureza e Práticas experimentais (Eixos Formativos).

ÁREA DE CONHECIMENTO - Ciências da natureza e suas tecnologias.

6.1 AULA 1

TEMA DE ESTUDO: ondulatória

DURAÇÃO: 50 minutos

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

a. OBJETIVO DE ENSINO

Familiarizar os estudantes sobre o comportamento das ondas; compreender que as ondas transportam energia sem transporte de matéria; refletir e explicar o que significa a frequência, o período, o comprimento de ondas e a amplitude de uma onda; Discutir e saber usar na solução de problemas simples, tanto ondas mecânicas e eletromagnéticas.

b. ATIVIDADE INICIAL:

Caro(a) Professor(a), sugerimos que você comece a aula agrupando os estudantes como uma estratégia para revisar os conteúdos e avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema a ser abordado. A primeira aula será conduzida de forma expositiva e dialógica, utilizando um projetor para exibir os slides que estão anexados a este documento. Durante essa apresentação, abordar os conceitos fundamentais da ondulatória, como a definição de ondas, perturbação e a propagação de energia. Também explore tópicos como: classificação, frequência, amplitude, intensidade, comprimento de onda, timbre e velocidade das ondas.

É importante explicar aos alunos que essa aula faz parte de uma sequência didática mais ampla e que você usará a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, sob uma

perspectiva Eurítmica. Nesse sentido, os alunos serão avaliados ao longo de todo o processo, com o uso de formulários em cada etapa para acompanhar o progresso.

Certifique-se de transmitir aos alunos que essa sequência didática visa aprofundar o entendimento dos conceitos de ondulatória. A exploração dos Três Momentos Pedagógicos e a abordagem Eurítmica serão ferramentas valiosas para enriquecer o aprendizado. Além disso, ao comunicar a avaliação contínua, os alunos estarão cientes da importância do engajamento e participação em todas as etapas do processo.

c. DESENVOLVIMENTO:

Neste segundo momento, recomendamos que o(a) professor(a) projete os slides e conduza algumas perguntas instigantes, tais como: "O que você entende por som? Por que alguns sons são mais agradáveis do que outros? Por que certas músicas têm a capacidade de nos emocionar enquanto outras não? Como os sinais são transmitidos para nossos dispositivos eletrônicos, como *smartphones*?" e "Por que as torres de sinal de TV, rádio e outros meios de comunicação geralmente são posicionadas nas partes mais altas dos edifícios?"

Em seguida, prossiga com a explanação: "Existem diversas situações em que podemos observar a manifestação de ondas em ambientes como lagos e outros meios. Vamos explorar alguns exemplos: Quando enxergamos objetos, nossos órgãos visuais estão sendo estimulados por ondas luminosas. No entanto, devido às limitações de nosso sistema visual, não conseguimos perceber outras ondas do mesmo tipo de luz, como as ondas utilizadas em telecomunicações, como as ondas de rádio, televisão e micro-ondas para comunicação via satélite."

"Além disso, somos capazes de ouvir música, vozes e sons devido às ondas sonoras. De maneira semelhante às ondas luminosas, nossos sistemas auditivos não conseguem captar ondas do mesmo tipo de som, como os ultrassons."

"Para além da luz e do som, que são as ondas mais perceptíveis em nosso cotidiano, encontramos outros exemplos, como as ondas que se formam na superfície da água quando algo cai nela, ou as ondas que surgem em uma corda esticada quando agitamos uma de suas extremidades."

Essa abordagem interativa e ilustrativa certamente ajudará os alunos a compreenderem os conceitos de ondas de maneira mais concreta e prática.

d. FECHAMENTO:

É interessante perceber que há uma conexão íntima entre ondas e música. De fato, uma composição musical nada mais é do que uma combinação de ondas sonoras. As ondas sonoras pertencem à categoria das ondas mecânicas, o que significa que elas necessitam de um meio material para se propagar e têm um padrão longitudinal.

Em nosso entorno, somos constantemente imersos em uma sinfonia de sons desordenados, que são os ruídos do ambiente. No entanto, para que um som seja reconhecido como música, as ondas sonoras que o compõem precisam estar organizadas em uma estrutura específica, envolvendo frequências bem definidas, variações na amplitude e comprimento de onda, tudo isso formando um padrão discernível para os ouvintes.

Portanto, a transformação de um som em música envolve uma organização cientificamente fundamentada e padronização. É por meio dessa organização que as ondas sonoras se convertem em uma experiência agradável para quem as escuta, transformando-se em uma forma de expressão artística que pode evocar emoções e conexões profundas com quem a aprecia.

e. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

A avaliação deverá ser processual, observando o envolvimento dos estudantes com a aula. Você pode pedir que os estudantes elaborem um relatório com a descrição dos resultados, contrapondo-os com as previsões propostas, além de pontos de discussão.

f. RECURSOS:

Projektor, computador, slides, quadro branco e caneta.

6.2 AULA 2

TEMA DE ESTUDO: Ondas

DURAÇÃO: 50 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

Caro(a) Professor(a), recomendamos iniciar a aula propondo uma atividade em que os alunos sejam agrupados para uma visita guiada pela comunidade. Essa abordagem visa não apenas retomar conteúdos anteriores, mas também identificar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao tema que será abordado. Durante essa saída, sugerir que os alunos observem atentamente as torres de transmissão, analisando aspectos como localização, quantidade e distância entre elas. Essa atividade visa promover a interação entre os membros da turma.

Além disso, peça aos alunos que também observem as redes de transmissão de internet presentes nos arredores e os questione se identificam alguma antena de transmissão no ambiente.

Em círculo, conduza uma discussão sobre a visita, incentivando os estudantes a compartilharem suas observações. Nesse momento, seu papel será o de mediar diversas narrativas que surgirão nos relatos dos alunos. Aproveite essa oportunidade para introduzir conceitos fundamentais relacionados a ondas, como energia mecânica e eletromagnética, frequência, período, comprimento de onda e amplitude.

Essa abordagem permitirá uma exploração mais aprofundada dos fenômenos ondulatórios, contribuindo para uma compreensão mais sólida por parte dos alunos.

Diálogo com o cotidiano:

Existem diversas situações em que podemos identificar a presença de ondas em meios como lagos e outros ambientes. A seguir, apresentaremos alguns exemplos elucidativos:

Quando observamos objetos, nossos órgãos visuais são estimulados por ondas luminosas. No entanto, devido às limitações do nosso sistema visual, não conseguimos perceber outras ondas do mesmo tipo, como aquelas utilizadas nas telecomunicações, tais como ondas de rádio, televisão e micro-ondas empregadas em comunicações via satélite.

A capacidade de ouvir música, vozes e sons em geral, deriva das ondas sonoras. Similarmente às ondas luminosas, nossas capacidades auditivas são restritas a determinados

tipos de ondas sonoras, impedindo-nos de captar aquelas que correspondem ao ultrassom, por exemplo.

Para além da luz e do som, que representam as ondas mais presentes em nosso cotidiano, encontramos outras manifestações, como as ondas geradas na superfície da água quando algum objeto é lançado nela, ou aquelas que surgem em uma corda tensionada ao agitarmos uma das suas extremidades.

Trilhando o caminho das ciências:

É fascinante perceber a conexão entre as ondas e a música. De fato, uma composição musical pode ser entendida como uma combinação de ondas sonoras. As ondas sonoras, por sua vez, são um tipo de onda mecânica, o que significa que requerem um meio material para se propagar e assumem um formato longitudinal. Esse fenômeno faz com que estejamos constantemente cercados por uma sinfonia de sons desordenados, manifestando-se como ruídos diversos.

Contudo, para que um som seja classificado como música, é necessário que as ondas sonoras que o constituem estejam organizadas em um padrão específico de frequência, variação de amplitude e comprimento de onda. Esse arranjo harmonioso é reconhecível aos ouvintes e distingue a música dos demais sons. Assim, a música transcende a mera casualidade dos ruídos cotidianos e adquire um significado mais profundo.

De uma perspectiva científica, essa padronização é fundamental para caracterizar e criar uma experiência auditiva agradável para os ouvintes. A capacidade de organizar as ondas sonoras de maneira coerente é o que permite que a música nos toque emocionalmente e nos proporcione uma experiência estética única.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

A avaliação deverá ser processual, observando o envolvimento dos estudantes com a aula. Você pode pedir que os estudantes elaborem um relatório com a descrição dos resultados, contrapondo-os com as previsões propostas, além de pontos de discussão.

6.3 AULA: 3 e 4

TEMA DE ESTUDO: ondas

DURAÇÃO: 100 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas através da plataforma *Seneca*

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

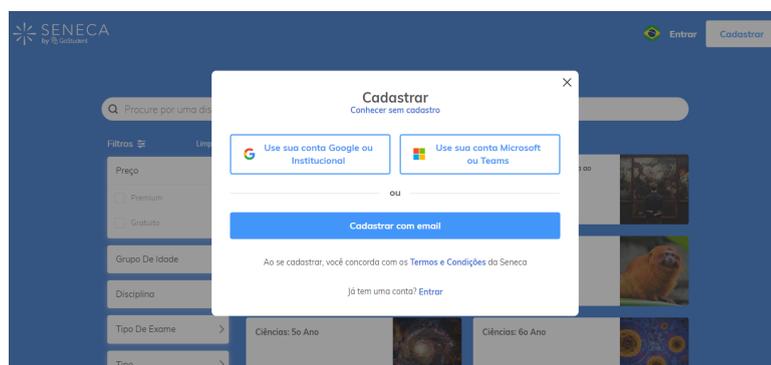
Caro(a) professor(a), dê boas-vindas aos estudantes e peça que eles relembrem o que fizeram na aula passada. Inicie uma narrativa, pedindo que eles contribuam contando, na forma de uma história, o que foi realizado. Comece com “ Na aula passada, eu cheguei aqui na sala e projetei no quadro o *software Audacity* sobre ondas, depois...” Permita que os estudantes contribuam com a construção da história a partir das memórias ou consultando os registros que eles realizaram nos cadernos. Anuncie que nesta aula o foco será compreender o conceito contextualizado de ondas. Compartilhe com os estudantes que a estratégia da aula será exploração de atividade virtual.

b. DESENVOLVIMENTO:

Conduza a turma até o laboratório de informática e distribua os estudantes em duplas para que possam, juntos, realizar a atividade “fenômeno ondulatório” na plataforma *Seneca*.

Oriente os estudantes a que façam *login* na plataforma através de abertura de uma guia do Google digitando *Seneca Learning*. Faça *login* através do ícone cadastrar com *e-mail* colocando os nomes, (nome do estudante 1) no campo nome e sobrenome (nome do estudante 2).

Figura 12 - Cadastro no *Seneca*



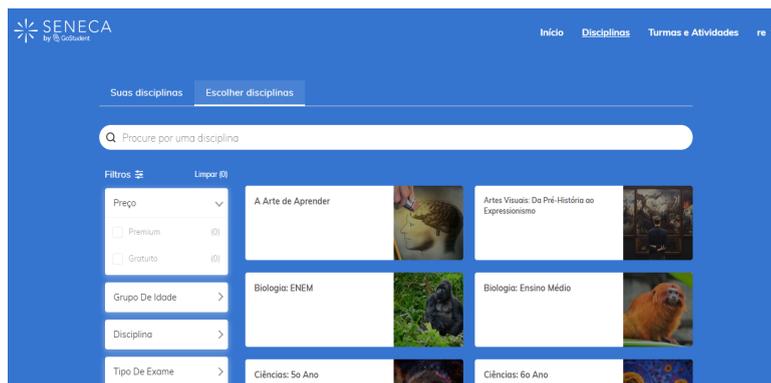
Fonte: autor (2023).

Complete o cadastro com telefone e uma senha pessoal de no mínimo oito caracteres e concorde com os termos e condições de uso da plataforma.

Na segunda parte, “logar” como estudante e completar o cadastro. Na terceira parte do cadastro, procurar a escola ou colocar “não achei a escola” (não tem problema!). Completar o cadastro colocando *e-mail* do pai ou responsável (se não tiver *e-mail* do pai ou responsável o sistema aceita simulação de qualquer *e-mail*) e concorde que tem mais de 13 anos.

O Aluno entrará numa página da plataforma como a imagem a seguir.

Figura 13 - Cadastro no *Seneca*.

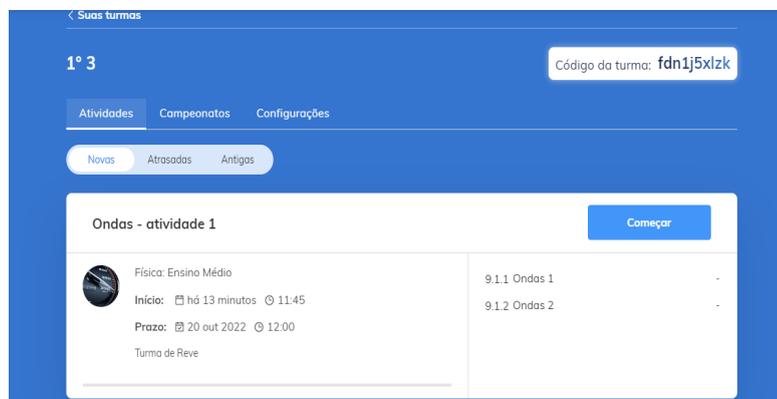


Fonte: autor (2023).

Orientar os estudantes a irem na parte superior do *site* e abrirem o ícone turmas e atividade. O sistema vai pedir o código da turma, fornecer o código aos estudantes para acesso à turma.

Orientar os estudantes a começarem a atividade, como na figura 13.

Figura 14 - Painel suas turmas.



Fonte: autor (2023).

RECURSOS:

Sala de informática, com dispositivo que tenha acesso a *internet*. O acesso à plataforma *Seneca* pode ser executado em sistemas *iPads*, *Chromebooks*, *PC*, *Mac*, *Linux* e *smartphones* através de aplicativo.

Acesso ao aplicativo e *site*: <https://senecalearning.com/pt-BR/>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.senecalearning.app>

SUGESTÃO PARA O PROFESSOR:

Para ter acesso a conta do *Seneca* para professor, crie sua conta do mesmo jeito proposto para aluno e acesse como professor. Ao acessar a conta, crie a turma no lado superior direito, crie atividades escolhendo o conteúdo e compartilhando o código da turma. Para passo a passo acesse o vídeo através do *link* do *Youtube*: <https://www.youtube.com/watch?v=I7wSUsV5wck>

Saiba mais:

A *Seneca* é uma plataforma *on-line* gratuita com milhares de atividades desenvolvidas para melhorar a aprendizagem dos alunos e facilitar seu acompanhamento pedagógico pelos professores. Segundo os desenvolvedores do *site*, a ferramenta foi criada em 2018, em

colaboração com a Universidade de Oxford, afirmando que *Seneca* usa metodologias ativas, neurociência e inteligência artificial e beneficia mais de 5 milhões de professores e estudantes do ensino fundamental e médio.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

Acompanhar resultados através da planilha do excel gerado no programa, participação, determinação e outros.

Figura 15 - Planilha de resultados.

The screenshot shows a dashboard titled 'Pontuações dos alunos' (Students' Scores). It includes a settings icon, a dropdown menu for 'Pontuação mais alta', and buttons for 'Excel' and 'Atualizar tabela'. The main table lists students with their progress status, study time, average score, and scores for subjects 1.1.1 through 2.1.1.

Estudante	Progresso	Tempo de estudo	Média	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	2.1.1
<Unknown>	X	16min	63%	67%	63%	56%	67%	-
ana, yasmin	X	31min	80%	100%	67%	83%	83%	64%
Aparecida, Janaína	X	40min	91%	78%	100%	63%	100%	100%
Bento, Rafael	X	42min	91%	89%	100%	83%	100%	100%
Fernandes, isabely	X	23min	95%	89%	100%	92%	100%	-
gustavo, pedro	X	-	-	-	-	-	-	-
Lopes, Andressa	X	23min	43%	89%	50%	35%	20%	20%
noqueira, sarah	X	23min	92%	100%	100%	86%	83%	-
ph, Yago	X	25min	86%	100%	100%	83%	83%	75%

Fonte: autor (2023).

6.4 AULA 5

TEMA DE ESTUDO: ondas e som

DURAÇÃO: 50 min

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória e acústica - *Kahoot!*

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas, propriedades e efeitos das ondas sonoras.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

Prezado(a) Professor(a), os jogos estão presentes na vida das pessoas, principalmente como atividade constante entre os adolescentes. O uso dos jogos em ambientes escolares

permite melhorar a capacidade de adquirir conhecimento e ajudar na quebra da monotonia dos estudantes que ficam passivos na maioria das aulas. Além disso, estimula o raciocínio lógico e a compreender regras. Assim, a plataforma *Kahoot* permite ao professor criar questionários a fim de motivar a aprendizagem, ou usar questionários de variados temas já pré estabelecidos no programa. Portanto, o objetivo desta aula será desenvolver nos estudantes a autonomia dos conteúdos já apresentados de forma lúdica com música proporcionando um clímax propício à aprendizagem.

b. DESENVOLVIMENTO:

- Professor(a), conduza a turma até a sala de informática e os organize em duplas.
- Oriente-os a acessar o site *kahoot.it* pelo *PC* ou através do navegador do celular (podem também baixar o aplicativo em sua loja *android*, *Iphone* e outros).
- Acesse sua conta de professor, previamente configurada, com a atividade proposta com a temática ondas e música.
- Gere o código (pin) de acesso e oriente os alunos a entrar na atividade.
- O estudante precisa criar um avatar de acesso, oriente para que coloque o nome da dupla ou algo identificável.
- Alerta-os que o jogo tem uma pontuação maior, aproximadamente 1.000 pontos, para quem responder mais rápido as perguntas.
- Logo após todos apresentarem o acesso na projeção, dê início ao jogo, lendo as perguntas e discutindo as respostas apresentadas na tela.
- No final da última pergunta, apresente o resultado da dupla campeã.

RECURSOS:

Sala de informática, com dispositivo que tenha acesso a *internet*. O acesso à plataforma *Kahoot* pode ser executado em sistemas *iPads*, *Chromebooks*, *PC*, *Mac*, *Linux* e *smartphones* através de aplicativo.

SUGESTÃO PARA O PROFESSOR:

Para ter acesso à conta do *Kahoot* para professor, crie sua conta e acesse como professor. *link* do *site*, <https://kahoot.com/what-is-kahoot/>. Ao acessar a sua conta gratuita, crie atividades ou escolha conteúdo sobre o tema para jogar com sua turma.

Para passo a passo de como criar conta gratuita acesse o vídeo através do *link* do *Youtube*: https://www.youtube.com/watch?v=ckBZJk_sYRc

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

O processo avaliativo deverá ser processual e contínuo, abrangendo todas as atividades. Iniciativa, criatividade, cooperação, sensibilidade e alegria. A participação e o empenho durante as atividades, também deverão ser considerados no processo avaliativo.

6.5 AULA 6 e 7

TEMA DE ESTUDO: Som

DURAÇÃO: 100 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: acústica/som

HABILIDADE(S): Desenvolver a conscientização corporal e coordenação motora dos alunos; explorar a relação entre movimento corporal e música numa concepção física.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

O objetivo desta aula é desenvolver a sensibilidade musical baseada nos movimentos, onde o aprendizado ocorra por meio da música e por meio da escuta ativa. Numa perspectiva das ciências, todo processo gestual é fundamental para a sensibilização da consciência rítmica sendo o corpo e voz os nossos primeiros instrumentos musicais. Assim, é preciso elencar e entender que o mesmo corpo que ouve e que faz música como um corpo que aprende música e física, buscando uma vivência holística que integre corpo, movimento, espaço e música, desenvolvendo assim a musicalidade de cada sujeito no ambiente sonoro.

b. DESENVOLVIMENTO:

- Caro professor (a), explique o objetivo da aula.
- Apresente brevemente Émile Jaques-Dalcroze e sua abordagem à educação musical.
- Conduza-os aos exercícios de aquecimento, como alongamento e relaxamento muscular.
- Reproduza a peça musical, O sol - Vitor Kley, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YVJijQIualA>.
- Instruir os alunos a moverem seus corpos de acordo com o ritmo e o sentimento da música.
- Encorajar a improvisação e a expressão individual.
- Introduzir atividades que envolvam a correspondência entre movimento e ritmo.
- Utilize jogos e padrões rítmicos para desenvolver a coordenação.
- Divida os alunos em grupos pequenos e peça que criem uma pequena performance eurítmica baseada na peça musical.
- Cada grupo apresenta sua performance.
- Conduzir uma discussão em grupo sobre as experiências dos alunos durante a aula.
- Explorar como a eurítmica de Dalcroze pode aprimorar a compreensão da música e física.
- Resumir os principais pontos da aula.
- Deixar espaço para perguntas dos alunos.

c. SUGESTÃO PARA O PROFESSOR:

As sugestões metodológicas devem ser aplicadas e adaptadas de acordo com a realidade da escola atuante, levando em conta o espaço físico, instrumentação disponível para as aulas, faixa etária e outras adequações necessárias.

d. RECURSOS:

Sala ampla, aparelho de som, instrumentos musicais e outros.

e. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

O processo avaliativo deverá ser processual e contínuo, abrangendo todas as atividades. Iniciativa, criatividade, cooperação, sensibilidade e alegria. A participação e o empenho durante as atividades, também deverão ser considerados no processo avaliativo.

6.6 AULA : 8, 9 e 10

TEMA DE ESTUDO: Ondas

DURAÇÃO: 150 min.

OBJETO DE CONHECIMENTO: Ondulatória

HABILIDADE(S): Compreender o comportamento das ondas através do *software Audacity* ou *Sound Forge*

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

a. CONTEXTUALIZAÇÃO/ABERTURA:

Professor (a), inicie a aula lembrando aos estudantes que eles têm participado de situações de aprendizagem em que o estudo de ondas é o tema principal. Anuncie que nesta aula eles aprofundarão seus conhecimentos sobre ondas através da edição de áudio com o *software Audacity*. Explique que o *Audacity* é um *software* gratuito de edição de áudio para melhorar a qualidade do áudio. Com ele é possível gravar sons, capturar áudio de outros *softwares*, criar e adicionar sons por síntese, abrir arquivos de diversos formatos, convertê-los para outro tipo de formato de arquivo, salvá-los e até realizar mixagem no formato mono ou estéreo. Além disso, é possível visualizar o espectro do áudio quanto a intensidade, comprimento de onda, velocidade e timbre.

b. DESENVOLVIMENTO:

- Reúna os estudantes na sala de informática para que eles possam gravar um pequeno áudio no formato de mp3 em seus celulares sobre a temática de ondas. Esse áudio

deve ser enviado e salvo no *Google drive* para que o estudante possa baixar no computador para edição no *Audacity*.

- Na sequência, reproduza alguns trechos de tutorial sobre o programa disponível no *youtube* (<https://www.youtube.com/watch?v=hUE-wZxChtw>), para que os estudantes compreendam os comandos básicos.
- Através do projetor, explique as funções básicas ao estudante, como abrir o arquivo, cortar, ampliar, colocar efeitos e outro.
- De modo a contextualizar o assunto sobre ondas e despertar o interesse, relembre pontos importantes dos conceitos apresentados na aula anterior.
- Após compreender os comandos necessários para realizar a atividade de edição do áudio no programa *Audacity*, oriente aos estudantes a realizar a edição do arquivo.
- Oriente aos alunos que usem fone de ouvido para que o grupo não atrapalhe o outro. Solicitar previamente que o aluno traga fone de ouvido.
- Seja solícito, circulando entre os alunos, prestando orientações individuais aos alunos que têm maior dificuldade.
- Para finalizar o projeto, os alunos podem salvar os arquivos em plataforma de *podcast* no formato mp3. Sugestão de *streaming* de áudio (<https://soundcloud.com/>), que compartilha de forma gratuita.
- Compartilhar nas plataformas digitais da escola como; *whatsapp, facebook, instagram* e tik tok.

RECURSOS:

Computadores conectados à *internet*, quadro e projetor de multimídia. *Software* para *download* em: <https://www.audacityteam.org/download/>.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO:

Um dos principais elementos que podem ser avaliados nessa aula é a determinação dos estudantes e criatividade de forma autônoma em assuntos digitais. Valorize os estudantes que se mantiverem concentrados até o final.

