



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE FÍSICA

ANTONIO LINDOMAR SILVA VIEIRA

**PROPOSTA DE ATIVIDADES COM METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE
ONDULATÓRIA COM ENFOQUE NA MÚSICA**

ANANINDEUA – PA
2023

ANTONIO LINDOMAR SILVA VIEIRA

**PROPOSTA DE ATIVIDADES COM METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE
ONDULATÓRIA COM ENFOQUE NA MÚSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Faculdade de Física do *Campus* Universitário de Ananindeua da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para obtenção do título de Graduação em Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Prof. Dr. Vicente Ferrer Pureza
Aleixo

ANANINDEUA – PA
2023

ANTONIO LINDOMAR SILVA VIEIRA

**PROPOSTA DE ATIVIDADES COM METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE
ONDULATÓRIA COM ENFOQUE NA MÚSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Faculdade de Física do *Campus* Universitário de Ananindeua da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para obtenção do título de Graduação em Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Prof. Dr. Vicente Ferrer Pureza Aleixo

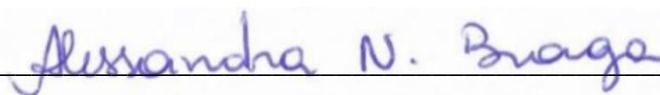
Data de aprovação: 04 / 12 / 2023

Conceito: EXCELENTE

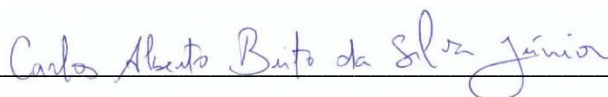
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Vicente Ferrer Pureza Aleixo (Orientador – FACFIS – CANAN – UFPA)



Prof.^a Dra. Alessandra Nascimento Braga (Examinador 1 – FACFIS – CANAN – UFPA)



Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior (Examinador 2 – FACFIS – CANAN – UFPA)

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

V657p Vieira, Antonio Lindomar Silva.
Proposta de atividades com metodologias ativas no ensino de
ondulatória com enfoque. na música / Antonio Lindomar Silva
Vieira. — 2023.
41 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Vicente Ferrer Pureza Aleixo
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) -
Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de
Ananindeua, Especialização em Ensino da Física, Ananindeua,
2023.

1. Metodologias Ativas.. 2. Trilhas Sonoras e Música. . 3.
Ensino e Aprendizagem em Física. I. Título.

CDD 370

Quero dedicar este trabalho a minha família, em especial a minha esposa. Cada página escrita, cada obstáculo superado, é um reflexo do amor e suporte que recebo de ti todos os dias. Este trabalho não é apenas um testemunho do meu esforço, mas também uma celebração do nosso compromisso mútuo de crescimento e realização. Que possamos continuar a enfrentar juntos cada desafio que a vida nos apresentar, com a certeza de que, unidos, não há obstáculo que não possamos superar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela graça que Ele tem me concedido até hoje, por dar forças, sabedoria, coragem para trilhar caminhos difíceis e por me abençoar todos os dias. Pois este trabalho marca o ponto culminante de um percurso completo de aprendizado, desafios e crescimento pessoal.

Ao final desta jornada, desejo expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que puderam apoiar de forma direta ou indireta na realização deste trabalho: agradeço à Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Ananindeua-Pá, em especial à Faculdade de Física (FACFIS) por todo apoio moral e suporte; bem como ao grupo de pesquisa: PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro durante esta caminhada acadêmica. Expresso a minha gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Vicente Ferrer Pureza Aleixo, pela orientação experiente, valiosos insights e paciência ao longo deste processo. Suas orientações foram fundamentais para moldar este trabalho. À minha família, pelo apoio incondicional e amor que sempre me deram. Obrigado por compreenderem as minhas ausências e por acreditarem no meu potencial.

Agradeço também os meus amigos e colegas de curso, por compartilharmos conhecimentos, experiências e risadas. À biblioteca e pessoal de apoio, por disponibilizarem recursos e auxílio na pesquisa, enriquecendo assim o meu trabalho. A palavra é gratidão, por todos aqueles que direta ou cooperativamente colaboraram para a conclusão deste TCC, o meu sincero agradecimento. Cada contribuição, por menor que gerou, teve um impacto significativo.

Por fim, dedico um agradecimento especial a minha digníssima esposa, pois ela sempre esteve ao meu lado. Lembro-me das vezes que pensei em desistir e ela não deixou, dos momentos de angústia, dificuldades, desafios, mas ela sempre estava lá para me apoiar. Enfim, gratidão aos que me inspiraram e me motivaram a perseguir constantemente a excelência acadêmica e pessoal. Esta conquista também é de vocês. Que este trabalho não seja apenas um ponto final, mas sim um marco que suportou futuros desafios e desenvolveu.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

O presente trabalho discute a importância do uso de metodologias pedagógicas para viabilizar o ensino e a aprendizagem de física, com qualidade, aos estudantes da educação básica. Em especial, será abordada a metodologia ativa em consonância aos fundamentos da Ondulatória, com enfoque em acústica, ondas sonoras e música. Este estudo analisa os benefícios e os desafios enfrentados por docentes e discentes ao utilizar este recurso didático, a partir de uma revisão complementar da literatura na visão de Vygotsky e Piaget. Além disso, são apresentados: (1) exemplos práticos e conceitos pertinentes à música; (2) como o estudo da música pode contribuir para o desenvolvimento do aprendizado em física no Ensino Fundamental e Médio apesar de envolver termos complexos. Com base nisso, é percebido que o ensino e aprendizagem acabam se tornando um processo mútuo, entre o conteúdo apresentado pelo docente e a prática baseada nas experimentações que os discentes apresentam sobre os assuntos das ciências exatas. Na sequência, são exemplificados, com maior profundidade os conteúdos mencionados anteriormente, através de uma proposta de aplicação utilizando as seguintes estratégias: aprendizagem baseada em problemas; aprendizagem baseada em projetos; sala de aula investida e aprendizagem baseada por investigação. Por fim, essas estratégias são modeladas no contexto para o ensino de Física Ondulatória (ondas sonoras, frequências, trilhas sonoras e outros).

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Trilhas Sonoras e Música. Ensino e Aprendizagem em Física.

ABSTRACT

This work discusses the importance of using pedagogical methodologies to enable quality teaching and learning of physics for basic education students. In particular, the active methodology will be addressed in line with the fundamentals of Wavemaking, focusing on acoustics, sound waves and music. This study analyzes the benefits and challenges faced by teachers and students when using this teaching resource, based on a complementary review of the literature from the perspective of Vygotsky and Piaget. Furthermore, the following are presented: (1) practical examples and concepts relevant to music; (2) how the study of music can contribute to the development of learning in physics in elementary and high school despite involving complex terms. Based on this, it is clear that teaching and learning end up becoming a mutual process, between the content presented by the teacher and the practice based on the experiments that students present on the subjects of exact sciences. Next, the previously mentioned contents are exemplified in greater depth, through an application proposal using the following strategies: problem-based learning; project-based learning; invested classroom and inquiry-based learning. Finally, these strategies are modeled in the context for teaching Wave Physics (sound waves, frequencies, soundtracks and others).

Keywords: Active Methodologies. Soundtracks and Music. Teaching and Learning in Physics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERA	10
1.1. Contextualização do capítulo do referido trabalho e normas de submissão.....	11
APRESENTAÇÃO DO ARTIGO: Proposta de atividades com metodologias ativas no ensino de ondulatória com enfoque na música	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
3. METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE FÍSICA	17
3.1. Princípios Básicos de Física Ondulatória e Música	19
3.2. Escala Pitagórica	22
3.3. Escala Temperada	23
4. PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA COM ENFOQUE EM “ONDULATÓRIA”	25
4.1. Aprendizagem baseada em problemas	25
4.2. Aprendizagem baseada em projetos	27
4.3. Sala de aula invertida (<i>Flipped Classroom</i>)	27
4.4. Aprendizagem por Investigação	29
5. TRILHAS SONORAS NO DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL	31
5.1. Formação de acordes (tríades) baseado nas sensações e emoções	35
5.2 Existem quatro tipos de tríades: maiores; menores; aumentadas; diminutas	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7. AGRADECIMENTOS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO GERAL

À medida que o tempo passa, com o aprimoramento das estratégias metodológicas e o desenvolvimento no processo de ensino e aprendizagem, é nítido que as metodologias ativas tornaram-se um fator indispensável no processo educacional. Vale ressaltar, que o processo educacional vive em constante evolução, exemplo disso, pode-se citar a recente reforma do Ensino Médio, proposta pela Lei 13.415/2017, que recomenda uma análise da função da escola frente ao desenvolvimento da sociedade brasileira.

O novo Ensino Médio traz consigo mudanças significativas e as metodologias ativas desempenham um papel importante nesse contexto. Antes, o modelo era tradicional, com uma nota curricular fixa e de pouca flexibilidade. Agora, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a reformulação do Ensino Médio, há uma maior ênfase na personalização do aprendizado e na integração de diferentes áreas do conhecimento. (SILVA, 2022) enfatiza que:

“[...] as metodologias ativas assumem um papel relevante na promoção da proatividade e da interação entre estudantes e docentes, da vinculação da aprendizagem à realidade e do desenvolvimento de capacidades para intervenção na própria realidade, e, desse modo, visam ampliar o compromisso dos participantes com a transformação da realidade.”

As metodologias ativas são estratégias de ensino que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, estimulando a participação ativa, a autonomia e o desenvolvimento de habilidades além do simples acúmulo de informações. Com o novo Ensino Médio, que prevê itinerários formativos e de aprofundamento em áreas específicas de interesse, as metodologias ativas se encaixam perfeitamente, proporcionando uma abordagem dinâmica e envolvente.

Diante deste cenário, o presente trabalho, além de fazer uma revisão da literatura na ótica de Vygotsky e Piaget, aborda propostas de aplicabilidades das metodologias ativas no ensino e aprendizagem de Física, na educação básica (Ensino Médio). Vale ressaltar, que essas propostas são adaptadas ao uso de metodologias ativas com enfoque em ondulatória, especialmente aos conceitos de música e trilhas sonoras. Os métodos de aprendizagem ativa apresentados como proposta são: aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida (*flipped classroom*), aprendizagem por investigação, e por fim, é discutido o quanto as trilhas sonoras podem influenciar positivamente no desenvolvimento educacional.

1.1. Contextualização do artigo do referido trabalho e normativos

No início do ano de 2020, o mundo ficou assustado com o surgimento do ‘*coronavirus disease*’ (Covid-19), situação que foi classificada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma emergência em saúde pública internacional. Diante deste cenário, diversas nações tiveram que aderir ao ‘*lockdown*’, sendo estimado um dos mais importantes problemas de saúde pública mundial. Mediante a esta situação, diversas áreas e seguimentos da sociedade brasileira tiveram que se adaptar a este cenário, por exemplo, as escolas, instituições públicas, alguns órgãos privados e outros, que antes mantinham suas atividades presenciais, passaram a adaptar suas atividades e atendimentos para o meio digital (online). A área da educação foi um dos seguimentos mais afetados durante a pandemia, inclusive tanto o ensino básico, quanto o ensino superior, ainda passa por um processo de recuperação.

Nesse sentido, através da Instrução Normativa Nº 01/2023 – PROEG/UFPA, que dispõe de forma excepcional e temporária, sobre as diretrizes acadêmicas para a normatização e realização das atividades do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, flexibilizando a sua forma de elaboração, de apresentação e de defesa, em virtude das consequências decorrentes da pandemia da Covid-19. O referido trabalho adequa-se ao texto descrito no art.4^a, sob o formato de elaboração de artigo científico, de acordo com as normas da ABNT. O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: apresentação do resumo geral; introdução ao uso das metodologias ativas; revisão da literatura; metodologia ativa no ensino de física; princípios básicos de física ondulatória e música; proposta de aplicação da metodologia ativa com enfoque em “ondulatória”; trilhas sonoras no desenvolvimento educacional e considerações finais.

PROPOSTA DE ATIVIDADES COM METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ONDULATÓRIA COM ENFOQUE NA MÚSICA

Antonio Lindomar Silva Vieira¹

Vicente Ferrer Pureza Aleixo²

RESUMO

O presente trabalho discute a importância do uso de metodologias pedagógicas para viabilizar o ensino e a aprendizagem de física, com qualidade, aos estudantes da educação básica. Em especial, será abordada a metodologia ativa em consonância aos fundamentos da Ondulatória, com enfoque em acústica, ondas sonoras e música. Este estudo analisa os benefícios e os desafios enfrentados por docentes e discentes ao utilizar este recurso didático, a partir de uma revisão complementar da literatura na visão de Vygotsky e Piaget. Além disso, são apresentados: (1) exemplos práticos e conceitos pertinentes à música; (2) como o estudo da música pode contribuir para o desenvolvimento do aprendizado em física no Ensino Fundamental e Médio apesar de envolver termos complexos. Com base nisso, é percebido que o ensino e aprendizagem acabam se tornando um processo mútuo, entre o conteúdo apresentado pelo docente e a prática baseada nas experimentações que os discentes apresentam sobre os assuntos das ciências exatas. Na sequência, são exemplificados, com maior profundidade os conteúdos mencionados anteriormente, através de uma proposta de aplicação utilizando as seguintes estratégias: aprendizagem baseada em problemas; aprendizagem baseada em projetos; sala de aula investida e aprendizagem baseada por investigação. Por fim, essas estratégias são modeladas no contexto para o ensino de Física Ondulatória (ondas sonoras, frequências, trilhas sonoras e outros).

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Trilhas Sonoras e Música. Ensino e Aprendizagem em Física.

ABSTRACT

This work discusses the importance of using pedagogical methodologies to enable quality teaching and learning of physics for basic education students. In particular, the active methodology will be addressed in line with the fundamentals of Wavemaking, focusing on acoustics, sound waves and music. This study analyzes the benefits and challenges faced by teachers and students when using this teaching resource, based on a complementary review of the literature from the perspective of Vygotsky and Piaget. Furthermore, the following are presented: (1) practical examples and concepts relevant to music; (2) how the study of music can contribute to the development of learning in physics in elementary and high school despite involving complex terms. Based on this, it is clear that teaching and learning end up becoming a mutual process, between the content presented by the teacher and the practice based on the experiments that students present on the subjects of exact sciences. Next, the previously mentioned contents are exemplified in greater depth, through an application proposal using the following strategies: problem-based learning; project-based learning; invested classroom and inquiry-based learning. Finally, these strategies are modeled in the context for teaching Wave Physics (sound waves, frequencies, soundtracks and others).

Keywords: Active Methodologies. Soundtracks and Music. Teaching and Learning in Physics.

¹ antonio.vieira@ananindeua.ufpa.br Discente, FACFIS. Universidade Federal do Pará

² ferrer@ufpa.br Doutor, Universidade Federal do Pará

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como escopo principal investigar a aplicabilidade da metodologia ativa como recurso didático no ensino de física, buscando compreender os benefícios e desafios dessa abordagem no contexto educacional. São exploradas estratégias, como: a aprendizagem baseada em problemas e por projetos que trabalham o estudante no centro do processo de aprendizagem, instigando sua participação ativa, investigação e construção de conhecimento. Além disso, propor o uso de conceitos musicais atrelados às metodologias ativas no ensino de física, exemplificar o uso de trilhas sonoras que contribuem na dinâmica da aula, ou seja, usar situações presente na rotina dos alunos como ferramenta de ensino.

No que se refere ao estudo das metodologias ativas de ensino é possível perceber sua construção/remodelagem há várias décadas, com múltiplas abordagens e conceitos sendo desenvolvidos ao longo do tempo. Embora seja difícil determinar uma data específica para o início desse estudo, pode-se identificar marcos importantes na evolução das metodologias ativas. Na década de 1960, por exemplo, o psicólogo e educador norte-americano Benjamin Bloom propôs uma taxonomia de objetivos educacionais, conhecida como Taxonomia de Bloom (BLOOM; HASTIN; MADAUS, 1971). Segundo Bloom (1944, 1972), essa taxonomia classifica os objetivos de aprendizagem em diferentes níveis cognitivos, como conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Essa estrutura serviu como base para o desenvolvimento de metodologias ativas que visam promover o engajamento cognitivo dos alunos.

Com o passar do tempo, especificamente nas décadas de 1980 e 1990, a Aprendizagem Baseada em Problemas (problema a ser respondido ou resolvido) e em Projetos (projeto a ser executado em cima de um ou mais problemas)³ ganharam destaque como metodologias ativas. A PBL, por exemplo, foi desenvolvida na área da medicina e teve suas origens nos trabalhos do professor Howard S. Barrows na Universidade de McMaster, no Canadá, no final da década de 1960. Essa abordagem enfatiza a resolução de problemas do mundo real como um meio de aprendizagem significativa.

Nos anos 2000, com o avanço da globalização, do desenvolvimento do Meio Técnico Científico Informacional e a disseminação da internet, o conceito de "sala de aula invertida" (Flipped Classroom) começou a ganhar popularidade. Nessa abordagem, os alunos estudam o

³ Diferença entre Aprendizagem Baseada em Projetos e em Problemas - Metodologias Ativas, ver:

https://www.youtube.com/watch?v=_q08NY6YaeM

conteúdo antes da aula, geralmente por meio de recursos online, e a sala de aula é reservada para atividades práticas, discussões e esclarecimento de dúvidas. Bacich e Moran (2018) destacam que:

As metodologias alternativas são constituídas de atividades pedagógicas que colocam o foco no processo de ensino e de aprendizagem do aluno, envolvendo-o efetivamente na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas. Essas metodologias se diferem da abordagem pedagógica do ensino tradicional, onde o argumento é centrado no professor, que é quem transmite a informação para os alunos (BACICH, L.; MORAN, J.; 2018, p. 27).

Desde então, o aprendizado ativo tem continuado a evoluir e se adaptar às necessidades e contextos educacionais específicos. Em contribuição a essa estratégia, diversas personalidades do cenário acadêmico ainda continuam desenvolvendo novas metodologias. Essas abordagens variam em suas características e estratégias específicas, mas todas têm em comum o objetivo de envolver os alunos de forma ativa na aprendizagem, promovendo a construção de conhecimento, o desenvolvimento de habilidades e a aplicação prática do aprendizado.

O uso de conceitos musicais para o ensino e aprendizagem de Física, na educação básica, é uma abordagem que combina os elementos da arte e da ciência para tornar o conteúdo mais acessível e envolvente. A música no contexto geral pode ser usada como uma ferramenta educacional poderosa, ou seja, um recurso didático para transmitir conceitos complexos de Física de forma criativa, experimental e memorável. Ainda nesta temática de ensino e aprendizagem, em sua dissertação de mestrado, Pinto (2010) relata:

A observação de que poucos professores, principalmente os da rede pública, trabalham conteúdos de ondulatória, especialmente voltados à acústica e a instrumentos musicais que, notadamente, se caracterizam 13 como uma das principais evidências das aplicações dos conhecimentos da Física Ondulatória. (PINTO, 2010, p. 15).

2. REVISÃO DA LITERATURA

A metodologia ativa, também conhecida como "aprendizagem ativa" ou "ensino ativo", é parte de uma das diferentes metodologias alternativas presente no modelo de ensino híbrido, considerada também como uma grande inovação no processo de aprendizagem. Esses termos são frequentemente usados de forma intercambiável para descrever abordagens educacionais que colocam o aluno como protagonista do processo de aprendizagem, promovendo sua participação ativa, reflexão, colaboração e aplicação prática do conhecimento. Dessa forma, a

literatura propõe algumas simetrias entre o modelo de ensino tradicional e alternativo, buscando sempre expressar que qualquer tipo de metodologia pedagógica implementada estará alinhado ao modelo tradicional. O docente almeja lançar seus conhecimentos para os discentes em prol da aprendizagem deles; por outro lado, caso não perceba a progressão, pode trazer alternativas para que o conteúdo se torne mais atrativo e que seja relacionado ao cotidiano.

Inicialmente, é de suma importância mencionar que grandes personalidades do contexto educacional (ensino e aprendizagem), psicologia e sociologia, como: o psicólogo bielo-russo, Vygotsky, não chegaram a usar explicitamente o termo “metodologia ativa”, pois esse conceito foi desenvolvido posteriormente. No entanto, os princípios da teoria sociocultural de Vygotsky são consistentes com a abordagem das metodologias ativas, que leva o aluno como protagonista do seu próprio aprendizado e valorizam a interação e a construção do conhecimento de forma colaborativa.

Com o decorrer dos anos, muitos autores se posicionaram e deixaram suas contribuições para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das metodologias ativas. Para Lev Vygotsky, a aprendizagem ocorre por meio da interação social e da colaboração entre os indivíduos. Ele enfatiza a importância do contexto social e cultural na formação do conhecimento. Portanto, na visão de Vygotsky, a metodologia ativa deve promover a interação e a participação dos alunos, proporcionando um ambiente de aprendizagem rico e colaborativo. Nesse sentido, a aprendizagem por interação social é o ponto-chave da abordagem de Vygotsky, aspecto esse fundamental em práticas pedagógicas desenvolvidas à luz do método ativo. Essa ideia é enfatizada também por Nogueira e Leal (2015, p. 161):

[...] o professor deverá tomar como ponto de partida o que o aluno já conhece e domina para, então, atuar ou interferir na Zona de desenvolvimento potencial, levando a criança a alcançar novas aprendizagens, que, por sua vez, impulsionam o desenvolvimento e concretizam outras novas aprendizagens.

Além disso, Vygotsky (1981, p. 137) também destaca a importância das ferramentas e dos mediadores no processo de aprendizagem. As ferramentas podem ser materiais concretos, como lápis, papel, computadores, ou podem ser recursos simbólicos, como linguagem, símbolos e signos. Os mediadores são os adultos, professores ou colegas mais experientes, que auxiliam os alunos na compreensão e na resolução de problemas.

Outro personagem muito importante para o desenvolvimento das metodologias ativas foi o renomado psicólogo e epistemólogo suíço, Jean Piaget, conhecido por suas contribuições para a compreensão do desenvolvimento cognitivo infantil. Sobre a aprendizagem ativa, Piaget (2010) destacou a importância da participação ativa do sujeito no processo de construção do

conhecimento. Ele enfatizou que as crianças não são meras receptores passivos de informações, mas sim construtores ativos de seu conhecimento. Ele acreditava que o desenvolvimento cognitivo ocorreria por meio da assimilação e acomodação, em que os indivíduos constroem esquemas mentais e os modificam para se adaptarem às novas experiências. Nesta visão, Piaget (2011) chega a ressaltar:

Levando em conta, então, esta interação fundamental entre fatores internos e externos, toda conduta é uma assimilação do dado a esquemas anteriores (assimilação a esquemas hereditários em graus diversos de profundidade) e toda conduta é, ao mesmo tempo, acomodação destes esquemas a situação atual. Daí resulta que a teoria do desenvolvimento apela, necessariamente, para a noção de equilíbrio entre os fatores internos e externos ou, mais em geral, entre a assimilação e a acomodação (PIAGET, 2011, p. 89).

Essa abordagem está definida com a metodologia ativa, que valoriza o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. Através de atividades práticas, resolução de problemas e discussões, os alunos têm a oportunidade de assimilar novos conhecimentos, ajustar seus esquemas mentais existentes e construir um entendimento mais profundo e significativo. Junior e Nascimento (2018), sintetizam em seu trabalho as contribuições de Piaget para a educação, o que deixa claro o quão importante a participação ativa dos indivíduos no processo de ensino e aprendizagem.

No método de ensino preconizado por Piaget, o discente deve participar ativamente da construção do seu conhecimento. Essa postura se relaciona ao contexto que Piaget estava vivendo, de reconstrução da Europa após a Guerra Total (1918-1945) e de grande influência das ideias do liberalismo nas formulações político-ideológicas. Mas como se desenvolveram os Métodos Ativos? Para Piaget, foi a partir dos estudos de Psicologia, mais especificamente, da Psicologia da Inteligência e da Psicologia Genética. Para construir sua proposta, Piaget apresenta críticas às teorias em voga em sua época, a saber, a Gestalt e o Behaviorismo, que, para ele, não conseguiam apresentar respostas significativas aos processos de ensino-aprendizagem (PIAGET, 2010; apud JUNIOR, NASCIMENTO, p. 148, 2018).

Na perspectiva de que a construção de conhecimento não se alcança somente por teoria expositiva, Piaget também chama atenção ao ensino das ciências, onde é fundamental a abordagem prática do conteúdo.

Para tanto, o docente deve estar aberto a novos conhecimentos e práticas pedagógicas, que, para Piaget (1974; 2010; 2013), são construídos a partir da Pedagogia Experimental, entendida, por ele, como ramo da pedagogia que se dedica a construção e verificação de métodos de ensino, como será demonstrado a seguir (JUNIOR, NASCIMENTO, p. 149, 2018).

À medida que o tempo avança, assim como na época de Jean Piaget, atualmente muitos autores têm se posicionado a respeito das estratégias de ensino, principalmente, na área das ciências exatas, onde se encontra um alto índice de dificuldade na assimilação do conteúdo. Com base nisto, ao vivenciar conceitos físicos através de experimentos e atividades práticas, os

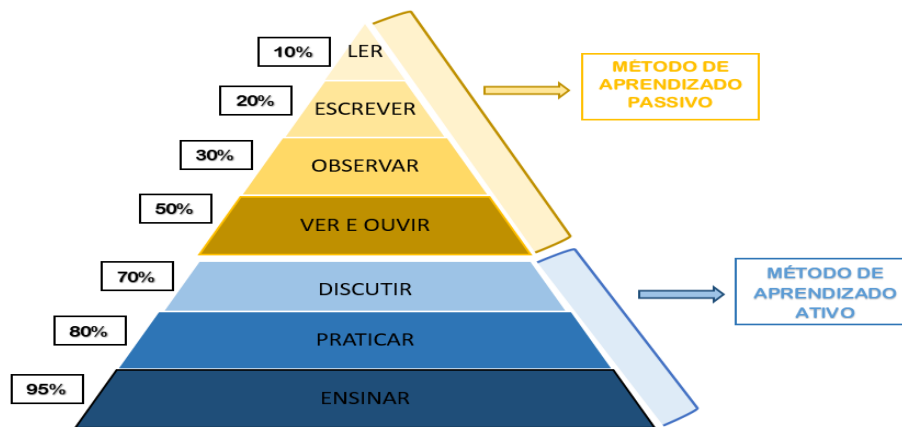
alunos têm a oportunidade de visualizar e experimentar fenômenos reais, o que torna o aprendizado mais concreto e significativo. Por isso, Piaget (1966) argumenta:

Se a psicologia experimental quer ser uma ciência puramente positivista, ou seja, que se limita a constatar fatos e não pretende explicá-los, que se limita a constatar resultados, mas sem compreender suas razões, é evidente que não necessitará da psicologia. (...) Mas se a pedagogia experimental quer compreender o que descobre, explicar os resultados que encontra, explicar as razões da eficácia de certos métodos em comparação com outros, neste caso, com certeza, é indispensável relacionar a pesquisa pedagógica com a investigação psicológica, isto é, praticar constantemente a psicopedagogia, e não simplesmente adotar as medidas de rendimento da pedagogia experimental (Piaget, 1966, p. 39).

3. METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

A evolução no ensino e aprendizagem de física na educação básica tem sido impulsionada por diversos fatores, como avanços na tecnologia, mudanças nas abordagens pedagógicas e um maior entendimento sobre como os alunos aprendem ciências. Essas transformações têm como objetivo tornar o ensino de física mais relevante, acessível e envolvente para os alunos, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos. Nesse sentido, percebe-se que as metodologias ativas estão intrínsecas a essa evolução. Para Berbel (2011, p. 28) “as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor”.

Segundo estudos apresentados pelo psiquiatra americano William Glasser, que colocou em prática a teoria da escolha para a educação, propondo que o aluno aprenda através da prática, não tentando memorizar, porque a maioria dos alunos esquece o que tentou decorar. Para Glasser (2017) a educação de qualidade é aquela em que o docente pede para que seus alunos pensem e se esforcem a promover um diálogo para gerar a compreensão e o crescimento dos estudantes. Além disso, Glasser também explica o grau de aprendizagem de acordo com a técnica utilizada, como por exemplo: método de aprendizagem passiva e método de aprendizagem ativa, ver Fig. 1.

Figura 1: Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser

(Fonte: Glasser (2017). Montagem gráfica próprio autor.)

Note que a pirâmide é dividida em duas partes (método de aprendizagem passiva e método de aprendizagem ativo) e cada parte possui uma subdivisão. Através desta pirâmide apresentada por Glasser é possível verificar que em cada degrau há um nível de aprendizagem, ou seja, uma porcentagem indicando a eficácia de cada método de aprendizagem. Dessa forma, percebe-se que o método de aprendizagem ativo possui um índice de aproveitamento no ensino mais eficaz, veja:

- ✓ 10% quando lemos (método de aprendizagem passivo);
- ✓ 20% quando ouvimos (método de aprendizagem passivo);
- ✓ 30% quando observamos (método de aprendizagem passivo);
- ✓ 50% quando vemos e ouvimos (método de aprendizagem passivo);
- ✓ 70% quando discutimos com outros (método de aprendizagem ativo);
- ✓ 80% quando fazemos (método de aprendizagem ativo);
- ✓ 95% quando ensinamos aos outros (método de aprendizagem ativo).

Na atualidade o corpo docente de uma instituição de ensino, seja pública ou privada, tem a sua disposição diversas ferramentas e métodos para serem aplicados em uma aula de física, de modo a tornar o aprendizado “ativo”. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), mesmo que não faça referência direta às metodologias ativas, a BNCC defende uma educação baseada na autonomia e no desenvolvimento dos estudantes. Dessa maneira, ao longo do seu texto, é possível identificar pontos em comum com a teoria que compõe as metodologias ativas, exemplo disso é quando o texto (BNCC): “propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção do seu projeto de vida”. Pois, o fato de que algumas das competências exigidas pela

BNCC podem ser alcançadas através das metodologias ativas. Afinal, a Base Nacional foca em atividades que estimulam: “o pensamento crítico”; “a interação”; “a reflexão diante de desafios”; e “o diálogo multidisciplinar”.

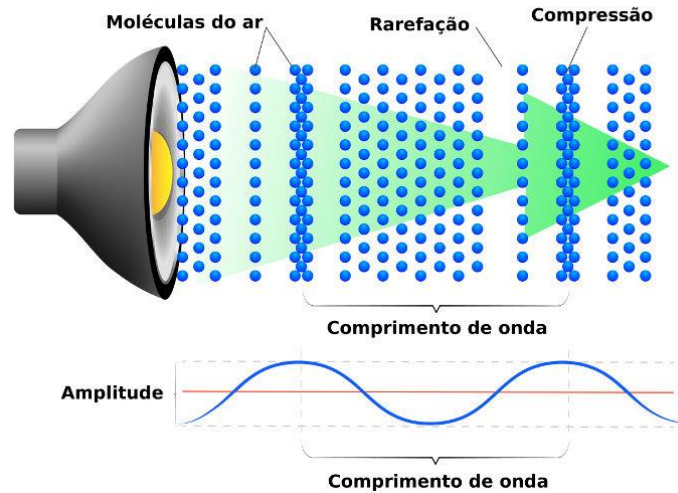
3.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FÍSICA ONDULATÓRIA E MÚSICA

O estudo das escalas musicais não é um tópico comumente compreendido. No ensino básico, geralmente, a física se concentra em conceitos mais fundamentais, como mecânica, eletricidade, magnetismo, ótica e termodinâmica. No entanto, é possível fazer uma conexão entre música e física, principalmente no campo de física ondulatória. A acústica é o ramo da física que estuda algumas de suas propriedades. Ela pode incluir conceitos relacionados a ondas sonoras, frequência, amplitude, timbre, entre outros. Na obra que é referência para muitos docentes e discentes, Fundamentos da Física, Halliday (2012) descreve o quanto esses conceitos são importantes para esta ciência:

Para se ter uma ideia da importância das ondas no mundo, basta considerarmos a indústria musical. Toda música que escutamos, de um samba de rua a um sofisticado concerto sinfônico, envolve a produção de ondas pelos artistas e a detecção dessas ondas pela plateia. Da produção a detecção, a informação contida nas ondas pode ser transmitidas por diversos meios (como no caso de uma apresentação ao vivo pela internet) ou gravada ou reproduzida (através de CDs, DVDs, etc). A importância do controle de ondas musicais é enorme e a recompensa para os engenheiros que desenvolvem novas técnicas pode ser muito generosa. (HALLIDAY, 2012, p. 117).

No que se refere à natureza das ondas (Halliday, 2012), expõe que existem duas: mecânica e eletromagnética.

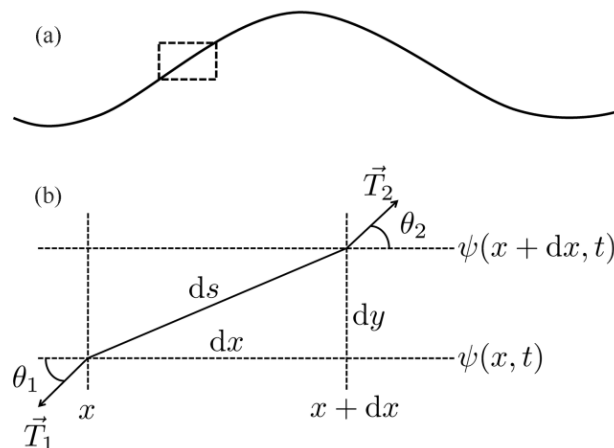
Ondas mecânicas: Estas são variedades que precisam de um meio material para propagação e não se propagam no vácuo. Essas são as mais conhecidas. Exemplos: Ondas sonoras, ondas em cordas, em cuba de ondas, etc. Vale ressaltar, que nas ondas sonoras existe uma variação de pressão entre as moléculas, conhecidas por: zonas de compressão (maior pressão) que são representadas visualmente por uma crista de onda e zonas de rarefação (menor pressão) que são representadas visualmente por um vale dessa onda, ver Fig. 2.

Figura 2: Ondas Sonoras

(Fonte: Rafael Helerbrock, Mundo Educação)

Ondas eletromagnéticas: Não necessitam de um meio de propagação. Elas são causadas por cargas elétricas oscilantes. Exemplos: Antena de transmissão de rádio ou de televisão; micro-ondas, raios-X e luz.

Ao analisar a formação de ondas em uma corda tensionada, caracteristicamente trabalhamos na aproximação em que, ao oscilar, a corda apresenta pequenos desvios em torno de sua posição de equilíbrio. Analise a situação ilustrada na Figura 3, onde $y = \psi(x, t)$ é a função de onda de uma corda (descreve o perfil longitudinal da corda em função do tempo), sujeita a uma tensão T ($|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = |\vec{T}| = T$) e com densidade linear de massa ρ .

Figura 3: Pulso em uma corda tensionada.

(Fonte: B.L. Lago, 2015)

- (a) Esquema da perturbação em uma corda tensionada. Nesta figura a deformação está exagerada para facilitar a visualização.

(b) Detalhe da perturbação em uma corda tensionada.

Nesse sentido, pode-se deduzir a equação da onda na Eq. (1) e chegar a Eq. (2):

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \cdot \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

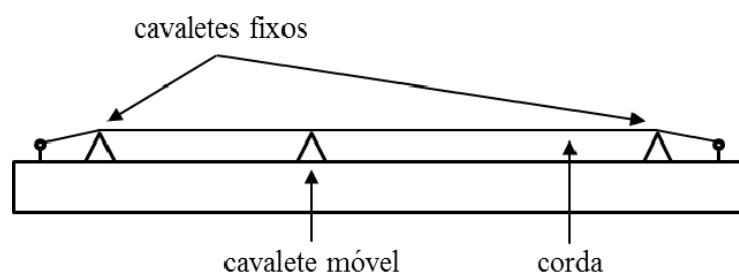
$$v = \sqrt{\frac{t}{\rho}}, \quad (2)$$

onde v é a velocidade de propagação da onda na corda.

Para compreender melhor os conceitos citados anteriormente e conseqüentemente montar um plano estratégico de ensino, é importante mencionar o processo de desenvolvimento dos instrumentos musicais. O conceito de consonância entre sons é um conceito musical complexo, tendo apresentado múltiplas definições, variáveis ao longo da história e das culturas (BOWLING, 2015). Modernamente, esse conceito é compreendido como um problema complexo, que envolve uma descrição físico-matemática, uma compreensão do fenômeno biológico envolvido na audição humana e a fala como expressão social (HAN, 2011).

Partindo deste princípio, podemos citar o “monocórdio” que é um instrumento musical de cordas que desempenhou um papel importante na história da música. Ele consiste em uma única corda esticada sobre uma caixa de ressonância e é tocado utilizando um arco ou plectro. Embora seja um instrumento relativamente simples, o monocórdio teve uma influência significativa no desenvolvimento da teoria musical e na compreensão da relação entre som, física e matemática. O monocórdio foi utilizado na Grécia Antiga como uma ferramenta para o estudo da música e para explorar a relação entre proporções matemáticas e harmonia. Pitágoras, o famoso filósofo e matemático grego, utilizou o monocórdio para investigar as relações entre os comprimentos das cordas e as proporções musicais. Ele descobriu que quando uma corda é dividida em proporções específicas, ela produz intervalos musicais consonantes, como a oitava, a quinta e a quarta. Visualize na figura 4, o princípio de funcionamento desse aparelho:

Figura 4: Representação Do Monocórdio



(Fonte: Dennis Bessada, 2014)

3.2. ESCALA PITAGÓRICA

O monocórdio ajudou a estabelecer os fundamentos da música tonal e contribuiu para a criação de sistemas de afinação, como a escala pitagórica. Além disso, o estudo do monocórdio permitiu o desenvolvimento de conceitos musicais importantes, como a relação entre frequência, comprimento da corda e altura do som. Nesse sentido, as notas musicais são formadas por meio de um processo de organização das frequências sonoras.

A Figura 4 ilustra um monocórdio, o suporte móvel dividindo a corda tensionada em duas partes de comprimentos L_1 e L_2 . Pitágoras percebeu que os sons produzidos pelas partes com relações de comprimentos L_1/L_2 iguais a $2/1$, $3/2$ e $4/3$ eram particularmente agradáveis enquanto que quaisquer outras combinações arbitrárias resultavam desagradáveis. Na edição em português (HALLIDAY, 1977) descreve que dois sons resultando numa combinação agradável são ditos consonantes, de outro modo são dissonantes. Uma corda de comprimento L tensionada e fixa nas duas extremidades tem modos de vibração definidos por comprimentos de onda λ_n satisfazendo a Eq. (3):

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} ; \quad (3)$$

para n assumindo valores inteiros 1, 2, 3, . . . , etc. Comprimento de onda e frequência está relacionada com a velocidade de propagação da onda sobre a corda, $v = f_n \times \lambda_n$, pela Eq. (4):

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L} . \quad (4)$$

Considerando apenas o modo fundamental ($n = 1$), as relações de frequência ficam: $\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2}$. Em notação atual, as relações acima definem as notas do_1 , fá, sol e do_2 com a relação de frequência $3/2 : 4/3 = 9/8$ entre as notas fá e sol, que define o intervalo de um tom. A relação $2/1$ corresponde ao intervalo de uma oitava, neste caso de do_1 a do_2 .

Tomando como referência a nota do_1 definem-se as notas (ré) um tom acima e (mi) outro tom acima do (ré). Com o mesmo procedimento, tendo como base a nota (sol), definem-se as notas (lá) e (si), completando a escala de Pitágoras, na figura 5. A figura 6 mostra os intervalos entre as notas adjacentes numa oitava, de do_1 a do_2 . Os intervalos entre as notas mi – fá e si – do_2 resultam numa fração de $256/243$, intervalo que define o meio tom ou semitom.

Figura 5: Notas e os respectivos intervalos em relação à primeira nota do_1 , na escala pitagórica.

do_1	re	mi	fa	sol	la	si	do_2
1	$9/8$	$81/64$	$4/3$	$3/2$	$27/16$	$243/128$	2

Figura 6: Notas e os intervalos entre duas notas consecutivas, na escala pitagórica.

$do_1 - re$	$re - mi$	$mi - fa$	$fa - sol$	$sol - la$	$la - si$	$si - do_2$
$9/8$	$9/8$	$256/243$	$9/8$	$9/8$	$9/8$	$256/243$

(Fonte: Mario Goto, 2009)

3.3. ESCALA TEMPERADA

A música ocidental utiliza um sistema de afinação chamado escala temperada, que divide a oitava em 12 intervalos iguais, conhecidos como semitons. Com o desenvolvimento do sistema tonal e ampliação do uso de modulações e diferentes tonalidades, o uso da escala de médio tom ou da escala pitagórica tornava-se restritivo. Uma solução foi adotar uma escala com doze semitons igualmente distribuídos pela oitava. Nesta escala temperada, o intervalo entre Dó e Dó# é o mesmo entre Dó# e Ré. Além disso, as notas enarmônicas passam a ter a mesma frequência, o que não ocorre nas escalas pitagórica, justa e médio tom.

Se chamamos de i o intervalo entre cada semitom da escala temperada, um intervalo de quinta (7 semitons) é i^7 , um intervalo de quarta (5 semitons) é i^5 , um intervalo de segunda maior (2 semitons) é i^2 , e assim por diante. O intervalo de oitava (12 semitons), dado por i^{12} , tem a relação de $2/1$, portanto:

$$i^{12} = \frac{2}{1}, \quad (5)$$

$$i = 2^{\frac{1}{12}} = 1.05946. \quad (6)$$

Esse é o valor do intervalo de um semitom temperado. Similarmente pode-se calcular qualquer outro intervalo da escala temperada usando-se a expressão, onde n é o número de semitons contido no intervalo. Por exemplo, para calcular a frequência de um Mi quinta acima (7 semitons) de um Lá de 440 Hz temos:

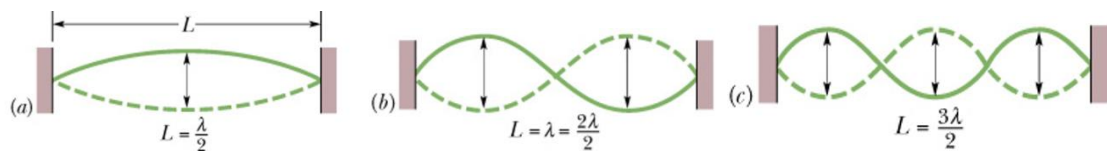
$$F_1 = F_0 \times 2^{\frac{n}{12}} = 440 \times 2^{\frac{7}{12}} = 440 \times 1.498 = 659,25\text{Hz}. \quad (7)$$

A frequência é a propriedade física do som que determina sua altura. Quanto maior a frequência, mais agudo é o som, e quanto menor a frequência, mais grave é o som. A nota fundamental é a referência para todas as outras notas.

Os instrumentos de cordas, ao serem tocados, produzem ondas estacionárias. São chamadas estacionárias porque não se propagam para além das cordas. Essas ondas sofrem reflexões nos pontos onde as cordas se encontram fixas e se superpõem, formando um padrão de vibração nas cordas. Essa vibração não é percebida pelos nossos olhos.

Considere uma corda de violão, por exemplo, que está esticada entre duas presilhas. Suponha que produzimos uma onda soneidal contínua de uma certa frequência que se propaga, digamos, para a direita. Quando a onda chega à extremidade direita é refletida e começa a se propagar de volta para a esquerda. Essa onda que se propaga para esquerda encontra a onda que ainda se propaga para a direita. Quando a onda que se propaga para a esquerda chega à extremidade esquerda é refletida mais uma vez, e a nova onda refletida começa a se propagar para a direita, encontrando as ondas que se propagam para a esquerda e para a direita. Dessa forma, logo temos muitas ondas superpostas que interferem entre si, ver a Fig. 7.

Figura 7: Uma corda esticada entre dois suportes, oscila com ondas estacionárias.

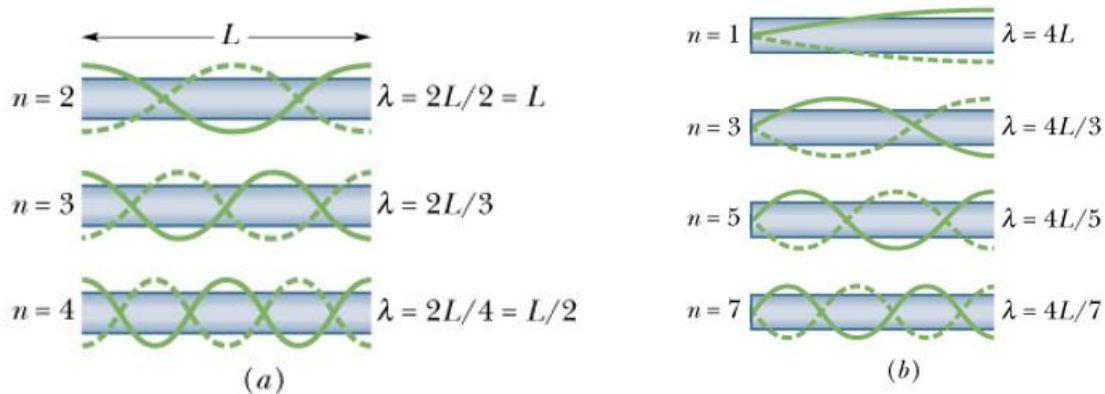


(Fonte: halliday, Vol.1)

- (a) O padrão mais simples possível é o de meio comprimento de onda, mostrado na figura pela posição da corda nos pontos de máximo deslocamento.
- (b) O segundo padrão mais simples é o de um comprimento de onda.
- (c) O terceiro padrão mais simples é o de um comprimento e meio de onda.

Além dos instrumentos de cordas, existem outras maneiras de se compreender as ondas estacionárias, por exemplo, em tubos. As ondas estacionárias em tubos são um fenômeno comum na física acústica, onde uma onda incidente e uma onda refletida se somam, transformada em uma configuração de padrões de onda estacionária. Esse fenômeno ocorre quando uma onda se propaga através de um tubo fechado ou aberto em ambas as extremidades. Existem dois tipos principais de tubos nos quais as ondas estacionárias podem se formar: tubos fechados e tubos abertos.

Figura 8: Ondas estacionárias em tubos, representas por curvas de pressão em função da posição.



(Fonte: Halliday, Vol.2)

- (a) Com as duas extremidades do tubo abertas qualquer harmônico pode ser produzido no tubo.
- (b) Com apenas uma extremidade aberta, apenas os harmônicos ímpares podem ser produzidos.

4. PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA COM ENFOQUE EM “ONDULATÓRIA”

É interessante frisar que ao decorrer da formação do discente pode-se usar mais de uma metodologia ativa, porém como estratégia complementar. Além disso, em cada método aplicado no ensino é possível fazer adaptações, de forma a deixar a aula mais próxima da realidade do aluno, principalmente, quando tiver na turma pessoa com deficiência (PCD). Nesta perspectiva, veja alguns exemplos do uso de metodologias ativas com enfoque em ondulatória e perceba o quanto isto pode contribuir positivamente para um ensino de qualidade.

4.1. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Os alunos trabalham em grupos para resolver problemas complexos, desafiadores e autênticos. Eles devem detectar o problema, buscar informações, analisar dados e propor soluções, promovendo o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, colaboração e pensamento crítico.

Na prática, essa estratégia necessita ser separada em três momentos:

1ª Momento - Entendimento a respeito do problema: os discentes necessitam compreender qual é o problema. Porém esse entendimento precisa ser alcançado em conjunto de forma coletiva.

2ª Momento - Conflito de ideias: neste momento, é provável que haja um conflito, ou seja, um momento de discordância e contrariedade, fato que é importante para a aprendizagem do assunto.

3ª Momento - Solução: depois de compreender o problema e verificar as contrariedades é preciso propor uma solução de maneira coletiva. Para tanto, é de suma importância que tenha um consentimento entre as diferentes vozes a respeito do mesmo aspecto.

Essa metodologia incentiva o trabalho em equipe e a interação entre os membros da turma. Por isso, a ideia é que os problemas simulem situações cotidianas, que podem ser vivenciadas pelos estudantes.

EXEMPLO:

Descrição do Problema: A banda da escola está se preparando para uma apresentação musical, mas estão enfrentando problemas com a qualidade do som dos instrumentos. Os músicos estão curiosos sobre como a física do som pode afetar a acústica de seus instrumentos e, conseqüentemente, a qualidade do som produzido.

Tarefas dos Alunos:

1. Pesquisa sobre a física do som: Os alunos devem estudar os conceitos básicos da física do som, incluindo frequência, amplitude, ondas sonoras, propagação do som e ressonância.
2. Relação entre música e física: Os alunos devem investigar como a física do som está diretamente relacionada à música, destacando a importância da acústica na qualidade do som dos instrumentos.
3. Estudo de instrumentos musicais específicos: Divida a turma em grupos e atribua a cada grupo um instrumento musical diferente (por exemplo, violino, guitarra, saxofone, tambor). Cada grupo deve pesquisar a acústica específica do instrumento atribuído e como os princípios físicos influenciam seu som.
4. Experimentação prática: Os alunos devem realizar experimentos práticos para investigar como certos ajustes físicos podem melhorar a qualidade do som de seus instrumentos. Por exemplo, ajustar a tensão das cordas em uma guitarra, modificar a posição dos buracos em um saxofone ou estudar a ressonância em um tambor.
5. Apresentação de resultados: Cada grupo deve preparar uma apresentação que inclua suas descobertas sobre a física do som e a acústica de seu instrumento específico, bem como as soluções práticas para melhorar a qualidade do som.

6. Discussão e conclusão: A turma deve participar de uma discussão em grupo para compartilhar suas conclusões e aprender uns com os outros sobre as diferentes influências da física na música.

4.2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Os alunos trabalham em projetos de longo prazo que abordam questões do mundo real. Eles precisam investigar, planejar, criar e apresentar um produto final, permitindo a aplicação prática do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, criatividade, comunicação e ao mesmo tempo adquirindo um repertório de conhecimento. Porém, isso precisa ser um processo construtivo pelos próprios discentes, sob orientação e supervisão de seus tutores.

Nesse método de ensino, os alunos trabalham em projetos específicos e complexos que exigem a aplicação de conhecimentos e habilidades de várias disciplinas para alcançar objetivos específicos. A aprendizagem baseada em projetos é amplamente utilizada em escolas, faculdades e ambientes de aprendizagem para promover a compreensão profunda, a resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades.

Entenda como essa estratégia pode ser aplicada em uma turma de Física:

EXEMPLO:

Nas aulas de física ondulatória o professor pode propor à turma a apresentação de um seminário dinâmico ou a elaboração de uma feira de ciência, voltado para as possíveis aplicações dos conceitos de ondulatória no cotidiano e também aplicações dos conceitos de ondulatória no estudo da música. Além disso, propor a confecção de experimentos de baixo custo.

4.3. SALA DE AULA INVERTIDA (*FLIPPED CLASSROOM*)

Os alunos estudam o conteúdo em casa, por meio de materiais pré-gravados ou textos, e utilizam o tempo em sala de aula para discussões, atividades práticas e esclarecimento de dúvidas. Isso permite que os alunos explorem o conteúdo de forma mais ativa e recebam apoio individualizado durante as sessões presenciais, ver na Fig. 9.

Figura 9: Sala de Aula Invertida

(Fonte: MARTINS, 2019)

A ideia de utilizar este método é justamente instigar o discente a desenvolver um posicionamento ativo na sala de aula, participando ativamente com indagações, respondendo perguntas, ou seja, deixar a aula dinâmica e fora do tradicional.

EXEMPLO: Na aula de física ondulatória o professor:

Etapa 1: Preparação antes da aula.

Os alunos receberão acesso a materiais e recursos de aprendizado, como vídeos, artigos ou textos relacionados ao tópico "Música na Física". Esses materiais podem abordar conceitos como ondas sonoras, frequência, amplitude, acústica, ressonância, etc.

Etapa 2: Estudo individual.

Os alunos assistirão aos vídeos ou lerão os textos em casa. Eles serão incentivados a fazer anotações e destacar os pontos-chaves relacionados à interseção entre música e física.

Etapa 3: Atividade de pesquisa.

Os alunos serão convidados a pesquisar exemplos práticos de como a física está presente na música. Podem pesquisar sobre instrumentos musicais, como funcionam, a relação entre a frequência das notas e a percepção do som, ou até mesmo sobre o impacto da acústica em apresentações musicais.

Etapa 4: Aula em sala de aula.

Na aula, os alunos terão a oportunidade de compartilhar suas descobertas e debater o conteúdo estudado. O professor pode facilitar discussões, responder a perguntas e fornecer mais exemplos de aplicações da física na música.

Etapa 5: Experimentos práticos.

Para solidificar os conceitos, os alunos podem realizar experimentos práticos em sala de aula. Por exemplo, podem explorar a ressonância em diferentes instrumentos musicais ou estudar como as ondas sonoras se propagam em diferentes meios.

Etapa 6: Criar projetos musicais baseados na física.

Os alunos podem ser incentivados a criar projetos musicais que explorem os conceitos físicos aprendidos. Eles podem compor músicas usando diferentes frequências, criar instrumentos caseiros que demonstrem princípios físicos ou até mesmo realizar apresentações musicais que destaquem a acústica de um espaço específico.

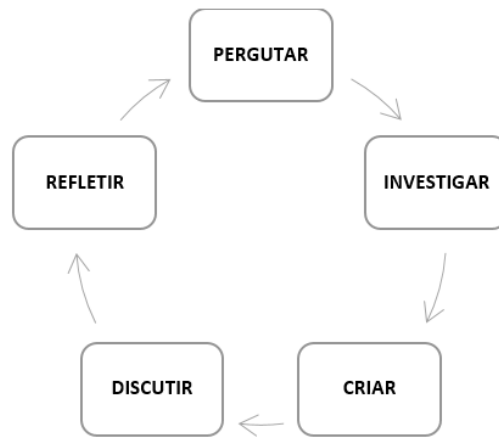
A abordagem de sala de aula invertida permite que os alunos tenham uma compreensão prévia do conteúdo antes da aula, o que pode aumentar a participação e o engajamento durante as atividades em sala. Além disso, o professor tem mais tempo para se concentrar em atividades práticas e interativas, tornando o aprendizado mais significativo e divertido.

OBSERVAÇÃO: é importante incentivar os estudantes a utilizarem diferentes recursos, como imagens, slides de PowerPoint, vídeos e arquivos sonoros, para prender a atenção dos colegas da classe.

4.4. APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO

Os alunos são estimulados a formular perguntas, realizar experimentos, coletar dados e analisar resultados para descobrir conceitos e princípios. Eles são incentivados a explorar, experimentar e descobrir por si mesmos, fomentando a curiosidade, a autonomia e a construção do conhecimento. A aprendizagem por investigação, em particular, contribui para despertar o interesse no aluno pelo aprender. Os experimentos estimulam o raciocínio, o desenvolvendo do senso crítico e a motivação, promovendo o engajamento e o desejo pelo conhecimento. Assim, o aluno se torna protagonista e não um mero espectador, tornando as aulas mais atrativas e motivadoras.

Figura 10: Ciclo Da Aprendizagem Por Investigação.



(Fonte: próprio autor)

Na área da física ondulatória, existem várias maneiras pelas quais os estudantes podem se envolver nesse processo de aprendizagem.

EXEMPLOS:

1. Experimento de interferência: Os estudantes podem realizar um experimento para explorar o fenômeno da interferência de ondas. Eles podem construir uma fonte de ondas (como uma fonte de luz ou uma fonte sonora) e criar uma configuração experimental que permita observar a interferência das ondas. Eles podem investigar como a interferência ocorre, quais fatores afetam a intensidade ou padrão de interferência e fazer registros de suas observações.

2. Estudo da ressonância: Os estudantes podem investigar o conceito de ressonância em ondas. Eles podem projetar e construir um experimento usando diferentes tipos de osciladores (como um pêndulo, um sistema massa-mola ou um tubo sonoro) e explorar como a frequência de excitação afeta a resposta do sistema. Eles podem analisar os padrões de ressonância observados e tentar entender os princípios físicos subjacentes.

3. Modelagem computacional de ondas: Os estudantes podem usar programas de simulação ou softwares de modelagem computacional para explorar diferentes fenômenos relacionados a ondas, como propagação, reflexão e refração. Eles podem criar modelos virtuais de sistemas ondulatórios, ajustar parâmetros e observar como as mudanças nesses parâmetros afetam o comportamento das ondas.

Esses são apenas alguns exemplos de como a aprendizagem por investigação pode ser aplicada à física ondulatória. O objetivo é incentivar os estudantes a se envolverem ativamente na exploração e descoberta de conceitos físicos, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa dos fenômenos ondulatórios. Observação: alguns exemplos podem ser adaptados para a experimentação de baixo custo.

5. TRILHAS SONORAS NO DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL

A música pode proporcionar diversas contribuições refletidas para o ensino e aprendizagem, tanto em ambientes formais de educação, como em sala de aula, quanto em contextos informais. Além disso, a música tem o poder de influenciar emoções e criar um clima propício para a aprendizagem, mas é importante que seu uso seja bem planejado e adaptado à situação e ao conteúdo da aula. Vale ressaltar, que o uso de trilhas sonoras em sala de aula pode ser uma estratégia eficaz para chamar a atenção dos alunos e tornar o ambiente de aprendizagem mais envolvente.

Inicialmente, é de suma importância conceituar e diferenciar os termos: “trilha sonora” e “trilha musical”, conceitos equivocadamente tratados como sinônimos. Pois a trilha sonora não faz distinção em relação ao caráter dos sons concebidos na produção (música, ruídos e vozes). Por outro lado, a trilha musical limita-se ao conjunto das obras musicais utilizadas em determinada produção. Em linhas gerais, a trilha sonora é todo o conjunto sonoro das produções audiovisuais, peças de teatro, espetáculos de dança, games, entre outros, incluindo a música, os efeitos sonoros e os diálogos.

Em um relato de experiência Velozo, Silva, Bento (2016) comentam e reformulam as ideias expressadas por Alves (2012), onde ele apresenta uma síntese das possibilidades de exploração sonora no desenvolvimento de trilhas a partir de quatro elementos: a voz, os ruídos, a música e o silêncio. Segundo Alves (2012), tais elementos articulam-se com a imagem de modo a intervir na qualidade, na espacialidade e na força narrativa de um determinado produto, ver Quadro 1.

Quadro 1: Os quatro elementos constituintes da trilha sonora (ALVES, 2012)

A VOZ	OS RUÍDOS	A MÚSICA	O SILÊNCIO
Representada na:	Na forma de ruídos:	Responsável pela:	Favorecendo a:
<ul style="list-style-type: none"> • Fala: diálogos e narração. • Efeitos Sonoros: ruídos vocais e massas sonoras 	<ul style="list-style-type: none"> • De ambiente: • paisagem sonora. (schafer, 2009). • De efeito. • De estúdio: foley. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dramaticidade. • Comunicação emocional. • Movimento, fluxo de cenas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dramaticidade. • Retenção da atenção. • Cesuras.

(Fonte: VELOZO, SILVA, BENTO, 2016)

O que será abordado neste momento, é muito presente na construção cinematográfica de filmes, séries, peças e novelas, por meio da sonoplastia, que consiste na construção de conjuntos de sons que auxiliam a enfatizar as cenas e as emoções dos atores, ou seja, o sonoplasta trabalha os elementos sonoros ajudando a envolver o público na construção de imagens e sensações.

Pensando nisso, a proposta do presente trabalho é também analisar como os elementos sonoros podem ser úteis para o desenvolvimento de uma aula dinâmica, onde o professor, através de trilhas sonoras, pode chamar a atenção dos alunos, haja vista que as trilhas sonoras expressam variadas sensações, como: tensão, calma, tristeza, alegria, amor, tranquilidade, e outros. Em suma, percebe-se que esses sentimentos e emoções, assim como eles são trabalhados pelos sonoplastas na construção cinematográfica de filmes, séries, peças e novelas, podem também ser explorados por professores em sala de aula.

No que se refere aos conteúdos ensinados em uma sala de aula, percebe-se que em determinados assuntos, há altos e baixos níveis de complexidades. Com base nisso, entende-se que quanto mais difícil for o assunto, maior terá que ser o nível de atenção dos alunos para compreender o conteúdo. Trazendo esta ideia para o contexto da disciplina de física, no ensino médio, percebe-se que quando o professor desenvolve uma equação no quadro, o cenário normal é ver os alunos inquietos por não conseguirem entender como chegar à resolução, isso se dá por muitos fatores, entre eles estão: desvio de atenção, desinteresse pelo assunto, problemas pessoais e emocionais, e outros. Nesse sentido, diante do que já se estudou referente ao uso da música como ferramenta de ensino, constatou-se que esta estratégia vai muito além do que se imagina.

Analisando pelo lado da neurociência:

O cérebro humano possui pulsos eletroquímicos, que são consequências de atividades no córtex cerebral e produzem ondas cerebrais. A mente humana é composta por cinco ondas base, responsáveis por comportamentos voluntários e involuntários, sendo elas, Delta (0,5-4 Hz), Alfa (8-13 Hz), Theta (4-8 Hz), Beta (13-30 Hz) e Gamma (30-100 Hz). Cada uma destas ondas está associada a um padrão emocional, como relaxamento, foco, atenção e outros, que pode ser influenciado, de forma positiva ou negativa, ao indivíduo que fizer uso de ondas binaurais (GOÉS, 2018 apud TISSOT, 2022, p.10).

Os sons têm efeitos sobre nós e isso vem da forma como o nosso cérebro os sistematiza e entende. Em seu trabalho de conclusão de curso (TCC), Martins (2012) cita o estudo feito por John Sloboda em 1991, que foi publicado em seu livro *Exploring the musical mind*, em 2005, revelou que cada aspecto da música pode provocar uma resposta físico-emocional em cada um de nós. O estudo de Sloboda (2005), usou como base um levantamento feito por meio de um questionário, onde os integrantes da pesquisa deveriam assinalar três trechos de música nos quais sentiram uma ou mais daquelas reações físicas, naquele mesmo período de tempo. O questionário pedia ainda para o voluntário especificar, dentro do possível, que aspecto da música lhe causara aquela reação (por exemplo: acordes, ritmo, entre outros). Dentre os dados coletados através do questionário Martins (2012) traduz e transcreve:

As doze reações físicas listadas eram: arrepios na coluna, risos, nó na garganta, choro, pêlos arrepiados, coração acelerado, bocejo, frio na barriga, excitação sexual, tremedeiras, rosto corado e sudorese. Uma vez associadas às passagens de músicas, as sensações físicas foram reagrupadas em três amplos grupos: *lágrimas*, que engloba choro e nó na garganta; *arrepios*, que contém pêlos arrepiados e arrepios na coluna, e *coração*, que contém coração acelerado e frio na barriga (SLOBODA, 2005 apud MARTINS, 2012).

Em seu estudo, Sloboda (2005) relacionou as três sensações com dez aspectos da música, acompanhe na Tabela 1:

Tabela 1: Aspectos musicais associados a reações físico-emocionais.

Aspecto Musical:	Número de passagens musicais que provocaram uma reação.		
	Lágrimas	Arrepios	Coração
1- Contorno melódico descendente;	6	0	0
2- Apojaturas na melodia;	18	0	0
3- Sequência melódica ou harmônica;	12	4	1
4- Mudanças enarmônicas;	4	6	0
5- Aceleração melódica ou harmônica da cadência;	4	1	2
6- Atraso da cadência final;	3	1	0
7- Novas harmonias ou harmonias inesperadas;	3	12	1
8- Mudança súbita de dinâmica;	5	9	3
9- Síncopes frequentes;	1	1	3
10- Mudanças precoces em relação à expectativa do ouvinte;	1	4	3
Número total de passagens musicais	20	21	5

(Fonte: SLOBODA, 2005 apud MARTINS, 2012)

Analisando a Tabela 1, percebe-se que ao lado esquerdo se encontram os aspectos musicais e ao lado direito estão as sensações. Fazendo uma leitura pela ordem crescente de passagens musicais, vinte e uma delas provocaram arrepios, onde estão geralmente ligados a novas ou inesperadas harmonias. Por outro lado, vinte passagens musicais causaram lágrimas, onde a maioria delas continha apojaturas melódicas e sequências harmônicas. Por fim, somente cinco passagens provocaram sensações relacionadas ao coração, e estavam associadas a síncopes constantes e eventos precoces em relação à expectativa do ouvinte.

Ainda falando sobre o estudo feito por Sloboda (2005), ele complementa essa ideia com uma outra tabela, onde ela sintetiza as relações entre as emoções e as características da música. O autor deduz que a sensação de seriedade ou solenidade pode vir ao ouvirmos músicas lentas, cuja melodia é formada de notas graves, com um ritmo regular e sem dissonâncias. Por outro lado, com uma música igualmente lenta, com notas graves e acordes menores com um alto grau de dissonâncias tem-se uma sensação de tristeza.

Quadro 2: Exemplos de emoções relacionadas às características da música.

Emoção	Características da música
Seriedade, solenidade	Lenta, notas graves, ritmo regular, poucas dissonâncias.
Tristeza	Lenta, notas graves, acordes menores, muitas dissonâncias.
Alegria	Rápida, notas agudas, acordes maiores, poucas dissonâncias.
Excitação	Rápida, alta (volume), muitas dissonâncias.

(Fonte: SLOBODA, 2005 apud MARTINS, 2012)

Diante deste cenário, é possível notar o quão isto pode ser desenvolvido e trabalhado dentro da sala de aula, visando conectar ao máximo o discente com o conteúdo. Assim como já foi abordado, determinadas trilhas sonoras são capazes de despertar emoções e sensações, isto é, dependendo da frequência, ritmo, acorde, dissonância e notas (aguda/grave) da trilha, ou seja, esses aspectos são determinantes para expressar emoções e sensações através de uma simples trilha sonora. É fato, que para tal, necessita-se de planejamento e estudo, pois, existem trilhas sonoras para diversas finalidades, como por exemplo: expressar tranquilidade; um toque de tensão; expressar tristeza/alegria e outros. Tudo isso, vai depender do contexto que será aplicado.

Pensando em uma possível aplicação desta proposta em sala de aula, tomando como base o trabalho de Tissot (2022), mencionado anteriormente, o som exprime a influência sobre o emocional dos indivíduos que pode ser explicada a partir das ondas cerebrais durante as atividades do cérebro. Essas ondas cerebrais diferenciam-se pela variação das cinco principais categorias de frequências, onde cada uma delas está relacionada um estado mental diferente, gerando então diversos efeitos benéficos.

Para exemplificar temos:

- Caso um docente necessite trazer um estado de alerta e aumentar a concentração dos alunos, ele pode fazer uso de uma trilha sonora que proporcione uma onda cerebral do tipo Beta, acima de 13 hertz, que coloca as pessoas mais alertas, mais ansiosas, pois as estruturas estão relacionadas a um alto padrão estimulante.
- Para gerar mais coordenação mental, trazer tranquilidade, harmonia, descanso e outros, o docente pode fazer uso de uma trilha sonora que proporcione uma onda cerebral do tipo Alfa, que varia de 8 a 13 hertz.
- Já a onda cerebral do tipo Teta, que varia de 4 a 7 hertz, estimula a aprendizagem e a criatividade, reduz o estresse e a ansiedade, liberando a decisão para certas questões, dirigindo o subconsciente para resolução correta.

5.1. FORMAÇÃO DE ACORDES (TRÍADES) BASEADO NAS SENSações E EMOÇÕES

Em seu livro, intitulado; Introdução à Harmonia: escala maior, intervalos e formações de acordes, (FUSCO, MIGUEZ, 2021) afirmam que:

“Os acordes são formados por um conjunto de 3 ou mais notas executadas simultaneamente. Em um primeiro momento, vamos considerar que a primeira nota que forma o acorde (ou a nota que determina o nome do acorde) será a Fundamental. Por exemplo, se o acorde for um Dó Maior, a nota dó será a fundamental. Esta nota também é considerada o Baixo do acorde, pois é a nota mais grave. Os acordes são constituídos de terças superpostas (consecutivas), ou seja, notas separadas por intervalos de terça (maiores ou menores).”

Nesse sentido, é possível perceber que na formação de uma tríade existe uma relação matemática de frequência, entre a nota fundamental e terças superpostas (consecutivas), ou seja, notas separadas por intervalos de terça (maiores ou menores). Com base nisto, é possível fazer modelagens e variações de frequências entre os acordes para despertar sensações e emoções nos ouvintes.

Para compreender as relações matemáticas pertinentes na formação de acordes, é importante ter como pré-requisito o conhecimento de alguns termos, como: frequência (Hz), período (s), comprimento de Onda (m), e como eles podem ser correlacionados. Percebe-se que na tabela 2 cada nota da escala cromática possui o seu respectivo período (s), comprimento de Onda (m) e frequência (Hz). Esses aspectos são determinantes na padronização e na variação dos parâmetros para construções de tríades, ver Tabela 2.

Tabela 2: Escala Cromática.

Nota	Frequência (Hz)	Período (s)	Comprimento de Onda (m)
Dó (C)	261.625519	0.003822	1.314856
Dó Sustenido (C#)	277.182648	0.003608	1.241059
Ré (D)	293.664734	0.003405	1.171404
Ré Sustenido (D#)	311.126984	0.003214	1.105658
Mi (E)	329.627533	0.003034	1.043602
Fá (F)	349.228241	0.002863	0.985029
Fá Sustenido (F#)	369.994385	0.002703	0.929744
Sol (G)	391.995392	0.002551	0.877561
Sol Sustenido (G#)	415.304688	0.002408	0.828308
Lá (A)	440.	0.002273	0.781818
Lá Sustenido (A#)	466.163788	0.002145	0.737938
Sí (B)	493.883301	0.002025	0.696521

(Fonte: próprio autor)

5.2. EXISTEM QUATRO TIPOS DE TRÍADES: Maiores; Menores; Aumentadas; Diminutas:

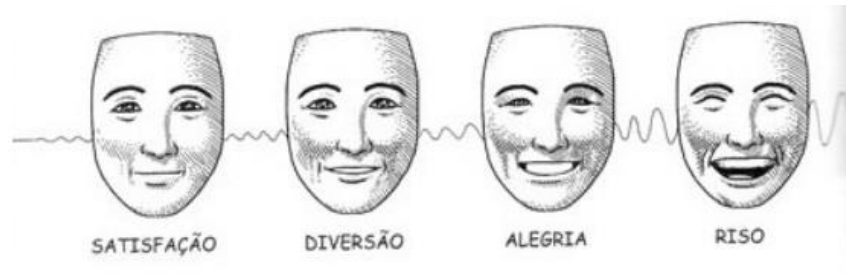
Para a formação dessas tríades, será utilizado como referência um ciclo de 8ª (oitava) onde a nota Lá (A) possui uma frequência aproximada de 440 Hz.

- **Tríade Maior: F – 3 – 5:** Para formar uma tríade maior, utiliza-se a seguinte estrutura de intervalos: 3 + $b3$. Temos, então, o acorde de Dó Maior (C). A nota fundamental (F) é um Dó, que possui uma frequência de aproximadamente 261,62 Hz; o número (3) é uma terça maior (Mi) com frequência aproximada de 329,62 Hz; o número (5) representa uma quinta justa (Sol) com frequência aproximada de 391,99 Hz.
- **Tríade Menor: F – $b3$ – 5:** Para formar uma tríade menor, utiliza-se a seguinte estrutura de intervalos: $b3$ + 3. Temos, então, o acorde de Dó Menor (Cm). Nesta tríade a nota fundamental (F) é um Dó, que possui uma frequência de aproximadamente 261,62 Hz; o número ($b3$) é uma terça menor (Mi bemol) com frequência aproximada de 311.12 Hz; o número (5) representa uma quinta justa (Sol) com frequência aproximada de 391,99 Hz.
- **Tríade Aumentada: F – 3 – #5:** Para formar uma tríade aumentada, utiliza-se a seguinte estrutura de intervalos: 3 + 3. Temos, então, o acorde de Dó Aumentado (Caum). Nesta tríade a nota fundamental (F) é um Dó, que possui uma frequência de aproximadamente 261,62 Hz; o número (3) é uma terça maior (Mi) com frequência aproximada de 329,62 Hz; o número (5) representa uma quinta aumentada (Sol suspenso) com frequência aproximada de 415.30 Hz.
- **Tríade Diminuta: F – $b3$ – $b5$:** Para formar uma tríade diminuta, utiliza-se a seguinte estrutura de intervalos: $b3$ + $b3$. Temos, então, o acorde de Dó de Diminuto (C°). A nota fundamental (F) desta tríade continua sendo o Dó, que possui uma frequência de aproximadamente 261,62 Hz; o número ($b3$) é uma terça menor (Mi bemol) com frequência aproximada de 311.12 Hz; o número ($b5$) representa uma quinta diminuta (Sol bemol) com frequência aproximada de 369.99 Hz.

Com base nisto; assim como nas ondas cerebrais Delta (0,5-4 Hz), Alfa (8-13 Hz), Theta (4-8 Hz), Beta (13-30 Hz) e Gamma (30-100 Hz); os acordes também possuem frequências, que proporcionam sensações e afetam as emoções dos ouvintes quando são correlacionadas. Pensando nisto, é possível utilizar trilhas sonoras tanto nas metodologias ativas, quanto nas

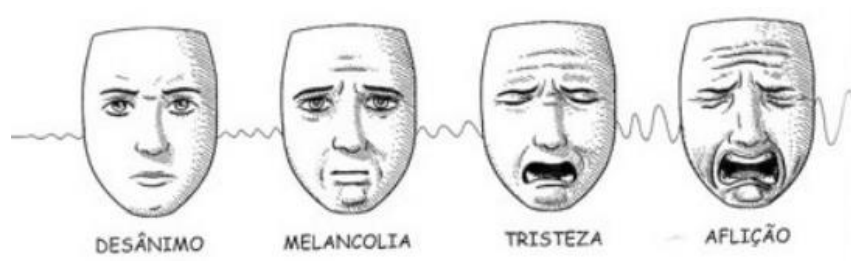
metodologias não ativas. Por exemplo, em um cenário onde o docente esteja utilizando uma metodologia ativa, do tipo “aprendizagem baseada em problemas”, o mesmo pode usar músicas ou trilhas sonoras que tenham como base acordes maiores, menores ou diminutos, ou seja, isso fica a depender do contexto onde será aplicado. Pois, cada acorde possui uma peculiaridade:

- **Acorde Maior (Dó maior):** Naturalmente tem uma sonoridade mais brilhante e alegre que causa um sentimento positivo e motivacional.



(Fonte: SOUZA, 2018)

- **Acorde Menor (Dó menor):** Naturalmente tem uma sonoridade que expressa tristeza, introspecção, mistério.



(Fonte: SOUZA, 2018)

- **Acorde Diminuto (Dó diminuto):** Naturalmente tem uma sonoridade instável que causa a sensação de tensão, medo, sentimentos negativos.



(Fonte: SOUZA, 2018)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, as metodologias ativas no ensino de Física são fundamentais para promover uma aprendizagem significativa e engajar os alunos no processo de aprendizagem. Elas têm um impacto significativo no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e participativa, em contraste com o ensino tradicional baseado na transmissão passiva de conhecimentos. Com a aprendizagem ativa, enfatiza-se a construção do conhecimento pelo aluno, permitindo que eles relacionem os novos conceitos com suas experiências anteriores. Isso facilita a compreensão e a retenção do conteúdo, promovendo um aprendizado mais significativo e duradouro. No entanto, é importante reconhecer que também existem algumas restrições e desafios associados a essas abordagens, como a resistência à mudança, onde a adoção deste tipo de metodologia muitas vezes requer uma mudança significativa na forma como os professores e alunos estão acostumados a ensinar e aprender.

Algumas pessoas podem resistir a essa mudança, pois estão mais familiarizadas com modelos tradicionais de ensino. A superação dessa resistência requer esforços de capacitação, suporte e comunicação eficazes para demonstrar os benefícios e o valor das metodologias ativas. Vale destacar, que este método de ensino permite utilizar múltiplas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem.

Aliado a isto, a música tem sido reconhecida como uma poderosa ferramenta no processo de aprendizagem, e sua aplicação no contexto da física pode trazer benefícios emocionantes. Neste trabalho, exploramos a influência da música na aprendizagem de física, enfatizando que sua utilização pode melhorar o engajamento dos alunos, facilitar a compreensão de conceitos complexos e promover uma abordagem mais criativa e interativa no ensino. Além disso, a música oferece uma forma alternativa de representação dos conceitos físicos, muitas vezes abstratos, através de elementos melódicos, rítmicos e harmônicos. Isso pode ajudar os alunos a visualizarem e internalizarem esses conceitos, tornando-os mais tangíveis e memoráveis.

Embora as escalas musicais não sejam um tópico central no ensino básico de Física, o presente trabalho fez a exploração da relação entre música e trilhas sonoras e o quanto isso pode ajudar a promover um interesse maior pela disciplina, estimular o aprendizado de conceitos físicos por meio de uma abordagem mais prática e envolvente. É importante ressaltar que a implementação bem-sucedida das metodologias ativas aliado às trilhas sonoras requer planejamento cuidadoso, recursos adequados e um ambiente de apoio. Além disso, o papel do professor muda de ser um mero transmissor de conhecimento para ser um facilitador do

processo de aprendizagem, orientando, apoiando e estimulando os alunos em sua jornada educacional.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Ananindeua-Pá, em especial à Faculdade de Física (FACFIS) por todo apoio moral e suporte; bem como ao grupo de pesquisa: PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro durante esta caminhada acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, B. M. Trilha Sonora: o cinema e seus sons. *Novos Olhares*, v. 1, n. 2, p. 90-95, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/novosolhares/article/view/55404>. Acesso em: 15 de Julho. 2023.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. de (org); NASCIMENTO, V. B. do; CAPECCHI, M. C. de M.; VANNUCHI, A. I., CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M. ; ARAÚJO, R. S. *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo-SP: Cecange Learning, 2009.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, p. 25-40 (2011).

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

BESSADA, D. A Genese da Harmonia das Esferas no Antigo Pitagorismo. *Revista Música*, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312106396_A_Genese_da_Harmonia_das_Esferas_no_Antigo_Pitagorismo

BROMBERG, CARLA. O Monocórdio na complexa relação entre Aritmética, Geometria e Física na Música. *Anais eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, 2016.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADDAUS, G. F. *Handbook on formative and sommative evaluation of student learning*. New York: McGrawHill, 1971. 923 p.

BLOOM, B. S. Some major problems in educational measurement. *Journal or Educational Research*, v. 38, n. 1, p. 139-142, 1944.

BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* / Paulo Freire. – São Paulo: Paz e Terra, p.15, 1996.

FUSCO, A; MIGUEZ, G. *Introdução à Harmonia: escala maior, intervalos e formações de acordes*. Opus 3. Ensino Musica, 2ª edição. 2021.

GLASER, W. William Glasser (2017). Fonte: PPD: Disponível em: Acesso em: <http://www.ppd.net.br/william-glasser/>. 05 de MAIO de 2023.

GOTO, M. Física e Música em Consonância. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.31, n.2,2307 (2009)

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., *Fundamentos de física 2*. 9ª edição, vol. 2, editora LTC, 2012.

H. Moysés Nussenzveig, Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, 4a edição, Editora Edgard Blücher, 2002.

JUNIOR, J; NASCIMENTO, P. CONTRIBUIÇÕES DE JEAN PIAGET À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: apontamentos para a prática docente. Cadernos da Pedagogia. São Carlos, V.11. p.148, 2018.

LAGO, B. Aguitarra como um instrumento para o ensino de física ondulatória. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173711663>.

MARTINS, L. A MÚSICA EM CENA: um estudo sobre possibilidades de interação entre a música, o ouvinte e a cena teatral. Universidade de Brasília, 2012.

MARTINS, E. Informática na Educação e suas Tecnologias. 2019 - 10.22533/at.ed.502192012.

NOGUEIRA, Makeliny O. G. LEAL, Daniela. Teorias de aprendizagem -um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico. 2 ed. Curitiba: InterSaberes, 2015.

PINTO, M. M. A utilização de instrumentos musicais e aparatos computacionais como estratégia de promoção da aprendizagem significativa no campo conceitual da Física ondulatória, na educação de jovens e adultos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, UNB. Brasília, DF, 2010.

PIAGET, J. Seis estudos de Piaget. Tradução: Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 25ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2011.

PIAGET, J. Discours du directeur du Bureau international d'éducation. In: VINGTNEUVIEME CONFERENCE INTERNATIONALE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. Procès-verbaux et recommandations. Genebra: Bureau international d'éducation, 1966c. p. 37-40.

SILVA, Diego Salvador Muniz da et al. Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos desafios em tempos de pandemia. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 46, p. e058, 2022.

SPINK, P. K. Pesquisa-ação e a análise de problemas sociais e organizacionais complexos. Psicologia, v.5, n.1, p.31-44, 1979.

TISSOT, N. ÁUDIO BINAURAL: UMA EXPERIÊNCIA IMERSIVA. TCC. Universidade de Caxias do Sul. 2022, p.10.

THIOLLENT, M. Pesquisa-ação nas organizações São Paulo: Atlas, 1997

VYGOTSKY, L. S. The genesis of higher mental functions. In J. V. Wertsch (ed.) *The concept of Activity in Soviet Psychology* (pp.137). Armonk, NY; Sharpe, 1981.

VELOZO, SILVA, BENTO. A trilha sonora na sala de aula: um relato de experiência no contexto do Ensino Médio. Modalidade: relato de experiência. 2016.